



**Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C.**  
**Universidad Autónoma de Ciudad Juárez**  
*“Suelos sin fronteras para impulsar a México”*



# Memoria del Congreso

**Escritos en Extenso**

## **DIVISIÓN III**

### **APROVECHAMIENTO DEL RECURSO SUELO**

- **CONSERVACIÓN DEL SUELO**
- **DRENAJE Y RECUPERACIÓN**
- **FERTILIDAD DE SUELOS**
- **PRODUCTIVIDAD DE AGROSISTEMAS**

#### **Citar este documento como:**

Flores, M.J.P., B. Corral D., P. Osuna A., J. Torres P., J. Valero G. y A.I. Flores A. 2014. *Division III, Aprovechamiento del Recurso Suelo*. Pp.1-223, *In* Memoria del XXXIX Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, 19 al 24 Octubre de 2014. Ciudad Juárez, Chihuahua. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez, Chihuahua, México.



## DIVISIÓN III

### ÍNDICE

NUM	TITULO Y AUTORES	PAG
1	NITRÓGENO EN UN SUELO DESPUÉS DE 10 AÑOS DE MANEJO ORGÁNICO Y CONVENCIONAL. Acevedo, C.; D.; Cruz Hipólito, J.P.	1
2	FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN LA PRODUCCIÓN DE CHILE SERRANO. Andrade-Sifuentes A; Preciado-Rangel, P; Fortis-Hernández M; Sánchez Chávez E	7
3	CARACTERIZACIÓN DE POBLACIONES DE MEZQUITE EN EL NOROESTE DE BAJA CALIFORNIA. Castellon-Olivares, J.; Aquino-Carreño, A.; Quiñonez-Martinez, M.; Rivas-Caceres, R.	10
4	CALIDAD POSTCOSECHA Y DE RENDIMIENTO DE TOMATE CV. GRANDELLA BAJO UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA Y CONVENCIONAL EN CONDICIONES DE CASA SOMBRA. Castelo-Gutiérrez, A.; Gutiérrez-Coronado, M.; Arellano-Gil, M.; Castro-Espinoza, L.; Lares-Villa, F.; Figueroa-López, P.	15
5	VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL EN RELACIÓN AL ABONADO BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL Castillo-Valdéz, X.; Fonseca-Rodríguez, L.A.; Fones-García, S.; Echeverría-Velázquez, Y.U.; Chávez-Peralta, S.; Mercado-Mancera, G.	21
6	NOPAL FORRAJERO ( <i>Opuntia ficus-indica</i> L.) Y SU RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE ESTIERCOL BOVINO SOLARIZADO EN CUATRO DENSIDADES DE PLANTACION. Chavarría-Galicia, J. A., Ibarra-Casiano, J. L., Salazar-Sosa E., Fortis-Hernández, M. y Trejo-Escañero, H.I.	26
7	FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y POTÁSICA EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FRESA. Chávez-Sánchez, E.; Preciado-Rangel P.; Fortis-Hernández M.; Rocha-Valdez Juan Leonardo.; Salazar-Sosa E.	30
8	PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE ( <i>Pistacia vera</i> ) CULTIVADO EN RANCHO UNIVERSITARIO. Contreras-Muñiz, Flor.; Corral-Díaz, Baltazar.; Peraza-Mercado, Gwendolyne.	34
9	RESPUESTA DEL CULTIVO DE PAPA A NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO BAJO FERTIRRIGACIÓN. Covarrubias-Ramírez, J. M.; Parga-Torres, V. M.	38



10	EVALUACION DE NITRATOS EN LECHUGAS ( <i>Lactuca sativa L. var Great Lakes</i> ) FERTILIZADAS CON ABONOS ORGÁNICOS Y QUÍMICOS Pedro Cruz Domínguez	43
11	RESPUESTA AGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE CHILE ( <i>Capsicum annum L.</i> ) EN SUELO TRATADO CON ESTIÉRCOL SOLARIZADO Cuevas-Alvarado, N.; Flores-Margez, J.P. ; Osuna-Ávila P.; Corral-Díaz B. y Olivas- Enríquez. E.	48
12	CARACTERIZACIÓN NUTRICIONALDESUELO CON APORTE DE ABONOS ORGÁNICOS DE RESIDUOS VEGETALES Y PECUARIOS Díaz-Ávila E.; Hernández-Rodríguez A.; Sánchez-Rosales R., Pinedo-Álvarez A.; Rivera-Figueroa C.	53
13	EFFECTO DEL USO DE POLIACRILATO DE POTASIO EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA OPTIMIZACION DEL AGUA DE RIEGO EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MEXICO. Escobosa-García, M.I.; Bali, K.M.; Pérez-Márquez, A.; Cárdenas-Salazar, V.A; Escoboza-García, L.F. ; Román-Calleros, J. A. ; Avilés-Marín, S.M ; Araiza-Zúñiga, D. ; Núñez -Ramírez, F. ;Ruiz-Alvarado, C. , Beltrán,T.	58
14	MINERALIZACIÓN DE NITRÓGENO DE ABONOS ORGÁNICOS EN SUELOS AGRÍCOLAS DEL VALLE DE JUÁREZ . Escudero-González, E.; Flores-Margez, J.; Corral-Díaz B.; Osuna-Ávila P., y Olivas- Enríquez. E.	63
15	CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE TUBÉRCULOS DE <i>Solanum cardiophyllum</i> Lindl. EN RESPUESTA A LAS CONDICIONES DE CULTIVO Y FERTILIZACIÓN. Estrada-Luna, A.A.; López-Osorio, J.; Olalde-Portugal, V., Tiessen-Favier, A., Estrada-De La Rosa, C.D.	68
16	TOLERANCIA A SEQUÍA Y A BAJA FERTILIDAD DEL SUELO DE VARIEDADES CRIOLLAS Y MEJORADAS DE MAÍZ EN EL NORTE DE MICHOACÁN. Fernández-Rivera, M.; Bernabé-Hernández, B.	74
17	COMPARACIÓN DE PROPIEDADES EDÁFICAS EN DOS ESPECIES DEL GÉNERO <i>Mammillaria</i> . Gámez-Barajas, C.; Ríos-Gómez, R.; Zapata-Cruz, A.; Vázquez-Benítez, B.; Ayala-Hernández, M. M.	79
18	ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DEL ALGODÓN BAJO DIFERENTES REGIMENES HÍDRICOS. Hernández-López, J.C.; Tijerina-Chávez, L.; Acuayte-Valdés, M.C.	84
19	ÁREAS CON POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE CEBADA DE TEMPORAL EN SAN LUIS POTOSÍ. Loredó-Osti, C.; Medina García G.; Zamora-Díaz, M. ; Lara Mireles, J.L.	90



20	DESARROLLO DE LA HIGUERA ( <i>Ficus carica</i> L.) CON HUMEDAD RESIDUAL EN UNA ZONA ÁRIDA DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO Lucero-Vega, G.; Troyo-Diéquez, E.; Zamora-Salgado, S.; Ruiz-Espinoza, F.H.	95
21	PRODUCCION DE MAIZ FORRAJERO ABONADO CON EFLUENTES LIQUIDOS DE UN BIODIGESTOR EN LA REGION LAGUNERAL Luna-Anguiano, J; Silos-Córdova, S.G.; Salazar-Meléndez, E; Trujillo Herrada, U.; Alvarado-Arroyo, R.A.	101
22	CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y RENDIMIENTO DE GRANO DE TRES GENOTIPOS DE FRIJOL ORGÁNICO EN LA PARTE NORTE DE MÉXICO. Luna-Ortega, J.G.; García-Hernández, J.L.; Guerrero-Guerrero, C.; Cervantes-Vázquez, M.G.; González-Zamora, A.; Troyo-Diéquez, E.; Preciado-Rangel, P.	106
23	PROPUESTA PARA EL USO DE SUELOS EN ALTEPEXI POR MEDIO DE INVERNADEROS AUTOMATIZADOS CON TEMPERATURA Y HUMEDAD. Martínez Suárez José Luis; Pérez Delgado Abraham; Hernández Román Uriel	110
24	SUSTRATOS ORGÁNICOS TRATADOS PARA PRODUCCIÓN DE ALBAHACA ( <i>Ocimum basilicum</i> L.) EN MALLASOMBRA. Méndez-Rodríguez, I.; Fortis-Hernández, M.; Preciado-Rangel, P.; Segura-Castruita M. A.; Orozco-Vidal J. A.; Vázquez-Vázquez, C.; Antonio-Ordóñez, E.	115
25	PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE <i>MORINGA OLEIFERA</i> EN DIVERSOS PERÍODOS DEL AÑO. Meza-Carranco, Z.; Olivares-Sáenz, E.; Gutiérrez-Ornelas, E.; Bernal-Barragán, H.; Aranda-Ruiz, J. y Vázquez-Alvarado, R. E.	121
26	RELACIÓN NITRATO: AMONIO EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA VERDOLAGA ( <i>Portulaca oleracea</i> L.). Montoya-García, C.O.; López-Escobar N.F.; Santillán-Ángeles A.; Trinidad-Santos A.; Volke-Haller V.H.	125
27	APLICACIÓN DE ABONOS ORGANICOS EN LA PRODUCCION DE AMARANTO EN EL MUNICIPIO DE TOCHIMILCO, PUEBLA, MEXICO. Oliver-Guadarrama R.; Bahena-Galindo, M.E.; Grangeno-Colin, A.E.	131
28	SUSTRATOS ORGÁNICOS Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE EN MALLA SOMBRA.- Ordoñez E. A.; Fortis- Hernández M.; Preciado-Rangel P.; Méndez-Rodríguez I.; Pérez-Velázquez E. L..	136



29	CONCENTRACION CRITICA DE NITRATOS EN PECIOLOS Y SU RELACION CON RENDIMIENTO RELATIVO EN ALGODÓN EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. Pacheco-Martínez, A.; Soto-Ortiz, R.; Avilés-Marín, S.M.	142
30	EL QUITOSANO COMO RECUBRIMIENTO EN SEMILLAS DE MAÍZ ( <i>ZEA MAYS</i> ). Peña-Datoli, M.; Etchevers-Barra, J.D.; Hidalgo-Moreno, C.; Alcántar-González, E.G.; González-Hernández, V.A.	147
31	EFFECTO DEL POTASIO SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE CULTIVO DE MELON. Preciado-Rangel P.; Fortis-Hernández M; Rocha-Valdez J.L.; Orozco-Vidal J.A.; Segura-Castruita M.A.	153
32	RECUPERACIÓN Y RESTAURACIÓN DE FLORA NATIVA DEL VALLE DE JUÁREZ, CHIHUAHUA, MÉXICO. Rivas-Cáceres R. <sup>1*</sup> ; Enriquez-Anchondo I.D.; Aquino-Carreño A.; Quiñonez-Martinez M.	157
33	IMPORTANCIA DE LAS COMUNIDADES CAMPESINAS EN LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LOS SUELOS Y EL ENTORNO. Ruiz-Careaga J.; Carcaño Montiel M.; Santa Cruz Ludwig L.; y Castelán Vega R. <sup>1</sup>	163
34	PRODUCCIÓN DE FORRAJERO DE MAÍZ BAJO TRATAMIENTOS DE ESTIÉRCOL SOLARIZADO. Salazar-Sosa, E.; Luna-Anguiano, J.; Trejo-Escareño, HI.; López-Martínez JD.	168
35	¿PUEDE EL USO DEL PORTAINJERTO MEJORAR LA ASIMILACIÓN DE NITRÓGENO Y PRODUCTIVIDAD EN PIMIENTO MORRÓN? Sánchez-Chávez, E.; García-Bañuelos, M.L.; Muñoz-Márquez, E.; Sida-Arreola, J.P.; Soto-Parra, J.M.; Ojeda-Barrios, D.L.	174
36	CARATERIZACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL Y BIOLÓGICO DEL ZACATE ROSADO ( <i>Melinis repens</i> ) Y ZACATE AFRICANO ( <i>Eragrostis lehmanniana</i> ) EN PASTIZALES EN CHIHUAHUA. Sánchez-Maldonado, A.; González-García, H.; Sánchez-Muñoz, A. J.; Orozco-Erives, A.; Castillo-Castillo, Y. ; Martínez-de la Rosa, R.	179
37	FERTILIZACIÓN DE PEPINO ( <i>Cucumis sativus L.</i> ) EN SISTEMA DE PRODUCCIÓN EN MALLA SOMBRA, EN EL VALLE DE SAN QUINTÍN, B.C. Soto Hernández, M.A.;J.S. Ruiz Carvajal; J. P. Méndez.	185
38	APROVECHAMIENTO DEL ESTIÉRCOL RESIDUAL EN PRODUCCIÓN DE TRITICALE ( <i>Triticosecale Wittmack</i> ) FORRAJERO. Trejo-Escareño, HI.; Salazar-Sosa, E.; Chavarría-Hernández, CZ.; Vázquez-Vázquez, C.	190



39	CONSTRUCCIÓN DE UN ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD AGROECOLÓGICA PARA ZONAS ÁRIDAS A PARTIR DE INDICADORES DE CLIMA, AGUA Y SUELO. Troyo-Diéguez, E.; Álvarez-Morales, Y.; Nieto-Garibay, A.; Beltrán-Morales, F.A.; Murillo-Amador, B.; Cruz-Falcón, A. ; Navejas-Jiménez, J <sup>3</sup>	195
40	USO DE BIOFERTILIZANTES PARA LA PRODUCCIÓN SUSTENTABLE DE MAÍZ DE TEMPORAL, EN EL TRÓPICO DE MORELOS. Trujillo Campos, A.	201
41	EFFECTO DEL ÁCIDO SALICÍLICO EN LA RAÍZ DE PLÁNTULAS DE MAÍZ. Tucuch-Haas, C.; Alcántar-González, G.; Volke-Haller, H.; Salinas-Moreno, Y.; Trejo-Téllez <sup>5</sup> , L. y Larqué-Saavedra <sup>6</sup> , A.	207
42	PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA Y RENDIMIENTO DE MAÍZ BAJO RIEGO, EN LUVISOLES DEL SUR DE YUCATÁN. Tun-Dzul, J. C.; Ramírez-Silva, J.H.; Cano-González, A.J. y Uzcanga-Pérez, N.G.	213
43	INCREMENTO EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ FORRAJERO CON MICORRIZAS Y ESTIÉRCOL BOVINO SOLARIZADO Luna-Anguiano J., López-Martínez JD. Salazar Meléndez E., García-Galindo O., Urbina Martínez MA., Salazar-Sosa E y Trujillo-Herrada U	218



## NITRÓGENO EN UN SUELO DESPUES DE 10 AÑOS DE MANEJO ORGÁNICO Y CONVENCIONAL

Cristóbal Acevedo, D.<sup>1\*</sup>; Cruz Hipólito, J.P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. México

\*Autor responsable David Cristobal Acevedo: cristoblacvedo@yahoo.com.mx Calle Ciruelos Núm. 8, Col. Sector Popular, Texcoco, Estado de México. México. CP 56230 Tel. 01(595)-95 11124

### Resumen

La incorporación de residuos de cosecha para mejorar la fertilidad de los suelos, es una práctica antigua que ha cobrado más importancia actualmente por los problemas de impacto y costos que origina el uso de los fertilizantes. Con el fin de determinar el efecto de 10 años de manejo orgánico y manejo convencional en suelos cultivadas con maíz y frijol, sobre las concentraciones de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), nitrógeno inorgánico ( $\text{N}_{\text{inor}}$ ), nitrógeno orgánico ( $\text{N}_{\text{org}}$ ) y nitrógeno total ( $\text{N}_t$ ). Se realizó un muestreo de suelos a la profundidad de 0-30 cm en ambos manejos obteniendo 152 muestras para el manejo orgánico y 72 para el manejo convencional determinando la concentración de las variables mencionadas anteriormente. Con los datos obtenidos se realizó un análisis estadístico y un análisis de variabilidad. Los resultados mostraron que no existió un efecto significativo de los manejos orgánico y convencional sobre las concentraciones de ninguna de las formas de nitrógeno, sin embargo se dio un comportamiento diferencial dentro de los manejos que dependió del cultivo. Las concentraciones de nitrógeno orgánico fueron ligeramente superiores en los sitios cultivados con frijol, mientras que el nitrógeno inorgánico fue superior en los sitios cultivados con maíz. Los coeficientes de variación para el manejo convencional fueron de 51%, 81%, 57.0%, 15.0% y 15.0% para  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{N}_{\text{inor}}$ ,  $\text{N}_t$  y  $\text{N}_{\text{org}}$  y respectivamente; para el manejo orgánico fueron de 71% ( $\text{NH}_4^+$ ), 54% ( $\text{NO}_3^-$ ), 52% ( $\text{N}_{\text{inor}}$ ), 20.0% ( $\text{N}_t$ ) y 21.0% ( $\text{N}_{\text{org}}$ ).

### Palabras clave

Nitratos; amonio; nitrógeno orgánico; nitrógeno mineral; residuos de cosecha.

### Introducción

Con la agricultura orgánica se busca que se reduzcan impactos de los fertilizantes de síntesis química. Este enfoque está basado en el mantenimiento de la estructura y la capacidad de producir del suelo, el aporte de nutrientes a las plantas y el control de plagas, enfermedades y malas hierbas, el uso de rotaciones de cultivos, el aprovechamiento de los residuos de cultivos, los abonos animales, la utilización de leguminosas y abonos verdes (Flores,2009). La aplicación de residuos de cosecha es una técnica empleada para suplir fertilizantes tomando en cuenta que puede aportar cantidades significativas de nutrimentos principalmente nitrógeno. Burgess *et al.* (2002) mencionan que mediante la aplicación de residuos de maíz, durante los primeros seis meses, 10 a 12 kg N ha<sup>-1</sup> fueron liberados a partir de las hojas, 7 a 10 kg N ha<sup>-1</sup> a partir de los tallos, 1 a 2 kg N ha<sup>-1</sup> a partir de las mazorcas y cáscaras. Por su parte Dueñas *et al.* (2011) evaluaron la sucesión frijol-maíz, encontrando que el frijol aportaba de 19-22 kg de N ha<sup>-1</sup> por ciclo. Sin embargo la mayor cantidad del nitrógeno del suelo (96-98%) aportado por materia orgánica se encuentra en formas que constituyen compuestos insolubles (Bardgett,



2005) por lo que es necesario un proceso de mineralización (Bardgett, 2005). Kumar y Goh (1999) consideran que aunque los residuos de cosecha no pueden sustituir a los fertilizantes, contribuyen en el cumplimiento de las demandas de N de los cultivos, además en el aumento de la fertilidad a largo plazo de los suelos. Pajares y Gallardo (2009) evaluaron las formas de N en un suelo con cuatro manejos distintos, y hallaron que los manejos orgánico y tradicional mejorado mostraron los valores más altos de N total (Nt), pero no tuvieron un impacto significativo sobre la distribución del N entre las diferentes fracciones orgánicas. A la vez la distribución y por tanto la variabilidad espacial del nitrógeno depende del manejo del suelo y de la forma en que el nitrógeno del suelo se encuentre (Yunqiang *et al.*, 2009). Ochoa *et al.* (2003) en una zona cafetalera evaluaron la variabilidad del nitrógeno en el suelo y encontraron que el coeficiente de variación (C.V) de la concentración de  $N-NO_3^-$  oscilaba entre 21.83 y 65.19%, mientras que el C.V del nitrógeno total variaba entre 9.83 y 19.01%. Alesso *et al.* (2012) haciendo estudios de variabilidad de propiedades físicas y químicas en un molisol encontraron que los C.V para nitrógeno total en las profundidades 10-20, 20-30 fue bajo (C.V < 15%) mientras que para  $N-NO_3^-$  fueron moderados ( $15 < C.V < 35\%$ ). El objetivo de este estudio fue conocer el estado que guarda el N del suelo después de 10 años de manejo orgánico y convencional para determinar la eficiencia de dichos manejos

## Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó en el Campo Agrícola experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicado en el municipio de Texcoco estado de México. Los análisis presentados se obtuvieron de muestreos realizados en una parcela de la granja experimental y demostrativa sobre agricultura orgánica “Efraím Hernández Xolocotzín” y en una parcela contigua ubicada entre 19° 29’ de latitud norte, 98° 52’ de longitud oeste y a una altitud de 2250 msnm. La preparación de los suelos de ambos terrenos experimentales, así como la siembra, se realizó en el mes de mayo desde el año 2001 al 2010, y consistió en prácticas de barbecho, rastreo, nivelado, y surcado con equidistancia de 80 cm entre surco y surco. En el caso del suelo con manejo orgánico se sumó la labor de incorporar residuos de la cosecha del ciclo anterior, esta incorporación se realizó en mes de noviembre de todos los años de estudio. Las muestras de suelos se colectaron por medio de un muestreo sistemático con equiespaciamientos cada 5 m. La profundidad de muestreo en ambos lotes fue de 0-30 cm, es decir se consideró únicamente la capa arable. En la parcela de la granja experimental y demostrativa sobre agricultura orgánica “Efraím Hernández Xolocotzín” se colectaron 152 muestras y en la parcela con manejo convencional se colectaron 72 muestras, obteniendo un total de 224 muestras. Las muestras fueron depositadas en bolsas de plástico y etiquetadas para su posterior análisis de laboratorio. Se hicieron las determinaciones de nitrógeno inorgánico ( $N-NO_3^-$  y  $N-NH_4^+$ ) a través del método AS-08 con base en las especificaciones de la NOM-021-RECNAT-2000. Los análisis de Nt también se basaron en la NOM-021-RECNAT-2000, a través del método AS-25. La misma norma señala que este procedimiento no es útil como indicador de la disponibilidad del nitrógeno en el suelo para las plantas, esto se debe principalmente, a que el mayor porcentaje de este nitrógeno se encuentra en forma orgánica con muy bajas tasas de mineralización. Para realizar el análisis estadístico se obtuvieron de manera aleatoria 5 muestras, en cada manejo y cultivo. Las variables analizadas fueron nitrógeno mineral ( $N-NH_4^+$ ,  $N-NO_3^-$ ) en  $mg\ kg^{-1}$ , nitrógeno orgánico (%) y nitrógeno total (%). Para el análisis de los datos se recurrió al uso de SAS (2002) versión 9.0, utilizando un análisis de varianza y la diferencia significativa honesta (Tukey) como método de comparación de medias. También se realizó un análisis de medidas descriptivas y de dispersión con este mismo software.



## Resultados y Discusión

El análisis estadístico mostró que no hubo una diferencia significativa en la concentración de ninguna forma de nitrógeno, entre uno u otro manejo para los sitios muestreados con frijol como cultivo reciente. Las concentraciones medias de amonio, nitrato y el nitrógeno mineral fueron superiores en el manejo orgánico. En el caso del amonio la concentración media fue 4.2 mg kg<sup>-1</sup> mayor en el manejo orgánico sobre el convencional, para el nitrato la diferencia fue de apenas 2.1 mg kg<sup>-1</sup>, como lo muestra el Cuadro 1.

Cuadro 1. Comparación de valores medios con los manejos orgánico y convencional en sitios cultivados con frijol.

Forma de nitrógeno	Manejo	Valores medios
Amonio (mg kg <sup>-1</sup> )	O	9.1 <sup>a</sup>
Amonio (mg kg <sup>-1</sup> )	C	4.9 <sup>a</sup>
Nitrato (mg kg <sup>-1</sup> )	O	8.75 <sup>a</sup>
Nitrato (mg kg <sup>-1</sup> )	C	6.65 <sup>a</sup>
Nitrógeno inorgánico (mg kg <sup>-1</sup> )	O	17.850a
Nitrógeno inorgánico (mg kg <sup>-1</sup> )	C	11.550a
Nitrógeno orgánico (%)	O	0.12371a
Nitrógeno orgánico (%)	C	0.13403a
Nitrógeno total (%)	O	0.12540a
Nitrógeno total (%)	C	0.13520 <sup>a</sup>

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $\alpha=0.05$ ), O= manejo orgánico, C= manejo convencional.

Las diferencias en la concentración del nitrógeno inorgánico entre ambos sistemas podemos asociarlas a la incorporación de residuos de cosechas y a rápidas tasas de mineralización. Las concentraciones de nitrógeno orgánico y total fueron ligeramente mayores en el suelo con manejo convencional. El nitrógeno total fue muy similar en ambos manejos. Si bien ligeramente mayor en el manejo convencional.

El análisis estadístico para las muestras colectadas en los sitios con maíz como último cultivo, los resultados fueron muy similares como lo muestra el Cuadro 2. La concentración de nitrógeno inorgánico para ambos manejos fue la misma. No obstante la concentración de amonio fue superior en 2.45 mg kg<sup>-1</sup> en el manejo convencional sobre el manejo orgánico mientras que la concentración de nitratos fue superior en la misma cantidad en el manejo orgánico sobre el convencional. Las diferencias en la concentración de nitrógeno mineral se deben muy probablemente a la fertilización aplicada en el manejo convencional. No hubo diferencias contrastantes entre las concentraciones de nitrógeno orgánico o total entre los dos manejos. Sin embargo se aprecia que al igual que en el primer análisis las concentraciones de estas formas de nitrógeno son mayores en el manejo convencional.



Cuadro 2. Comparación de valores medios con los manejos orgánico y convencional en sitios cultivados con maíz.

Forma de nitrógeno	Manejo	Valores Medios
Amonio ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	O	10.850a
Amonio ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	C	13.300a
Nitrato ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	O	10.850a
Nitrato ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	C	8.400 <sup>a</sup>
Nitrógeno inorgánico ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	O	21.700a
Nitrógeno inorgánico ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	C	21.700a
Nitrógeno orgánico (%)	O	0.11029a
Nitrógeno orgánico (%)	C	0.12035a
Nitrógeno total (%)	O	0.11244a
Nitrógeno total (%)	C	0.12254a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $\alpha=0.05$ ),  
O= manejo orgánico, C= manejo convencional

La variabilidad estadística mostro diferencias más amplias en ambos manejos como muestra el Cuadro 3. El coeficiente de variación evidenció una mayor variabilidad estadística de las concentraciones de nitrato en el manejo convencional sobre el manejo orgánico, esta variabilidad es atribuible a las zonas con mayor concentración de nitratos, fuera de esas zonas la distribución es similar a la observada en el manejo orgánico. La media fue menor en el manejo convencional contrario a lo reportado por Bilsborrow *et al.* (2013), estos resultados solo pueden ser explicados como el resultado de tasas de nitrificación más altas en el manejo orgánico, como respuesta a una mayor fuente de carbono mediante la incorporación de residuos orgánicos. Las medidas de dispersión para nitrógeno orgánico fueron mayores en el manejo orgánico que en el convencional. La distribución más homogénea del nitrógeno orgánico en el manejo convencional, comparado con el manejo orgánico se debió a las zonas con menor concentración de nitrógeno orgánico, como lo demuestra la media de ambos sistemas. Esto implicaría un mayor reservorio de nitrógeno en el manejo orgánico sobre el convencional, este es uno de los beneficios que se esperan con la incorporación de los residuos orgánicos debido a que incrementa la fertilidad del suelo tanto física como química a largo plazo. Además, ya que la disponibilidad de nitrógeno a través de la mineralización es controlada por factores como la temperatura, la humedad, la cantidad de microorganismos y la aireación (Navarro, 2003) es menos probable que se presenten pérdidas hacia estratos más bajos dentro del perfil del suelo o bien fuera de él. Los coeficientes de variación para el nitrógeno orgánico son menores (C.V=21.0% y C.V=15.0%) para el manejo orgánico y convencional respectivamente que para el nitrógeno inorgánico (C.V=52%, C.V=57.0%).

La diferencia en la variabilidad se debió en gran medida a las formas en las que se encuentra el nitrógeno. El amonio y el nitrato al encontrarse en forma de iones son más solubles y más móviles lo que implica que puedan ser fácilmente trasladados y redistribuidos a diferencia del nitrógeno orgánico que se encuentra formando estructuras, lo que hace más difícil su movimiento dentro del suelo y por consiguiente con una distribución más uniforme. La variabilidad de nitrógeno total mayor en el manejo orgánico es compensada con valores más altos, es decir que la incorporación de residuos orgánicos que tienen un efecto evidente sobre



las reservas de nitrógeno total como señalan Pajares y Gallardo (2009). Sin embargo, ninguno de los dos manejos tuvo valores similares a los obtenidos por Payán *et al.* (2002), esto probablemente debido a la diferencia en el cultivo y por tanto en el manejo. Las medidas de dispersión sustentan lo observado en la Figura 1, es decir menor número de sitios con variabilidad alta pero donde esta variabilidad es más marcada debida a valores altos extremos.

Cuadro 3. Valores medios y coeficientes de variación (C.V) para el total de muestras con los manejos orgánico y convencional.

VARIABLES	Manejo	Medias mg kg <sup>-1</sup>	C. V. %
Amonio	Orgánico	9.17	71
	Convencional	10.69	51
Nitratos	Orgánico	8.70	54
	Convencional	8.35	81
N inorgánico	Orgánico	17.87	52
	Convencional	19.05	57
N total	Orgánico	1260	20
	Convencional	1156	15
N orgánico	Orgánico	1242	21
	Convencional	1137	15

## Conclusiones

Los resultados mostraron que no hubo un efecto evidente del manejo sobre la concentración de nitrógeno en ninguna de sus formas, ya que las diferencias en concentraciones entre uno y otro manejo no fueron lo suficientemente amplias en algunos casos y la variabilidad dentro de los manejos fue muy grande. La variabilidad del nitrógeno estuvo más influenciada por la forma de nitrógeno que por el manejo. El amonio fue más variable en el manejo orgánico (C.V=71%) comparado con el manejo convencional (C.V=51%), el nitrógeno en forma de nitratos fue más variable en el manejo convencional (C.V=81%) que en el manejo orgánico (C.V=54%). El nitrógeno orgánico y total fueron más variables en el manejo orgánico con coeficientes de variación de 21.0% y 20.0% respectivamente comparados con 15.0% y 15.0% del manejo convencional.

## Bibliografía

- Alesso, C., M. Pilatti, S. Imhoff, M. Grilli. 2012. Variabilidad espacial de atributos químicos y físicos en un suelo de La Pampa llana Santafesina. *Cienc. suelo* vol.30 no.1 Ciudad Autónoma de Buenos Aires jul. 2012.
- Bardgett, Richard. 2005. *The Biology of Soil*. Oxford University Press. New York, USA.
- Bilsborrow, P., J. Cooper, C. Tetard, D. Srednicka, M. Baranski, M. Eyre, C. Schmidt, P. Shotton, N. Volakakis, I. Cakmak, L. Ozturk, C. Leifert, S. Wilcockson. 2013. The effect of organic and conventional management on the yield and quality of wheat grown in a long-term field trial. *European Journal of Agronomy*. Volumen 51, noviembre 2013, páginas 71-80.
- Burgess, M.S., G. R. Mehuys y C. A. Madramootoo. 2002. Nitrogen dynamics of decomposing corn residue components under three tillage systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66:1350-138.
- Dueñas, G., O. Muñiz, T. Sánchez, L. Gómez, H. Álvarez. 2011. Reciclaje de nitrógeno en una sucesión frijol-maíz-frijol en suelo ferralítico usando el método isotópico. *Terra Latinoamericana (México)* Num.001 Vol.20.
- Eghball, B., J. Schepers, M. Negahban, M. Schlemmer. 2002. Spatial and temporal variability of soil nitrate and corn yield. *Agronomy Journal*. Vol. 95 No. 2, p. 339-346.
- Flores Serrano, J. (2009) *Agricultura ecológica manual y guía didáctica*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid España.
- Kumar, K., K. Goh. 1999. Crop Residues and Management Practices: Effects on Soil Quality, Soil Nitrogen Dynamics, Crop Yield, and Nitrogen Recovery. *Advances in Agronomy*. Volumen 68, Páginas 197-319.
- Navarro, Gines. 2003. *Química Agrícola*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Ochoa, W., S. Suarez, S. Sadeghian. 2003. Variabilidad espacial del nitrógeno disponible en andisoles de la zona



**Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C.**  
**Universidad Autónoma de Ciudad Juárez**  
*“Suelos sin fronteras para impulsar a México”*

**UACJ**

- cafetera colombiana. Cenicafé, Vol. 54, núm. 2, pp. 179-189.
- Pajares, S., J. Gallardo. 2009. Impacto de prácticas de manejo agrícola sobre la distribución de nitrógeno orgánico en un acrisol. Terra latinoamericana volumen 28 número, 2010.
- Payán, F., J. Beer, D. Jones, J. Harmand, R. Muschler, 2002. Concentraciones de carbono y nitrógeno en el suelo bajo Erythrina poeppigiana en plantaciones orgánicas y convencionales de café. Agroforestería en las Américas Vo I. 9 N ° 35 -36 2002.
- SAS Institute. 2002. SAS/Stat. User's Guide, software version 9.0. Cary, N.C. USA. pp. 4424.
- Yunqiang, W., Z. Xingchang, H. Chuanqin. 2009. Spatial variability of soil total nitrogen and soil total phosphorus under different land uses in a small watershed on the Loess Plateau, China. Geoderma. Volume 150, Issues 1–2, Pages 141–149.





## FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN LA PRODUCCIÓN DE CHILE SERRANO

Andrade-Sifuentes A<sup>1\*</sup>; Preciado-Rangel, P<sup>1</sup>; Fortis-Hernández M<sup>1</sup>; Sánchez Chávez E<sup>2</sup>

<sup>1</sup>División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón Coahuila México.

<sup>2</sup>Investigación en Alimentación y Desarrollo. Cd. Delicias, Chih., México.

\*Autor responsable: [ing.andrade\\_85@hotmail.com](mailto:ing.andrade_85@hotmail.com) Carretera Torreón-San Pedro km 7.5, Torreón Coahuila, México. C.P. 27170. Tel: +52(871) 7597198.

### Resumen

Los sistemas hidropónicos se utilizan para la producción de cultivos redituables; el chile serrano en estos sistemas puede producirse en diversos periodos del año y el rendimiento y calidad obtenida está en función de concentración de los nutrimentos contenidos en la solución nutritiva utilizada; siendo el potasio uno de los nutrimentos que mayor influencia tienen sobre la calidad de los frutos. En base a la importancia del potasio en la solución nutritiva el objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes concentraciones de K<sup>+</sup> de la solución nutritiva sobre la calidad del chile serrano. Los parámetros contabilizados a la cosecha fueron; frutos por planta, peso promedio de frutos, rendimiento por planta, tamaño de frutos y los sólidos solubles totales. Los resultados obtenidos indican que a medida que se incrementa la concentración de potasio en la solución hasta 10.5Mm se obtienen resultados positivos en cuanto a la calidad del fruto pero al excederse de esa concentración tiende a descender la calidad y el rendimiento.

### Palabras clave:

Hidroponía, soluciones nutritivas.

### Introducción

El chile es uno de los principales cultivos hortícolas en México y de gran consumo por la población, además de su importancia económica presenta un componente social debido a que se emplean de 120 a 200 jornales por hectárea (Long et al., 1998). Los tipos de chiles de mayor importancia en México son: los anchos, jalapeños, serrano, mirasol (conocido como guajillo en seco) y pimiento o campana (CONAPROCH, 2009). Dada la importancia de este cultivo han surgido nuevas tecnologías para su producción con el propósito de obtener mayores rendimientos, tanto en cantidad como en calidad. La nutrición del cultivo es uno de los aspectos de mayor importancia para tener plantas bien nutridas y sanas, lo cual se logra con el uso de soluciones nutritivas, las cuales se pueden aplicar en fertirriego o en sistemas de producción sin suelo, de esta manera se pueden controlar las relaciones iónicas entre los nutrientes e inducir incrementos en el rendimiento y la calidad de los frutos eficientando el agua y los fertilizantes. El Potasio es uno de los nutrimentos indispensables para la planta, el cual puede mejorar la calidad de los frutos de los productos hortícolas, (Santoyo y Serrano, 2011), debido a que este nutriente ejerce la mayor influencia sobre los parámetros que determinan las preferencias del consumidor, la calidad de los frutos y la concentración de fitonutrientes de vital



importancia para la salud humana (Lester et al., 2010). Bajo esta perspectiva, en este estudio se examina los efectos de dosis crecientes de potasio aplicados durante el periodo de crecimiento de chile y su influencia en el rendimiento y calidad.

## Materiales y Métodos

El presente trabajo de investigación, fue realizado en un invernadero del Instituto Tecnológico de Torreón, Situado geográficamente entre los meridianos 26° 30' 15" latitud norte y 103° 22' 07" longitud oeste, con una altura media de 1150 msnm. Los tratamientos se diseñaron a partir de modificaciones a la solución nutritiva Steiner (1984) y consistieron en incrementar los niveles de K<sup>+</sup> (3.5, 7, 10.5 y 14 mM), cada tratamiento estuvo conformado por 15 repeticiones (una maceta por repetición) distribuidas en un diseño completamente al azar. Plántulas de chile serrano “criollo Morelos 334”, fueron trasplantados en un contenedor el cual contenía un sustrato a base arena perlita (80:20, v:v). Las soluciones nutritivas fueron preparadas con fertilizantes de alta solubilidad disponibles en mercado local. Se proporcionaron tres riegos diarios de mediante un sistema de riego por goteo, cuyo volumen fluctuó de 0.750 L por maceta desde el trasplante hasta inicio de floración y de 2.0 L por planta de la floración a la cosecha. La cosecha fue realizada en 10 de cada tratamiento, contabilizándose midiéndose el peso promedio de fruto, el diámetro polar y el ecuatorial, los valores obtenidos de estas variables fueron sometidos a un análisis de varianza y para la separación de medias se utilizó la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

## Resultados y Discusión

Los análisis de varianza realizados mostraron diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) para rendimiento, peso de frutos, diámetro polar y ecuatorial (Cuadro 1). El mayor rendimiento, así como también el peso individual y tamaño de los frutos correspondió a las plantas tratadas con peso 10.5 mM de K. Los resultados anteriores corroboran lo señalado al indicar que la fertilización potásica incrementa el rendimiento de diferentes cultivos (Lester et al., 2006).

Los resultados anteriores son debido a que el potasio en conjunto con el nitrógeno, es uno de los elementos que mayor influencia tiene sobre el crecimiento y rendimiento de la planta, y el K mejora el metabolismo nitrogenado haciendo más eficiente la fertilización nitrogenada (Sánchez-Chávez et al., 2006). Además se ha demostrado que el potasio en chile disminuye el índice de madurez, lo que puede facilitar el almacenaje de los frutos de chile (Rubio et al., 2010).

Cuadro 1. Valores medios de peso del fruto, rendimiento, diámetro ecuatorial, polar, peso, en función del K<sup>+</sup> en la solución nutritiva.

mM de K <sup>+</sup>	peso de fruto	rendimiento planta <sup>-1</sup>	diámetro de fruto	
	g	g	polar	ecuatorial
			----- cm -----	
3.5	1.8 ab <sup>†</sup>	51.3 b	33.7 b	11.8 ab
7	1.6 b	52.1 b	36.3 ab	11.5 b
10.5	2.1 a	63.1a	41.3 a	12.5 a
14	1.8 a	45.9 b	37.5 ab	11.0 b

<sup>†</sup> Letras distintas dentro de cada columna indican diferencia estadística significativa (Tukey  $P \leq 0,05$ ).



## Conclusiones

Los resultados obtenidos indicaron una respuesta cuadrática en el rendimiento, peso y tamaño de frutos, por lo cual la concentración de potasio recomendada es de 10.5 mM de K<sup>+</sup> en la solución nutritiva.

## Bibliografía

- CONAPROCH. Consejo Nacional de Productores de Chile. 2009. <http://www.conaproch.org> recuperado 15 junio 2014.
- Lester GE, Jifon JL, Makus DJ. 2010. Impact of potassium nutrition on postharvest fruit quality: melon (*Cucumis melo*L.) case study. *Plant Soil* 335:117–131.
- Long Solís, J. (1999). *La cocina mexicana a través de los siglos. El placer del chile*. Editorial Clío. S.A. de C.V. México D.F. 93 p.
- Rubio, J. S., García-Sánchez, F., Flores, P., Navarro, J. M., & Martínez, V. 2010. Yield and fruit quality of sweet pepper in response to fertilization with Ca<sup>2+</sup> and K<sup>+</sup>. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 8: 170-177.
- Sánchez-Chávez, E., Soto- Parra, J. M., Ruiz- Sáez, J. M., and Romero- Monreal, L. 2006. Biomasa, actividad enzimática y compuestos nitrogenados en plantas de frijol ejotero bajo diferentes dosis de potasio. *Agricultura técnica en México* 32, 23-37.
- Santoyo, L. F. R., Erreguerena, J. M., & Serrano, F. R. D. 2011. Efecto de diferentes concentraciones de potasio en parámetros de calidad en jitomate hidropónico. *Acta Universitaria*, 21: 5-10.





## CARACTERIZACIÓN DE POBLACIONES DE MEZQUITE EN EL NOROESTE DE BAJA CALIFORNIA

Castellon-Olivares, J.<sup>1\*</sup>; Aquino-Carreño, A.<sup>2</sup>; Quiñonez-Martinez, M.<sup>3</sup>; Rivas-Caceres, R.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California. México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Juárez, Chihuahua. México.

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Juárez, Chihuahua. México.

<sup>4</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Juárez, Chihuahua. México.

\*Autor responsable: deyanira\_estrada@hotmail.com; Calle: Ave. Plutarco Elías Calles Núm. 1210, Col. Foviste Chamizal, Chihuahua, Ciudad Juárez, Chihuahua. México. CP 32310; Tel. +52(656)-688-1800.

### Resumen

Para el aprovechamiento del recurso maderable, sin detrimento de las poblaciones naturales, es necesario contar con información básica sobre la ubicación de las poblaciones, sus características, su productividad y las necesidades de conservación según sean los factores que le originan impactos negativos. Requiriendo saber, cuanto producen y en qué condiciones están sus poblaciones. De las poblaciones visitadas, se puede concluir que no existe organización, ni la aplicación de una metodología de aprovechamiento que permita un manejo sostenido del recurso. Entre las alternativas para mejorar la condición de las poblaciones fue importante aprovechar los árboles y ramas muertas o infestados por muérdago, clarear áreas sobre pobladas para disminuir la competencia o reforestar zonas sobreexplotadas, mantenerlo sano mediante una poda selectiva y el propiciar su generación con semilla y material vegetativo seleccionado por sus características sobresalientes y aprovecharlo eficientemente dándole valor agregado a sus productos.

### Palabras clave

Conservación; Germoplasma elite; Mezquite.

### Introducción

El Mezquite, es un recurso multipropósito ampliamente utilizado en las regiones áridas de México, donde se distribuye de manera natural. El género *Prosopis* cuenta con 40 especies nativas de América. Se considera que los factores que han favorecido la colonización de ambientes con mezquite son la eliminación de incendios forestales, la sobre utilización de áreas con pastoreo y la diseminación de la semilla por el ganado, pues se considera que al pasar el fruto por el aparato digestivo del animal, mejora su capacidad de germinación y establecimiento. Finalmente el disturbio causado al suelo por el pisoteo del ganado (Wiggins, 1980). La importancia de conocer el ciclo fenológico, radica en saber cuando este recurso puede ser aprovechado, reproducido o colectado y cuáles son las etapas críticas en su fisiología, en su relación con el ambiente o con los organismos asociados que se deben considerar en un plan de manejo. Por otra parte, permite saber si existe influencia del ambiente en el desarrollo de la planta o en la duración de cada fenofase (Roberts, 1989). El parámetro ambiental más importante



relacionado con la producción del mezquite es el nivel de precipitación y la forma como esta se distribuye a lo largo del ciclo biológico, mientras que para la productividad de semillas se tiene que agregar que en las poblaciones de mayor altitud, es frecuente la presencia heladas tardías que queman las estructuras reproductivas y no existe la formación de semillas. Por otra parte, sequías muy prolongadas que inician en la primavera y se prolongan hasta verano también reducen las posibilidades de producción (Burkart, 1976).

## **Materiales y Métodos**

El estudio se desarrolló en poblaciones silvestres del noroeste de Baja California y consistió en la localización de poblaciones silvestres de mezquite desde El Valle de Mexicali, hacia El Valle de Las Palmas, Paso de San Matías, San Felipe y sur del Estado, en donde fueron identificados los sitios con poblaciones silvestres de mezquite en los que se tomaron muestras vegetales para la identificación de especies a partir del uso de claves taxonómicas, la consulta a herbarios regionales para la identificación de localidades tipo y la elaboración de un mapa de distribución apoyados en el uso de puntos georeferenciados de poblaciones. El análisis del estado de conservación se discutió partir de la estructura vertical de las poblaciones, el registro de factores de impacto ambiental en sus poblaciones y la evidencia de deterioro por sequía, patógenos y parásitos encontrados.

La metodología utilizada fue el muestreo en cuadrantes de 100 x 100 mts. En donde se midió la altura y cobertura por planta, la densidad de población y el registro de factores de impacto y su intensidad. En los casos en donde las plantas mostraron estructuras arbóreas bien definidas se tomaron datos sobre productividad de biomasa aérea (Meza, 2000). Los parámetros estudiados fueron: Climatología, enología, vegetación asociada, factores de deterioro y productividad en base a volumen.

La productividad en base a volumen se basó en el análisis de segmentación visual, midiendo la longitud y diámetro de tallos (Born and Chojnacky, 1985) y solamente se estimó en aquellas poblaciones en donde la estructura de los árboles permitía la segmentación y mediciones de sus unidades, ya que en poblaciones arbustivas estos parámetros son muy difíciles de evaluar. El germoplasma elite se identificó por caracteres asociados como: Producción de vainas por planta, resistencia a estrés ambiental, plagas, enfermedades, vigor y calidad de semilla. Se colectó según Hawkes, 1980.

Para la elaboración del mapa se ubicaron mediante GPS cada una de las poblaciones muestreadas en campo, se reforzó con la consulta en herbarios BCMEX y del Museo de Historia Natural de San Diego y toda la información se maneja en el Sistema Arc View GIS 3.2 a. La metodología empleada para la identificación de especies de mezquite y vegetación asociada a poblaciones de mezquite, se basó en la consulta de claves taxonómicas. (Burkart, 1976, Oberbauer, 1999, Roberts, 1989, ; Shreve and Wiggins, 1964, Turner et al. 2005, Turner, and Busman, 2007 y wiggins, 1980) y en la consulta a colecciones de herbarios BCMEX y MHNSD.



## Resultados y Discusión

Las especies de mezquite localizadas en Baja California son *Prosopis glandulosa* . var. *torreyana*, *P. pubescens*, y *Prosopis globosa* var. *Mexicana* (*Prosopidastrum mexicanum*),

Aunque se registra para Baja California la presencia de *Prosopis articulata* al este noreste de Rosarito y rumbo a la Misión de San Borja (Colecta 8275 MHNSD), no se encontró en el trabajo de campo evidencias de su existencia.

Respecto a las características poblacionales, se encontró que la mayoría de plantas de mezquite mostraron muchas ramificaciones, lo que prácticamente hizo imposible hacer determinaciones de productividad en base al volumen; solamente en El testerazo, se encontraron plantas con una estructura arbórea bien definida y aunque no fue esta generalizada solo se tomaron datos para plantas chicas con un promedio de 16.3 m<sup>3</sup> medianas con 27 m<sup>3</sup> y grandes con 50.25 m<sup>3</sup>.

Las mayores densidades se encuentran distribuidas en arroyos con cierta salinidad desde Puerto San Carlos en la parte norte bordeando por la costa hasta las cercanías de Santa Rosalillita. En estos sitios el impacto constante de los vientos marinos, deshidrata los puntos de crecimiento por lo que la planta ha desarrollado una forma biológica de arbusto rastrero con cierta compactación. Poblaciones silvestres de *P. glandulosa* como la del Testerazo. Mostraron alta capacidad de regeneración ya que plántulas pequeñas y jóvenes constituyeron el 35% de la población y plantas maduras y seniles solo integran el 8.5 % de la población, lo que indica que ese tipo de organismos han estado siendo aprovechados intensivamente y son muy escasos en la población. Fueron observadas 8 fenofases con marcadas diferencias en la manifestación de cada una de ellas entre poblaciones, estas diferencias fueron propiciadas por diferencias ambientales y el estrés por falta de agua y el retraso en las temperaturas frías. Se encontraron grandes diferencias en las etapas fenológicas entre y dentro de las poblaciones muestreadas, estas diferencias fueron propiciadas por el retraso de las bajas temperaturas y la escasez de lluvias en el período invernal. Plantas muy pequeñas que todavía no definían una estructura arbórea no mostraron estructuras reproductivas lo que denotó la ausencia de madurez reproductiva. En poblaciones altamente estresadas por falta de lluvia durante 2 o más ciclos como la población de San Matías, se observó un retraso significativo en la fenología en relación a otras poblaciones que tuvieron posiblemente mayor cantidad de agua por los escurrimientos superficiales al estar ubicadas en laderas bajas o por menor exposición solar. Se encontró en general que la condición fisiológica de las poblaciones muestreadas un marcado estrés hídrico manifestado por la falta de vigor y marchitez originado por la sequía pronunciada y continua de varios años, este efecto; combinado con la presencia de bajas temperaturas en el período de floración originó que la gran mayoría de poblaciones abortaran sus estructuras reproductivas y fuera muy reducida la formación de frutos y semilla.



**Cuadro 1.** Diversidad de especies de *Prosopis* en Baja California, México.

Area	Especies	Secciones
San Felipe y Valle de Las Palmas (Testerazo)	<i>P. pubescens</i> <i>P.glandulosa var torreyana</i>	<i>Strombocarpa</i> <i>Algarobia</i>
Valle de la Trinidad Valle de San Matías	<i>P.glandulosa var. torreyana</i>	<i>Algarobia</i>
Suroeste de Baja California Este Rosarito, S Borja	<i>P.glandulosa var. Torreyana</i>  <i>Prosopis articulata (J.Rebman)</i> <i>Prosopidastrum mexicanum</i>	<i>Algarobia</i>  Sección <i>Algarobia</i>
San Felipe y sureste de Baja California	<i>P.glandulosavar. torreyana</i>	<i>Algarobia</i>
Este y sureste de Rosarito y camino a la Misión de San Borja	<i>Prosopis articulata</i>	<i>Algarobia</i>

## Conclusiones

Poca diversidad del género *Prosopis* se encontró en Baja California, manifestando una amplia distribución *Prosopis glandulosa*, distribución muy restringida *P. pubescens* a los Valles de Mexicali y El Testerazo, rara presencia de *P. articulata* y muy localizada distribución del género endémico para Baja California *Prosopidastrum mexicanum*.

Solamente en las poblaciones de mezquite ubicadas en ecosistemas riparios, se observó regeneración de poblaciones por el reclutamiento de nuevo organismos; en estas poblaciones, es importante controlar la densidad de población para evitar efectos de competencia. También es importante establecer programa de aprovechamiento ordenado, para conducir hacia la formación de árboles para la obtención de madera con mayor valor agregado.

Es urgente establecer programas de control del muérdago en las poblaciones de mezquite del Desierto de San Felipe y del sur del Estado, a partir de la erradicación física, química y del rompimiento de la dinámica de reproducción, para evitar la formación de semilla, ya que es un importante medio de dispersión y para el establecimiento de esta parásita.

En general se observó que la sequía prolongada de los últimos años y las heladas tardías de primavera influyeron en forma importante en la falta de producción de semilla.

Para conservar y mejorar los mezquiales de Baja California es necesario, controlar y ordenar los aprovechamientos de leña, controlar el muérdago y aplicar programas de manejo, basados en información biológica y ambiental específica de cada sitio.



Es importante la capacitación de productores en relación a los recursos que tiene, su problemática, las alternativas de solución y sobre las opciones que tiene para diversificar su actividad productiva, así como las posibilidades de aplicar a programas gubernamentales que le permitan un uso sustentable de sus recursos.

## Bibliografía

- Bennet, Ein., O.H. Frankel and E. Bennet, 1970. Tactics of Plant Exploration. Genetic Resources in Plants. IBP Handbook N11, Blackwell Sc.Publications. 155-179 pp.
- Burkart, Arturo. 1976. A Monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae, subfam. Mimosoidae). Journal of the Arnold Arboretum 57(3): 219-525.
- Born, D.J. and D.C. Chojnacky, 1985. Woodland tree volume estimation: A visual segmentation technique, Research Paper INT-344, USDA Forest Service. USA. 16 p.
- Brown A.H.D. and D.R Marshall. 1995. A basic sampling strategy: theory and practice. En: Collecting Plant Genetic Diversity. 75-91 pp.
- Comisión Nacional del Agua. 2006. Datos climatológicos de la estación Santa Rosalita. Subgerencia regional técnica. Jefatura de proyecto de meteorología. Mexicali, Baja California, México.
- Cox, G.W. 1980. Laboratory Manual of General Ecology. 1ª edición. San Diego State University. 232 p.
- Dale, N. 2000. Flowering Plants. The Santa Monica Mountains, Coastal & Chaparral Regions of Southern California. California Native Plant Society. 240 pp.
- Emery, E. D. 1993. Seed propagation of native California Plants. Santa Barbara Botanic Garden. 115 p.
- Felker, P. 1979. Mesquite an all purpose leguminous arid Land Tree. En G.A. Ritchie (Ed). New Agricultural Crops. American Association for the Advancement of Science. Selected Symposium 38: 89-132.
- Fernandez, P.C. 1985. Research on species of the genus *Prosopis* at the Brazilian semi-arid region. In: M.A. Habit, (Ed) The Current State of Knowledge on *Prosopis tamarugo*. FAO. 119-126 pp.
- Hartman, T.H., D.E. Kester., F.T. Davies and R.E. Geneve. 1997. Plant Propagation: Principles and Practices. Sixt Edition. 770 p.
- Hawkes, J. G. 1980. Crop Genetic Resources Field Collection Manual. International Board of Plant Genetic Resources. and Eucarpia. 37 p.
- R.H. Ellis and E.H. Roberts. 1992. Use of deep-freeze chests for médium and long term storage seed collections. IBPGR FAO Rome. 11-135 pp.
- Jordan, M. 1996. Métodos de propagación biotecnológicos y convencionales de Leguminosas de usos múltiples para zonas áridas.. En: Técnicas convencionales y biotecnológicas para la propagación de plantas de zonas áridas. Organización de las naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. 347 p.
- Meza, R.M. 2002. Metodología para evaluar las poblaciones de mesquite (*Prosopis* pp.). Folleto técnico 6. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 46 p.
- Mielke, J.1984. Native plants for southwester landscape. University of Texas Press Austin. 310 p
- Oberbauer, T.A. 1999. La Vegetación del Noroeste de Baja California. Fremontia. Edición especial 16-22.
- Roberts, N.C. 1989. Baja California Plant Field Guide. Natural History Publishing Company. La Joya. 309 p.
- Sawyer, J.O and T. Keeler-Wolf. 2005. A Manual of California Vegetation. California Native Plant Society 471 p.
- Shreve, F. and I.L. Wiggins. 1964. Vegetation and flora of the Sonoran Desert. Vol. I and II. Stanford Univ. Press. Stanford, California.1740 p.
- Turner, R.M. and C. Busman. 2007, Clave vegetativa para la identificación de leguminosas leñosas de la región del Desierto Sonorense. Traducción de D. Jonson y D. Valdez Universidad de Sonora 53 p.
- Turner, R. M., J.E. Bowers and T. L. Burges. 2005. Sonoran Desert Plants. An Ecological Atlas. The University of Arizona Press, Tucson Arizona 502 p.
- Wiggins, L.I. 1980. Flora of Baja California. University of Stanford, California. E.U.A.





## CALIDAD POSTCOSECHA Y DE RENDIMIENTO DE TOMATE CV. GRANDELLA BAJO UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA Y CONVENCIONAL EN CONDICIONES DE CASA SOMBRA

Castelo-Gutiérrez, A.<sup>1\*</sup>; Gutiérrez-Coronado, M.<sup>1</sup>; Arellano-Gil, M.<sup>1</sup>; Castro-Espinoza, L.<sup>1</sup>; Lares-Villa, F.<sup>1</sup>; Figueroa-López, P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora. Ciudad, Obregón, Sonora. México.

<sup>2</sup>Centro Experimental Norman E. Borlaug. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Ciudad, Obregón, Sonora. México.

\*Autor responsable: [alixcastelo@gmail.com](mailto:alixcastelo@gmail.com); Calle 5 de Febrero Núm. 818 Sur, Col. Centro, Ciudad Obregón, Sonora. México. CP 85000; Tel. +52(644) 410 90 00

### Resumen

El tomate es de las hortalizas de mayor importancia a nivel mundial gracias a su alta demanda y valor nutricional. Hoy en día, la búsqueda de nuevas alternativas de producción es evidente, tras las afecciones al ambiente que se han estado presentando con el uso de agroquímicos convencionales. El uso de compost (T2), té de humus de lombriz (T3), extractos de compost (T4) y una combinación de todos más una fracción inorgánica (urea) (T5) fue evaluado en comparación con un testigo convencional (T1), con la finalidad de evaluar la calidad y el rendimiento en el cultivo de tomate. Se obtuvo como respuesta que las plantas tratadas con T4 fueron las más altas con una TRC superior al resto de los tratamientos (5.3 m). Las unidades de clorofila (UC) fueron significativas para T1, sin embargo se mantuvieron los rangos muy similares para T2, T4 y T5. El rendimiento fue similar en todos los tratamientos no presentando diferencias estadísticas. Los parámetros de calidad se presentaron a favor de los frutos orgánicos: firmeza (7.5 kgf), acidez titulable (0.18%), sólidos solubles totales (5.0 °brix), tamaño calibre 8 y una pérdida de peso mínima de 3% en un período de tiempo de 20 días de almacenamiento a 20° C. Finalmente, se concluye que el rendimiento de la producción orgánica se mantuvo a la par del convencional. El uso de estas alternativas de producción sustentable, son capaces de abastecer las exigencias del cultivo de tomate a la semana 25 del ciclo de producción evaluado.

### Palabras clave

Compost; extracto de compost; humus de lombriz.

### Introducción

El tomate es de los productos hortícolas de mayor importancia a nivel mundial, cuenta con niveles importantes de exportación aportando alrededor de un 35% de la producción de México al mercado de Estados Unidos (USDA, 2012). Gracias a su fuerte demanda, el cultivo de tomate ha exigido mejorar las prácticas de manejo y tecnologías de aplicación. En estas circunstancias comenzó a surgir una nueva corriente para la práctica de una Agricultura Alternativa, cimentada en el concepto de la sustentabilidad de los ecosistemas productivos, que



enfatisa el uso racional de los recursos naturales que intervienen en los procesos productivos y lógicamente excluyendo en lo posible el uso de agroquímicos de síntesis (Delate *et al.*, 1999).

Por lo anterior, se considera a la agricultura orgánica como un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos del campo, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica del mismo (FAO, 2011). La composta es el proceso de descomposición de los desechos orgánicos en el cual el material vegetal y animal se transforman en abono por medio de reproducción masiva de bacterias aerobias termófilas que están presentes en forma natural en cualquier lugar (Widman *et al.*, 2005). Cuando la composta es reincorporada en suelos arcillosos, se garantiza una mejor calidad en las cosechas y una mayor resistencia a plagas (Matheus, 2004). Por su parte, el extracto de compost es acuoso de alta actividad biológica que se consigue por una fermentación aeróbica de la composta (Ochoa *et al.*, 2009). El humus de lombriz es uno de los fertilizantes naturales de más alta calidad y más nutritivos del mundo. Debido a su efecto en la mejora del suelo, promueve el crecimiento y un mayor rendimiento de los cultivos (Morales *et al.*, 2009). Este producto es un material orgánico derivado de la actividad de la lombriz roja californiana (*Esenia foetida*) (Edward y Burrows, 1988) y presenta un efecto sobre el crecimiento de la planta, el cual puede estar relacionado con la actividad microbiana (Márquez y Cano, 2005). Siendo el objetivo del presente estudio el de evaluar el impacto de un sistema de producción orgánica y convencional en cultivo de tomate, mediante mediciones de calidad y rendimiento en condiciones de casa sombra con la finalidad de encontrar alternativas de producción sustentables.

## **Materiales y Métodos**

El experimento se llevó a cabo en el Centro de Experimentación y Transferencia de Tecnología (CETT) del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) ubicado en el block 910 del Valle del Yaqui, Sonora, México. La experimentación se realizó de agosto 2013 hasta abril 2014. Se efectuaron 20 cortes en 206 días de ciclo. El estudio se evaluó bajo el esquema de un diseño completamente al azar (DCA), con quince repeticiones y cinco tratamientos. El análisis estadístico se realizó con el programa STARTGRAPHIC versión Centurion XV, utilizando la prueba de medias LSD ( $p>0.5$ ).

### *Tratamientos*

Se utilizó tomate bola “*cv. Grandella*” el cual se sembró el 10 de agosto 2013, en charolas de poliestireno de 128 cavidades. Se trasplantaron el 27 de septiembre del mismo año a una densidad de 33,000 plantas por hectárea. El experimento se manejó en quince camas (tres camas por tratamiento) de 30 metros de largo a 40 centímetros a doble hilera. Fueron plantas francas a un tallo, a 1.8 metros entre camas.

Los tratamientos a evaluar fueron de un producto sólido y dos líquidos. El sólido partió básicamente de una cantidad determinada de composta, mientras que las mezclas líquidas surgen de la misma composta a base de los residuos de champiñón previamente tratadas e identificadas como té de humus de lombriz y extracto de composta. Es decir, el té de humus de lombriz se obtuvo como producto del vermicomposteo, donde la materia prima para la elaboración de la composta (residuos de champiñón) sirvió como alimento base para las lombrices. Por su parte, el extracto de composta se obtuvo de un preparado de composta-agua a una relación de 3:10, mismo que fue sometido a un proceso de agitación intermitente por 5 días a temperatura ambiente.



El Cuadro 1 muestra la formulación de la fertilización y dosis de aplicación al cultivo durante el ciclo. Cabe mencionar que las aplicaciones se realizaron con una frecuencia semanal, a excepción de la composta sólida la cual fue aplicada directamente al suelo en la pre-siembra.

### Variables

Parámetros biométricos y de rendimiento: altura de la planta, considerando a partir de la parte basal del tallo al ápice con cinta métrica, basado en la fórmula ( $TRC = \text{altura final} - \text{altura inicial} / \text{días transcurridos}$ ) según Mulholland *et al.* (2003), clorofila medida con el equipo SPAD 502 de Minolta (Rodríguez *et al.*, 1998), tamaño (polar y ecuatorial), número y peso de los frutos (De Groot *et al.*, 2003).

Cuadro 1. Tratamiento orgánico y convencional del tomate cv. Grandella, y dosis de aplicación por goteo con frecuencia semanal.

Tratamientos	Variante	Aplicación orgánica			
		Compost (Kg·m <sup>2</sup> )	Té de Humus de lombriz (L·m <sup>2</sup> )	Extracto de compost (L·m <sup>2</sup> )	Urea (Kg·ha <sup>-1</sup> día)
T1	Convencional	0.00	0.00	0.00	0.58
T2	Compost	1.50	0.00	0.00	0.00
T3	Té de humus de lombriz	0.00	3.39	0.00	0.00
T4	Extracto de compost	0.00	0.00	0.88	0.00
T5	Compost + Té de humus de lombriz + Extracto de compost + Convencional	0.38	0.85	0.22	0.15

Parámetros de calidad post cosecha: Ácido titulable, empleando el método basado en el porcentaje de ácido cítrico por titulación con NaOH y fenoftaleína como indicador, firmeza (resistencia a la penetración) por medio de un penetrómetro Fruit Pressure Tester FT-30, sólidos solubles totales (° Brix) utilizando el refractómetro RHB-32. Todos los parámetros mencionados fueron evaluados según la técnica sugerida por Watada (1995).

## Resultados y Discusión

### Parámetros biométricos y de rendimiento

El desarrollo de la planta se mantuvo semejante para cada tratamiento, con ligeras significancias entre ellas ( $p < 0.05$ ). El cuadro 2 muestra que las plantas que recibieron como tratamiento el extracto de compost (T4), presentaron una altura mayor a la semana 25 de producción. Seguido el testigo convencional (T1), presentó plantas levemente menores al T4, mientras que las plantas que recibieron como tratamientos compost (T2), té de humus de lombriz (T3) y la combinación de todos los tratamientos (T5) por el sistema de riego, se mantuvieron estadísticamente iguales. Estudios previos realizados por Escalona *et al.* (2010), alcanzaron a observar que plántulas de pimentón tratadas con compost, vermicompost y aserrín de coco resultaron altamente significativos en la altura de la planta. Por su parte, Babajide *et al.* (2008) mostraron algo similar en plantas de tomate, logrando un mayor desarrollo las plantas tratadas con compost. Saeed y Ahmad (2009), probaron que la altura de plantas de tomate tratadas con mulch orgánicos (rastros, aserrín y estiércol) en combinación con yeso agrícola resultó eficiente.



### Clorofila

La clorofila del T1 resultó ser significativa cuando se alcanzó el punto máximo de producción de la planta. Sin embargo; los tratamientos T2, T4 y T5 estuvieron ligeramente por debajo del T1,

siendo el T3 quien desde un inicio mantuvo las unidades de clorofila (UC) bajas (Cuadro 2). Preciado *et al.* (2011), demostraron resultados muy similares al presente encontrando una buena respuesta de los tratamientos orgánicos como en el caso del té de vermicompost y té de compost. Los autores señalan que estos resultados de tratamientos orgánicos, representan una opción viable para ser utilizados como fuentes de nutrientes para tomate. Así mismo, Fontes y Ronchi (2002) y Fontes y Araujo (2006), reportan que las UC están estrechamente relacionadas con el contenido de N presente en las hojas, pues entre más intenso es el color verde, es un indicador de la concentración de N presente en la planta.

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos en respuesta de la planta en las variables de altura, clorofila, número y peso de frutos, y rendimiento de tomates cv. Grandella a 25 semanas.

Tratamiento	Altura (m)	Clorofila (UC)	No. de frutos	Peso fresco fruto	Rendimiento (kg·m <sup>2</sup> )
T1	5.2 ab	51.4 a	53	131	13.8 a
T2	5.1 b	49.2 ab	28	119	14.5 a
T3	5.1 b	46.9 c	60	124	12.9 a
T4	5.3 a	48.3 ab	47	116	13.5 a
T5	5.1 b	48.9 ab	33	129	14.3 a

### Rendimiento

El rendimiento se mantuvo sin diferencias significativas. Sin embargo, T3 y T4 se reportaron ligeramente por debajo del testigo T1 (13.8 kg·m<sup>2</sup>), siendo T2 y T5 los tratamientos que superaron al T1 con 5 y 3.6% respectivamente (Cuadro 2). Ortega *et al.* (2010) y Pérez *et al.* (2012) reportan rendimientos similares a los aquí obtenidos utilizando compostas y haciendo combinaciones con otros sustratos por igual orgánicos en plantas de tomate. Mientras tanto, Ochoa *et al.* (2009) evaluaron el rendimiento de tomate tratado con té de compost obteniendo valores relativamente semejantes, encontrando un aporte de N disponible para la planta logrando abastecer de este mineral al cultivo a lo largo del ciclo de evaluación. Efectos significativos similares han sido reportados por otros autores como Rodríguez *et al.* (2008), Cruz *et al.* (2009) y Márquez *et al.* (2013) basados en fertilización orgánica y obteniendo buen rendimiento.

### Parámetros de Calidad

El cuadro 3, muestra como la firmeza mostró estadísticamente diferencias entre los tratamientos orgánicos T2, T3 y T4 fueron muy semejantes entre sí, estando por arriba del T1 mismo que tuvo un manejo convencional a lo largo del ciclo. Sin embargo, cabe mencionar que el T5, presentó la mejor firmeza con 7.5 kgf. La acidez titulable es un indicador de la madurez en la que se encuentra el fruto. Incluso existe una relación entre acidez titulable (% ácido cítrico) y sólidos solubles totales (°brix) como índice de madurez de un fruto (Casierra y Aguilar, 2008). Según Kader *et al.* (1978), si la relación es mayor a 10, los frutos son de alta calidad. En el presente trabajo el T1 fue significativo; no obstante T5 y T2 fueron ligeramente similares.



Seguido, el T4 y T3 fueron menos significativos con valores mínimos de 0.12 y 0.14 % de ácido cítrico respectivamente. En relación a ello, los sólidos solubles totales representados como °Brix, fueron altamente significativos para T5, mientras que para el resto de los tratamientos (T1-T4) no hubo diferencia estadística. Valores similares han sido reportados por García *et al.*

(2009), Pérez *et al.* (2012) y Márquez *et al.* (2013), demostrando en sus investigaciones que las plantas tratadas con compostas o sustratos orgánicos, aumentan los sólidos solubles gracias a una mayor retención de agua en el suelo. El tamaño promedio fue entre los 72 y 78 mm de diámetro ecuatorial. Según la clasificación de la Norma CODEX Stan 293-2007, los tomates caen dentro del calibre 8 para su tamaño. Ante la uniformidad de los frutos, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos. Ortega *et al.* (2010) y Ochoa *et al.* (2009), presentan tamaños similares a los obtenidos en el presente trabajo para tomate bola, haciendo énfasis en que los tratamientos a base de té de composta, aumentaron de tamaño los frutos incrementando los sólidos solubles totales.

Cuadro 3. Parámetros de calidad del fruto de tomate cv. Grandella a la cosecha, bajo el sistema de producción orgánica y convencional en condiciones de casa sombra.

Tratamiento	Firmeza (Kgf)	Acidez titulable (% ác. cítrico)	° Brix	Índice de Madurez	Tamaño (Codex)
T1	4.5 b	0.18	4	22.2	8
T2	7.3 ab	0.15	3.8	25.3	8
T3	6.4 ab	0.14	4	28.6	8
T4	5.5 ab	0.12	4.2	35.0	8
T5	7.5 a	0.17	5	29.4	8

## Conclusiones

La calidad postcosecha y de rendimiento obtenido como respuesta a los tratamientos orgánicos, fue similar o en algunos casos superior al tratamiento convencional. Los frutos de tomate obtenidos por ambos sistemas de producción (orgánico y convencional) resultaron de primera, según los principales parámetros de calidad aquí evaluados. El rendimiento de la producción orgánica se mantuvo a la par del convencional. El uso de estas alternativas de producción sustentable, son capaces de abastecer las exigencias del cultivo. Además, entre las bondades del manejo orgánico no está solo en los rendimientos, si no en la disminución de los costos por insumos de fertilización tradicional.

## Bibliografía

- Babajide, P.A.; O.S. Olabode; W.B. Akanbi; O.O. Olatunji; E.A. Ewetola. 2008. Influence of composted tithonia-biomass and N-Mineral fertilizer on soil physico-chemical properties and performance of tomato (*Lycopersicon lycopersicum*). *Research Journal of Agronomy* 2 (4):101-106.
- Casierra, P.F.; A.O. Aguilar. 2008. Calidad de frutos de tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) cosechados en diferentes estados de madurez. *Agronomía Colombiana* 26(2):300-307.
- Cruz, E.; M.A. Estrada; V. Robledo; R. Osorio; C. Márquez; R. Sánchez. 2009. Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. *Universidad y Ciencia. Producción de tomate orgánico* 25(1):59-67.
- De Groot, C.C.; L.F. Marcelis; R. Van Der; W.M. Kaisier; H. Lambers. 2003. Interaction of nitrogen and phosphorus nutrition in determining growth. *Plant and Soil*. 248:257-268.
- Delate, K; C. Cambardella; K. Taylor; B. Burcham. 1999. Comparison of organic and conventional rotations at the



- Neely-Kinyon Long-Term Agroecological Research (LTAR) site: First year results. Leopold Center for Sustainable Agriculture Annual Report, Iowa State University, Ames, IA.
- Edwards, C.A.; I. Burrows; K.E. Fletcher; B.A Jones. 1984. The use of earthworms for composting farm wasted. En: Gasser JKR (ed). Composting of agricultural and other wastes. Els. App. Sci. Publ. London. 241 pp.
- Escalona, A.; I. Acevedo; F. Jiménez. 2010. Compost de champiñonera y vermicompost en el desarrollo de plántulas de pimenton. *Agronomía Trop.* 60(1):85-90.
- FAO, 2011. Organic Agriculture. Disponible en: <http://www.fao.org/organicag/en/> Revisado el 27 diciembre 2011.
- Fontes, R.P.; P.C Ronchi. 2002. Critical values of nitrogen indices in tomato plants grown in soil and nutrient solution determined by different statistical procedures. *Pesq. Agropec. Bras. Brasília* 37(10):1421-1429.
- Fontes, R.P; Ch Araujo. 2006. Use of a chlorophyll meter and plant visual aspect for nitrogen management in tomato fertigation. *Journal of Applied Horticulture* 8(1):8-11.
- García, S.M.; J.V Martínez; L.A Avedaño; S.M. Padilla; O.H. Izquierdo. 2009. Acción de oligosacáridos en el rendimiento y calidad de tomate. *Rev. Fitotec. Mex.* 32(4):295-301.
- Kader, A.A.; L. Morris; M. Stevens; M. Albright. 1978. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. *Jornal American Society Horticultural Science* 103(1):6-11.
- Márquez, H. C.; R.P. Cano. 2005. Producción Orgánica de Tomate Cherry Bajo Invernadero. *Actas Portuguesas de Horticultura* 5:219-224.
- Márquez, H.C.; R.P. Cano; V.U. Figueroa; D.J. Avila; D.N. Rodriguez; H.J. García. 2013. Rendimiento y calidad de tomate con fuentes orgánicas de fertilización en invernadero. *Revista Internacional de Botánica Experimental Internacional* φYTON 82: 55-61.
- Matheus, J.E. 2004. Evaluación agronómica del uso de compost de residuos de la industria azucarera (biofertilizante) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Bioagro* 16(3):219:224.
- Morales, J.C.; M.V. Fernández; A. Montiel; B.C. Peralta. 2009. Evaluación de sustratos orgánicos en la producción de lombricomposta y el desarrollo de lombriz *Eisenia foetida*. *Biocencia* 11(1):19-26.
- Mulholland, B.J.; R.N. Edmondson; M. Fussell; J. Basham; L.C. Ho. 2003. Effects of high temperature on tomato summer fruit quality. *J. Hort. Sci. Biot.* 78(3):365-374
- Norma del CODEX para el tomate (CODEX STAN 293-2007). Disponible en: [www.codexalimentarius.org/input/download/standards/.../CXS\\_293s.pdf](http://www.codexalimentarius.org/input/download/standards/.../CXS_293s.pdf). Revisado el 20 de junio 2014.
- Ochoa, E.; U. Figueroa; P. Cano; P. Preciado; A. Moreno; N. Rodríguez. 2009. Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. *Revista Chapingo. Serie horticultura* 15(3):245-250.
- Ortega, M.L.; O.J Sánchez; M.J. Ocampo; C.E. Sandoval; R.A. Salcido; R.F. Manzo. 2010. Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersisum esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. *Ra Ximhai* 6(3):339-346.
- Pérez, R.M.; M. Albarracín; H. Moratinos; N.F. Zapata. 2012. Rendimiento y calidad de fruto en cuatro cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones protegidas. *Rev. Fac. Agron. (LUZ).* 29:395-412.
- Preciado, R.P.; H.M. Fortis; H.J. García; P.E. Rueda; R.J. Esparza; H.A. Lara; C.M. Segura; V.J. Orozco. 2011. Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero. *Interciencia* 36(9):689-693.
- Rodríguez, D.N.; R.P. Cano; V.U. Figueroa; G.A. Palomo; C. Favela; R.V. Álvarez; H.C. Márquez; R.A. Moreno. 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. *Rev. Fitotec. Méx.* 31(3):265-272.
- Rodríguez, M.M.; G. Alcántar; A.S. Aguilar; B.J. Etchevers; R. Santizó. 1998. Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. *Terra* 16(2):135-141
- Saeed, R.; Ahmad, R. 2009. Vegetative growth and yield of tomato as affected by the application of organic mulch and gypsum under saline rhizosphere. *Pak. J. Bot.,* 41(6): 3093-3105.
- USDA Forgein Agricultural Service. GAIN Report Numer MX1044. Disponible en: [www.mexico-usda.com](http://www.mexico-usda.com) Revisado el 27 de julio del 2012.
- Watada, A.E. 1995. Methods for determining quality of fruits and vegetables. *Acta Horticulturae* 379:559-567.





## VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL EN RELACIÓN AL ABONADO BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL

Castillo-Valdéz, X.<sup>1\*</sup>; Fonseca-Rodríguez, L.A.<sup>1</sup>; Fones-García, S.<sup>1</sup>; Echeverría-Velázquez, Y.U.<sup>1</sup>; Chávez-Peralta, S.<sup>1</sup>; Mercado-Mancera, G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Licenciatura de Ingeniería Agrícola, FES-C, UNAM. Cuautitlán Izcalli, México

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Agrícolas, FES-C, UNAM. Cuautitlán Izcalli, México.

\*Autor responsable: menabu0@gmail.com; Carretera Cuautitlán-Teoloyucan Km 2.5, Col. San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, México. CP 54714; Tel. +52(556)-231-841

### Resumen

El uso de abonos orgánicos representa una opción ambiental, económica y técnicamente viables para incrementar los rendimientos de los cultivos. El objetivo de este trabajo fue la evaluación de la aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Vaquita negro, en dos ciclos agrícolas, P-V 2012 y P-V 2013, bajo condiciones de temporal y su relación con los componentes de rendimiento. Se aplicaron tres tratamientos: 1: Testigo sin aplicación; 2: lixiviados de lombricomposta y 3: estiércol vacuno, los cuales se dispusieron en tres surcos de 11 m de largo a 0.8 m de separación, dentro de un área de 432 m<sup>2</sup>. Se tomaron como variables los componentes de rendimiento: número de vainas planta<sup>-1</sup>, número de semillas vaina<sup>-1</sup>, peso específico y rendimiento de grano y la tendencia de temperatura media y precipitación mensual. En términos generales, el mayor rendimiento fue el tratamiento de lixiviados con 1.69 ton ha<sup>-1</sup>. Asimismo, fue el tratamiento donde hubo mayor número de vainas planta<sup>-1</sup> y semillas vaina<sup>-1</sup> (57 y 4.5, respectivamente). Los resultados muestran que con la utilización de abonos orgánicos es posible obtener rendimientos mayores a la media nacional en el cultivo del frijol, y su apropiada aplicación puede favorecer la economía del productor y al ambiente, específicamente al suelo, el cual mejora sus características físicas y químicas. Asimismo, se deja evidencia del efecto del tiempo atmosférico sobre el rendimiento de cultivo de frijol bajo condiciones de temporal.

### Palabras clave

Frijol; abonos; componentes de rendimiento

### Introducción

México es considerado como uno de los centros de origen de diversos tipos de frijol, siendo la especie más importante *Phaseolus vulgaris* L. (Delgado, 2012). El frijol se considera un producto estratégico en el desarrollo rural del país, cumpliendo diversas funciones de carácter alimentario como para el desarrollo socioeconómico, se ha convertido en un alimento tradicional como elemento de identificación cultural (SE, 2012). De las especies de frijol que existen en México, únicamente se han domesticado y cultivado cuatro. *Phaseolus vulgaris*, conocido como frijol común, es el de mayor importancia agronómica y económica, se cultiva en todos los estados del país y ocupa el 95 % de la superficie dedicada al frijol. Presenta una amplia variación de color, tamaño, forma de grano, así como en hábito de crecimiento y



precocidad, rango de adaptación y potencial de producción, en calidad comercial y nutritiva (COVECA, 2011).

El rendimiento obtenido por modalidad de riego oscila entre 1.4 a 1.7 ton ha<sup>-1</sup>, mientras que el rendimiento por temporal oscila entre 0.4 y 0.7 ton ha<sup>-1</sup> (SAGARPA, 2012). Los bajos rendimientos que se observan obedecen a una serie de factores biológicos y meteorológicos que inciden sobre el cultivo de frijol. La evaluación de varios ciclos consecutivos en sistemas con temporal, hace posible un mayor acercamiento a la realidad, ya que si es cierto que ningún temporal es igual las diferencias se acortan en la evaluación progresiva del sistema (Escamilla, 2013).

El uso de los abonos orgánicos incluye a los estiércoles, compostas, vermicompostas, abonos verdes, residuos de la cosecha, residuos orgánicos industriales, aguas negras y sedimentos orgánicos. Estos son muy variables en sus características físicas y composición química principalmente en el contenido de nutrimentos, la aplicación constante de ellos, con el tiempo mejoran las características físicas, químicas, biológicas y sanitarias del suelo (SAGARPA, s/f). Al aplicar biofertilizantes se mejora la calidad y productividad de cultivos, elimina total o parcialmente el uso de los fertilizantes minerales, e introducirlos unidos a los abonos orgánicos, para una agricultura sustentable (Bashan *et al.*, 1996). Por ejemplo, la aplicación combinada de biofertilizantes y abonos orgánicos presentaron un mejor desarrollo y una mayor productividad en el cultivo de calabacita (Radillo, 2010).

La lombricomposta contribuye en el mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo, no daña las bacterias fijadoras de nitrógeno; y la de estiércol bovino es una alternativa para ser utilizado como abono orgánico en la producción de frijol ejotero, que además, es un material abundante en el medio rural (Osorio *et al.*, 2010); entonces, es una alternativa viable y de bajo costo, biotecnología que utiliza a la lombriz de tierra roja californiana (*Eisenia foetidae*) como herramienta de trabajo; para el manejo de desechos orgánicos. La descomposición de estos productos por parte de la lombriz pueden ser utilizados y aprovechados para la producción de hortalizas, frutas, etc. (Calderón *et al.*, 2007).

En este sentido, el objetivo del presente estudio fue la evaluación de la aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Vaquita negro, en dos ciclos agrícolas bajo condiciones de temporal y su relación con los componentes de rendimiento.

## Materiales y Métodos

La investigación se realizó en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM (FES-C), durante los ciclos P-V 2012 y P-V 2013, bajo condiciones de temporal. La FES-C se encuentra a 2,256 msnm, en el Municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Las características climáticas corresponden a un clima Templado Subhúmedo (Cw<sub>o</sub>), el más seco de los subhúmedos, con lluvias de verano; la temperatura media anual es de 15.2 °C y la precipitación media anual de 612.1 mm (Mercado, 2014). El suelo es de color gris, pH de 7.0 y con el 3.3 % de materia orgánica. La parcela experimental fue de 432 m<sup>2</sup> en la cual se aplicaron tres tratamientos: 1: control sin aplicación; 2: aplicación de lixiviados de composta a razón de 280 ml planta<sup>-1</sup>; 3: aplicación de estiércol a razón de 1.5 kg planta<sup>-1</sup>. Cada tratamiento se aplicó a tres surcos de 11 m de largo, con separación entre surcos de 0.8 m y entre plantas de 0.3 m. Entre los tratamientos se dejó un surco de separación y dos surcos sembrados fueron dejados sin tratamiento en los extremos. La unidad experimental constó en total de 5 surcos. Se realizó un muestreo al azar para la toma de 25 plantas de cada tratamiento para su análisis. La aplicación de lixiviados y estiércol vacuno se realizó en dos etapas fenológicas del cultivo:



etapa vegetativa y floración-llenado de vaina. Las fechas de siembra fueron el 14 de junio del 2012 y el 11 de junio del 2013, bajo condiciones de temporal. Las variables evaluadas fueron: rendimiento, peso específico, número de vainas planta<sup>-1</sup>, número de semillas vaina<sup>-1</sup>. Asimismo, se registraron los valores de temperatura media y precipitación ocurrida durante los dos ciclos evaluados.

## Resultados y Discusión

Con base a las variables consideradas, se obtuvieron los siguientes datos:

a) Condiciones climáticas: En la Figura 1 se muestra las tendencias de la temperatura media mensual y de la precipitación acumulada mensual (pp), de los años 2012 y 2013 durante los ciclos de cultivo de frijol var. Vaquita negro, y el valor normal registrado en los últimos 26 años. Se observó ligeramente menor la temperatura media en el ciclo 2102 que en el 2013 (17.1 y 17.5 °C, respectivamente). La precipitación registrada durante los ciclos de cultivo (Figura 1) mostró también la misma tendencia que la temperatura, esto es, mayor pp en el 2013 que en el 2012 (541.0 y 513.1 mm, respectivamente), situación que influyó en el acortamiento en el ciclo del cultivo durante el 2013 por 11 días, debido a la mayor acumulación de calor del cultivo y mayor disponibilidad de agua del temporal (120 y 109 días en 2012 y 2013, respectivamente). Estas condiciones climáticas influyeron en el rendimiento final del cultivo, que en forma global y solo considerando el rendimiento del testigo (sin aplicación de abonos) en el año 2012 fue de 1.33 ton ha<sup>-1</sup>, menor del 1.54 ton ha<sup>-1</sup> que en el año del 2013 se obtuvo. Por lo tanto, se observó un efecto importante de las condiciones climáticas sobre el rendimiento del cultivo, sin embargo, el rendimiento obtenido en esta variedad y sin aplicación de abonos (1,435 ton ha<sup>-1</sup> promedio en los dos ciclos de cultivo), es el doble del promedio nacional que SAGARPA (2012) reportó para el cultivo de frijol.

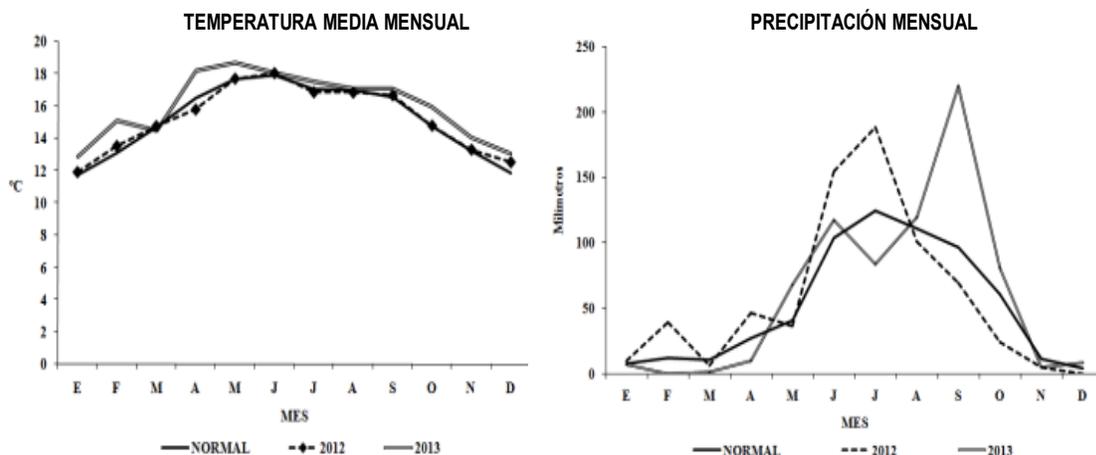


Figura 1. Tendencia de la temperatura media mensual y precipitación acumulada, de los años 2012 y 2013. Cuautitlán Izcalli, México.

b) Componentes de rendimiento: Los tratamientos evaluados no mostraron diferencias



significativas en el rendimiento, entre los tratamientos y de un ciclo a otro (Cuadro 1). Se observó que la aplicación de lixiviados en los dos años de estudio fue el que reportó mayor rendimiento (1.69 ton ha<sup>-1</sup> promedio) 15 % mayor al testigo, y 30 % mayor a la aplicación de estiércol. Sin embargo, durante el ciclo 2013, la parcela del tratamiento de estiércol, sufrió daños por el exceso de lluvia lo cual disminuyó significativamente el rendimiento. Si solo se considera el dato del ciclo 2012 para el tratamiento de estiércol, se observó un 13 % mas de rendimiento con la aplicación de lixiviados de lombricomposta.

Cuadro 1. Peso específico y rendimiento de frijol var. Vaquita negro, bajo tres tratamientos, en los ciclos P-V 2012 y 2013.

Tratamiento	Peso específico 2012 (kg hlt <sup>-1</sup> )	Peso específico 2013 (kg hlt <sup>-1</sup> )	Rendimiento 2012 (ton ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento 2013 (ton ha <sup>-1</sup> )
1: Testigo	770	740	1.33	1.54
2: Lixiviados	780	730	1.59	1.79
3: Estiércol	760	730	1.48	0.87

En cuanto al peso específico, se observó un mayor peso en los tres tratamientos del año 2012 con respecto al año 2013, sin embargo, el número de semillas por vaina fue menor en el 2012. Esto se puede relacionar con una mayor acumulación de calor y la mayor precipitación durante el ciclo 2013, que aceleró el metabolismo de la planta y por ende el acortamiento del ciclo de cultivo, con la consecuente pérdida de llenado de grano, pero que a su vez favoreció un mayor número de granos por vaina que se tradujo en un mayor rendimiento total.

En el Cuadro 2 se presentan los valores de número de vainas por planta y semillas por vaina, los cuales fueron se obtuvieron de una muestra de 25 plantas tomadas al azar en cada tratamiento. Se observó que en el ciclo 2013 estos componentes del rendimiento fueron mayores que en el ciclo 2012, en forma general, y particularmente el tratamiento con lixiviados es donde se obtuvo mayores semillas por vaina en los dos ciclos, lo cual se tradujo en un mayor rendimiento en este estudio. En promedio fueron 47 vainas por planta en 2012 y 57.6 en el 2013. El promedio de semillas por vaina fue de 3.9 y 4.6 en el 2012 y 2013, respectivamente.

Cuadro 2. Número de vainas por planta y semillas por vaina de frijol var. Vaquita negro, bajo tres tratamientos, en los ciclos P-V 2012 y 2013.

Tratamiento	Número de vainas por planta (2012)	Número de vainas por planta (2013)	Número de semillas por vaina (2012)	Número de semillas por vaina (2013)
1: Testigo	43	74	3.7	4.0
2: Lixiviados	51	63	4.1	5.0
3: Estiércol	48	36	3.8	5.0



La apropiada aplicación de abonos orgánicos, residuos de cosecha, compostas, favorecen el desarrollo y rendimiento de los cultivos, y benefician la economía del productor y al ambiente, específicamente al suelo, el cual mejora sus características físicas y químicas como lo consignó Mercado *et al.* (2013) en su estudio sobre el manejo orgánico de suelos.

## Conclusiones

La aplicación de abonos tuvo un efecto positivo en el rendimiento de grano del frijol var. Vaquita negro, donde la aplicación de lixiviados de lombricomposta ( $280 \text{ ml planta}^{-1}$ ) reportó el mayor rendimiento promedio de  $1.69 \text{ ton ha}^{-1}$  en los dos ciclos evaluados.

Las condiciones del tiempo atmosférico son una variable que impacta el crecimiento y desarrollo de los cultivos, y en este estudio se muestra evidencia de dicho efecto sobre el rendimiento del cultivo de frijol, bajo condiciones de temporal.

## Agradecimientos

Se agradece al personal técnico del Laboratorio de Técnicas de Mejoramiento Genético, y al personal responsable de la Estación Meteorológica, del Departamento de Ciencias Agrícolas de la FES-C, por el apoyo recibido para el análisis de las muestras del cultivo y los datos climáticos aportados, respectivamente.

## Bibliografía



- Bashan, Y., Holguin, G., y Ferrera, C.R. 1996. Interacciones entre plantas y microorganismos benéficos. I. *Azospirillum*. Terra. 2: 159-195.
- Calderón, F.E., López, F.J.M., Calderón, F.E., Rueda, L.R. y Vázquez, R.R. 2007. Lombricultura; una alternativa viable para la comunidad rural de Zacaloma, Tetela de Ocampo, Puebla. Memorias en extenso VI Congreso Internacional y XII Nacional de Ciencias Ambientales. Chihuahua, Chi., México.
- Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (COVECA). 2011. Monografía del frijol. en: [http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMAGENES/ARCHIVOSPDF/ARCHIVOSDI\\_FUSION/MONOGRAFIA%20FRIJOL%202011.PDF](http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMAGENES/ARCHIVOSPDF/ARCHIVOSDI_FUSION/MONOGRAFIA%20FRIJOL%202011.PDF). Fecha de consulta el 16 de Mayo del 2013.
- Delgado, S.A. 2012. La historia natural del frijol *Phaseolus*. en: El frijol un regalo de México al Mundo. Fundación Herdez. México. 7-17 p.
- Escamilla, H.B.E. 2013. Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) orgánico y calidad de semilla. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. Universidad Autónoma de Querétaro. Qro., México. 81 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación). 1995. Manual técnico de fijación simbiótica del nitrógeno leguminosa/Rhizobium. Italia: Ediciones Roma. 42 p.
- Mercado, M.G. 2014. Datos climáticos de la Estación Meteorológica Almaraz, FES-C. Datos internos sin publicar. FES-C, UNAM. México.
- Mercado, M.G., Echeverría, V.Y.U., Chávez, P.S., Adrián, S.P., Herrera, R.H. y Valencia, I.C.E. 2013. Contraste de parámetros físicos y químicos de un suelo con manejo orgánico vs manejo convencional. Memorias en extenso del XXXVIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. La Paz, B.C.S., México.
- Osorio, G.N., Díaz, R.R., Rodríguez, R.F., Herrera, P.J.L., Lucas, J.N. y Santiago, H.J.L. 2010. Efecto de distintas fuentes de lombricomposta en la producción de ejote de frijol bajo invernadero. Memorias del Foro Regional de Agricultura Sostenible. Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A. C. y Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Puebla, México.
- Radillo, J.F., Rosales, M.A., González, G.J.M. y Mendoza, V.E.C. 2010. Efecto de biofertilizantes y abonos orgánicos en el desarrollo de calabacita (*Cucurbita pepo* L.). Memorias del Foro Regional de Agricultura Sostenible. Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A. C. y Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Puebla, México.
- SAGARPA. s/f. Abonos orgánicos. Ficha Técnica. SAGARPA-COLPOS. México. 8 p.
- SE (Secretaría de Economía). 2012. Análisis de la cadena de valor del frijol. Dirección General de Industrias Básicas.



## NOPAL FORRAJERO (*Opuntia ficus-indica* L.) Y SU RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE ESTIERCOL BOVINO SOLARIZADO EN CUATRO DENSIDADES DE PLANTACIÓN

Chavarría-Galicia, J. A.<sup>1\*</sup>, Ibarra-Casiano, J. L.<sup>1</sup>, Salazar-Sosa E.<sup>1,2</sup>, Fortis-Hernández, M.<sup>1</sup> y Trejo-Escañero, H.I.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Torreón, Carretera Torreón San Pedro Km. 7.5, Ejido Ana Mpio. De Torreón Coahuila. \* Autor pos correspondencia

<sup>2</sup>Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Ejido Venecia, Mpio. Gómez Palacio, Durango. Km 28 carretera Gómez Palacio-Tlahualilo.<sup>2</sup> UABCS

### Resumen

En este trabajo se estudiaron tres dosis de estiércol solarizado (20, 40, 60 t ha<sup>-1</sup>) más un testigo absoluto (cero aplicación) y un testigo químico (100-100-00) en cuatro densidades de plantación de nopal (4435, 8871, 8887 y 13 323 plantas ha<sup>-1</sup>) en el campo agrícola experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia-UJED en los años 2008, 2009 y 2010, para determinar cuál es la mejor dosis de estiércol solarizado y densidad de plantación de nopal, en un suelo aridosol arcilloso. Los resultados muestran las mayores producciones en el tratamiento de 60 t ha<sup>-1</sup> de estiércol solarizado con 29, 66 y 43 t ha<sup>-1</sup> para 2008, 2009 y 2010; la densidad de 13 323 plantas ha<sup>-1</sup> produce más con 35.6, 77 y 57.9 t ha<sup>-1</sup> para cada año de estudio. Con respecto al grueso y largo de cladodios la dosis de 60 t ha<sup>-1</sup> y la densidad de 13 323 plantas ha<sup>-1</sup> tuvieron los valores más altos. La materia orgánica del suelo al final del experimento se incrementó con respecto al inicio con valores de 2 a 2.29% en los tratamientos de estiércol siendo los de 40 y 60 t ha<sup>-1</sup> los más altos con 2.29%. La conductividad eléctrica se mantuvo entre 1.5 y 1.7 dS m<sup>-1</sup> en los tratamientos de estiércol, los testigos se quedaron en 1.3 dS m<sup>-1</sup>. El contenido de nitratos al final del experimento, terminó en 7.1 mg kg<sup>-1</sup> en el tratamiento más alto que fue el de 60 t ha<sup>-1</sup> de estiércol solarizado.

### Palabras clave

Nopal forrajero, estiércol solarizado, producción

### Introducción

La producción de forrajes tiene ventajas con el uso de nopal en la región de la Comarca Lagunera de Durango, México, debido a que es una planta originaria de México (Mohammer, 2005) y otra más importante que esta aclimatada a la región debido a que nace, crece y se produce en climas áridos y semiáridos como en el que vivimos, además de que se considera como una alternativa buena y económica para su utilización en dietas de ganado caprino, ovino y bovino para épocas críticas de escasa o nula precipitación (Cordeiro, 2003; Felker, 2003). El uso de estiércol solarizado como fertilizante, minimiza los costos a los productores agrícolas y permite remediar problemas de fertilidad del suelo, mejorando su capacidad de retención de agua, lo que favorece el desarrollo de las plantas y la obtención de una mayor capacidad productiva, entre otros beneficios. El objetivo de este trabajo fue determinar la mejor dosis de estiércol bovino solarizado y la mejor densidad de plantación, para una producción sustentable.

## Materiales y Métodos

El experimento se realizó en el campo agrícola experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia-UJED, el cual se encuentra ubicado en el km 28 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, Dgo., a inmediaciones del ejido Venecia, municipio de Gómez Palacio, Dgo. Los suelos nativos son de aluvión, tipo aridosol. El tipo de suelo en el que se trabajó es arcilloso y de acuerdo a Matus y Maire (2000) esto interfiere con la mineralización del nitrógeno y las características del estiércol que se utilizó son: pH de 7.6, CE de  $0.63 \text{ dS m}^{-1}$ , MO de 5.47%, N total de 1.12%, amonio ( $\text{NH}_4$ ) de 0.1135 %, P de 0.3535 %, calcio (Ca) de 3.38%, magnesio (Mg) de 0.71%, K de 3.27%, sodio (Na) de 0.97 ppm, molibdeno (Mo) de 560 ppm, hierro (Fe) de 12300 ppm, zinc (Zn) de 198 ppm, cobre (Cu) de 45 ppm, y boro (Bo) de 410 ppm, el estiércol tenía con 8% de humedad al momento de aplicarlo.

Establecimiento del experimento. El estudio se llevó a cabo durante los años 2008, 2009 y 2010; La variedad utilizada es Lisa Forrajera. Los factores en estudio fueron tres dosis de estiércol solarizado (20, 40, 60  $\text{t ha}^{-1}$ ), un testigo y un tratamiento químico (100-100-00) adicional, para compararlo con los demás; en cuatro densidades de siembra que fueron 4435, 13323, 8871, y 8887 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , con diferentes arreglos topológicos (Figura 1).

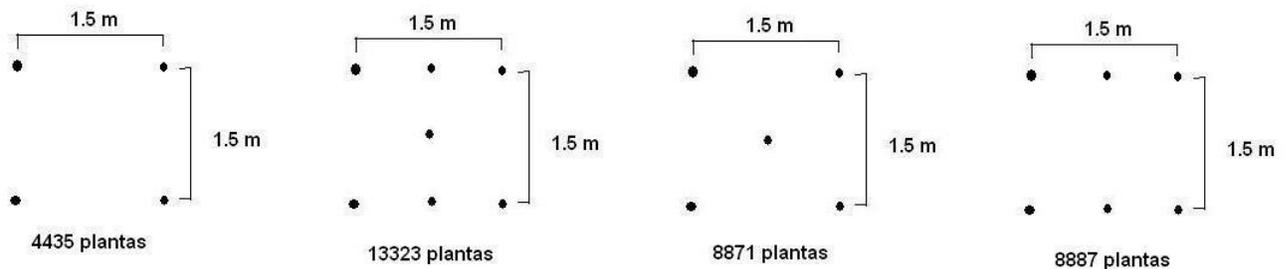


Figura 1. Distribución en campo de la plantación de nopal por densidad.

Los parámetros evaluados fueron CE en extracto (CE) con conductímetro y nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ). Las variables medidas en planta fueron rendimiento de forraje verde utilizando en campo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Los datos se analizaron con el programa estadístico SAS (SAS Institute, 1996) a una probabilidad estadística del 0.05. Para el análisis estadístico del experimento se utilizó análisis de varianza y la prueba de separación de medias de la diferencia significativa honesta (DMS).

## Resultados y Discusión

En la producción de nopal forrajero existe diferencia significativa para los tratamientos de estiércol y para densidades de siembra (Cuadro 1), con la mayor producción para el tratamiento de 60  $\text{t ha}^{-1}$  de estiércol solarizado con el 90.2% con respecto al testigo en el año 2008, 48.9% en 2009 y 59.6 en 2010, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos de estiércol y solo en 2009 es similar al tratamiento químico. El testigo absoluto (0  $\text{t ha}^{-1}$ ) presentó la producción más baja. La densidad de siembra de 13,324 plantas  $\text{ha}^{-1}$  obtuvo los resultados más altos, con 249.7% en 2008, 107.5% en 2009 y 150.3 en 2010 mayor producción con



respecto a la densidad menos productora siendo la de 4435 en 2008 y 2010 y en 2009 la de 8,871 plantas ha<sup>-1</sup> la que obtuvo los resultados más bajos. Los resultados en 2009 y 2010 son superiores a los reportados por Salazar *et al.*, (2010) quienes obtuvieron 35.6 t ha<sup>-1</sup> de forraje verde para el tratamiento de 60 t ha<sup>-1</sup> de estiércol.

Cuadro 1. Análisis de varianza para cosecha de nopal forrajero, CAE-FAZ-UJED, 2008-2010.

Fuente de Variación	GL	Años (Pv> F)		
		2008	2009	2010
R (Repetición)	2	0.7818	0.8337	0.0128*
FA (Tratamientos Estiércol)	4	0.0132*	0.0433*	0.0140*
FB (Densidades)	3	<00001**	0.0224*	0.0200*
DMS <sub>estiércol solarizado</sub>		8.3636	16.785	9.0136
DMS <sub>densidades</sub>		4.3898	22.96	20.088

\* significativo      \*\* altamente significativo

#### Variables del suelo

Conductividad eléctrica del suelo. En la conductividad eléctrica del suelo existe diferencia estadística significativa para los tratamientos de estiércol con medias inferiores a 3.3 dS m<sup>-1</sup>, siendo el tratamiento de 60 t/ha de estiércol la presenta el valor máximo. Al final del año 2008 se muestran los valores más altos para los tratamientos y las densidades, excepto en la de 4435 plantas que fue la que obtuvo el valor más alto al inicio de 2008 con 3.73 dS m<sup>-1</sup> (Cuadro 2).

Cuadro 2. Conductividad eléctrica en los tratamientos de estiércol, CAE-FAZ-UJED, 2008-2010.

Estiércol solarizado	Conductividad eléctrica (dS m <sup>-1</sup> ) por año			
	2008 *	2008 **	2009	2010
0 t ha <sup>-1</sup> (control)	0.896 c	2.52 d	1.15 d	1.3 b
20 t ha <sup>-1</sup>	0.886 d	2.68 c	2.74 a	1.5 ab
40 t ha <sup>-1</sup>	1.135 b	3.13 b	2.31 b	1.7 a
60 t ha <sup>-1</sup>	1.554 a	3.29 a	2.41 b	1.7 a
100-100-00	0.765 e	2.42 e	1.55 c	1.5 ab
DMS	0.0065	0.0276	0.2443	0.381
Densidades (plantas ha <sup>-1</sup> )				
4435	3.73 a	3.20 b	1.69 c	1.57 a
13323	2.61 b	3.17 c	2.44 a	1.70 a
8871	1.55 c	3.32 a	2.17 ab	1.43 a
8887	1.21 d	1.94 d	1.83 bc	1.37 a
DMS	0.0304	0.0282	0.4408	0.3935

\*muestreo inicial    \*\*muestreo al final del año    ++letras iguales indican similitud estadística

Los resultados de Nitratos (NO<sub>3</sub>) muestran que existe diferencia significativa para los tratamientos de estiércol solarizado, siendo el de 60 t ha<sup>-1</sup> el que presenta los valores más altos, más del doble con respecto al testigo, excepto en 2010 que apenas es superior en 13%



(Cuadro 3). La densidad de 4435 plantas ha<sup>-1</sup> tiene los valores más altos de nitratos, excepto en finales del 2008 cuando la densidad de 8871 plantas ha<sup>-1</sup> muestra mayor contenido de nitratos.

Cuadro 3. Nitratos del suelo en nopal forrajero por tratamiento de estiércol solarizado, CAE-FAZ-UJED, 2008-2010.

Estiércol solarizado	Nitratos (mg kg <sup>-1</sup> ) por año			
	2008*	2008 **	2009	2010
0 t ha <sup>-1</sup> (control)	5.33 e	3.618 d	6.3 c	6.1 a
20 t ha <sup>-1</sup>	6.22 d	3.943 c	6.5 c	6.4 a
40 t ha <sup>-1</sup>	7.78 b	4.427 b	12.8 b	7.1 a
60 t ha <sup>-1</sup>	11.36 a	7.415 a	30.1 a	6.9 a
Fertilizante Químico	7.00 c	2.783 e	13.7 b	5.4 a
DMS	0.0285	0.0743	3.16	2.06
Densidades (plantas ha <sup>-1</sup> )				
4435	<b>13.56 a</b>	4.24 b	<b>19.86 a</b>	<b>7.9 a</b>
13323	7.43 b	2.65 d	14.97 a	4.74 c
8871	4.87 c	<b>7.51 a</b>	10.18 a	6.41 b
8887	4.30 d	3.35 c	10.51 a	6.53 b
DMS	0.0129	0.077	12.416	1.3644

\*muestreo inicial \*\*muestreo al final del año ++letras iguales indican similitud estadística

## Conclusiones

Los resultados muestran que la mejor dosis de estiércol solarizado para la producción de nopal de la variedad Lisa Forrajera es la de 60 t ha<sup>-1</sup> y la densidad más productora es la de 13,323 plantas ha<sup>-1</sup>. El suelo la conductividad eléctrica se mantuvo en niveles bajos (menor a 2 dS m<sup>-1</sup>) y con respecto a nitratos si se encontraron diferencias estadísticas significativas siendo el mejor tratamiento el de 60 t ha<sup>-1</sup>.

## Bibliografía

- Cordeiro DSD, Gonzaga DAS. 2003, *Opuntia* como forraje en el noreste semiárido del Brazil, In: Mondragon-Jacobo C y Pérez-González S editores. El nopal (*Opuntia* spp.) como forraje, 1ª Ed. Roma, Italia: FAO. Estudio FAO producción y protección vegetal 169, 2003. Disponible: <http://www.fao.org/docrep/007/y2808s/y2808s09.htm#BM9>, Consultado: 24 Jul, 2012.
- Felker Peter. 2003, La utilización de *Opuntia* como forraje en los Estados Unidos de América, in El nopal (*Opuntia* spp.) como forraje, Estudio FAO producción y protección vegetal 169, editado por Candelario Mondragón Jacobo, ISSN: 1014- 1227.
- Salazar Sosa Enrique, Héctor Idilio Trejo Escareño, Diana Cristina González Villa, Manuel Fortis Hernández, Ignacio Orona Castillo, Cirilo Vázquez Vázquez. 2010, Producción orgánica de nopal forrajero (*Opuntia ficus indica*) variedad liso forrajera, IX Simposium-Taller Nacional y II Internacional "Producción y Aprovechamiento del Nopal y Maguey", Campus de Ciencia Agropecuarias de Nuevo León, UANL. Escobedo Nuevo León, México 12 y 13 de Noviembre, p. 95-109.





## FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y POTÁSICA EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FRESA

Chávez-Sánchez, E.<sup>1\*</sup>; Preciado-Rangel P.<sup>1</sup>; Fortis-Hernández M.<sup>1</sup>; Rocha-Valdez Juan Leonardo.<sup>2</sup>; Salazar-Sosa E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón, Coahuila. México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México.

\*Autor responsable: [yu\\_nisa87@hotmail.com](mailto:yu_nisa87@hotmail.com); Carretera Torreón-San Pedro Km.7.5. Ejido Ana, Torreón Coahuila, México. CP 27150; Tel. +52(871)-7507199

### Resumen

Los cultivos hidropónicos ofrecen varias ventajas en la agricultura moderna ya que se alcanzan altos rendimientos por metro cuadrado, la calidad e inocuidad de los productos, balance adecuado de aire y nutrimentos para la planta en comparación con cultivo en suelo, permite modificar las relaciones entre aniones y cationes según los parámetros que se persiguen. Por ejemplo para la productividad y calidad de los cultivos, en la que el nitrógeno y potasio juegan un papel muy importante, se sabe que la relación entre estos dos nutrimentos son determinantes para el crecimiento y desarrollo, ya que la planta necesita un cierto nivel de cada nutrimento en sus tejidos, esta relación determina el equilibrio entre los procesos vegetativos y reproductivos, pues el potasio actúa como regulador de crecimiento cuando la disponibilidad del nitrógeno es alta. Por la importancia y la esencialidad de estos elementos se planteó como objetivo, el evaluar el efecto de diferentes relaciones  $\text{NO}_3^- / \text{K}^+$  de la solución nutritiva sobre el rendimiento, calidad de la fresa (firmeza) y la cuantificación de elementos minerales en hojas.

### Palabras clave:

Solución nutritiva, agricultura protegida

### Introducción

La nutrición mineral, así como el cultivar, las condiciones climáticas, las prácticas agronómicas y suministro del agua, influye directamente en la calidad de la fresa (Nestby *et al.*, 2004). Entre los nutrientes, el nitrógeno se destaca. Su suministro adecuado mejora la química física y características de la fruta. De potasio, conocido como el nutriente de calidad, también es digno de mención debido a su efecto importante en el tamaño, forma, color, sabor y la fuerza de almacenamiento de verduras (Chitarra y Chitarra, 2005). Cuando la esencialidad de los elementos fue establecida se realizaron numerosas investigaciones sobre las concentraciones de los elementos en las plantas para asociarlas con su crecimiento o producción. Los problemas relacionados al contenido relativo de los nutrimentos en un cultivo están, de varias formas conectados con problemas de fundamental importancia concernientes a técnicas de fertilización, como por ejemplo: la relación entre las cantidades aplicadas y absorbidas de un nutrimento en particular, la relación entre la cantidad aplicada del mismo nutrimento y el rendimiento de la cosecha, con un conocimiento más amplio de estas relaciones, muchos problemas asociados con la nutrición de cultivos pueden ser resueltos (Alcántar y Trejo, 2006).

Estas alteraciones son más fáciles de hacer en cultivo hidropónico (Furlani, 2003). Siendo la hidroponía una técnica que permite producir plantas sin emplear suelo, lo cual ha alcanzado un alto grado de sofisticación en países desarrollados, porque requiere de poco espacio y una mínima cantidad de agua (Rodríguez, 2003). La relación que guardan los diferentes nutrientes dentro de la solución nutritiva, incide en la productividad de los cultivos debido a que



interaccionan tanto aniones como cationes, puesto que la absorción de nutrientes efectuada por las raíces de las plantas es selectiva, y depende de factores climáticos, así como de la fase de crecimiento en que el cultivo se encuentre, además de las concentraciones disponibles de los nutrientes (Papadopulus, 2004).

El establecimiento de relaciones N/K idóneas por fases de desarrollo aparece como uno de los problemas fundamentales que, desde el punto de vista nutricional, inciden en la productividad y calidad de la cosecha (Hernández, 2009). Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes relaciones  $\text{NO}_3^-/\text{K}^+$  de la solución nutritiva sobre el rendimiento, calidad de la fresa (firmeza) y la cuantificación de elementos minerales en hojas.

## **Materiales y Métodos**

El presente trabajo de investigación, fue realizado en un invernadero del Instituto Tecnológico de Torreón, Situado geográficamente entre los meridianos  $26^\circ 30' 15''$  latitud norte y  $103^\circ 22' 07''$  longitud oeste, con una altura media de 1150 msnm. Los factores evaluados fueron N- $\text{NO}_3^-$  (9, 12 y 15) y  $\text{K}^+$  (5, 7,9 y 11) todos en mM dichos factores fueron acomodados dentro de la estructura de un factorial (3 x 4) y evaluados bajo un diseño completamente al azar con 6 repeticiones, utilizando una planta como unidad experimental, todas las soluciones nutritivas resultantes se ajustaron a un mismo potencial osmótico, Los estolones de fresa cv San Andres fueron trasplantados en un sustrato de arena perlita (80:20, v:v), a la cosecha se cuantificaron las siguientes variables: rendimiento por tratamiento, firmeza de frutos, análisis foliar de nutrimentos y unidades spad. los valores obtenidos de estas variables fueron sometidos a un análisis de varianza y para la separación de medias se utilizó la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

## **Resultados y Discusión**

Los mayores valores en los componentes del rendimiento se presentaron en las plantas tratadas con la concentración de 15 mM de  $\text{NO}_3^-$  en la solución nutritiva, en cambio con los menores valores correspondieron a la dosis inferior de  $\text{NO}_3^-$  en la solución nutritiva, con lo anterior se demuestra que el nitrógeno es el nutrimento limitante en la productividad de los cultivos, sin embargo esto no implica que los agricultores deban de aplicar altas dosis de fertilizantes nitrogenados para obtener altos rendimientos, ya que por lo general se carece de información técnica sobre el uso y manejo de los fertilizantes nitrogenados (Cárdenas *et al.*, 2004).

Sin embargo con la mayor concentración de  $\text{NO}_3^-$  en la solución nutritiva se presenta una disminución en la calidad organoléptica de la fresa ya que niveles altos de N aunque se tenga mayor rendimiento, no se tiene una mayor acumulación de azúcares en el fruto, sino una retardación en la maduración, pérdida de firmeza y disminución del tamaño del fruto (May y Pritts, 1990).



Cuadro 1. Valores medios de °Brix (BX), diámetro ecuatorial (DE), diámetro polar (DP), Número de frutos (NF), peso promedio de fruto (PPF) y rendimiento (REND), en función del  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{K}^+$  en la solución nutritiva.

		BX	DE	DP	NF	PPF	REND
FACTOR							
N	9	10.47 a <sup>†</sup>	27.35	36.89a	9.37 b	13.36	100.96 b
	12	10.00 ab	26.91	36.32ab	7.0 b	13.27	89.28 b
	15	9.51b	26.16	34.58b	9.37 a	12.15	110.56 a
K	5	9.93ab	26.85	36.23a	7.94	13.10	102.08 ab
	7	9.69b	26.55	36.03a	8.55	12.52	103.12 ab
	9	9.73ab	27.08	35.46 a	7.44	12.46	90.76 b
	11	10.63a	26.85	37.07a	8.66	13.63	114.44 a

<sup>†</sup>Letras distintas dentro de cada columna indican diferencia estadística significativa (Tukey  $P \leq 0,05$ ).

Con relación al factor K, existió una respuesta favorable con la mayor concentración de K en la solución nutritiva, ya que se ha reportado que este elemento es puede mejorar la calidad de los frutos de los productos hortícolas, ya que se correlaciona positivamente con la forma de los frutos, los sólidos solubles, el color y el contenido de licopeno (Serio *et al.*, 2007), además es un elemento que afecta ala mayoría de los procesos bioquímicos y fisiológicos que influyen en planta el crecimiento y el metabolismo de las plantas, asimismo incrementa la cantidad de antioxidantes y la tolerancia delas plantas expuestas a diversos tipos de estrés como pueden ser los bióticos o abióticos (Wang *et al.*, 2013).

## Conclusiones

Los resultados obtenidos indican que al incrementar la concentración del nitrógeno en la solución nutritiva se aumentan los frutos por planta y el rendimiento, pero afecta negativamente la calidad (tamaño de fruta y los sólidos solubles totales. Con relación al factor potasio existió un efecto positivo al incrementar el nivel de potasio en la solución nutritiva para todos los factores evaluados

## Bibliografía

- Alcántar G. G. yT. L. I.,Trejo. Nutrición de cultivos. 2007. Mundi prensa. México D. F. 454 p. ISBN 978-968-7462-48-6.
- Cárdenas, N. R.,Y. J. M.Sánchez, R.Farías–Rodríguez, J. J.Peña–Cabriales. 2004. Los aportes de nitrógeno en la agricultura. Revista Chapingo Serie Horticultura 10: 173–178
- Chitarra, M.I.F., A.B.Chitarra.2005. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA; 785 pp.
- Furlani, P.2003. Nutrición Mineral de Plantas en Sistemas Hidropónicos. Boletín informativo No. 21 Instituto Agronómico de Campinas, Sao Paulo, Brasil.
- Hernández, M. I., J. M.Salgado, M.Chailoux, V.Moreno, M.Mojena. 2009. Relaciones nitrógeno-potasio en fertirriego para el cultivo protegido del tomate (*Solanumlycopersicum* L.) y su efecto en la acumulación de biomasa y extracción de nutrientes. Cultivos Tropicales, 30: 71-78.
- May, G., M. Pritts. 1990. Strawberry Nutrition. Advances in Strawberry Production, 9, 10–23.
- Nestby, R.,F. Leten, D. Pivot, C. Raynal Lacroix, M. Tagliavini, B. Evenhuis. 2004. Influence of mineral nutrients on strawberry fruit quality and their accumulation in plant organs. Acta Horticulturae. 649: 201-205.
- Papadopoulos, T. 2004. Manejo del ambiente y los factores nutricionales para la producción de tomate de alta calidad en invernaderos. Memorias del Congreso Internacional de Hidroponía. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua.México



**Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C.**  
**Universidad Autónoma de Ciudad Juárez**  
*“Suelos sin fronteras para impulsar a México”*

**UACJ**

- Rodríguez, S. 2003. Forraje verde hidropónico. Memorias del Congreso Internacional de Hidroponía 2003. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México
- Serio, F., L. Leo, A. Parente, P. Santamaría. 2007. Potassium nutrition increases the lycopene content of tomato fruit. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82: 941-945.
- Wang, M., Q. Zheng, Q. Shen, S. Guo. 2013. The critical role of potassium in plant stress response. *International Journal of Molecular Sciences*. 14: 7370-739





## PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE (*Pistacia vera*) CULTIVADO EN RANCHO UNIVERSITARIO

Contreras-Muñiz, Flor.<sup>1</sup>; Corral-Díaz, Baltazar.<sup>1</sup>; Peraza-Mercado, Gwendolyne.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez, Chihuahua. México.

\*Peraza-Mercado, Gwendolyne: [gperaza@uacj.mx](mailto:gperaza@uacj.mx); Anillo Envolvente del Pronaf y Estocolmo s/n, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, C.P. 32300, Tel. 656 688 1800 Ext. 1984.

### Resumen

En este estudio se cualificó y cuantificó el perfil de ácidos grasos del pistacho obtenido de seis diferentes árboles de la especie *Pistacia vera* sembrados en el rancho universitario de la UACJ, ubicado en Praxedis Guerrero, Ciudad Juárez Chihuahua. Para la extracción de la fase lipídica se empleó la técnica de Blight y Dyer (1959). La composición de ácidos grasos se realizó por cromatografía de gases acoplado a detector de ionización de flama en forma de ésteres metílicos. Ocho ácidos grasos fueron caracterizados. Los ácidos petroselinico, linoleáidico y linoléico (1%) fueron los componentes más importantes, seguidos por los ácidos oléico, eláidico y vaccénico (0.36 %), ácido palmitoléico (0.1%) y ácido linoléico (0.009%).

### Palabras clave

Pistacia vera; ácidos grasos; ésteres metílicos.

### Introducción

El pistacho es una de las especies frutales que actualmente inicia su explotación a nivel comercial en México. Además, por ser una especie altamente rentable y de alto índice de eficiencia en su uso de agua, se le considera que posee grandes posibilidades de éxito a corto plazo en las zonas áridas y semiáridas del país, pudiendo contribuir en la disminución de las importaciones que se realizan anualmente de Irán y Estados Unidos para satisfacer la demanda nacional del consumo de este fruto seco per cápita de 12 gramos al año.

En el estado de Chihuahua, la especie *Pistacia vera* está distribuida en los municipios de Ascensión, Juárez, Ojinaga, Coyame, Aldama, Delicias, Saucillo, Camargo y Jiménez (Tarango, 1993).

Actualmente, al consumo de pistacho se le atribuyen propiedades nutricionales, antioxidantes y altos valores energéticos, los cuales los hacen excelentes para disminuir el colesterol malo LDL y por consiguiente reducir el riesgo de infartos al corazón. De tal manera que estos factores han sido un punto primordial para que su consumo se haya incrementado en los últimos años.

Debido al aumento drástico de la población que sufre de problemas cardiovasculares y a que se ha comprobado que el moderado consumo de pistachos reduce los niveles de colesterol en la sangre, la presente investigación pretende cuantificar y cualificar la composición del perfil de ácidos grasos presentes en la especie *Pistacia vera* cosechados en el Rancho Universitario en la región del Valle de Juárez, para determinar la calidad de los pistachos estudiados.



## Materiales y Métodos

### *Extracción de la fase lipídica*

Se empleó la técnica de Blight y Dyer (1959). Se utilizaron 10 g de cada una de las muestras de *Pistacia vera*, a las cuales se les adicionó una mezcla de cloroformo-metanol 1:2, (10 mL de cloroformo y 20 mL de metanol), se les agregó 0.2 g de antioxidante 2,6-diterbutil 4-metilfenol y se centrifugaron a 4 000 rpm durante 20 min. Posteriormente se les realizó el primer filtrado con papel Whatman No. 1, el resto de las muestras se homogenizaron con 10 mL de cloroformo, de nueva cuenta se sometieron a centrifugación a 4000 revoluciones por minuto durante 15 minutos, y por segunda vez se realizó un proceso de filtración. Las filtraciones se unieron y se les vertió 20 mL de cloruro de potasio al 0.88% y 20 mL de agua destilada, y fueron centrifugadas a 4 000 rpm durante 20 min. Al finalizar se observó la separación de la fase lipídica en el fondo, la cual fue extraída con una pipeta Pasteur y depositada en tubos Eppendorf con tapa de rosca para ser conservados en refrigeración a 4°C.

### *Metilación de las muestras lipídicas*

A cada una de las muestras se les adicionó 5 mL de ácido sulfúrico al 5% en metanol y se colocaron en un digestor Kjeldahl a 68°C por 2 h. Para enfriar se dejaron reposar a temperatura ambiente, posteriormente se les agregó 5 mL de éter de petróleo. Las muestras fueron colocadas en embudos de separación y se lavaron con 5 mL de éter de petróleo 2 veces más, las fases lipídicas fueron filtradas y la muestra fue recuperada en tubos Eppendorf.

### *Análisis cromatográfico: Curva de calibración*

La curva de calibración de los catorce estándares de los metil ésteres de los ácidos grasos (kit de SUPELCO) se realizó para la cuantificación de los ácidos grasos encontrados en las muestras de la fracción lipídica de los pistachos *Pistacia vera*. De cada uno de los estándares se preparó una solución base a 500 ppm y a partir de esta se realizaron seis diluciones a concentraciones de 100, 80, 60, 40, 20 y 10 ppm, las cuales fueron sometidas al análisis cromatográfico construyendo la respectiva curva de calibración.

### *Análisis de la muestra*

La muestra se inyectó en el cromatógrafo de gases Perkin Elmer Clarus 500 y se transportó a través de una columna de polietilenglicolnowax Hp. Se inyectó 1 µL de muestra con un flujo de helio de 1.5 mL/min a una temperatura de 250 °C. Posteriormente, la identificación de los ácidos grasos se realizó en un detector de ionización de flama.

La concentración de los ácidos grasos se determinó utilizando la ecuación de la curva  $y=mx+b$ , considerando como “y” las áreas bajo la curva de todos los picos encontrados. De la curva de calibración se determinaron la pendiente “m” y el intercepto “b”.

$$\frac{mg}{Kg} = \frac{(ppm)(V extracto)}{g extracto}$$

Dónde:

ppm: concentración determinada con la ecuación de la recta.

V extracto: volumen del extracto.

g extracto: gramos de extracto analizados.



## Resultados y Discusión

Los resultados fueron obtenidos comparando los tiempos de retención de las muestras metiladas con respecto a los tiempos de los estándares.

Fueron identificados ocho ácidos grasos. La concentración mayoritaria la presentaron los ácidos grasos del grupo C18:2 (ácido cis-6-petroselinico, ácido linoleláidico y ácido linoléico) con un 1%, seguidos con un 0.36% por los ácidos oléico, eláidico y vaccénico correspondientes al grupo C18:1. Los ácidos palmitoleico y linoléico se observaron en poca concentración con un 0.1% y 0.009% respectivamente.

Al comparar el porcentaje de concentración con los datos ofrecidos por la FAO en el 2013, se hace evidente que las concentraciones de los ácidos grasos encontrados en las muestras de Pistacia vera son sumamente bajas. Lo cual puede indicar que la metodología de metilación no fue la más adecuada para el aceite de pistacho extraído. Aunque la mezcla de ácido sulfúrico en metanol es muy utilizado como reactivo para la esterificación, en ocasiones se emplea en concentraciones muy altas una solución del 1 al 2% tiene propiedades casi idénticas al ácido clorhídrico al 5%. La temperatura a la que se haga la digestión y la concentración del ácido en la solución deben ser moderadas debido a que el ácido clorhídrico es un fuerte oxidante, por lo tanto, no se recomienda un largo tiempo de digestión para ácidos grasos libres poliinsaturados debido al poder oxidativo del ácido.

## Conclusiones

Se logró la identificación de los ácidos grasos presentes en las muestras de pistacho, mismos que coinciden con los reportados por la FAO y con diferentes investigaciones, sin embargo, para su cuantificación se recomienda una estandarización de la técnica de esterificación para evitar la degradación mayoritaria de los ácidos grasos presentes en el aceite de pistacho.

No se descarta que la degradación de los ácidos grasos haya sido propiciada por el tiempo de espera antes de ser analizada.

## Bibliografía

- Cuenca, A. (2006). *El cultivo del Pistachero*. Madrid.
- Galindo, B. (10 de Noviembre de 2010). *Villa de Tembleque: La recolección de Pistachos*. Recuperado el 13 de Agosto de 2012, de <http://villadtembleque.blogspot.mx/2010/11/la-recoleccion-de-pistachos.html>
- Garrido P., A., &etal. (2006). *Fundamentos de Bioquímica* (Segunda ed.). Madrid: Tébar.
- Gatica B., A. (2011). Ácidos Grasos EPA y HDA y su Vital Importancia en la Nutrición Humana. *Indualimentos*, 58-60.
- González, G. L. (2006). *Los árboles y arbustos de la Península Ibérica e Islas Baleares* (2da ed., Vol. II). España: Mundi-Prensa.
- Kader, A. (1990). *Maduration, harvesting and nut quality of pistachios*. California: University of California.
- Koolman, J., & Rohm, K. H. (2004). *Bioquímica: Texto y atlas* (Tercera ed.). Madrid: Médica Panamericana.
- Lemus, S. G. (2004). *El cultivo del Pistacho: Pistacia vera*. Chile: GamalierLemus.
- Mataix, J. (2005). *Nutrición para educadores* (Segunda ed.). México D.F.: Díaz de Santos.
- Morón M., A. (2008). *Las Grasas Esenciales y Mortales: Qué Son, Dónde Están y Cómo Reconocerlas* (Primera ed.). España: Díaz de Santos.
- Murray R., G. D. (2003). *Bioquímica ilustrada de Harper* (Vigésima sexta ed.). Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Peña, A. (2004). *Bioquímica* (2da ed.). México D.F.: Limusa.
- Robledo, J. D. (2004). *Descubre los Frutos Exóticos* (1ra ed.). España: Norma.
- Sheridan, M. J., Cooper, J. N., Erario, M., &Cheifetz, C. E. (2007). Pistachio Nut Consumption and Serum Lipid



**Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C.**  
**Universidad Autónoma de Ciudad Juárez**  
*“Suelos sin fronteras para impulsar a México”*

**UACJ**

- Levels. *Journal of the American College of Nutrition*, 26, 141-148.
- Souci, S. W., Fachmann, W., & Kraut, H. (2000). *Food Composition and Nutrition Tables* (6ta ed.). Alemania: Medpharm.
- Srinivasan, D., &etal. (2008). *Fennema: Química de los alimentos* (Tercera ed.). España: Acribia.
- Tarango, S. H. (1993). *El cultivo del Pistachero* (1ra ed.). Chihuahua: Colección Agropecuaria.
- Valenzuela B., R., Bascuñan G., K., Valenzuela B., A., & Chamorro M., R. (Diciembre de 2009). Ácidos Grasos Omega-3, Enfermedades Psiquiátricas y Neurodegenerativas: Un Nuevo Enfoque Preventivo y Terapéutico. *Revista Chilena de Nutrición*, 36, 1120-1128.
- Voet, D. (2007). *Fundamentos de Bioquímica* (2da ed.). Madrid: Médica Panamericana.
- WPA, W. P. (1997). *Western Pistachio Association News*. Washington D.C.





## RESPUESTA DEL CULTIVO DE PAPA A NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO BAJO FERTIRRIGACIÓN

Covarrubias-Ramírez, J. M.<sup>1\*</sup>; Parga-Torres, V. M.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>C. E. Saltillo-CIRNE-INIFAP. México.

\*Autor responsablecovarrubias.juan@inifap.gob.mx; Carretera Saltillo-Zacatecas Km 342+119 Núm. 9515, Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. CP 25315; Tel. +52(844)-482 8190 y 93

### Resumen

Las funciones de respuesta son una forma de determinar la dosis óptima nutrimental bajo fertirrigación en agricultura de precisión. El estudio se realizó en Arteaga, Coahuila, con papa cv. Gigant en riego tipo cintilla. Se evaluaron cinco dosis de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) más un testigo absoluto, en bloques al azar para 15 tratamientos y tres repeticiones con diseño San Cristóbal III. Se determinó el rendimiento comercial ( $t\ ha^{-1}$ ), contenido de sólidos (%) y la densidad del tubérculo ( $g\ cc^{-1}$ ). La dosis 145-290-214.3 presentó el mayor rendimiento ( $46.97\ t\ ha^{-1}$ ), superior en 1.2 al testigo. En el contenido de sólidos y densidad de tubérculo no se presentaron diferencias. La respuesta a la dosis óptima de N fue  $147\ kg\ N\ ha^{-1}$ . Para P la dosis óptima fue  $299\ kg\ P_2O_5\ ha^{-1}$ . En K no se encontró respuesta a la dosis óptima de  $K_2O$ . Para potasio el modelo fue lineal y los niveles evaluados no estuvieron dentro del rango de suficiencia para el cultivo, por lo que se requiere incrementar la dosis. El nitrógeno es el nutrimento que más influye en el rendimiento del cultivo.

### Palabras clave

Optimización; Fertilidad; Nutrición

### Introducción

Para conocer la cantidad de fertilizante que se debe aplicar a un cultivo, se efectúan funciones de respuesta del cultivo a los fertilizantes. En la fertilización se aplica todo el nutriente desde la siembra o fraccionado hasta en tres ocasiones y complementado con aplicaciones foliares (Havlin *et al.*, 1999), pero por fertirrigación se aporta la cantidad de nutriente de acuerdo a las necesidades del cultivo durante su desarrollo (Núñez, 2001); así la respuesta del cultivo a la nutrición se modifica por suministrar el nutriente en forma frecuente y fraccionada, lo que reduce la cantidad de nutrimento en la aplicación y su dosis óptima.

### Materiales y Métodos

El estudio se desarrolló en la región de Arteaga, Coahuila en 1999, con papa cv. Gigant en riego por goteo tipo cintilla. Se evaluaron cinco dosis de nitrógeno (0, 90, 145, 200 y  $214.3\ kg\ N\ ha^{-1}$ ), fósforo (0, 180, 290, 400 y  $428.6\ kg\ P_2O_5\ ha^{-1}$ ) y potasio (0, 90, 145, 200 y  $214.3\ kg\ K_2O\ ha^{-1}$ ) incluyendo el testigo absoluto, con arreglo en bloques al azar para 15 tratamientos y tres repeticiones en un diseño San Cristóbal III. A la siembra se aplicó el 20 % de N, el 50 % de



P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y el 40 % de K<sub>2</sub>O de la dosis; el resto se suministró a través del riego por goteo en forma semanal, a partir de la 1<sup>a</sup> semana después de emergencia para un total de 10 aplicaciones. Se determinó el rendimiento comercial del cultivo de papa en t ha<sup>-1</sup>, contenido de sólidos (%) y la densidad del tubérculo (g cc<sup>-1</sup>). La respuesta en rendimiento a los tratamientos se analizó como ANOVA y se determinó la diferencia entre tratamientos con Tukey ( $p \leq 0.05$ ). La respuesta a cada elemento se determinó con la estimación de la dosis óptima con la declaración RSREG del programa SAS, seleccionando el modelo con un término de error de  $p \leq 0.05$  en el ANOVA y el mayor coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>); y la respuesta del cultivo a la interacción de los tres elementos mediante regresión múltiple utilizando la función REG del programa SAS ver 8.0.

## Resultados y Discusión

Se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, con la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), el tratamiento 145-290-214.3 presentó el mayor rendimiento comercial con 46.97 t ha<sup>-1</sup> (Cuadro 1), superior al testigo en 1.2 veces más; todos los tratamientos fueron significativamente superiores al testigo. En contenido de sólidos y densidad de tubérculo no se presentaron diferencias, lo que indica que en este trabajo la nutrición no afectó la calidad del tubérculo.

Cuadro 1. Respuesta del cultivo de papa a la fertirrigación con N, P, K en la Sierra de Arteaga, Coah.

Dosis de fertilizante			Rendimiento Comercial	Contenido de Sólidos (%)	Densidad
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	(t ha <sup>-1</sup> )		(g cc <sup>-1</sup> )
145	290	214.3	46.97 a	16.7	1.06
90	400	200	46.22 b	17.5	1.07
145	290	90	45.32 b	16.7	1.06
200	400	90	44.04 bc	17.0	1.06
145	180	145	43.78 bc	17.2	1.07
145	428.6	145	42.86 bcd	17.1	1.07
90	290	145	41.73 bcd	16.7	1.06
200	180	90	41.12 cd	16.9	1.06
90	180	200	41.10 cd	16.6	1.06
90	180	90	40.75 cd	17.5	1.07
214.3	290	145	40.11 cd	16.8	1.06
200	400	200	39.48 cd	16.5	1.06
90	400	90	39.43 cd	16.7	1.06
200	180	200	38.27 d	17.0	1.06
0	0	0	34.96 e	17.2	1.07

a, b, c = Tukey al 0.05 de error

La respuesta a la dosis óptima de N se muestra en la Figura 1. Para nitrógeno se obtuvo un modelo cuadrático con R<sup>2</sup> de 0.81 altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ), con una dosis óptima de 147 kg N ha<sup>-1</sup>. En el valle de Navidad, N.L., en León, Gto. y en Toluca, Mex. Las necesidades de nitrógeno fertilizante en papa son menores de 200 kg ha<sup>-1</sup> (Rubio y Mandujano, 1980 y Rubio, 1988). Para los suelos del SE de Coahuila y N.L. que han sido cultivados por varios años y que han recibido previamente fertilizantes nitrogenados, la dosis recomendada es 120 kg N ha<sup>-1</sup> y de 180 kg N ha<sup>-1</sup> para suelos que no han recibido previamente aportes significativos de



fertilizantes (Parga *et al.*, 2005). Para los valles altos del centro de México que incluye Toluca, la dosis recomendada es 180 kg N ha<sup>-1</sup> para suelos con menos del 3 % de materia orgánica (Rubio *et al.*, 2000) y para la región de León, Gto., la dosis recomendada en la actualidad es 200 kg N ha<sup>-1</sup> (Rocha *et al.*, 2004).

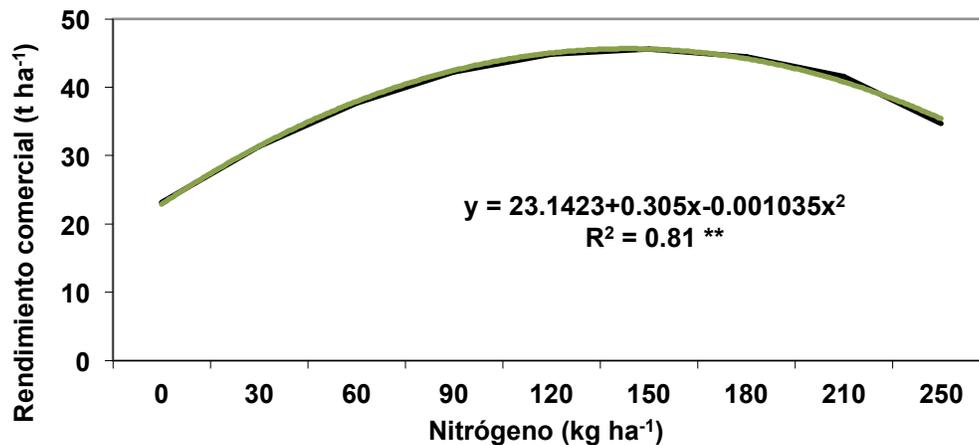


Figura 1. Respuesta del cultivo de la papa cv. Gigant a la aplicación de nitrógeno bajo fertirrigación

La respuesta a la dosis óptima de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> se muestra en la figura 2. Para fósforo también se obtuvo un modelo cuadrático con una dosis óptima de 299 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Para la región de León, Gto., la dosis de 200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> es considerada como óptima en la actualidad (Rocha *et al.*, 2004), en el suelo de Navidad N.L., la dosis puede exceder aún de 400 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> sin que se observe una dosis óptima (Rubio, 1997). En ambos suelos se observa una respuesta a la aplicación de fósforo, pero un alto rendimiento del testigo en Navidad, N.L. indica mayor disponibilidad de fósforo residual porque el contenido promedio de fósforo aprovechable en el suelo, que es 32 mg kg<sup>-1</sup>, es considerado como moderado (Castellanos, 2002) y esto es debido a las constantes aplicaciones de este elemento por los agricultores.

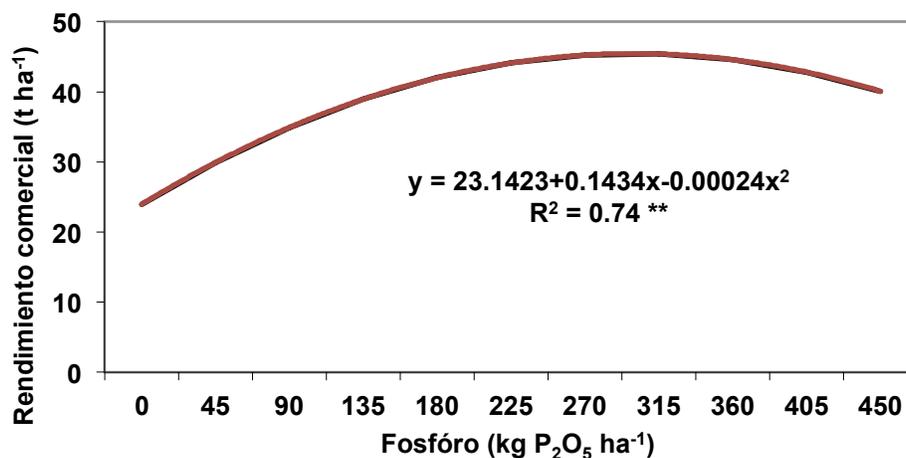


Figura 2. Respuesta del cultivo de la papa cv. Gigant a la aplicación de fósforo bajo fertirrigación



La respuesta a la dosis óptima de  $K_2O$  se muestra en la figura 3, que para potasio el modelo fue lineal y los niveles evaluados no están dentro del rango de suficiencia para el cultivo, por lo que se requiere incrementar la dosis (Neeteson y Wadman, 1987). En suelos calcáreos de Navidad, N.L. no se observa una respuesta; así, la dosis recomendada está entre 100 y 200  $kg K_2O ha^{-1}$ . En suelos volcánicos de Metepec, Edo de Mex., la dosis óptima es de 55  $kg K_2O ha^{-1}$  (Rubio, 1997), aunque no se explica por qué la caída drástica del rendimiento al aumentar la dosis, de ahí que la dosis cambie a 150  $kg K_2O ha^{-1}$  (Rubio *et al.*, 2000). Para vertisoles de León, Gto., la dosis óptima observada era de 65  $kg K_2O ha^{-1}$ , pero en la actualidad ésta es de 200  $kg K_2O ha^{-1}$  (Rocha *et al.*, 2004).

En suelos que provocan la fijación de potasio por la arcillas es conveniente aplicar los fertilizantes potásicos en la misma forma que los fosfóricos, sin embargo, pruebas realizadas en las regiones de Navidad, N.L. y Arteaga, Coah. (Rubio, 1988), demostraron que no hay diferencia en el rendimiento de tubérculos si es que el potasio se aplica todo al momento de la siembra ó se fracciona en dos partes, en este trabajo el suelo es migajón arcilloso lo que pudo influir en no encontrar una dosis óptima.

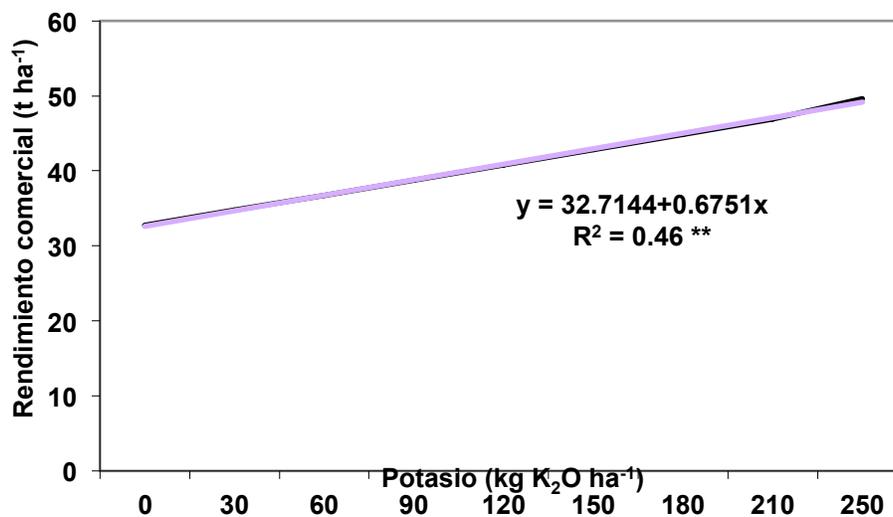


Figura 3. Respuesta del cultivo de la papa cv. Gigant a la aplicación de potasio bajo fertirrigación

La respuesta del cultivo a la interacción entre los tres nutrientes fue con el siguiente modelo:  $Y = 23.64 + 0.3466N + 0.06157P - 0.33K - 0.0013 N^2 - 0.00018 P^2 - 0.00094 K^2 + 0.000339 NP + 0.000537 NK + 0.000467 PK - 0.0000032 NPK$ , fue altamente significativo con una  $R^2$  de 0.92.

Al eliminar variables, en el modelo  $Y = 23.58 + 0.25N - 0.00033 N^2 - 0.0000022N^3$  no se reduce la significancia a tal grado que de un  $R^2=0.92$  se llega a un  $R^2= 0.81$  con solo incluir el efecto del Nitrógeno (Figura 1), así se puede indicar que el nitrógeno tiene el mayor efecto en el rendimiento del cultivo de papa.



## Conclusiones

La dosis óptima sólo se logró obtener para nitrógeno fue 147 kg N ha<sup>-1</sup> y para fósforo fue 299 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> en el cultivo de papa, bajo fertirrigación. El nitrógeno es el nutrimento que más influye en el rendimiento del cultivo. El potasio requiere de mayor precisión en su dosis óptima.

## Bibliografía

- Castellanos R., J.Z. 2002, Los análisis de suelo y planta. Base fundamental para obtener altos rendimientos. En: Memorias. XI Congreso Nacional de Productores de papa. León, Gto. pp 3-12.
- Havlin J.L.; J.D. Beaton; S. L. Tisdale and W.L. Nelson. 1999. Soil fertility and fertilizers. 6<sup>th</sup> ed. Prentice Hall, Inc. New Jersey, U.S.A. 499 p.
- Neeteson J. J. and W. P. Wadman. 1987. Assessment of economically optimum application rate of fertilizer N on the basis of response curves. *Fertilizer Research* 12(1): 37-52.
- Núñez E., R. 2001. Tecnología y uso de fertilizantes. Área de Fertilidad de suelos. Especialidad de Edafología. IRENAT-CP. Montecillos, México. 120 p.
- Parga T., V. M.; García G., S. J.; Villavicencio G., E. E.; Sánchez S., J. A.; Sánchez V., I.; Contreras de la R., F. J.; Arellano G., M. A.; Covarrubias-Ramírez, J. M.; Rubio C., O. A. y J. Fernández E. 2005. Tecnología para producir papa en Coahuila y Nuevo León. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental “Saltillo”. Folleto Técnico Núm. 5. Coahuila, México. 164 p.
- Rocha R., R; J. A. Quijano C. y J. Narro S. 2004. El cultivo de papa en Guanajuato. Folleto para Productores No. 1. CEBAJ. CIRCE. INIFAP. SAGARPA. 47 p.
- Rubio C., O. A. y A. Mandujano R. 1980. Fertilización del cultivo de la papa en la zona de León, Gto. Informe de investigación. Centro de Investigaciones Agrícolas del Bajío. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Celaya, Gto.
- Rubio C., O.A. 1988. Efecto de la fertilización sobre el rendimiento y calidad de tubérculos de papa en la región de Saltillo, Coah. Parte I: Efecto sobre el rendimiento. Memorias del XXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Cd. Juárez, Chihuahua. México.
- Rubio C., O.A. 1997. Aportaciones del programa nacional de papa del INIFAP. Memorias. I Simposium Internacional de papa. Metepec, Edo. de Mex. p. 21-30.
- Rubio C., O. A., J. A. Rangel G., R. Flores L., J. V. Magallanes G., C. Díaz H., T. E. Zavala Q., A. Rivera P., M. Cadena H., R. Rocha R., C. Ortiz T., H. López D., M. Díaz V. y A. Paredes T. 2000. Manual para la producción de papa en las Sierras y Valles Altos del Centro de México. Libro técnico No. 1 CIRCE. INIFAP. SAGAR. 75 p.





## EVALUACIÓN DE NITRATOS EN LECHUGAS (*Lactuca sativa L. var Great Lakes*) FERTILIZADAS CON ABONOS ORGÁNICOS Y QUÍMICOS

Pedro Cruz Domínguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estudiante, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, calzada Antonio Narro 1923, colonia Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

### Resumen

El contenido de nitratos en lechuga fue evaluado mediante diferentes aplicaciones de sustratos orgánicos y químicos. El objetivo fue evaluar el contenido de nitratos en hojas de lechugas y comparar con los límites de seguridad alimentaria. Los tratamientos fueron a) 20cm<sup>3</sup> de composta de residuos de cocina, b) 20cm<sup>3</sup> de lombricomposta de bovino de leche, c) 20cm<sup>3</sup> de composta de frutas, d) testigo, e) aplicación de solución nutritiva Steiner para maceta, y f) lombricomposta de bovino y líquido de lombriz. Fue posible determinar que ninguno de los sustratos orgánicos sobrepaso los límites de nitratos de la seguridad alimentaria. El empleo de abonos orgánicos en el cultivo de lechuga resulto conveniente para bajar el contenido de nitratos en las lechugas, sin embargo se debe seguir investigando este tipo de abonos, y dosis para obtener lechugas de mejor calidad alimentaria.

### Palabras clave:

Lombricomposta, residuos de cocina, lechuga.

### Introducción

Los nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) debido a sus propiedades físicas, no pueden olerse ni sentirse y su presencia en concentraciones potencialmente peligrosas, es detectada cuando se manifiesta un problema de salud. El origen de la contaminación, puede provenir de los procesos naturales que incluyen la precipitación, el intemperismo de los minerales y descomposición de la materia orgánica. Estos provienen también de las actividades humanas como la escorrentía de terrenos cultivados, efluentes de lagunas y tanques sépticos, fertilización excesiva con nitrógeno y la deforestación (Heaton, 1985). Los nitratos se convierten fácilmente en nitritos por la acción de bacterias nitrificantes, que pueden estar presentes en alimentos, saliva y tracto gastrointestinal. Se ha establecido una ingesta diaria aceptable (IDA) de nitratos de 0 – 3.7 mg ion nitrato/kg de peso corporal, siendo segura para neonatos, niños y adultos; para nitritos y de 0 – 0.07 mg nitrito/kg de peso corporal (JECFA, 2002). Parks (2008) hizo un estudio de hortalizas de hoja en el mercado (acelga, lechuga, arúgula, endivia) y mostro que el 27% de las muestras estaba por encima de 700mg de Nitratos/kg de peso fresco y/o por encima de 1.2mg de Nitritos/kg de peso fresco. Dentro de cada planta la acumulación de nitratos no es uniforme, la lechuga concentra los nitratos en las hojas exteriores y la espinaca en el peciolo. La acelga presenta valores muy superiores en la penca que en el limbo (Merino y Ansorena, 1990). Los vegetales de hojas verdes, particularmente lechugas y espinacas, contienen naturalmente altos niveles de nitratos, dependiendo de la especie de planta y variedad, intensidad de luz, temperatura, niveles de



fertilizantes (European comisión, 1998), existiendo para estos cultivos unos límites máximos en el ámbito europeo (European community, 1997). Gaviola (1996) menciona que las excesivas fertilizaciones a base de nitrógeno muchas veces utilizadas en forma ineficiente juegan un rol muy importante en la concentración de nitratos en las hojas de lechuga y para eso es necesario saber los requerimientos del cultivo, el momento apropiado y los niveles de nitrógeno en el suelo a la hora de la aplicación. El exceso de nitrógeno puede causar acumulación de nitratos en hortalizas de hojas anchas, entre otras cosas esto depende de los abonos que se utilizan en la fertilización del cultivo ya sean orgánicos o químicos; los nitratos en si no son peligrosos sino que estos en la digestión se convierten en nitritos pudiendo de esta forma causar daño a la salud de los consumidores sobre todo en los lactantes; los límites de nitratos en lechuga se basan en el reglamento de la legislación europea. Con este trabajo se pretende estudiar el comportamiento de nitratos en un cultivo de lechuga y como las diferentes aplicaciones de sustratos orgánicos y químicos pueden afectar a este comportamiento. El objetivo fue evaluar el contenido de nitratos en las hojas de lechugas para saber cuál tratamiento es el que aporta menos cantidad de nitratos a la planta y saber si hay algún tratamiento que sobre pase los límites de seguridad alimentaria.

## **Materiales y Métodos**

El presente trabajo se llevó a cabo en el periodo de octubre 2013 a febrero del 2014, en el invernadero del área de agricultura orgánica, ubicado en el establo lechero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, calzada Antonio Narro 1923, colonia Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, El invernadero cuenta con una orientación Norte-Sur. Tiene una temperatura mínima de 12°C y una máxima de 35°C, la una humedad relativa es de 45%. Se estableció un almacigo en una charola de unicel que contendrá lombricomposta mezclada con suelo (2:1), se colocaron las semillas manualmente a una profundidad de 5 mm y se regaron, cuando las plántulas tenían una altura de 10 cm se trasplantaron en macetas con 4 kg de suelo cada una, con el suelo que hay en el área orgánica (feozemcalcárico) y previamente regadas, las macetas estuvieron dentro del invernadero, después de dos días de haber regado se aplicaron las fertilizaciones correspondientes. Los tratamientos orgánicas fueron fertilizadas con 20cm<sup>3</sup> cada maceta con las diferentes compostas y el tratamiento de fertilizantes químicos fueron fertilizadas con una solución Steiner para maceta que tuvo: KNO<sub>3</sub> 18.19 gr, Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 21.23 gr, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 4.08 gr, Ácido sulfúrico 4.96 ml, Micronutrientes (Ultrasolmicromix) 2.1 g. Se realizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial, donde el factor A son los tratamientos y el factor B localización de la hoja en la planta y cuatro repeticiones. El análisis se llevó acabo en el programa SAS ver 9.1.3 (Littell et al., 1998). El tratamiento 1 fue con 20cm<sup>3</sup> de composta de residuos de cocina, el tratamiento 2 con 20cm<sup>3</sup> de lombricomposta de bovino de leche, el tratamiento 3 con 20cm<sup>3</sup> de composta de frutas, el tratamiento 4 fue el testigo, el tratamiento 5 fue el de aplicación de solución nutritiva Steiner para maceta, y el tratamiento 6 fue el de lombricomposta de bovino y líquido de lombriz. Las variables que se evaluaron fueron las siguientes, para evaluar el contenido de nitratos en partes por millón (ppm): en la hoja y en los perfiles de la hoja (parte inferior de la hoja y parte superior de la hoja), el análisis se hizo en el laboratorio de pedología del departamento de ciencias del suelo, con el medidor de nitratos TwinNO<sup>3</sup> marca HORIBA. Se tomaron dos hojas exteriores de la lechuga (hojas de afuera) y dos hojas interiores (hojas de adentro), cada hoja será dividida por el color verde fuerte de la hoja (parte superior de la hoja) y verde pálido (parte inferior de la hoja) para saber en qué parte de la hoja se encuentran más nitratos, se lavaron con agua destilada y se cortaron con un



cuchillo de plástico y una plataforma de vidrio de 20cm x 20cm, después de esto se introdujeron las hojas cortadas en una jeringa desechable de 60mm para extraer el jugo, para luego colocar el jugo en el medidor de nitratos. Una vez teniendo los datos de la cantidad de nitratos en las hojas de lechuga servirán para saber cuál tratamiento es el que aporó menos cantidad de nitratos.

## Resultados y Discusión

Al hacer un diagnóstico de los factores A y B, se evaluó el comportamiento de nitratos y se encontraron diferencias significativas para el factor A y la interacción en hoja verde fuerte (Cuadro 1). Se presentan todas las combinaciones de tratamientos de A y B, en los cuales se encuentran diferencias significativas.

Cuadro 1. Resultado de la variable respuesta con el análisis de los factores A y B en hoja verde fuerte.

análisis de varianza	Gl	sc	Cm	f	p>f
factor a	5	2342354	468470.8125	4.1684	0.005
factor b	1	98554	98554	0.8769	0.642
interacción	5	5686642	1137328.375	10.1199	0
error	36	4045870	112385.2813		
total	47	12173420			
C.V. = 54.59%					

C.V. = COEFICIENTE DE VARIACION \*\* ALTAMENTE SIGNIFICATIVO

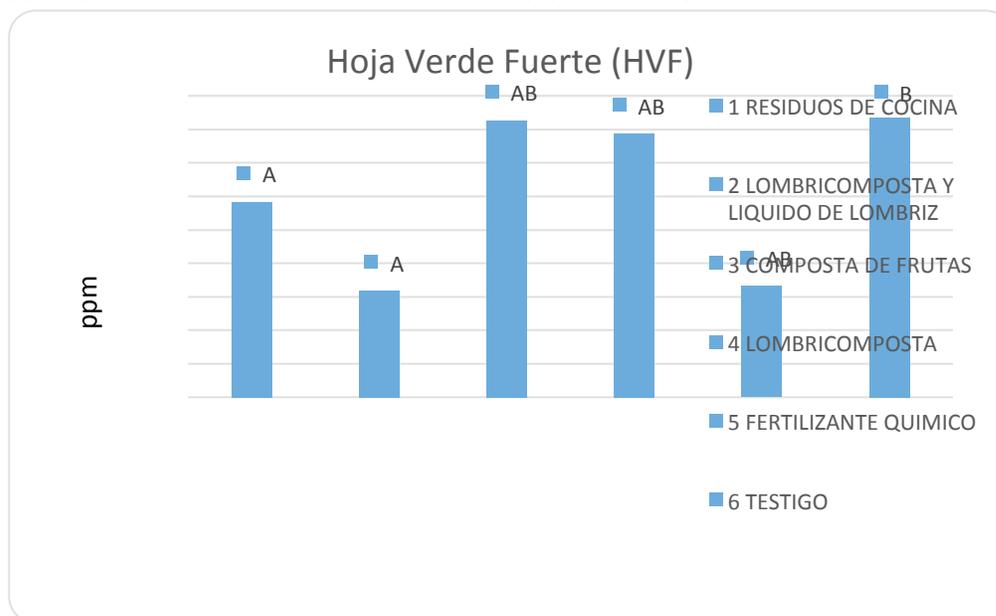


Figura 1. Concentración de nitratos en hoja de lechuga verde fuerte en los tratamientos evaluados.



Cuadro 2. Resultado de la variable respuesta (nitratos) con el análisis de los factores A y B en hoja verde pálido

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	3903158	780631.625	4.1024	0.005
TIPOS DE HOJA	1	34668	34668	0.1822	0.675
INTERACCIÓN	5	5666828	1133365.625	5.9562	0.001
ERROR	36	6850248	190284.6719		
TOTAL	47	16454902			
C.V. = 58.29%					

C.V.= COEFICIENTE DE VARIACION \*\* ALTAMENTE SIGNIFICATIVO.

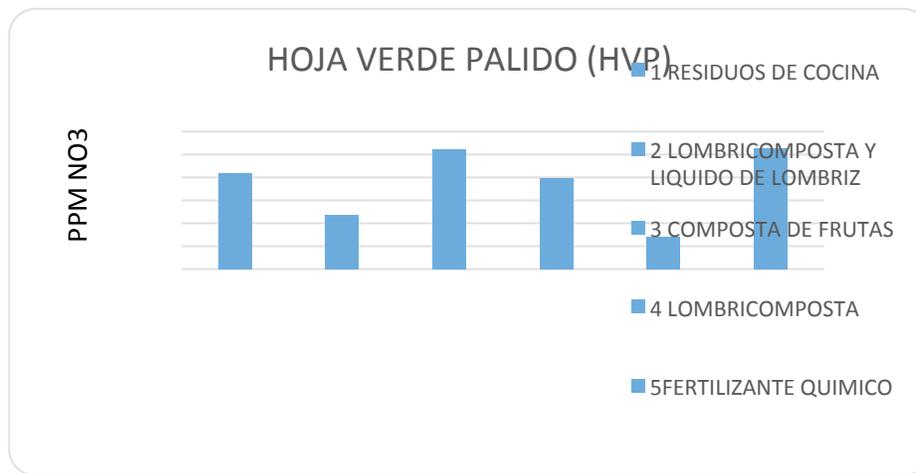


Figura 2. Concentración de nitratos en hoja de lechuga pálido fuerte en los tratamientos evaluados.

## Conclusiones

Con este estudio fue posible determinar que ninguno de los sustratos orgánicos sobrepasó los límites de nitratos de la seguridad alimentaria. El empleo de abonos orgánicos en el cultivo de lechuga resultó conveniente para bajar el contenido de nitratos en las lechugas, sin embargo se debe seguir investigando este tipo de abonos, y dosis para obtener lechugas de mejor calidad alimentaria.

## Bibliografía

- AESAN. 2011. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Evaluación de riesgo de la exposición de lactantes y niños de corta edad a nitratos por consumo de acelga en España. Madrid, España. 88pp.
- Alcalá, A., N. Fernández y C. Aguirre. 2000. Respuesta del cultivo de lechuga (*Lactucasativa* L.) a la fertilización nitrogenada. Instituto agrotécnico "pedro fuentes godó". Facultad de ciencias agrarias, UNNE, argentina. 4pp.
- Añez, B. y Espinoza W. 2001. Respuestas de la lechuga y del repollo a la fertilización química y orgánica. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 80pp.
- Aruani, M., P. Gili, L. Fernández, R. González, P. Reeb y E. Sánchez. 2008. Utilización del nitrógeno en diferentes manejos de fertilización en lechuga (*Lactucasativa* L.) y su efecto sobre algunas variables biológicas del suelo. Río Negro, argentina. 11pp



- Below, E. 2002. Fisiología, nutrición y fertilización nitrogenada del maíz. Informaciones agronómicas No. 54. Brasil. 7pp.
- Constantini, A., A. Segat, D. López y H. polli. 1998. Efecto de diferentes fertilizantes sobre el carbono de biomasa microbiana, respiración y rendimiento bajo cultivo de lechuga. Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiología (embrapa-CNPAB). Brasil. 76pp.
- Constantino, F. y Vázquez T. 2006. Origen de los nitratos y nitritos y su influencia en la potabilidad de las aguas subterránea. Cuba. 10pp.
- Diario oficial de las comunidades europeas. 2011. Reglamento (CE) n o 1881/2006. Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. Europa. 20pp.
- ELIKA. 2009. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria. Álava, España. 11pp.
- FONAG. 2010. Fondo para la Protección del Agua. Abonos orgánico, protegen el suelo y garantizan la alimentación sana. Ecuador. 25pp
- Gaviola, S. 1996. Factores de manejo que inciden sobre la calidad de las hortalizas. UNC. Mendoza, Argentina. 15pp.
- Granstedt, R. y Huffaker R. 1982. Identification of the leaf vacuole as major nitrate storage pool. Plant physiology. Montgomery, USA. 413pp.
- Gros, A. 1976. Abonos, guía práctica de la fertilización. Vol. 1. Edición 6. Ediciones mundi-prensa, Madrid, francia. 585pp
- Hill, M. J. 1990. Nitrates and nitrites from food and water in relation to human disease. En: Ellis wood (ed.) food science and technology. London, 193pp
- Jairo, R. 2007. Manual práctico: el A, B, C, de la agricultura orgánica y harina de rocas. Managua, Nicaragua. 260pp.
- JECFA, 2002. Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios. Nitrate and Nitrite. Evaluation of Certain Food Additives. Fitty-ninth report of the joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Who Technical Report. 75pp
- Leanza, N. y Parente R. 2005. Presencia de nitratos en el agua subterránea del norte de Bonaerense. UTNFRD. Centro de investigación y desarrollo en energía y ambiente. Buenos aires, argentina.
- Littell, R.C., p.r.henry, and c.b. ammerman. 1998. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. J. anim. Sci. 76: 1231pp.
- Lizaso, J. y Almudena A. 2001. Nitritos, nitratos y nitrosaminas. Fundación Ibérica para la seguridad alimentaria. Tres cantos, parís. 7pp
- Merino, D. y Ansorena J. 1990. Recomendaciones para el cultivo de hortalizas con bajo contenido de nitratos. España. 11pp.
- Ministry of Agriculture, Food and Fisheries, MAFF. 1999. Nitrate in lettuce and spinach. Food surveillance information sheet 177. 11pp.
- Muro, J., L. Irigoyen, y C. Iamfsuf. 1997. Acumulación de nitratos en hortalizas de hoja. Universidad pública de navarra. Sevilla. 6pp.
- Orús, p. y Sin L. 2006. Fertilización nitrogenada. Gobierno de Aragón, agricultura y alimentación. Talleres editoriales cometa S.A. Aragón, España. 197pp.
- Parks, S. 2008. Nitratos y nitritos en hortalizas. Red hidroponía. Boletín No. 39. Lima, Perú. 5pp.
- Pérez, C. y Pacheco A. 2004. Vulnerabilidad del agua subterránea a la contaminación de nitratos en el estado de Yucatán. FIUADY. Yucatán, México. 10pp.
- Pacheco, A., R. Pat, y A. Cabrera. 2002. Análisis del ciclo del nitrógeno en el medio ambiente con relación al agua subterránea y su efecto en los seres vivos. FIUADY . Brasil. 9pp.
- Puente, S., C. Reig, C. Santana, J. Casso y M. Penela. 2008. Crisis aguda de cianosis en un lactante. Servicio de pediatría. Hospital general de Segovia. Madrid, España. 127pp.
- SAGARPA, 2010. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Abonos orgánicos. Ficha técnica. No. 6. Texcoco, Mexico. 8pp.
- Sánchez. T. M. 2009. Evaluación de la calidad de lechuga (*Lactucasativa* L.) respecto a su contenido de nitratos y materia seca. Revista de la facultad de agronomía, UNL Pam. Santa rosa, Argentina. 8pp
- SEMARNAT, 2010. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Huerto familiar biointensivo. Tlalpan, México, D.F. 44pp.
- Yupis, V., O. Fundora, C. Pereira y T. Crespo. 1999. La contaminación ambiental por el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de tomate. Facultad de ciencias agropecuarias “Félix Varela”. Villa clara, Chile. 8p.





## RESPUESTA AGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE CHILE (*Capsicum annuum* L.) EN SUELO TRATADO CON ESTIÉRCOL SOLARIZADO

Cuevas-Alvarado, N.<sup>1</sup>; Flores-Margez, J.P.<sup>2\*</sup>; Osuna-Ávila P.<sup>2</sup>; Corral-Díaz B.<sup>2</sup> y  
Olivas-Enríquez. E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante del Programa de Biología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez Chihuahua.

<sup>2</sup> Docentes e Investigadores, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez Chihuahua, México.  
Anillo Envolvente PRONAF y Estocolmo s/n. Zona PRONAF. C.P. 32310. Tel. +52(656)-6881800, ext.1978.

\* Autor responsable: [juflores@uacj.mx](mailto:juflores@uacj.mx).

### Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del estiércol solarizado y sin solarizar en el desarrollo y producción de plantas de chile jalapeño, chilaca y cayene. El experimento se realizó en invernadero durante 2013. Los tratamientos constaron en macetas con 4kg de suelo y una dosis de 40t/ha de estiércol solarizado o sin solarizar aplicado solo una vez al iniciar el experimento. El rendimiento de frutos de chile fue mayor significativamente en el estiércol sin solarizar y no se observó diferencia estadística en el rendimiento del control y estiércol solarizado. El peso total de planta y el contenido de clorofila en promedio fueron mayores significativamente para el estiércol sin solarizar. La altura de planta fue mayor significativamente en el chile Cayene, seguido por Chilaca y Jalapeño, lo cual se consideró obvio por el tipo de planta. La cantidad de flores producidas fue mayor significativamente en el tipo jalapeño. Se recomienda evaluar dosis mayor de estiércol solarizado y diferente tipo de suelo.

### Palabras clave:

Estiércol solarizado, Plantas del genero *Capsicum*, Produccion de frutos

### Introducción

Después de China, México es el segundo productor a escala mundial de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) (Azofeifa et al., 2008). En México, la producción crece a un ritmo entre 9.5 y 12% anualmente, se siembran alrededor de 168 mil hectáreas de chile que producen 1.44 millones de toneladas de fruto y generan divisas del orden de 300 millones de dólares. En el estado de Chihuahua, entre los años de 1999 y 2001 se cosecharon alrededor de 20,530 hectáreas de chile, que lo hace uno de los cultivos que más impactan la economía agrícola del estado al aportar 928 millones de pesos que representan 11% del valor total de la agricultura estatal bajo riego (Lujan et al., 2011). Por otro lado, el norte de Chihuahua se caracteriza como cuenca lechera y solo en el Valle de Juárez se estima una producción de 138 millones de toneladas de estiércol al año con base en un promedio de estiércol fresco por cabeza. El estiércol bovino puede ser utilizado en suelos agrícolas como abono orgánico mediante un reciclamiento natural, ya contiene cerca del 1.5% de nitrógeno y ha sido utilizado desde tiempos remotos como fertilizante, y su influencia sobre la fertilidad del suelo



ha sido demostrada, sin embargo el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo, presentan variaciones según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad (Flores et al. 2008; Flores et al., 2013a; Flores et al., 2013b). Desafortunadamente, en casos limitados, el estiércol directo aplicado sin tratamiento desinfectante ha sido señalado como transmisor de patógenos en hortalizas frescas, por lo que se recomienda tratarlo antes de su utilización en los cultivos. Los dos tipos de tratamiento de estiércol más importantes son el compostaje y la solarización. En ambos casos, el calor generado durante el proceso elimina una gran cantidad de microorganismos patógenos presentes en el material (Vázquez et al., 2011). El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del estiércol bovino solarizado en la producción de frutos de *Capsicum annum* L. en condiciones de invernadero.

## Materiales y Métodos

El experimento se realizó en el invernadero del Instituto de Ciencias Biomédicas de la UACJ en el periodo de Mayo a Octubre de 2013 que corresponde al periodo de crecimiento Primavera-verano. Se realizó un diseño experimental completamente al azar en donde se establecieron 72 unidades experimentales con 9 tratamientos y 8 repeticiones (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Repeticiones	Sustratos	Tipo de chile
1	8	Sin estiércol	Jalapeño
2	8	Sin estiércol	Chilaca
3	8	Sin estiércol	Cayenne
4	8	Estiércol sin solarizar	Jalapeño
5	8	Estiércol sin solarizar	Chilaca
6	8	Estiércol sin solarizar	Cayenne
7	8	Estiércolsolarizado	Jalapeño
8	8	Estiércolsolarizado	Chilaca
9	8	Estiércolsolarizado	Cayenne

### Preparación de los tratamientos

Se utilizaron semillas certificadas de *Capsicum annum* L. de la variedad jalapeño, chilaca y cayenne. Se agregó peatmoss en vasos de poliestireno de 8 Oz y se sembraron cinco semillas por vaso de la misma variedad para obtener 100 plantas de cada variedad, los vasos con las semillas fueron regados cada cuatro días durante dos meses, hasta saturar el sustrato. Posteriormente, las plantas se trasplantaron a macetas de plástico, para ello se prepararon las macetas con 4 Kg de suelo y una dosis de estiércol de 40 t/ha de estiércol para los tratamientos de estiércol solarizado y sin solarizar, y se incluyó un control con solo suelo. Previo al trsaplante, se eligieron las mejores plántulas conforme uniformidad por altura, número de hojas, color y grosor del tallo. Cuidadosamente se extrajeron las plantas del sustrato removiendo el *peatmoss* con agua, teniendo precaución de no trozar la raíz. Se trasplanto una planta de chile por maceta de acuerdo al diseño previamente establecido. Las macetas fueron regadas conforme se requirió en intervalos de cuatro a seis días, en forma paralela se realizaron anotaciones sobre respuesta de las plantas en coloración de hojas, marchitamiento o si presento algún tipo de plaga o enfermedad. La altura de las plantas fue tomada cada siete días durante dos meses, se consideró desde la base de la planta hasta el punto de crecimiento máximo. Se registró el número de flores producido por planta cada siete días durante cuatro meses, con la misma frecuencia se registró el número de frutos producidos. Al final del experimento, la clorofila fue medida utilizando un analizador portátil SPAD, se tomó el dato de



tres hojas por planta tomando en cuenta solo la parte superior de planta. Se realizó un conteo de hojas y ramas final para representar el número total que presentó cada planta hasta la cosecha. Se realizaron tres cortes de frutos o cosechas durante el experimento, en la cuales se retiraban de la planta solo los frutos maduros. En el caso de chile jalapeño, el indicativo fue el surgimiento de estrías a lo largo del fruto, mientras en chile cayenne y chilaca fue observar el cambio de color de verde a rojo. Cada fruto fue colectado y depositado en una bolsa de papel indicando el número de cosecha, fecha y la unidad experimental del cual fue extraído. Se tomó el dato de peso y longitud de cada chile, para lo cual fue utilizada una balanza analítica y un regla. Los frutos posteriormente fueron confinados en un cuarto frío. El análisis de las variables obtenidas se llevó a cabo mediante análisis de varianza, y una prueba de promedios con la técnica de Tukey, el programa de computación que se utilizó para los análisis mencionados es el SPSS versión 19.0.

## Resultados y Discusión

El contenido de clorofila, peso de planta y rendimiento de frutos fueron diferentes significativamente entre tipos de sustrato (estiércol solarizado y sin solarizar), así como las variables altura de planta, número de flores y frutos fueron diferentes significativamente entre tipos de chile, mientras que para la interacción sustrato por tipo de chile no se detectó efecto significativo (Cuadro 1). Dado que no se detectó efecto de la interacción sustrato por tipo de chile, enseguida se presentan solo los promedios de las variables para los tipos de chile y tipos de sustratos por separado.

La altura de planta fue mayor significativamente ( $p < 0.05$ ) para el tipo de chile Cayene, seguido por Chilaca y Jalapeño, lo cual se consideró evidente por el tipo de fenología de cada tipo de chile (Figura 1). La producción de flores por planta resultó mayor significativamente ( $p < 0.05$ ) en el tipo jalapeño, mientras que Cayene y Chilaca mostraron la misma cantidad de flores. La respuesta del número de flores coincidió con la producción de frutos para los mismos tipos de chile. La producción de biomasa total se consideró como peso de planta total sin considerar los frutos, al respecto el tipo de chile Cayene fue mayor en peso significativamente. El promedio mayor de rendimiento de frutos ( $p < 0.05$ ) fue para los tres tipos de chile con estiércol sin solarizar (Figura 2), mientras que no se detectó diferencia significativa entre el control y el tratamiento con estiércol solarizado. Una respuesta similar se observó para el promedio del peso total de planta y el contenido de clorofila.

Cuadro 1. Análisis de varianza para las variables agronómicas registradas en el experimento de sustratos y tipos de chiles en condiciones de invernadero. 2013.

Factor de Variación	G.L.	Altura	Flores	Frutos	Clorofila	Peso Plt.	Rend.
<b>Sustrato</b>	2	0.092 <sup>z</sup>	0.566	0.621	0.000	0.000	0.002
<b>Tipo de Chile</b>	2	0.000	0.000	0.000	0.306	0.306	0.965
<b>Sustrato x Chile</b>	4	0.510	0.884	0.643	0.623	0.324	0.945

<sup>z</sup> Nivel de significancia observado ( $P > F$ : \*, \*\*)

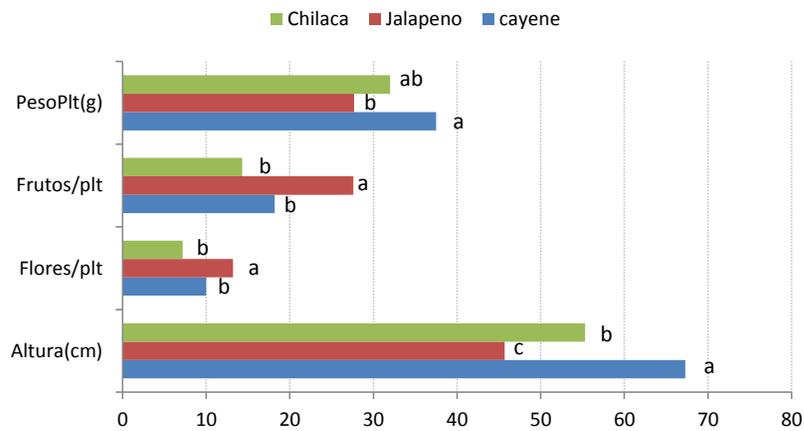


Figura 1. Promedios de las variables agronómicas registradas en tres tipos de chile evaluados en condiciones de invernadero, 2013. Promedios con letras iguales no son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

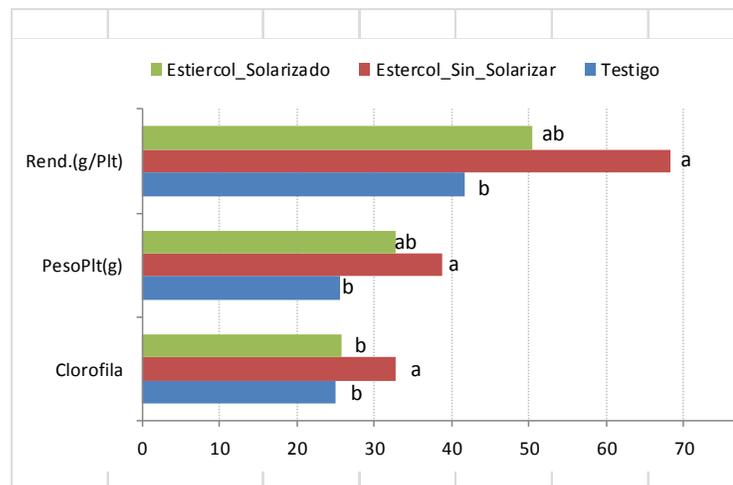


Figura 2. Promedios de las variables agronómicas registradas en plantas de chile cultivadas en tres tipos de sustratos en condiciones de invernadero, 2013. Promedios con letras iguales no son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

## Conclusión

El rendimiento mayor significativamente de frutos de chile fue para el tratamiento de estiércol sin solarizar en la dosis de 40 t/ha. No se detectó diferencia estadística en rendimiento para el control y el tratamiento con estiércol solarizado. También, el promedio del peso total de planta y el contenido de clorofila fueron mayores significativamente en el estiércol sin solarizar. Otra variable agronómica evaluada como altura de planta fue mayor significativamente en el chile Cayene, seguido por Chilaca y Jalapeño, lo cual se consideró obvio el tipo de planta. La cantidad de flores producidas fue mayor significativamente en el tipo jalapeño. Se recomienda evaluar dosis mayor de estiércol solarizado y diferente tipo de suelo.



## Bibliografía

- Azofeifa-Moreira, M. 2008. Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. CV. HOT.) en Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 31(1):19-29.
- Flores, M.J.P.; Sotomayor, V.; Corral, B. 2008. Nitrógeno mineralizable de estiércol bovino lechero en suelo cultivado con algodónero. *Ciencia en la Frontera* (6):119-131.
- Flores, M.J.P.; M. García R.; E. Olivas E.; P. Osuna A.; B. Corral D.; y E. Salazar S.; 2013a. Disponibilidad de nitrógeno y fósforo en suelos tratados con estiércol y agua residual en el cultivo de rábano. *Ciencia en la Frontera* (11):37-51.
- Flores, M.J.P.; C. Valero C.; P. Osuna A.; B. Corral D.; M. K. Shukla; E. Salazar S. 2013b. Textura de suelo y tipo de agua de riego en la disponibilidad de fósforo de estiércol bovino. *Terra Latinoamericana*. 31:211-220.
- Lujan, M.; Chávez N. 2003. El arreglo topológico y su efecto en el crecimiento desarrollado y la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). *Revista fitotecnia mexicana* 26(2):81-87.
- Vázquez C.; García J.; Dimas J.; Valdez R.; Salazar E.; Orona I.; Gallegos M.; Preciado P. 2001. Aplicación de estiércol solarizado al suelo y la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). *Revista Chapingo* (1):69-74.





## CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE SUELO CON APOORTE DE ABONOS ORGÁNICOS DE RESIDUOS VEGETALES Y PECUARIOS

Díaz-Ávila E.<sup>1</sup>; Hernández-Rodríguez A.<sup>1\*</sup>; Sánchez-Rosales R.<sup>1</sup>, Pinedo-Álvarez A.<sup>1</sup>; Rivera-Figueroa C.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Ciudad Universitaria S/N C.P. 31310 Chihuahua, Chihuahua, México.

\*Autor responsable: [aernande@uach.mx](mailto:aernande@uach.mx); Tel. +52(614)-4391810

### Resumen

El uso de residuos vegetales y pecuarios como fuente de nutrientes para el suelo puede representar una alternativa viable, además de evitar un grave deterioro del agro ecosistema. El presente estudio se realizó en el 2013 en un invernadero de FACIATEC, UACH. Se evaluó el aporte en suelo de los macronutrientes: N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P, K, Ca, Mg y Na, a partir de cuatro compostas elaboradas con estiércol de vaca, estiércol de gallina, aserrín y esquilmos de maíz; se comparó con urea como fertilizante sintético y un control sin fertilizante. El análisis estadístico consistió en un diseño completamente aleatorizado. El análisis de varianza se realizó con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) 8.2, para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ). En el caso de las concentraciones de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y P<sup>=</sup>, se observó que los tratamientos a base de gallinaza superaron significativamente a los que contenían bobinaza, en tanto que las compostas a base de aserrín afectaron significativamente el contenido de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, superando a las que contenían esquilmos de maíz. La concentración de Ca<sup>++</sup> y Mg<sup>++</sup> en suelos donde se aplicaron compostas fue menor, con respecto a aquellos tratados con fertilización inorgánica. Lo anterior sugiere que el uso de abonos orgánicos a base de residuos pecuarios y vegetales posee potencial para su aplicación en la agricultura con fines de fertilización.

### Palabras clave

Macronutriente, residuos pecuarios, residuos vegetales.

### Introducción

Los paquetes tecnológicos de la agricultura moderna han impactado sobre el aumento en los rendimientos de un cultivo, pero se les atribuyen pérdidas de miles de hectáreas de suelos agrícolas como resultado del monocultivo, deterioro y aparición de patógenos (Cruse, 2012). Dicha tecnología, es la responsable de la eutrofización de las aguas dulces y marinas, del incremento de las concentraciones de nitratos en las aguas subterráneas y superficiales (Tarigo *et al.*, 2004), así como de residuos de pesticidas en el suelo, el agua y los alimentos. La incorporación de abonos orgánicos, en la cama de siembra, es una práctica asociada a incrementos en el rendimiento (Michel, 2010). Un abono orgánico es todo material de origen orgánico utilizado para la fertilización de cultivos y como mejorador de suelos (Soto y Meléndez, 2003). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el aporte de macronutrientes



mediante compostas elaboradas con diversos residuos orgánicos, comparado con la utilización de un fertilizante inorgánico.

## Materiales y Métodos

### Ubicación del experimento.

El experimento se estableció en un invernadero en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

### Diseño experimental.

El diseño utilizado fue completamente aleatorizado con diez tratamientos de fertilización y cinco repeticiones. La unidad experimental estuvo representada por una maceta de 6 L de capacidad. Los tratamientos consistieron de ocho fertilizaciones a base de 4 compostas a dos dosis, otro con urea como fertilizante químico y un control sin fertilizante. Las compostas, de 25 semanas de transformación, se elaboraron con diversas mezclas de estiércol de gallina (G), estiércol de vaca (B), aserrín (A) y esquilmos de maíz (E). Las características de las compostas utilizadas se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de las cuatro compostas utilizadas como fuente de fertilización orgánica.

Mezcla		C	N	C/N	P	K	Ca	Mg	Na	NO <sub>3</sub>	Cu	Fe	Zn	Mn	pH
		%					%			mg kg <sup>-1</sup>					
Gallinaza y aserrín	GA	10.9	2.3	4.9	0.11	1.4	6.1	0.72	0.42	1190	56	1633	277	378	7.8
Bovinaza y aserrín	BA	17.8	1.4	12.9	0.02	0.5	2.0	0.30	0.21	1421	87	1326	67	192	8.1
Gallinaza y esq. de maíz	GE	13.4	2.1	6.5	0.11	2.3	2.2	0.60	0.34	1473	48	1662	244	381	7.9
Bovinaza y esq. de maíz	BE	14.0	1.6	8.6	0.02	1.9	5.3	0.89	0.44	1279	93	1640	96	243	9.7

Las dosis de composta fueron: 35 y 75 t ha<sup>-1</sup>, según lo recomendado por Castellanos *et al.* (2000), para llevar el suelo utilizado a un contenido medio y alto en materia orgánica, 2.0 y 3.0 % respectivamente, partiendo de un contenido de 1.14% y una textura, franco arenosa en este caso. La dosis de urea (U) fue de 200 k ha<sup>-1</sup>. Los tratamientos y dosis se presentan en el Cuadro 2. Las compostas y fertilizante se aplicaron durante la siembra de maíz azul. La cosecha tuvo lugar 130 días posteriores a la siembra, momento en que se realizó el muestreo de suelo.

Cuadro 2. Tratamientos con fertilización orgánica e inorgánica (clase y dosis, t ha<sup>-1</sup>).

Tratamiento	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>
Clave	GA 35	GA 75	BA 35	BA 75	GE 35	GE 75	BE 35	BE 75	U 200	C
Dosis (t ha <sup>-1</sup> )	35	75	35	75	35	75	35	75	0.2	0

**Variables evaluadas.** Concentración de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, por el método de Brucina y espectrofotometría UV-visible; elementos mayores K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup> y Na<sup>+</sup> mediante acetato de amonio y espectrofotómetro de absorción atómica; P con el método vanadato-molibdeno de amonio y análisis mediante espectrofotometría UV-visible.



## Resultados y Discusión

Los resultados en el Cuadro 3 mostraron cambios significativos en las concentraciones del total de los nutrientes evaluados (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P<sup>=</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup> y Na<sup>+</sup>).

Cuadro 3. Comparación de medias y grupos de significancia\* de macronutrientes de suelo fertilizados con fuentes orgánicas e inorgánicas.

Tratamientos	Claves	NO <sub>3</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	P (kg ha <sup>-1</sup> )	K (mg kg <sup>-1</sup> )	Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	Na (mg kg <sup>-1</sup> )
T <sub>1</sub>	GA-35	1307.6 ab	98.0 abc	1212.5 a	1342.5 b	212.5 bcd	2.87 a
T <sub>2</sub>	GA-75	1489.8 a	123.6 a	1240 a	1302.5 b	207.5 abc	2.91 a
T <sub>3</sub>	BA-35	1464.2 a	48.4 cde	1105 ab	1220.0 b	165.0 e	3.11 a
T <sub>4</sub>	BA-75	1676.6 a	79.1 abcd	1130 ab	1270.0 b	200.0 cde	3.12 a
T <sub>5</sub>	GE-35	1220 abc	116.7 ab	1060 ab	1150.0 b	175.0 de	3.11 a
T <sub>6</sub>	GE-75	703.8 cd	116.7 ab	1232.5 a	1105.0 b	192.5 de	3.06 a
T <sub>7</sub>	BE-35	534 d	45.5 cde	1227.5 a	1205.0 b	172.5 de	3.05 a
T <sub>8</sub>	BE-75	820.1 bcd	46.3 cde	1267.5 a	4420.0 a	272.5 a	1.85 b
T <sub>9</sub>	U-200	830.9 bcd	23.1 de	840 b	4117.0 a	242.5 abc	1.77 b
T <sub>10</sub>	C	471.3 d	18.2 e	777.5 b	4215.0 a	252.5 ab	1.26 c
<b>Valor crítico Tukey</b>		566.5	59.4	365.9	594.2	44.4	0.51

\*En cada columna letras iguales indican mismo grupo de significancia. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

Las concentraciones más altas de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P, K y Na se registraron en los tratamientos: BA 75, GA 75 y BE 75. Para Ca y Mg, las medias del testigo se encontraron entre las tres más altas registradas. Estos resultados demuestran una mejora sustancial en las concentraciones de los nutrientes evaluados, lo que es consecuente a la aplicación de compostas obtenidas de estiércol con residuos vegetales, lo que coincide con lo señalado por diversos investigadores (Blackmer, 1992; Magdoff, 1991). Además, el testigo mostró las medias más bajas para N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P<sup>=</sup>, K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup>. Las respuestas observadas en el presente estudio, coinciden con lo mencionado por diversos investigadores, con incrementos significativos en nutrientes. López *et al.* (2001), reportaron valores de N de 2.18 y 1.80%, cuando se aplicaron abonos orgánicos elaborados a partir de gallinaza y bovinaza. Apolinar (2006) aplicó abonos a base de aserrín-composta en suelo cultivado con tomate y reportaron mejoras en las propiedades físico-químicas del suelo. El contenido de P en los tratamientos GA35 y GA75, sobrepasaron a BA35 y BA75. Estudios similares, donde se utilizó estiércol de bovinos sin mezclar con aserrín, reportaron concentraciones de P entre 16.54 y 38.10 mg kg<sup>-1</sup> (Jiménez *et al.*, 2004), muy por debajo a los que aquí se encontraron; esto sugiere un efecto significativo positivo de la interacción estiércol y aserrín. Pérez *et al.* (2008) registraron una concentración de 247.45 kg ha<sup>-1</sup> de P con compostas elaboradas a partir de mezclas de gallinaza y bovinaza, valores que superan casi en un 60% a los resultados presentados en este trabajo. Se ha descrito que la aplicación de dosis altas de abonos orgánicos elaborados con estiércol y residuos vegetales aumentó la concentración y disponibilidad de P (Millaleo *et al.*, 2006), dichos autores observaron un



aumento significativo en la biomasa del follaje y en la disponibilidad de varios nutrientes para los cultivos. Para K, ocho de los 10 tratamientos comparados presentaron significancia con las medias más altas. Arrieche (2008) reportó un promedio de 278.8 mg kg<sup>-1</sup> en la concentración de K, aportación alcanzada con las compostas elaboradas con gallinaza y cachaza, estos valores fueron inferiores a los registrados en este estudio. Para Ca, en estudios realizados por Olivares *et al.*, (2012), utilizando estiércol de vacunos mezclado con aserrín, reportaron una aportación al suelo promedio de 4,500 mg kg<sup>-1</sup>, similar al de algunos resultados de este estudio. Sin embargo, los resultados del presente trabajo difieren con lo reportado por Gilces y Moreno (1993), quienes señalaron que la gallinaza es una excelente fuente de Ca. Las concentraciones medias de Mg en los diversos tratamientos no coincidieron con los hallazgos de Olivares *et al.* (2012), quienes al aplicar compostas a base de estiércol y aserrín estimaron un promedio de 5,200 mg kg<sup>-1</sup>, valor mayor al mejor tratamiento del presente trabajo. Cortés *et al.* (2008) reportaron de 604 a 797 mg kg<sup>-1</sup>, con fertilizantes a base de estiércol de bovinos, superior a lo presentado en el Cuadro 3. Brito *et al.* (2004), y Rodrigo (1998), señalaron que valores entre 100 a 150 mg kg<sup>-1</sup> de Mg, son adecuados para un suelo franco-arenoso, como el que se utilizó en este estudio; por lo antes expuesto, pueden considerarse aceptables los valores obtenidos en este ensayo. La concentración media del Na difiere de lo observado en otros estudios (Olivares *et al.*, 2012), donde se aplicó una combinación de estiércol y aserrín, obteniéndose un promedio de 900 mg kg<sup>-1</sup>, valor muy superior al encontrado en este trabajo. Se ha mencionado que el estiércol de bovino, estimuló la actividad microbiana y propició una mayor disponibilidad de nutrientes para la planta (Lincoff, 1981).

## Conclusiones

Cinco de los tratamientos de compostas incrementaron las aportaciones de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, comparados con la fertilización química y con el testigo. La gallinaza presentó un efecto más consistente sobre la concentración de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y P<sup>-</sup> de los suelos, comparada con la bovinaza. Las compostas a base de aserrín presentaron mejor efecto sobre el contenido de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, en comparación con los esquilmos de maíz. La concentración media de Ca<sup>++</sup> y Mg<sup>++</sup>, en los suelos con abonos orgánicos, fue menor con respecto a la fertilización inorgánica. La concentración media de Na en los suelos con abonos orgánicos fue mayor con respecto a la fertilización inorgánica. El suelo reaccionó favorablemente a las incorporaciones de abonos orgánicos, en el mismo ciclo experimental independientemente de la fuente orgánica y dosis empleada.

## Bibliografía

- Apolinar, S. 2006. Índices fisiotécnicos en la productividad de seis híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en cultivos sin suelo en invernadero. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Ex Hacienda de Nazareno, Xoxocotlan, Oaxaca México. 107 p.
- Arrieche, L. I. 2008. Efecto de la fertilización orgánica y química en suelos degradados cultivados con Maíz (*Zea mays* L.) en el estado Yaracuy, Venezuela. Universidad de Valladolid. Departamento de Agrociencias forestales. p 71.
- Brito, G., Arrieche I., Bisbal E., Alfonso N., Navas M., Gómez N., Yanes P. 2004. Manual de métodos y procedimientos de referencia (Análisis de suelo para diagnóstico de fertilidad) 2da. Versión. INIA. Venezuela.
- Blackmer, A.M. 1992. Nitrogen needs for corn in a sustainable agriculture. 44th Annual corn and sorghum Research Conference.
- Castellanos, J.Z., Uvalle-Bueno, J.X. y A. Aguilar-Santelises. 2000. Manual de Interpretación de Análisis de Suelos, aguas Agrícolas, Plantas y ECP. Segunda edición. INIFAP-Gto. Chapingo-Edo de México. p. N 1-6. 48,143-145.



- Cortés, J.J. M., Uribe, M.H.R., Valenzuela, S.C. 2008. Resultados con el uso de estiércoles en trigo Valle del Yaqui, Sonora. Seminario sobre uso de abonos orgánicos en la agricultura. Instituto Nacional de Investigaciones forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). p 37-61.
- Cruse, R. 2012. Agriculture: is climate change a serious issue?. IstroCongresos. rohr.info. 3212. Agronomy Iowa State University. Ames Iowa. USA.
- Gilces, E y Moreno, M. 1993. Efecto de la castración y el critorquidismo inducido en el engorde de machos Brahmán mestizos al pastoreo, suplementados con gallinaza y melaza. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootécnica. UTEQ. Quevedo. Ecuador. 50 p.
- Jiménez, L., Larreal, M., Noguera, N. 2004. Efectos del estiércol bovino sobre algunas propiedades químicas de un Ultisol degradado en el área de la Machiques Colón, estado Zulia. Revista de la Facultad de Agronomía versión impresa ISSN 0378-7818.
- Lincoff, G. H. 1981. Field guide to North American mushrooms. Knopf Inc. Nueva York, Pág. 926.
- López, J.D., Díaz, A., Martínez, E., Valdez. R. 2001. Abonos Orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Terra Latinoamericana. 19:293-299.
- Magdoff, F. 1991. Understanding the Magdoff Pre-sidedress nitrate test for corn. J. Prod. Agric. 4: 297-305.
- Michel, R. (2010) Laboratorios A-L de México, S.A. de C.V.
- Millaleo, M.R., Montecinos U.C., Rubio H.R., Contreras N.A, Borie B.F. 2006. Propágulos Micorrícicos Arbusculares en un suelo volcánico del centro sur de Chile. Universidad de La Frontera, Casilla 54-D, Temuco, Chile. R.C.Suelo Nutr. Veg. 6 (3):26-39.
- Olivares, MA., Hernández, A., Vences, C., Jáquez, JL., Ojeda, D. 2012. Lombricomposta y Composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. Universidad y Ciencia. 28(1):27-37.
- Pérez, A., Céspedes, C. y Núñez, P. 2008. Caracterización Física-Química y Biológica de Enmiendas Orgánicas Aplicadas en la producción de cultivos en la República. R.C.Suelo Nutr. Veg. J. Soil Sc. Plant Nutr. 8(4): 10-29.
- Rodrigo, L.S. 1998. Análisis de suelos y material vegetal para micronutrientes. En: Actualidad y futuro de los micronutrientes en la agricultura. Editor Francisco Silva M. ISBN: 958-96518-0-1. Bogotá D.C. Colombia. Pp: 47-56.
- Soto, G. y Meléndez, G. 2003. Cómo medir la calidad de los abonos orgánicos. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Journal of Environmental. Sección Agricultura Orgánica. Agricultura Ecológica CATIE. Costa Rica. No. 72 p. 91-97.
- Tarigo, A., Repetto C. y Acosta D. 2004. Evaluación Agronómica de Biofertilizantes en la Producción de Lechuga (*Lactuca sativa*) a campo. Tesis de Licenciatura Universidad de la República Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay.





## EFFECTO DEL USO DE POLIACRILATO DE POTASIO EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA OPTIMIZACION DEL AGUA DE RIEGO EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

Escobosa-García, M.I.<sup>1</sup>; Bali, K.M.<sup>2</sup>; Pérez-Márquez, A.<sup>1</sup>; Cárdenas-Salazar, V.A.<sup>1</sup>; Escoboza- García, L.F.<sup>1</sup>; Román-Calleros, J. A.<sup>1</sup>; Avilés-Marín, S.M.<sup>1</sup>; Araiza-Zúñiga, D.<sup>1</sup>; Núñez -Ramírez, F.<sup>1</sup>; Ruiz-Alvarado, C.<sup>1</sup>, Beltrán, T.

1). Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, México.

2). University of California Cooperative Extension. Holtville, CA. USA

\*Autor responsable: Isabel.escobosa@uabc.edu.mx; Boulevard Delta s/n, Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California, México, tel. +52(686)-193-6913

### Resumen

Los polímeros sintéticos son aditivos con alta capacidad de retención hídrica, además permiten mejorar la eficiencia en el uso del agua. Los tres grupos principales de polímeros co-polímeros de almidón, polivinil alcoholes y poliácridamidas. El objetivo de este estudio fue evaluar el uso de poliácridato de potasio sobre capacidad de retención hídrica y la eficiencia en el uso del agua en suelos arcillosos. Los datos provienen del campo experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California. Para evaluar los polímeros fueron seleccionados dos puntos específicos, se tomaron muestras de suelo a (0-30 y 30-60 cm) de profundidad, en laboratorio se analizaron (n= 144) determinaciones: porcentaje de saturación (% Sat), conductividad eléctrica (CE), potencial de hidrógeno (pH) y sólidos disueltos totales (SST). Los datos fueron analizados bajo la estructura de un diseño completamente al azar en arreglo factorial 4 x 3; 4 tratamientos 0, 5, 10 y 15 partes por millón (ppm) de poliácridato de potasio y a fin de ahorrar agua se recomiendan los tratamientos 10 y 15 ppm de poliácridato de potasio. Es muy importante mencionar que es un comienzo de trabajo en el Valle de Mexicali aplicar para evitar la erosión poliácridato de potasio paquete y alimentos de la pérdida, así como el riego de ahorro de agua; la sugerencia para los productores es trabajar con las universidades para encontrar soluciones a los problemas que existen como la conocemos, la optimización del agua de riego y la pérdida de suelo.

### Palabras Clave:

Erosión, Polímero, Porcentaje de saturación.

### Introducción

El crecimiento acelerado de la población (7.1, 8.5 y 9.6) billones de habitantes en el mundo para 2013, 2015 y 2050, respectivamente; implica una demanda creciente de tierras de cultivo y de agua de riego para satisfacer la demanda de la población por productos agrícolas. Es una grande necesidad en la producción agrícola en el noroeste de México, incluyendo los estados de Baja California y Sonora; mantener niveles de humedad del suelo apropiado, y consistente es uno de los factores más limitantes para proporcionar un crecimiento uniforme y adecuado de las plantas, y altos rendimientos de producción y calidad superior de los cultivos producidos bajo las condiciones de Baja California. Con el objetivo de optimizar el uso de agua de riego se realizaron aplicaciones de poliácridato de potasio en suelo arcilloso.

La utilización de polímeros super absorbentes (hidrogeles), como el poliácridato de potasio,



puede ser una alternativa viable en la reducción y aprovechamiento del agua en la agricultura; estos polímeros tienen la capacidad de absorber grandes cantidades de agua y liberarla de forma controlada y paulatina, al mezclar el hidrogel con el suelo, debido a que se logra aprovechar mejor el agua de lluvia o riego al perderse menor cantidad del vital líquido por filtración, además, se disminuye la evaporación de la misma, se mejora la actividad biológica y la producción del suelo (Rojas, et al, 2006).

### **Materiales y Métodos**

Para el cumplimiento de los objetivos, el trabajo se realizó en campo experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California ubicado en Latitud Norte: 32 ° 24.289 ' y Longitud Oeste 115 ° 11.813 ' en el Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California; de acuerdo a la clasificación americana de suelos el lugar en estudio pertenece a la serie: Fila Fase Pesada; Aquic Haplotorrert, fine, smectitic, hyperthermic, HaplicVertisol (Calcaric, Endogleyic) (Figura 1).



Figura 1. Lugar de muestreo para el análisis

*Muestreo de suelo.* En dos puntos se tomaron muestras de suelo a dos profundidades (0-30 y 30-60 cm). El análisis de laboratorio consistió en aplicar 4 tratamientos: 0, 5, 10 y 15 partes por millón (ppm) de Poliacrilato de Potasio con tres repeticiones para determinar: Porcentaje de saturación (% Sat), conductividad eléctrica (CE), potencial de hidrógeno (pH) y sólidos disueltos totales (SST), con un total de 144 determinaciones. Los polímeros sintéticos, comúnmente llamados superabsorbentes por su alta capacidad de retención hídrica, son aditivos que fueron diseñados para mejorar el establecimiento y el crecimiento vegetal en suelos de ambientes áridos (El Sayed et al., 1991; Johnson & Piper, 1997).

### *Metodología de análisis*

#### *Conductividad eléctrica*

Para determinar la conductividad eléctrica se utilizó un conductímetro Marca YSI M-33. El equipo fue calibrado antes de la toma de lecturas de acuerdo a un procedimiento establecido, utilizando soluciones estándares. Los datos fueron expresados en dS.m<sup>-1</sup> y se multiplicaron por 640 para transformarlos en Total de Sólidos Disueltos (TSD) en mg/L (NOM, 2003).



**Cuadro 1.** Instrumentos analíticos

parámetro	método	unidad	detección límite	sensibilidad	precisión	Exactitude
pH						
Salinidad	CE (Tanji, 1990)	dS.m <sup>-1</sup>	0 - 3.0	0.05	±2%	±5%

*Análisis estadístico.* Los datos fueron analizados bajo la estructura de un diseño completamente al azar en arreglo factorial 4 x 3; 4 tratamientos 0, 5, 10 y 15 partes por millón (ppm) de poliacrilato de potasio con tres repeticiones.

### Resultados y Discusión

**Cuadro 2.** Resultados del Porcentaje de saturación, pH, y Conductividad eléctrica en el perfil 1.

Profundidad cm	Problemas	Poliacrilato de Potasio PPM	Saturación %	pH	Conductividad Eléctrica dS/m
			78.00	7.77	6.18
			72.80	7.78	6
			74.00	7.77	6.1
0-30	L1	0	74.17	7.77	6.083
			74.00	7.89	6.38
			73.00	7.89	6.38
			70.80	8.00	6.8
0-30	L2	5	72.60	7.89	6.8
			66.80	8.08	6.38
			67.20	8.08	6.4
			66.80	8.00	6.38
0-30	L3	10	66.87	8.04	6.388
			67.80	7.89	6.4
			68.10	7.89	6.42
			67.80	8.00	6.4
0-30	L4	15	67.70	7.89	6.408
			73.00	7.78	6.38
			72.70	7.88	6.38
			72.30	7.77	6.8
30-60	L5	0	72.67	7.78	6.813
			71.00	7.88	6.38
			71.00	7.88	6
			70.80	7.88	6.1
30-60	L6	5	71.03	7.83	6.018
			68.80	8.08	6.18
			70.10	8.00	6.28
			68.80	7.88	6.3
30-60	L7	10	69.63	8.01	6.233
			67.80	8.00	6.38
			68.00	8.00	6.4
			68.30	8.01	6.42
30-60	L8	15	67.93	8.00	6.38

**Cuadro 3.** Resultados del Porcentaje de saturación, pH, y Conductividad eléctrica en el perfil 2.

Profundidad cm	Problemas	Poliacrilato de Potasio PPM	Saturación %	pH	Conductividad Eléctrica dS/m
			73.20	7.77	7.24
			73.00	7.80	7.6
0-30	L9	0	73.26	7.78	7.67
			74.00	7.88	6.8
			73.80	7.88	6.88
			73.80	7.88	7
0-30	L10	5	73.67	7.81	6.783
			66.80	7.88	7.18
			67.20	7.80	7.4
			67.80	7.88	7.2
0-30	L11	10	67.07	7.89	7.28
			67.80	7.80	7.38
			67.80	7.88	7.4
			67.80	7.88	7.4
0-30	L12	15	67.63	7.88	7.383
			78.80	7.88	6.18
			78.20	7.88	6.2
			78.80	7.80	6.28
30-60	L13	0	78.83	7.92	6.21
			72.80	7.81	6.3
			73.00	7.80	6.38
			73.00	7.80	6.3
30-60	L14	5	72.87	7.80	6.318
			74.20	7.88	6.38
			73.80	7.80	6.38
			74.00	7.88	6.38
30-60	L15	10	74.00	7.81	6.37
			72.80	7.80	6.18
			73.80	7.81	6.2
			73.80	7.88	6.2
30-60	L16	15	73.20	7.82	6.183



Porcentaje de saturación

Perfil 1.

**Cuadro 4.** Resultados de las comparaciones de medias en el perfil 1, para porcentaje de saturación de muestras de suelo a (0-30 cm) de profundidad, y la aplicación de 4 tratamientos (0, 5, 10 y 15 ppm) de poliacrilato de potasio

Profundidad cm		Tratamientos			
		Partes por millón (ppm)			
		0	5	10	15
	Medias	74.17	72.50	66.87	67.70
0-30	74.17	-----	P>.05	P<.05	P<.05
0-30	72.50		-----	p<.05	P<.05
0-30	66.87			-----	P>.05
0-30	67.70				

<sup>a</sup> Valores (P>.05) no son estadísticamente diferentes medias para una comparación específica entre dos medias.

<sup>b</sup> Valores (P<.05) son estadísticamente diferentes para una comparación específica entre dos medias.

Perfil 2.

**Cuadro 5.** resultados de las comparaciones de medias en el perfil 2, para porcentaje de saturación de muestras de suelo a (0 y 30 cm) de profundidad, y la aplicación de 4 tratamientos (0, 5, 10 y 15 ppm) de poliacrilato de potasio.

Profundidad cm		Tratamientos			
		.Partes por millón (ppm)			
		0	5	10	15
	Medias	73.25	73.67	67.02	67.63
0-30	73.25	-----	P>.05	P<.05	P<.05
0-30	73.67		-----	P<.05	P>.05
0-30	67.02			-----	P>.05
0-30	67.63				-----

<sup>a</sup> Valores (P>.05) no son estadísticamente diferentes medias para una comparación específica entre dos medias.

<sup>b</sup> Valores (P<.05) son estadísticamente diferentes para una comparación específica entre dos medias.

**Cuadro 6.** Los cuadros de comparaciones de medias entre las variables que no resultaron significativas (P>.05) fueron eliminados de la discusión, como se indica a continuación:

Variables.	Perfil 1	Perfil 2
Porcentaje de saturación	0-30 Valores significativos ( P<.05) y 30-60 valores no significativos (P>.05)	0-30 Valores significativos ( P<.05) y 30-60 valores no significativos (P>.05)
pH	Valores no significativos (P>.05)	Valores no significativos (P>.05)
Conductividad eléctrica	Valores no significativos (P>.05)	Valores no significativos (P>.05)



## Conclusiones

Se observó que la adición de 10 y 15 ppm de poliacrilato de potasio afectó significativamente ( $P < .05$ ) el porcentaje de saturación a una profundidad de 0-30 en el perfil 1 y perfil 2, sin afectar el pH y la conductividad eléctrica en ninguno de los tratamientos aplicados. Es escasa la información sobre el efecto que tiene la gelatinizar solución nutritiva y mezclarla con el sustrato para producir plantas ornamentales en contenedor, por lo cual, es importante realizar investigaciones al respecto y con ello generar una alternativa para el uso eficiente del agua y los nutrientes en la producción y que al mismo tiempo repercute en una reducción significativa en la emisión de fertilizantes al ambiente (Rojas, et al 2006); por lo que el Cuerpo Académico de Agua y suelo del ICA, consideramos de gran importancia continuar las investigaciones en la aplicación de Poliacrilato de Potasio en suelos del Valle de Mexicali, como una alternativa para la optimización del agua de riego y evitar las pérdidas de fertilizantes hacia los mantos freáticos.

## Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Baja California, a la University of California Cooperative Extension y a la Empresa mOasis.

## Bibliografía

- Diario Oficial de la Federación Mexicana, de fecha martes 31 de Diciembre de 2002. P. 8-17. <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3335/1/nom-021-semarnat-2000.pdf>
- El Sayed, H., R. CKilrwood and N.B. Graham. 1991. The effects of a hydrogel polymer on the growth of certain horticultural crops under saline conditions. *Journal of Experimental Botany*, 42: 891-899.
- Johnson, M.S. and C.D. 1997. Piper, cross-linked, water-storing polymers as aids to drought tolerance of tomatoes in growing media. *J. Agronomy & Crop Science*, 178: 23-27.
- Rojas de Gascue, B. M. Ramírez, R. Aguilera; J.L. Prin and C. Torres. 2006. Los hidrogeles polímeros como potenciales de reservorios de agua y su aplicación en la germinación de semillas de tomate en diferentes tipos de suelos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 7:199-210.





## MINERALIZACIÓN DE NITRÓGENO DE ABONOS ORGÁNICOS EN SUELOS AGRÍCOLAS DEL VALLE DE JUÁREZ

Escudero-González, E.<sup>1</sup>; Flores-Margez, J.<sup>2</sup>; Corral-Díaz B.<sup>2</sup>; Osuna-Ávila P.<sup>2</sup>, y Olivas-Enríquez, E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante del Programa de Biología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez Chihuahua.

<sup>2</sup> Docentes e Investigadores, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez Chihuahua, México.

Anillo Envolvente PRONAF y Estocolmo s/n. Zona PRONAF. C.P. 32310. Tel. +52(656)-6881800, ext.1978

Contacto: [juflores@uacj.mx](mailto:juflores@uacj.mx).

### Resumen

Los abonos orgánicos como el estiércol bovino, la composta, residuos de cosecha y los biosólidos han sido empleados en la agricultura para mejorar la disponibilidad de nutrientes y la capacidad de retención de agua en el suelo para obtener un mayor rendimiento en los cultivos. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la cantidad de nitrógeno (N) mineralizado de abonos orgánicos en dos suelos agrícolas del Valle de Juárez, Chihuahua. El estudio se realizó en cilindros de aluminio con suelo, sustrato y una bolsa de resinas sintéticas en la parte inferior, se enterraron en un área de suelo y se dejaron incubar por periodos de 30 días durante los meses de julio a diciembre de 2013. La cantidad de N en forma de nitratos (N-NO<sub>3</sub>) estuvo en función del tipo de suelo y tipo de sustrato orgánico al utilizar resinas sintéticas de intercambio iónico. El suelo de textura franco mostro mayor cantidad de nitratos que el suelo arenoso durante el periodo de incubación. El suelo tratado con estiércol sin solarizar y con biosólidos mostró la mayor concentración de nitratos significativamente. La respuesta en liberación de nitratos del estiércol solarizado fue muy baja en dosis de 40 t/ha, lo cual se atribuyó a la posible reducción de nitrógeno total e inorgánico durante la solarización. El contenido de nitratos en el suelo al final del periodo del estudio fue mayor significativamente en el suelo franco tratado con estiércol sin solarizar, mientras que en suelo franco con estiércol solarizado y biosólidos fueron mayores que el control.

### Palabras clave

Biosólidos, estiércol, nitratos.

### Introducción

Los abonos orgánicos como el estiércol bovino, la composta, residuos de cosecha y los biosólidos han sido empleados en la agricultura para mejorar la disponibilidad de nutrientes y la capacidad de retención de agua en el suelo para obtener un mayor rendimiento en los cultivos (SAGARPA, 2012). En Ciudad Juárez, Chihuahua se están produciendo alrededor de 94,900 t/ha de biosólidos (Flores et al., 2007) y 138 millones de toneladas de estiércol bovino al año (Flores et al., 2008), los cuales pueden ser utilizados como abonos orgánicos para mejorar las condiciones físicas, químicas y nutrimentales del suelo (Jurado et al., 2004). Los beneficios del uso de biosólidos como fertilizantes orgánicos en suelo agrícola se derivan de su descomposición, debido a que están constituidos en promedio del 70% de materia orgánica, además de contener nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal como nitrógeno y fosforo



y algunos micronutrientes como níquel, zinc y cobre; siendo el nitrógeno el elemento más abundante en los biosólidos (Figueroa et al, 2010). Por su parte, López et al. (2000) mencionan que se recomienda el uso de abonos orgánicos en tierras que han sido sometidas a cultivos intensos para mejorar la estructura del suelo, aumentando la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrientes para las plantas, ellos evaluaron a diferentes dosis estiércol bovino, caprino, composta, gallinaza y en el rendimiento de la planta de maíz, obteniendo resultados que indican que el uso de abonos orgánicos son una alternativa para sustituir a los fertilizantes químicos. El problema que se presenta con la aplicación de abonos orgánicos al suelo es que pueden llegar a contaminar los acuíferos debido al aporte de elevadas concentraciones de nitratos (Flores, 2007); Por ello el presente trabajo tuvo como objetivo el evaluar la mineralización N de abonos orgánicos en suelos agrícolas del Valle de Juárez, Chihuahua para generar información técnica en apoyo a mejorar el manejo apropiado de estos recursos en la producción agrícola.

## **Materiales y métodos**

El trabajo de campo se realizó en un área de suelo en el Instituto de Ciencias Biomédicas, de la UACJ, localizado en el municipio de Ciudad Juárez, Chihuahua. El diseño experimental fue completamente al azar, se consideraron dos variables: tipo de suelo (franco y arenoso) y sustrato (estiércol solarizado 40 t /ha, estiércol sin solarizar 40 t/ha, biosólidos 10 t/ha y un testigo), con cinco repeticiones para cada tratamiento. Se utilizaron 40 tubos de aluminio de 15 cm de largo x 5 cm de diámetro. En la parte inferior de cada tubo fueron colocadas bolsas de nylon con resinas sintéticas de la marca *Sybron Chemicals* y se sujetaron con cinta adhesiva, dejando espacios libres para que drene el flujo de agua. Los cilindros de aluminio fueron enterrados en el suelo a 14cm de profundidad aproximadamente, dejando un espacio entre cilindro de 20cm. Cada cilindro fue regado con 100ml de agua potable cada siete días durante los meses de julio a diciembre del 2013. A partir de la fecha de instalación de los cilindros se asignó un periodo de incubación de 30 días, después de cumplir dicho periodo, las bolsas con las resinas sintéticas fueron remplazadas por nuevas. Cada resina fue empaquetada en bolsas de plástico y rotuladas conforme al número del cilindro que se encontraban y fueron refrigeradas para su posterior análisis. Para la extracción de nitrógeno de las resinas sintéticas se utilizó la técnica descrita por Distefano y Gholz (1986). Cada bolsa de resina sintética fue depositada en un matraz Erlenmeyer de 250ml, previamente rotulado, con 50ml de KCl 2N. Se le colocó a cada matraz Erlenmeyer un tapón de hule y fueron situados en un agitador de vaivén a 140rpm durante 30 minutos a 20°C. Luego se filtró el extractante de cada matraz utilizando embudos de plástico y papel filtro *Wathman* del número 41, se colectó el filtrado en un recipiente de plástico de 150ml. Este proceso se realizó en tres ocasiones y se obtuvo un volumen total de 150ml por bolsa de resina. Para el análisis de N se empleó un auto-analizador de la marca *SEAL AutoAnalyzer 3*, que se basa en un sistema de destilación y análisis colorimétrico a través de un flujo de aire segmentado. El análisis de datos consistió en análisis de varianza de una vía y una prueba de promedios Tukey con el software SPSS versión 19.0.

## **Resultados y Discusión**

El tipo de suelo y el tipo de sustrato mostraron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) para el contenido de nitratos en resinas a los 60, 90 120 días y la suma de las incubaciones, así como en suelo al final del experimento (Cuadro 1). Sin embargo, no se detectó efecto significativo para la interacción suelo x sustratos en la cantidad de nitratos en las resinas, pero si hubo efecto para



la interacción en los nitratos del suelo. El suelo de textura franco supero significativamente ( $p < 0.05$ ) en 50 mg/kg de nitratos al suelo arenoso (Figura 1). La comparación de promedios de nitratos para los tipos de sustrato evaluados indica que el suelo tratado con estiércol sin solarizar y con biosólidos tuvieron la mayor cantidad de nitrógeno ( $p < 0.05$ ) significativamente mientras que el estiércol solarizado y el control mostraron la menor cantidad de nitratos en resinas (Figura 2). Aunque el tratamiento con estiércol solarizado mostro 18 mg/kg de nitratos más que el control, esta diferencia no fue significativa. La baja respuesta en liberación de nitratos del estiércol solarizado a la dosis de 40 t/ha podría atribuirse tanto a posible reducción de nitrógeno total e inorgánico durante la solarización previa al experimento, ya que al solarizarse el estiércol alcanzo 60 °C y en este proceso existe desde un alta actividad microbiana que conlleva a la eliminación de patógenos y procesos físicos como evaporación y lixiviación de productos. El Promedio del contenido de nitratos en el suelo al final del periodo de incubación, fue mayor significativamente ( $p < 0.05$ ) para el tratamiento de suelo franco tratado con estiércol sin solarizar, el cual tuvo 21.5 mg/kg de nitratos en forma residual producto de la descomposición del estiércol (Figura 3). Esta cantidad podría representar alrededor de 80 kg N/ha que serían importantes en la nutrición de un cultivo. Los tratamientos den suelo franco con estiércol solarizado y biosólidos pero superiores al control. En el suelo arenoso, el tratamiento con estiércol sin solarizar mostro el mayor contenido de nitratos en suelo al final del estudio, mientras que la disponibilidad de N en los tratamientos con estiércol solarizado y biosólidos fue baja en promedio 0.4 mg/kg.

Cuadro 1. Análisis de varianza para el contenido de nitratos en resinas y nitrógeno del suelo al final del experimento, 2013.

Factor de Variación	G.L.	Nitratos en resinas para cada incubacion					NO <sub>3</sub> suelo final
		30 d	60 d	90 d	120 d	Suma	
Tipo de Suelo	1	0.141 <sup>z</sup>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.041</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
Tipo de Sustrato	3	<b>0.000</b>	<b>0.003</b>	<b>0.038</b>	<b>0.003</b>	<b>0.000</b>	<b>0.001</b>
Suelo x sustrato	3	0.111	0.957	0.906	0.809	0.299	<b>0.016</b>

<sup>z</sup> Nivel de significancia observado (P > F: \*, \*\*)

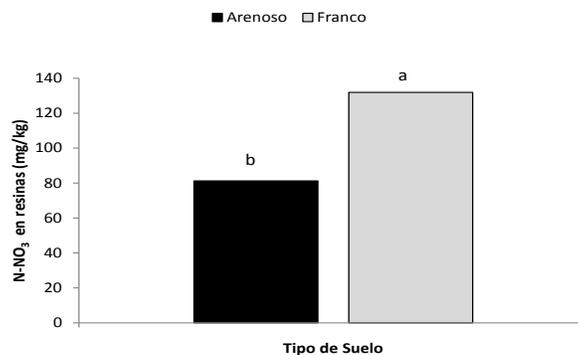


Figura 1. Promedio del contenido de nitratos en las resinas sintéticas para dos texturas de suelo durante 120 días de incubación en campo, 2013.

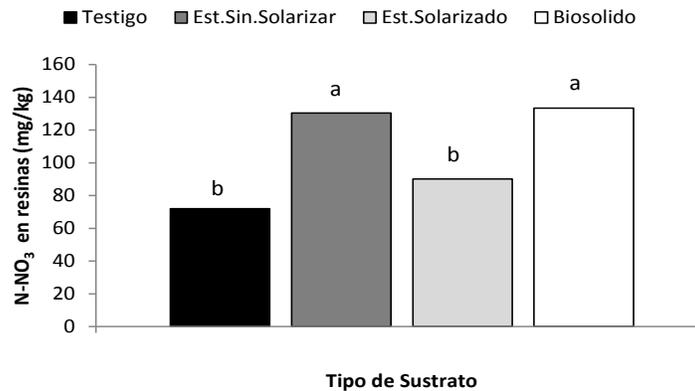


Figura 2. Promedio del contenido de nitratos en las resinas sintéticas para los sustratos evaluados durante 120 días de incubación en campo, 2013.

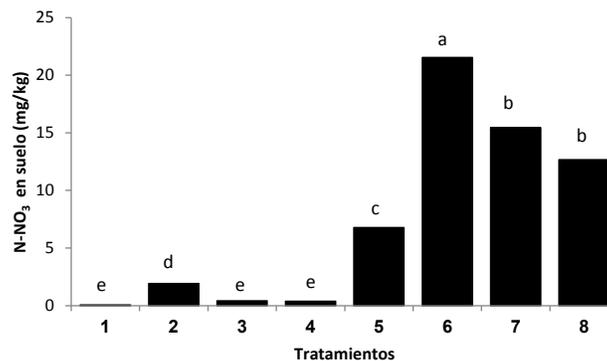


Figura 3. Promedio del contenido de nitratos en el suelo para los tratamientos de tipo de suelo y sustrato incubados durante 120 días en campo, 2013. Tratamientos: 1) suelo arenoso, 2) arenoso + estiércol sin solarizar, 3) arenoso + estiércol solarizado, 4) arenoso + biosólidos, 5) suelo franco, 6) franco + estiércol sin solarizar, 7) franco + estiércol solarizado, y 8) Franco + biosólidos.

## Conclusión

La mineralización de nitrógeno en forma de nitratos dependió significativamente del tipo de suelo y sustrato orgánico mediante la medición en resinas sintéticas de intercambio iónico. El suelo de textura franco fue mayor en 50 mg/kg de nitratos que el suelo arenoso durante 120 días de incubación. El suelo tratado con estiércol sin solarizar y con biosólidos mostró la mayor liberación de nitratos significativamente. La respuesta en liberación de nitratos del estiércol solarizado fue muy baja en dosis de 40 t/ha, lo cual se atribuyó a la posible reducción de nitrógeno total e inorgánico durante la solarización. El contenido de nitratos en el suelo al final del periodo del estudio fue mayor significativamente en el suelo franco tratado con estiércol sin solarizar, mientras que en suelo franco con estiércol solarizado y biosólidos fueron mayores que el control.



## Bibliografía

- Distefano, J; Gholz, H. 1986. A proposed use of ion exchange resins to measure nitrogen mineralization and nitrification in intact soil cores. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 17(9) p 989-998.
- Figueroa, U.; Flores, M.; Palomo, M.; Corral, B.; Flores, J. 2010. Uso de biosólidos estabilizados con cal como fertilizante orgánico en algodónero para el valle de Juárez, Chihuahua. *Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ.* 8(2) P. 39-47.
- Flores, P.; Sotomayor, V.; Corral, B. 2008. Nitrógeno mineralizable de estiércol bovino lechero en suelo cultivado con algodónero. *Ciencia en la Frontera.* 6. 119-131.
- Flores, J. 2007. Resinas de intercambio iónico para evaluar la mineralización de nitrógeno en suelos tratados con abonos orgánicos. P. 386-412.
- Jurado, P.; Luna, M.; Barretero, R. 2004 “Aprovechamiento de biosólidos como fertilizantes orgánicos en pastizales áridos y semiáridos” *Tec. PecúMex.* 42(3). 379-395.
- López, J.; Díaz, A.; Martínez, E.; Valdez, R. 2000. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra latinoamericana.* 19 (4).
- SAGARPA. Abonos orgánicos. [En línea] Edo. De México. 2012. <http://www.sagarpa.gob.mx> (Consulta: 2 octubre, 2013).





## CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE TUBÉRCULOS DE *Solanum cardiophyllum* Lindl. EN RESPUESTA A LAS CONDICIONES DE CULTIVO Y FERTILIZACIÓN.

Estrada-Luna, A.A.<sup>1,2\*</sup>; López-Osorio, J.<sup>1</sup>; Olalde-Portugal, V.<sup>2</sup>, Tiessen-Favier, A.<sup>2</sup>, Estrada-De La Rosa, C.D.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Escuela de Agronomía. Universidad De La Salle Bajío. Av. Universidad 602, Col. Lomas del Campestre. León, Gto., México. C.P. 37150.

<sup>2</sup> CINVESTAV-IPN. Unidad Irapuato. Km. 12.5. Libramiento Norte, Carretera Irapuato-León. Irapuato, Gto., México. C.P. 36821.

<sup>3</sup> Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. Periférico Sur Manuel Gómez Morín No. 8585, Tlaquepaque, Jal. México C.P. 45604.

\*Autor responsable: aestradaluna@yahoo.com; Atenas Núm.133, Col. Residencial Campestre, Irapuato, Gto. México. CP 36698; Tel. +52(462)-623-1497

### Resumen

*Solanum cardiophyllum* es una papa silvestre originaria de México que produce tubérculos comestibles, se encuentra en proceso de domesticación y es importante a nivel económico y como alimento. Existen publicaciones de la biología, reproducción, ecología, distribución y usos de esta especie, sin embargo, no hay información relacionada con la respuesta de las plantas a condiciones de cultivo intensivo ni fertilización, por lo que para estudiar estos aspectos se montó un experimento factorial con 24 tratamientos resultantes de la combinación de dos tamaños de maceta, tres niveles de fertilización, dos tipos de sustrato, y la presencia o ausencia de las flores sobre el crecimiento, producción y la metabólica de los tubérculos. Los resultados indican que *S. cardiophyllum* respondió favorablemente al manejo agronómico y cultivo en invernadero cuando se cultivó en macetas grandes y con el empleo de la mezcla general como sustrato. La fertilización fue el factor que mayor efecto tuvo sobre el crecimiento de las plantas, ya que activó el metabolismo resultando en incrementos significativos en las variables evaluadas. Las plantas fertilizadas crecieron 55% más que el control (145 vs. 93cm) y produjeron 102% más hojas (26 vs. 13); igualmente, aumentó 179% el número de tubérculos que el control (32 vs. 11.5) y el 299 y 249% de su peso fresco y seco (110 vs. 132 y 32 vs. 8, respectivamente). Este es el primer estudio que reporta la variación metabólica y la respuesta fisiológica de esta especie vegetal bajo condiciones de invernadero. Los datos obtenidos tienen aplicación práctica y podrían usarse en explotaciones comerciales.

### Palabras clave

Papa güera; papa de monte; fertilización

### Introducción

*Solanum cardiophyllum* Lindl. es una papa silvestre nativa de México que produce tubérculos comestibles (Luna-Cavazos *et al.*, 1989). Es conocida como papa silvestre, papa de monte o papa güera y se encuentra en proceso de domesticación para su explotación y cultivo (Luna-



Cavazos, 1983; 1987). Esta especie ocupa una amplia zona de distribución y crece en lugares con climas semiáridos y en terrenos abiertos con suelos relativamente pobres o sobre campos cultivados con suelos de diferentes orígenes como arenosos o rocosos, suelos ricos, en la orilla de arroyos, campos cubiertos de hierba, en bosques tropicales, praderas de mezquite, roble o pino, o matorrales xerófilos en altitudes que van de los 1,320 a 2,800 msnm (Spooner *et al.*, 2004). En suelos cultivados forma asociaciones con plantas silvestres o cultivos como el maíz y frijol (Luna-Cavazos, 1987; Rodríguez y Villa, 2010). En la región del altiplano Potosino-Zacatecano representa una fuente de ingresos importante para los agricultores, ya que durante los meses de noviembre a mayo es ampliamente comercializada, alcanzando precios superiores a los de la papa común (*S. tuberosum*) (Luna-Cavazos *et al.*, 2007; Rodríguez y Villa, 2010). Los tubérculos tienen una gran demanda por su agradable sabor y porque son parte esencial de la dieta y la preparación de platillos regionales, ya que se usan en ensaladas, moles, sopas, caldos y otros guisos especiales preparados en la época de cuaresma (Luna-Cavazos, 1983; 1987; Rodríguez y Villa, 2010). Las poblaciones silvestres se distribuyen desde el norte de México en Durango (raramente), pero generalizada desde la región central México (Jalisco, Aguascalientes, San Luis Potosí y Zacatecas) hasta el sur de Oaxaca (Spooner *et al.*, 2004; Luna-Cavazos *et al.*, 2007). En adición a esta relativa importancia como especie hortícola en la alimentación humana y animal, *Solanum cardiophyllum* Lindl. esta adaptada a crecer en condiciones limitantes de humedad por lo que es tolerante a la sequía (Rebolledo-Vélez, 1988); además, presenta tolerancia a diversas enfermedades de importancia agrícola, entre las que se cuentan el hongo *Phytophthora infestans* causante de la enfermedad conocida como “tizón tardío”, los virus “X” y “Y” de la papa, así como la enfermedad de tipo viral conocida como enrollamiento, aunque se ha visto que es sensible al ataque de *Alternaria* spp. Se han publicado reportes de la biología, reproducción, ecología, distribución y usos de esta especie, sin embargo, no hay información relacionada con la respuesta de las plantas a condiciones de cultivo intensivo, por lo que en este trabajo se estudió el efecto del manejo de las plantas y las condiciones de cultivo sobre el crecimiento y la producción. También se presentarán datos de las variaciones metabólicas de los tubérculos.

## Materiales y Métodos

En este estudio se llevó a cabo un experimento en condiciones de invernadero, el cual tuvo un diseño factorial con una distribución completamente al azar. Los factores y niveles de estudio se muestran en el Cuadro 1. La combinación de los factores y niveles dio un total de  $2 \times 2 \times 3 \times 2 = 24$  tratamientos experimentales, cada uno de los cuales estuvo representado por 7 repeticiones ( $n = 7$ ), plantas o macetas (total de macetas con una planta = 168). El experimento completo se estableció dos veces en invernaderos diferentes. Previo a la etapa experimental, se seleccionaron tubérculos de *Solanum cardiophyllum* Lindl. colectados en su hábitat natural, los cuales se usaron para producir los tubérculos semilla a través de un proceso de micropropagación *in vitro*. Los tubérculos producidos fueron vernalizados y pre-brotados antes de sembrarse. El sustrato se preparó conforme a los tratamientos y se esterilizó en un autoclave durante 1.5 h a 121°C de temperatura y una presión de 15atm. Este proceso se repitió durante 3 veces en días alternos. Las macetas para el cultivo se desinfectaron en una solución de clorox (6% de cloro activo) y luego se llenaron hasta el 80% de su capacidad. Los riegos se proporcionaron conforme lo requirieron las plantas y la fertilización se realizó conforme a los tratamientos, aplicando 500 ó 1,000 mL de la solución por maceta cada 10 días.



La poda de floración se realizó de manera manual al momento que empezaron a aparecer las inflorescencias sub-terminales.

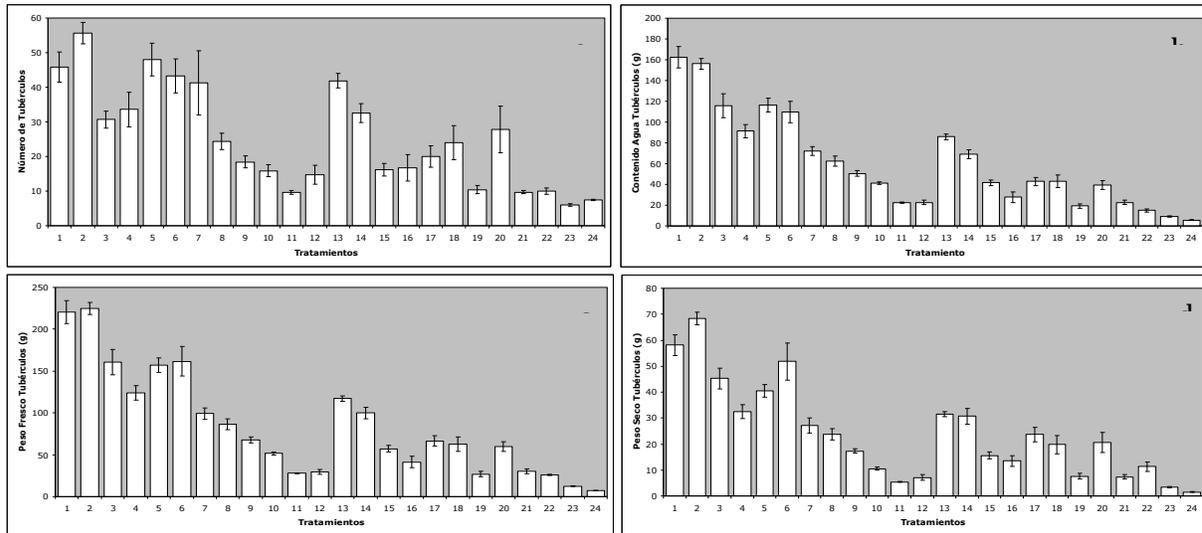
Cuadro 1. Factores y niveles estudiados para evaluar el crecimiento y producción de *Solanum cardiophyllum* Lindl.

Factor	Niveles
A. Tamaño de Maceta	1. Grande (10 L) [G] 2. Chica (2 L) [C]
B. Sustrato	1. Mezcla General (sustrato artificial compuesto de tierra lama, tierra de hoja, sunshine mix 3, vermiculita y perlita (1:2:3:1:1) [g] 2. Arenilla:Perlita:Vermiculita (1:0.8:0.2) [a]
C. Fertilización	1. 0 N + 0 P [0] 2. Alto N + Bajo P (200ppm N, 200ppm P, 200ppm K) [A] 3. Alto P + Bajo N (90ppm N, 450ppm P, 150ppm K) [B]
D. Poda de Floración	1. Con flores [CF] 2. Sin flores [SF]

El crecimiento de las plantas se caracterizó a partir de la medición de la altura, número total de hojas, número de re-brotes producidos, longitud promedio de los re-brotes y número promedio de hojas de los re-brotes. Al cabo de 5 meses de cultivo se cosecharon los tubérculos y se clasificaron por tamaño en chicos (<1.5cm de diámetro), medianos (>1.6cm <2.5cm de diámetro) y grandes (>3.0cm de diámetro), los cuales se lavaron con agua destilada y se secaron a temperatura ambiente. La producción se determinó a partir del conteo del número total de tubérculos, la cuantificación del contenido de humedad y la acumulación de materia fresca y seca, la cual se registró después de un proceso de liofilización. Los resultados obtenidos en este proceso experimental fueron sometidos a análisis de varianza, prueba de comparación de medias mediante la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05\%$ ), y un análisis de correlación usando el paquete estadístico de R ó XLStat.

## Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos después de 5 meses de cultivo indican que la papita güera respondió favorablemente al manejo agronómico bajo condiciones de invernadero. Los ANOVAs realizados a los datos de crecimiento, fueron estadísticamente significativos para todas las variables evaluadas en tres de los factores: tamaño de maceta, fertilización y tipo de sustrato. Sin embargo, la presencia de las flores resultó no significativa. También se observó que para todas las variables experimentales resultaron significativas algunas de las interacciones establecidas en el experimento. A pesar de esto, las tendencias generales observadas corroboraron el hecho que se registró mayor crecimiento en plantas cultivadas en macetas de tamaño más grande, con fertilización y usando como sustrato la mezcla general. Los datos de altura de planta variaron de 163.83 a 77.57cm siendo los registros de los controles los que tuvieron los valores más bajos, mientras que los datos de número de hojas estuvieron en un rango de 32.14 a 10.00 siendo nuevamente los controles los que tuvieron los valores más bajos. En cuanto al número de re-brotes por planta, los datos obtenidos variaron de 11.14 a 0.00 y sus promedios de longitud estuvieron en el rango de 79.29 a 4.71cm (Figura 1). Estos re-brotes produjeron en promedio 13.08 a 0.00 hojas, siendo los registros de los tratamientos controles los que tuvieron los valores más bajos.

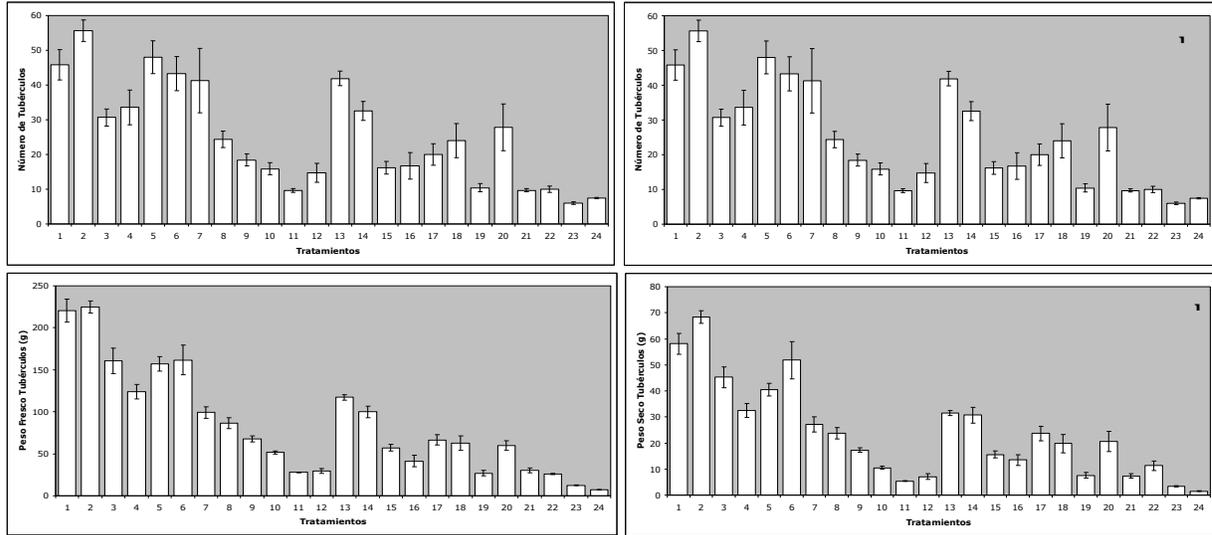


**Figura 1.** Efecto de las condiciones de cultivo sobre el crecimiento de *Solanum cardiophyllum* Lindl. a. Altura de planta, b. Número de hojas, c. Número de re-brotes, d. Longitud promedio de los re-brotes.

Clave Tratamientos: 1) GA<sub>g</sub>CF, 2)GA<sub>g</sub>SF, 3) GA<sub>a</sub>CF, 4) GA<sub>a</sub>SF, 5) GB<sub>g</sub>CF, 6) GB<sub>g</sub>SF, 7) GB<sub>a</sub>CF, 8) GB<sub>a</sub>SF, 9) G0<sub>g</sub>CF, 10) G0<sub>g</sub>SF, 11) G0<sub>a</sub>CF, 12) G0<sub>a</sub>SF, 13) CA<sub>g</sub>CF, 14)CA<sub>g</sub>SF, 15) CA<sub>a</sub>CF, 16) CA<sub>a</sub>SF, 17) CB<sub>g</sub>CF, 18) CB<sub>g</sub>SF, 19) CB<sub>a</sub>CF, 20) CB<sub>a</sub>SF, 21) C0<sub>g</sub>CF, 22) C0<sub>g</sub>SF, 23) C0<sub>a</sub>CF, 24) G0<sub>a</sub>SF.

Los datos de producción revelan tendencias similares a las obtenidas en el crecimiento. El número de tubérculos varió de 56 a 6, los cuales tuvieron una masa fresca que estuvo en un rango de 225 a 7g. La masa seca de estos tubérculos varió de 68 a 1.6 g, siendo los controles los que tuvieron los valores más bajos en todos los casos (Figura 2). La fertilización aumentó 179% mas el número de tubérculos que el control (32 vs. 11.5) con incrementos en el peso fresco y seco del 299 y 249% (110 vs. 132 y 32 vs. 8, respectivamente). Al separar el total de tubérculos por tamaño (chico, mediano y grande), se notó muy claramente que tanto el número como la biomasa producida (materia fresca y seca de cada grupo) mantuvo una tendencia similar a la anteriormente descrita para los demás datos de crecimiento, es decir, los controles registrando los datos con los valores más pequeños.

Al correr un análisis de correlación entre los datos de crecimiento y producción de tubérculos se encontró que existe una relación positiva elevada entre la mayoría de este tipo de variables, ya que se obtuvieron valores de  $r^2$ , en la mayoría de los casos entre 0.5 y 0.9.



**Figura 2.** Efecto de las condiciones de cultivo sobre la producción de tubérculos de *Solanum cardiophyllum* Lindl. a. Número de tubérculos, b. Contenido de agua de tubérculos c. Peso fresco de tubérculos, d. Peso seco de tubérculos.

Clave Tratamientos: 1) GA<sub>g</sub>CF, 2)GA<sub>g</sub>SF, 3) GA<sub>a</sub>CF, 4) GA<sub>a</sub>SF, 5) GB<sub>g</sub>CF, 6) GB<sub>g</sub>SF, 7) GB<sub>a</sub>CF, 8) GB<sub>a</sub>SF, 9) G<sub>0g</sub>CF, 10) G<sub>0g</sub>SF, 11) G<sub>0a</sub>CF, 12) G<sub>0a</sub>SF, 13) CA<sub>g</sub>CF, 14)CA<sub>g</sub>SF, 15) CA<sub>a</sub>CF, 16) CA<sub>a</sub>SF, 17) CB<sub>g</sub>CF, 18) CB<sub>g</sub>SF, 19) CB<sub>a</sub>CF, 20) CB<sub>a</sub>SF, 21) C<sub>0g</sub>CF, 22) C<sub>0g</sub>SF, 23) C<sub>0a</sub>CF, 24) G<sub>0a</sub>SF.

## Conclusiones

*Solanum cardiophyllum* Lindl. respondió favorablemente al cultivo en invernadero mostrando incrementos significativos no solo en el crecimiento sino en la producción cuando recibió fertilización, se cultivó en macetas grandes y con el empleo de la mezcla general como sustrato. La fertilización fue el factor con mayor efecto en las respuestas. Este es el primer estudio que reporta la variación metabólica y la respuesta fisiológica de esta especie vegetal bajo condiciones de invernadero. Los datos obtenidos tienen aplicación práctica y podrían usarse en explotaciones comerciales.

## Agradecimientos

Los autores agradecen en apoyo económico recibido por la Universidad De La Salle Bajío a través de la Coordinación de Investigación y al CINVESTAV-IPN Unidad Irapuato por el apoyo logístico recibido.

## Bibliografía

- Luna Cavazos, S.M. 1983. Distribución y aspectos ecológicos de la papita silvestre (*Solanum cardiophyllum* Lindl.) en el Altiplano Potosino-Zacatecano. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N.L. México, 95.
- Luna Cavazos, S.M. 1987. Estudio taxonómico de papas silvestres (*Solanum* L.) sección Petota, de terrenos cultivados del Altiplano Potosino-Zacatecano. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo. México. 170.
- Luna Cavazos y M. Moya E. García M. 1989. Recopilación de conocimiento empírico de papas arvenses (*Solanum* spp) del Altiplano Potosino-Zacatecano. Act. Bot. Mex. 8:1-13.
- Luna-Cavazos, M., A. Romero-Manzanares y E. García-Moya. 2007. Distribución geográfica de papas silvestres (*Solanum* L.), del altiplano potosino-zacatecano, México. Revista Chapingo. Serie horticultura, 13(1): 35-41.



**Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C.**  
**Universidad Autónoma de Ciudad Juárez**  
*“Suelos sin fronteras para impulsar a México”*

**UACJ**

- Rebolledo Vélez., J.D. 1988. Resistencia a la sequía XV: El papel de la raíz, del estolón y del tubérculo madre, en conferir resistencia a sequía en *Solanum cardiophyllum* Lindl. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados Chapingo. México. 83 pp.
- Rodríguez, A. y J. Villa. 2010. *Catálogo de las áreas en México donde se aprovechan los tubérculos de papa silvestre (Solanum cardiophyllum y S. ehrenbergii)*. Red de Papa. Folleto Técnico 1. 27 pp.
- Spooner, D.M., R.G. van den Berg, A. Rodríguez, J. Bamberg, R.J. Hijmans, S.I. Lara Cabrera. 2004. Wild Potatoes (*Solanum* section *Petota*; *Solanaceae*) of North and Central America. *American Society of Plant Taxonomists. Systematic Botany Monographs*, Vol. 68: 1-209 pp.





## TOLERANCIA A SEQUÍA Y A BAJA FERTILIDAD DEL SUELO DE VARIETADES CRIOLLAS Y MEJORADAS DE MAÍZ EN EL NORTE DE MICHOACÁN

Fernández-Rivera, M.<sup>1\*</sup>; Bernabé-Hernández, B.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Chapingo-Campus Morelia, Morelia, Michoacán, México.

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, Morelia, Michoacán, México.

\*Autor responsable: m\_fernandez004@yahoo.com.mx; Periférico Paseo de la República Poniente Núm. 1000, Col. Lomas del Valle, Morelia, Mich.

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar la tolerancia a sequía y a baja fertilidad del suelo de diez variedades de maíz (*Zea mays*L.), en el norte de Michoacán. Siete variedades fueron criollas procedentes del norte de Michoacán y sur de Guanajuato, y tres fueron mejoradas, producidas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). La sequía consistió en suspender el riego por 35 días desde 47 días después de sembrado hasta la antesis, y el estrés nutrimental consistió en no fertilizar en un suelo de ladera. La reducción del rendimiento por efecto de la sequía fue de 36 % y, de 52 % por efecto del estrés nutrimental. El rendimiento promedio de las dos condiciones de humedad varió desde 1072 hasta 3823 kg ha<sup>-1</sup>, en donde el grupo más rendidor se conformó por VS-322 (3823 kg ha<sup>-1</sup>), H-318 (3495 kg ha<sup>-1</sup>), H-317 (3112 kg ha<sup>-1</sup>) y criollo 16 (3053 kg ha<sup>-1</sup>); en la condición con restricción nutrimental sobresalieron la VS-322 y el H-318. En términos de tolerancia a la sequía, las variedades con índices inferiores a la unidad (tolerantes) fueron el H-317 y los criollos 16 y 13, con valores de 0.7, 0.75 y 0.96 respectivamente, en tanto que los materiales con mayor tolerancia al estrés nutrimental fueron los criollos 16, 14 y VS-322, con índices de 0.68, 0.82 y 0.91 respectivamente.

### Palabras clave

Estrés hídrico, estrés nutrimental, *Zea mays*.

### Introducción

En México el rendimiento medio del maíz de temporal es de 2260 kg ha<sup>-1</sup>, con grandes contrastes aun entre estados vecinos como Michoacán y Jalisco, donde los rendimientos medios son de 2980 y 5400 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (SIAP, 2012). Las causas de estos contrastes son diversas, pero sobresalen la precipitación escasa y mal distribuida, suelos infértiles y escaso uso de fertilizantes, así como utilización de variedades criollas con bajo potencial de rendimiento, entre otros. El uso de fertilizantes y variedades mejoradas son insumos caros, que la mayoría de los productores de maíz en zonas marginadas tienen dificultades para adquirir, por lo que la estrategia más recomendable es el uso de variedades criollas mejoradas, tolerantes a sequía y a baja fertilidad de suelos, en combinación con prácticas agroecológicas de bajo costo. Este enfoque para abordar los problemas referidos, tienen además la ventaja de contribuir al mantenimiento de la diversidad genética del maíz, cuyo centro de origen es México. Bänziger *et al.* (2012) plantean que en el banco de



germoplasma del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) existen fuentes sobresalientes de tolerancia a sequía y a deficiencia de nitrógeno, disponibles para ser utilizados en los programas de mejoramiento genético de otras instituciones. Sin embargo, en Michoacán existen antecedentes de la existencia de fuentes importantes de tolerancia a sequía (Palacios, 1959), que valdría la pena utilizar como punto de partida para aprovechar el germoplasma del CIMMYT. Fernández (2012) reportó variabilidad en maíces criollos del norte de Michoacán, con tolerancia a sequía y a baja fertilidad del suelo, particularmente en la raza Ancho. El objetivo de este trabajo fue evaluar la tolerancia a sequía y a baja fertilidad del suelo de variedades criollas y mejoradas de maíz procedentes del norte de Michoacán y sur de Guanajuato.

## **Materiales y Métodos**

Para cumplir con el objetivo propuesto, se estableció un experimento en campo en el municipio de Cuitzeo, Michoacán (19° 57' 41.36" N y 101° 06' 3.93" O y 1872 msnm), el 17 de febrero de 2013. Se utilizaron diez variedades, de las cuales dos se colectaron en Morelia, una en Villa Morelos, otra en Huandacareo y otra más en Cuitzeo, todos municipios de Michoacán; en Guanajuato se colectaron dos variedades en el municipio de Jerécuaro, y además se utilizaron como testigos la variedad sintética VS-322 y los híbridos H-317 y H-318, generados en el INIFAP. Para evaluar la tolerancia a la sequía, se utilizaron dos condiciones de humedad en el suelo: una de riego, que consistió en mantener el suelo cerca de capacidad de campo durante todo el ciclo, para lo cual se aplicaron de dos a tres riegos de goteo por semana, cada uno con duración de dos a tres horas, según la demanda evaporativa de la atmósfera y estado de desarrollo del cultivo. La otra condición de humedad fue de sequía, y consistió en suspender el riego a partir de los 40 días de sembrado, durante 42 días que fue el tiempo requerido para llegar a marchitez permanente, lo cual ocurrió al finalizar la floración masculina. Los niveles de fertilización también fueron dos, con fertilizante y sin fertilizante; a las parcelas fertilizadas se les aplicó la fórmula 130-40-00, todo el fósforo y la mitad del nitrógeno aplicados al momento de la siembra y el resto del nitrógeno a los 30 días de sembrado, y se utilizaron como fuentes nutrimentales al fosfato diamónico (18-46-00) y el sulfato de amonio (20.5-00-00). El diseño experimental fue bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde las parcelas grandes fueron condiciones de humedad y de fertilización, y las parcelas chicas las variedades. La parcela experimental consistió en dos surcos de 10 m de longitud por 0.80 m de ancho cada uno, y distancia entre matas de 0.50 m, con dos plantas por mata.

La información obtenida fue rendimiento con 12 % de humedad en grano e índice de susceptibilidad a la sequía de cada variedad. Ésta última variable se estimó por el método de Fisher y Maurer (1978), como a continuación se indica:

$$ISS_i = [1 - (R_{Si}/R_{Ri})] / [1 - (R_S/R_R)]$$

Donde:

$ISS_i$ , índice de susceptibilidad a la sequía de la  $i$ -ésima variedad

$R_{Si}$ , rendimiento promedio en sequía de la  $i$ -ésima variedad

$R_{Ri}$ , rendimiento promedio en riego de la  $i$ -ésima variedad

$R_S$ , rendimiento promedio de todas las variedades en sequía

$R_R$ , rendimiento promedio de todas las variedades en riego



De igual forma que el ISS, se obtuvo el índice de susceptibilidad a baja fertilidad del suelo. Con los datos de rendimiento se realizaron los análisis de varianza correspondientes, mediante el programa SAS (Statistic Analysis System) versión 9.0 y la comparación múltiple de medias se realizó con el método de Tukey ( $p < 0.05$ ).

## Resultados y Discusión

El índice de intensidad de sequía fue de 0.36, lo que significa que el rendimiento en sequía se redujo 36%, considerando el rendimiento promedio de todas las variedades evaluadas. Por otra parte, el índice de intensidad por baja fertilidad del suelo fue de 0.52 (52 %). Estos valores varían de un autor a otro según el manejo del experimento, tal como lo reportan Kibetet *et al.* (2009) y Weber *et al.* (2012).

El rendimiento en la condición de riego varió de 1399 a 4661 kg ha<sup>-1</sup>, con los valores más altos en las variedades mejoradas, excepto el criollo 16 que se ubicó también en el grupo más rendidor. En la condición de sequía el rendimiento varió desde 746 hasta 2985 kg ha<sup>-1</sup>, habiendo quedado en el grupo más rendidor las variedades mejoradas junto con los criollos 16, 4 y 12, y el rendimiento promedio de las dos condiciones varió desde 1072 hasta 3823 kg ha<sup>-1</sup>, en donde el grupo más rendidor se conformó por las variedades mejoradas y el criollo 16, similar a la condición de riego. Como consecuencia de estos resultados, la variedad con mayor tolerancia a sequía fue el híbrido 317, seguido por los criollos 16 y 13, con valores de 0.70, 0.75 y 0.96 respectivamente.

Cuadro 1. Rendimiento e índices de tolerancia a sequía y a baja fertilidad del suelo de diez variedades de maíz, en el norte de Michoacán. Cuitzeo, Mich.

Variedad	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )			ISS	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )			ISBF
	Riego	Sequía	(R+S)/2		Fertilizado	No Fertilizado	(F+NF)/2	
VS-322	4661	2985	3823	1.00	5032	2614	3823	0.91
H-318	4440	2550	3495	1.18	4828	2162	3495	1.05
H-317	3561	2663	3112	0.70	4372	1851	3112	1.10
16	3530	2574	3052	0.75	3716	2388	3052	0.68
4	3185	1956	2570	1.07	3576	1565	2570	1.07
12	3006	1902	2454	1.02	3598	1309	2454	1.21
13	2715	1772	2243	0.96	3080	1407	2243	1.03
23	2666	1592	2129	1.12	3006	1251	2129	1.11
14	2428	1459	1943	1.11	2475	1411	1943	0.82
9	1399	746	1072	1.29	1455	690	1072	1.00
Promedio	3159	2020	2589	1.02	3514	1665	2589	0.99
DMS	1420	1120	867	---	1145	928	707	---
CV	18.5	22.8	20.3	---	13.4	22.9	16.5	---

R= riego; S= sequía; ISS= índice de susceptibilidad a sequía; F= fertilizado; NF= no fertilizado; ISBF= índice de susceptibilidad a baja fertilidad del suelo; DMS= diferencia mínima significativa al 5 % de probabilidad de error; CV= coeficiente de variación.



En cuanto al comportamiento de las variedades bajo variaciones en la fertilización del suelo, cuando no se aplicó deficiencia nutrimental los materiales que mejor se comportaron fueron los

tres mejorados, con rendimientos de 5032, 4828 y 4372 kg ha<sup>-1</sup> para la VS-322, el H-318 y el H-317, respectivamente, en tanto que cuando se limitó la nutrición los mejores genotipos fueron la VS-322, el criollo 16 y los híbridos 318 y 317, con rendimientos entre 1851 y 2614, ubicándose el criollo 16 en segundo lugar con 2388 kg ha<sup>-1</sup>. De estos cuatro mejores genotipos, el que mostró mayor tolerancia a la desnutrición fue el criollo 16, con un índice de 0.68, seguido por la VS-322, con valor de 0.91.

La mejor respuesta de las variedades mejoradas bajo condiciones ambientales favorables y también ante condiciones desfavorables, cuando han sido mejoradas bajo los ambientes de evaluación, ha sido ampliamente documentado (Kibetet *al.*, 2009; Weber *et al.*, 2012; Arauset *al.*, 2012; Bänzinger *et al.*, 2012). Ello se debe a que se les han incorporado atributos relacionados con mayor periodo de llenado de grano, aunado a una mayor duración del área foliar fotosintéticamente activa durante la formación del grano y una alta tasa de asignación de materia seca al grano (Tollenaar *et al.*, 2004), mayor sincronía floral, mayor exploración radical y ajuste osmótico ante la presencia de estrés por sequía, lámina foliar rígida que evita el enrollamiento de las hojas, y como consecuencia mayor tasa fotosintética (Arauset *al.*, 2012; Bänzinger *et al.*, 2012). Sin embargo, en este trabajo se encontró que una variedad criolla, la 16, estadísticamente rindió igual que las variedades criollas, excepto en la condición sin restricción de fertilizantes, y fue la única que mostró los dos índices de tolerancia inferiores a la unidad, lo que significa que es más estable en ambientes desfavorables por sequía y baja fertilidad de suelos.

## Conclusiones

Se observó tolerancia a sequía y a baja fertilidad del suelo tanto en variedades mejoradas como criollas. El híbrido 317 y los criollos 16 y 13 sobresalieron por su tolerancia a sequía, mientras que los criollos 14 y 16, y la variedad sintética 322 resultaron tolerantes a la baja fertilidad del suelo.

En general, los híbridos tendieron a comportarse bien bajo condiciones ambientales favorables, y los criollos en las condiciones desfavorables.

Las variedades más productivas en los diferentes ambientes de evaluación fueron la VS-322, el H-318, el H-317 y el criollo 16.

## Bibliografía

- Araus, J. L., M. D. Serret and G. O. Edmeades. 2012. Phenotyping maize for adaptation to drought. *Frontiers in Physiol.* 3:1-20.
- Bänzinger, M., G.O Edmeades, D. Beck, y M. Bellon. 2012. Mejoramiento para aumentar la tolerancia a sequía y a deficiencia de nitrógeno en el maíz. De la teoría a la práctica. México. CIMMYT. 61 p.
- Fernández R., M. 2012. Estudio de variedades criollas de maíz en asociación con frijol en la Cuenca del lago de Cuitzeo, Mich. Memorias del congreso regional de la cuenca del lago de Cuitzeo.
- Fisher, R. A. y R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Austr. J. Agric. Res.* 29:897-912.
- Kibet, S. C., C. López-Castañeda y J. Kohashi-Shibata. 2009. Efecto del nivel de humedad y nitrógeno en el suelo en el comportamiento de maíces híbridos y criollos de los Valles Altos de México. *Agronomía Costarricense* 33(1): 103-120.



**Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C.**  
**Universidad Autónoma de Ciudad Juárez**  
*“Suelos sin fronteras para impulsar a México”*

**UACJ**

- Palacios de la R., G. 1959. Variedades e híbridos de maíz latentes y tolerantes a la sequía y a las heladas. *Agricultura Mexicana* 107: 38-39.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca. 2012. SAGARPA. México.
- Tollenaar, M., A. Ahmadzadeh and E. A. Lee. 2004. Physiological basis of heterosis for grain yield in maize. *Crop Sci.* 44: 2086-2094.
- Weber, V. S., A. E. Melchinger, C. Magorokosho, D. Makumbi, M. Bänziger, and G. N. Atlin. 2012. Efficiency of managed-stress screening of elite maize hybrids under drought and low nitrogen for yield under rainfed conditions in Southern Africa. *CropSci.* 52: 1011-1020.





## COMPARACIÓN DE PROPIEDADES EDÁFICAS EN DOS ESPECIES DEL GÉNERO *Mammillaria*

Gómez-Barajas, C.<sup>1\*</sup>; Ríos-Gómez, R.<sup>1</sup>; Zapata-Cruz, A.<sup>1</sup>; Vázquez-Benítez, B.<sup>1</sup>; Ayala-Hernández, M. M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Estudios Superiores Zaragoza 1. México, D.F. México.

\*Autor responsable: elvicazaragoza@gmail.com; Calle: Batalla 5 de Mayo esquina Plutarco Elías Calles s/n Col. Ejército de Oriente, delegación Iztapalapa México D. F. CP 09230.

### Resumen

Se estudió la comparación edáfica de *Mammillaria compressa* De Candolle de amplia distribución y *M. dixanthoncentron* Backeb. ex Mottram endémica del estado de Oaxaca. Se encontró que la distribución de la especie endémica está determinada por el material geológico y propiedades del suelo heredadas por el mismo, mientras que *Mammillaria compressa* presenta una amplia tolerancia a las propiedades del suelo y variaciones nutrimentales.

### Palabras clave

*Mammillaria*; nutrimentos; comparación edáfica.

### Introducción

Una compleja fisiografía, variabilidad edáfica, diversidad geológica y climática son factores que al interactuar crean una mayor complejidad de condiciones que hacen posible los requisitos para que las especies se irradien dando como resultado una diversidad ecosistémica, y genética como en el Género *Mammillaria* (Cactaceae) con cerca de 350 especies (Anderson 2001), este género se consideran un grupo de plantas “raras” que presentan rangos de distribución restringidos y poblaciones poco numerosas (Peters y Martorell 2001).

Las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo determinan el establecimiento y desarrollo de las plantas en un ecosistema al influir en la arquitectura del sistema radical y al favorecer la disponibilidad y asimilación de nutrimentos (Azcon-Bieto y Talon 2008). El estudio y comprensión de la dinámica de los nutrimentos entre el suelo y las plantas en los ecosistemas semiáridos, permitirá diseñar estrategias para su manejo, conservación y restauración.

### Materiales y Métodos

En este estudio se seleccionó a *Mammillaria compressa* y *M. dixanthoncentron* con base en la consulta de literatura especializada (Pilbeam 1999, Bravo-Hollis 1991, 1978) e información recabada de etiquetas de herbarios FESA y MEXU. *M. compressa* de amplia distribución y *M. dixanthoncentron* endémica del estado de Oaxaca. Además el tipo de suelo, material geológico y accesibilidad, fueron también criterios a considerar para la selección. Se trazaron itinerarios a campo para la recolecta.



Se realizó la apertura de un perfil edáfico en cada uno de los tipos de suelo identificados para cada especie, en el caso de *M. dioxanthocentron* en las diferentes localidades visitadas el material geológico y los suelos son muy homogéneos, razón por la cual se abrió sólo un perfil. En todos los casos el perfil se caracterizó morfológicamente *in situ* con la propuesta de Cuanalo de la Cerda (1990). Se tomaron muestras simples de dos kilogramos de los horizontes genéticos y suelo de la zona radical de cada una de las plantas de las diferentes especies a la profundidad de 0-10cm. Los ejemplares vegetales se recolectaron lo más completos posibles, esto se realizó a mano para no dañar el sistema radical limpiando el exceso de suelo con una brocha. En cada sitio se realizó una descripción ecológica.

El análisis físico y químico de los horizontes de cada perfil y suelo de la zona radical (cuadro 1) se realizó en los laboratorios de Restauración de Suelos y de Espectrofotometría de Absorción Atómica de la FES Zaragoza. La cuantificación de los nutrimentos N, K, Mg y Ca se practicó al suelo de la zona radical, sistema radical y tallo. A los resultados se les realizó un análisis Cluster por el método Ward y un análisis de correlación entre los nutrimentos encontrados en el suelo y los registrados en los tejidos vegetales.

Cuadro 1. Parámetros y métodos utilizados en el análisis físico-químico de los perfiles y análisis nutrimental del suelo y tejido vegetal de *M. compressa* y *M. dioxanthocentron*.

Parámetro	Método
Color	Comparando con cartas de colores estándar de Munsell (Munsell 1975).
Densidad real	Picnómetro (Johnson, 1979; Diario Oficial de la Federación. 2002, NOM-021-SERMANAT-2000).
Textura	Hidrómetro de Bouyoucos basado en la ley de Stoke (Bouyoucos, 1962).
M.O	Walkley-Black (1934).
(pH activo)	Electrométrico AS-03 (Diario Oficial de la Federación. 2003, NOM-021REC/NAT-2000).
Nitrógeno total	Semi-micro Kjeldhal.
K, Ca y Mg	Espectrofotometría de absorción atómica (EAA).

M.O: Materia orgánica, pH: Potencial de Hidrógeno, K: Potasio, Ca, Calcio y Mg: Magnesio.

## Resultados y Discusión

Se llevó a cabo el muestreo de suelo y tejido vegetal en 12 localidades, 11 para *Mammillaria compressa* (amplia distribución) y 1 para *Mammillaria dioxanthocentron* (endémica).

Se recolectó *Mammillaria compressa* en los estados de Hidalgo, Querétaro y San Luis Potosí, en Matorral Xerófilo, M. Crasicaule, Bosque Espinoso, Bosque Tropical Caducifolio a altitudes de 907-2065 m.s.n.m, los resultados indican que tolera rangos amplios de las propiedades físico-químicas, nutrimentales y ecológicas (cuadro 2). Se recolectó en suelos Leptosol (Fig 1) 63.63%, Phaeozems 18.18%, Regosol y Kastanosems 18.18%. En general son perfiles A,C,R con profundidades que van de 0-10 y hasta 0-90 cm.

En contraposición *M. dioxanthocentron* se desarrolla en condiciones con menos variación edáfica, esto se debe a que se trata de una especie endémica en donde el material geológico gipsófilo es determinante en la distribución de la planta y de las propiedades del suelo como: profundidad, DA, C.E y bajos contenidos de materia orgánica, mismos que son relevantes en

su establecimiento, desarrollo y distribución. Esta especie crece alrededor de los 907m.s.n.m de altitud, en Bosque Tropical Caducifolios en suelo Leptosol lítico preferentemente y Regosol (Fig. 2) con profundidades no mayores a 60cm de manera restringida. Es una especie que crece solitaria (Pilbeam 1999), su sistema radical no va más haya de los 15cm.



Figura 1. Perfil de suelo donde crece *Mamillariacompressa* en Portezuelo, Tasquillo, Hidalgo. Foto Carmina G.



Figura 2. Perfil de suelo donde crece *Mamillariadixanthoncentron* en el Municipio San Juan de los Cues, Oaxaca. Foto Ramiro R.

Cuadro 2. Propiedades físico-químicas del suelo de *M. compressa* y *M. dixanthoncentron*.

Especie	Estado	Propiedades físico-químicas del suelo						
		P %	D.A(g/cc)	R.H %	M.O %	pH	C.E	Clase textural
<i>Mamillaria compressa</i>	Hidalgo	10	1.23	39.1	1.71	7.9	0.28	Arena
	Queretaro	55	1.08	67.4	5.46	7.09	0.25	Migajón arcilloso-arenoso
	S.L.P	51	0.86	80.02	3.76	7.74	0.41	Arena Migajonosa
<i>Mamillaria dixanthoncentron</i>	Oaxaca	<1	0.76	65.71	1.43	7.63	2.18	Migajón arenoso

S.L.P: San Luis Potosí, P: Pedregosidad, D.A: Densidad aparente, R.H: Retención de húmedad, M.O: Materia orgánica, C.E: Conductividad eléctrica

Las correlaciones positivas para este trabajo mostraron al N como el nutriente que mejor se vincula con el resto de los nutrientes, por otro lado se encuentra al Mg que solo se correlaciona con el K.

Cuadro 3. Correlaciones positivas entre el N y Ca, Mg y K.

Nutrientes	Valor de correlación
N(T) y K(T)	0.0140
N(1) y Mg(5)	0.0390
N(3) y Ca (3)	0.0435

N: Nitrógeno, K: Potasio, Mg: Magnesio, Ca: Calcio, T:Tallo, 1: Diámetro (0-0.5), 3: Diámetro (1-2), 5: Diámetro (= ó >3).

El análisis de Cluster (Figura 3) muestra las localidades que presentan mayor y menor similitud entre ellas. Se crearon dos grandes grupos, en uno se ubican todas las localidades del estado



de Hidalgo y Querétaro y sólo una de San Luis Potosí. El otro grupo contiene el resto y la mayoría de localidades de San Luis Potosí y el estado de Oaxaca. *Mammillariacompressa* en ambos grupos y *M. dixanthoncentron* únicamente el segundo.

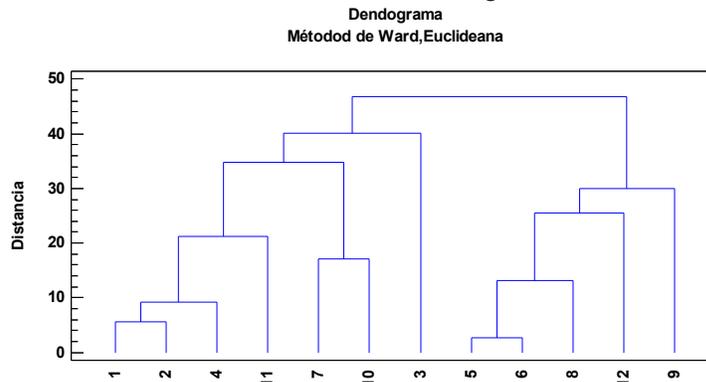


Figura 3. Dendograma, Método de Ward, Euclidean, muestra la similitud entre localidades resultado de las propiedades edáficas en ambas especies. 1-4: Hidalgo, 5-9: San Luis Potosí, 10,11: Queretaro, 12: Oaxaca.

Las propiedades que las separa se consideran como aquellas que les da especificidad para su establecimiento, el cuadro 4 resalta los porcentajes de pedregosidad y E.P que no se relacionan entre sí, la primera desempeña un papel como nodriza (Peters *et al.* 2008) protege de la pérdida de humedad, la segunda influencia la arquitectura del sistema radical debido a que ésta ayuda a la buena penetración de las raíces. Por su parte *Mammillaria compressa* se beneficia de su tipo de crecimiento colonial (Pilbeam 1999), protegiéndose de la insolación y alta evapotranspiración característica de las zonas áridas. *Mammillaria dixanthoncentron* crece solitaria (Pilbeam 1999), sin embargo, la presencia de baja pedregosidad es reemplazada por los suelos yesíferos con alto poder de retención de agua.

Cuadro 4. Propiedades físicas y químicas del suelo donde se establecen *M. compressa* y *M. dixanthoncentron*.

	Localidad	% P	D.A	D.R	E.P	%R.H	pH	C.E	M.O
Grupo 1	1	37.00	0.99 <sup>a</sup>	2.19	54.61	49.35	8.04 <sup>a</sup>	0.32 <sup>*</sup>	4.44 <sup>*</sup>
	2	28.00	0.98 <sup>a</sup>	2.20	55.50	54.23	8.02 <sup>a</sup>	0.19	3.76 <sup>*</sup>
	4	63.00	0.80	2.03 <sup>a</sup>	60.39	64.07	6.87	0.26	5.47
	11	47.00	0.83	2.36 <sup>*</sup>	64.90	79.81 <sup>*</sup>	8.07 <sup>a</sup>	0.51	11.20
	7	52.00	0.91 <sup>*</sup>	2.11	56.81	79.83	7.85	0.38 <sup>*</sup>	7.17
	10	55.00	1.09	2.63	58.59	66.92	7.09	0.25	5.46
Grupo 2	3	10.00	1.24	2.08 <sup>a</sup>	40.48	38.74	7.90 <sup>*</sup>	0.28	1.71
	5	4.00	0.92 <sup>*</sup>	2.35 <sup>*</sup>	60.68	70.55	7.91 <sup>*</sup>	0.41 <sup>b</sup>	5.12
	6	51.00	0.86 <sup>b</sup>	2.40 <sup>*</sup>	64.01	79.76 <sup>*</sup>	7.74 <sup>b</sup>	0.41 <sup>b</sup>	3.76 <sup>*</sup>
	8	70.00	0.86 <sup>b</sup>	1.82	51.89	84.53	7.90 <sup>*</sup>	0.32 <sup>*</sup>	4.44 <sup>*</sup>
	12	<1	0.76	2.30 <sup>*</sup>	66.80	65.71	7.63	2.18	1.43
	9	<1	0.66	1.70	61.41	92.08	7.74 <sup>b</sup>	0.44 <sup>b</sup>	1.38

P: Pedregosidad, D.A: Densidad aparente, D.R: Densidad real, E.P: Espacio poroso, R.H: Retención de humedad, C.E: Conductividad eléctrica, M.O: Materia orgánica, 1-4: Hidalgo, 5-9: San Luis Potosí, 10,11: Queretaro, 12: Oaxaca, <sup>a</sup>: Similitudes del grupo 1, <sup>b</sup>: Similitudes del grupo 2, <sup>\*</sup>: Similitudes entre ambos grupos.

El análisis nutrimental muestra que el K es el nutrimento con los valores más altos en los tejidos de las dos especies (Etchevers *et al* 1971) y tipos de suelo, lo cual se explica por el



papel funcional del K como regulador hídrico en la planta más trascendente en el ambiente semiárido donde crecen estas especies.

## Conclusiones

*Mammillaria compressa* presenta mejor tolerancia de las condiciones edáficas y nutrimentales del suelo, condición que se refleja en su amplia distribución, mientras que la distribución de *Mammillaria dixanthocentron* está determinada por propiedades edáficas específicas.

## Bibliografía

- Anderson, E. F. 2001. The cactus family, Timber Press, Inc. Portland. Oregon, U.S.A.
- Azcon-Bieto, J. y Talon, M. 2008. Fundamentos de fisiología vegetal. 2ª ed. Mc. Graw Hill. Madrid, España.
- Bouyoucos, G. J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil. Agronomy Journal 54:464-465.
- Bravo-Hollis, H. 1978. Las Cactáceas de México. 2a. ed. Vol. 1, Universidad Nacional de México. D.F., México.
- Bravo-Hollis, H. y Sánchez-Mejorada H. 1991. Las Cactáceas de México. Vol. 2 Universidad Nacional de México. D.F., México.
- Cuanalo, D. H. 1990. Manual para la descripción de perfiles de suelo en el campo. Centro de edafología. Colegio de Postgraduados. 3a edición. Chapingo, México.
- Diario Oficial de la Federación. 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. D. F., México.
- Etchevers-Barra, J.D., Espinoza W. y Riquelme E. 1971. Manual de fertilidad y fertilizantes. 2a ed. Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción. Chillan, Chile.
- Johnson, J. 1979. Introductory soil science. A study guide and laboratory manual. Macmillan Publishing Co. New York.
- Munsell. 1975. Soil Color Charts. Macbeth Division of Kollmorgen corporation. Baltimore.
- Peters, E. y Martorell, C. 2001. Conocimiento y conservación de las Mammillarias endémicas del Valle de Tehuacan-Cuicatlán. UNAM. Instituto de ecología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. R166. D.F., México
- Peters, E., Martorell, C. y Escurra E. 2008. Nurse rocks are more important than nurse plants in determining the distribution and establishment of globose cacti (*Mammillaria*) in the Tehuacán Valley, México. Journal of arid environment 72 (2008) 593-601.
- Pilbeam, J. 1999. The cactus file handbook 6 mammillaria, Cirio Publishing Services Ltd, Oxford.
- Walkley A. y Black A. 1934. An examination of the Degjijareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-38.





## ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DEL ALGODÓN BAJO DIFERENTES REGIMENES HÍDRICOS.

Hernández-López, J.C.<sup>1\*</sup>; Tijerina-Chávez, L.<sup>1</sup>; Acuayte-Valdés, M.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hidrociencias, Colegio de Postgraduados. Carretera Federal México – Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México. México.

\*Autor responsable: hernandez.juan@colpos.mx; Av. Úrsulo Galván S/N. Texcoco, Estado de México. México. CP 56230; Tel. +52(045) 595 108 57 53.

### Resumen

El cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum*) requiere de riegos, el algodón responde a los riegos en diferentes formas dependiendo del tiempo de aplicación de los mismos. Se realizó un experimento en campo con algodón (*Gossypium hirsutum* var. Paymaster 792) donde se establecieron con tres tratamientos de riego: seco, riego interrumpido y riego constante. Se estudió el efecto en el crecimiento relativo, el índice de área foliar y la biomasa del algodón a tres diferentes tratamientos hídricos, el manejo de los diferentes tratamientos indujo respuestas fisiológicas diferentes en función del tiempo de aplicación de los riegos. El tratamiento de riego constante fue el que mejores resultados presentó en las variables estudiadas; obteniéndose un crecimiento relativo de 7 kg/día, a los 115 días después de la emergencia (DDE), un índice de área foliar (IAF) de 4 a los 115 DDE y una biomasa total de 1,100 kg a los 115 DDE.

### Palabras clave

Algodón; riego; crecimiento; biomasa.

### Introducción

El algodón es cultivado en climas como tropical seco, subtropical y mediterráneo. La planta de algodón tiene un crecimiento indeterminado, y la alteración de cualquier elemento climatológico cambia la iniciación, retención, y la senescencia de las estructuras reproductivas (Tijerina, 1985). El manejo del agua en el algodón induce diferentes respuestas fisiológicas, pero en general el estrés hídrico al principio del ciclo del cultivo fomenta la producción de plantas pequeñas dando como resultado un bajo rendimiento. El desarrollo y crecimiento del algodón depende de varios factores bióticos y abióticos; entre los cuales se encuentran los ambientales (Steglich *et al.*, 2000), las características genóticas y fenotípicas de la planta (Hussain *et al.*, 2008). Diferentes autores han reportado que la acumulación de materia seca en el algodón, ocurre cuando el área foliar alcanza su valor más alto; este potencial productivo se debe a la sincronización existente entre el desarrollo, acumulación y distribución de biomasa (Unruh y Silverthoath, 1996, khurana, 1994). Pero esta sincronía puede ser afectada por varias características del cultivo como la precocidad, altura, área foliar eficiente para la captación de la luz, y la tasa de crecimiento del cultivo hacia la formación de fibra (Kerby *et al.*, 1990). La tasa del crecimiento relativo del cultivo (TCR), tasa de crecimiento del cultivo (TCC,) tasa de asimilación neta (TAN), índice de área foliar (IAF) y biomasa (Bm), son indicadores útiles en el estudio de la eficiencia del crecimiento de la planta (Rapford, 1967; Escalante y Kohashi, 1993).

El objetivo de este trabajo fue estudiar el comportamiento del crecimiento del algodón (*Gossypium hirsutum* var. Paymaster 792).

## Materiales y Métodos

Se realizó un experimento para estudiar el crecimiento del cultivo del algodón. La mayor parte del trabajo estaba orientado a caracterizar los patrones de crecimiento de la planta bajo tres regímenes diferentes de contenido de agua del suelo.

## Localización del experimento

Las parcelas experimentales se situaron en campo, en el Laboratorio de Investigación de Campo de Recursos Hídricos y Aire. En la **Figura 1**, se presentan los detalles del área experimental en esta figura se indican la distribución de los tratamientos en el experimento

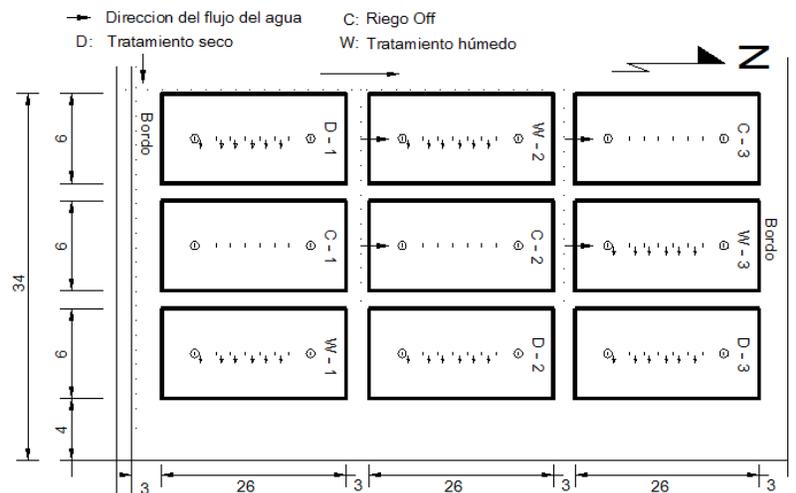


Figura 2. Detalles del área experimental y distribución de los tratamientos.

El área experimental está localizada en el Valle de Sacramento. El suelo es franco arcilloso de gran profundidad, y facilita un desarrollo radical profundo. Y una alta capacidad de mantenimiento de la humedad, (16% de volumen promedio de agua). Este suelo se encoge y se expande durante los periodos de riego, produciendo agrietamientos y costras (Tijerina, 1985). El clima en Davis es Mediterráneo, caracterizado por frío y lluvias en invierno y en verano lluvia abundante y alta radiación y alta demanda evaporativa. Las noches de verano son frescas por la intrusión de los vientos fríos del océano.

## Diseño experimental

El diseño experimental implementado fue un Diseño Experimental Bloques al Azar (DEBA), el experimento fue realizado con tres tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos de riego fueron:



1. Húmedo. Este tratamiento recibió dos riegos a los 32, 54 y 85 DDE, manteniendo un alto contenido del potencial del agua en la hoja la mayor parte de este periodo. La aplicación de los riegos fue a una profundidad de 10 cm para cada riego
2. Seco. Este tratamiento no fue regado después del establecimiento del cultivo
3. Riego Off. La aplicación de agua fue suprimida a los 32 DAE.
4. Un pre riego de 9 cm de profundidad fue aplicado por riego por aspersión para humedecer el suelo a capacidad de campo arriba de los 60 cm de profundidad. Los riegos por aspersión son poco profundos (cerca de 5 mm diarios) fue aplicado entre la siembra y la emergencia para disminuir la fuerza de la superficie del suelo; se aplicaron en total 6.5 cm entre la siembra y la emergencia.

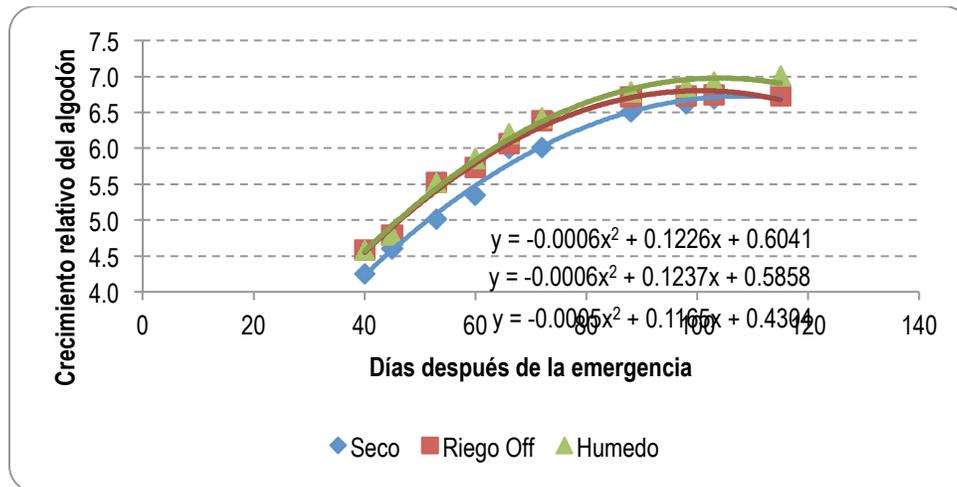
### Desarrollo del experimento.

El nitrógeno fue suministrado como nitrato de amonio en 94. kg de N/ha; después de que se preparó el suelo se formaron los surcos a 0.5 m de separación entre centros. La variedad plantada fue Paymaster 792. El día de la siembra se aplicó herbicida de preemergencia Dacthal W-75 fue aplicado a una razón de 14.5 kg/ha, esto previene la emergencia de algunos pastos. La densidad de plantación fue de 16 plantas por metro lineal a 5 cm de profundidad. 10 días después de la siembra la emergencia fue considerada completa. Se hizo un aclareo de las plantas dejando 8 plantas por metro lineal a los 14 DDE. Se requirieron tres aplicaciones de insecticida durante el ciclo del cultivo a 15, 51 y 89 DAE. El primer insecticida aplicado fue dimethoate 267 a una razón de 750 ml/ha, la segunda aplicación fue del mismo insecticida para combatir el thrips y *Lygus hesperus* (Knight), y la tercera aplicación fue Methomyl a una razón de 2.5 l/ha para combatir *Spodoptora exigua* (Hubner). Las malezas fueron retiradas de forma manual. El área fue cultivada en dirección de reconstrucción de los surcos para facilitar el riego. Durante este periodo el riego por aspersión fue aplicado en pequeñas cantidades (aproximadamente 5 mm diarios) para disminuir la fuerza de las costras presentes en el suelo.

Después de realizar la plantación la maleza fue retirada de forma manual. Dimethoate 267 fue aplicado el 24 de junio a una tasa de 750 ml/ha para el control de Thrips. Debido al alto contenido de agua en el perfil del suelo, en la resiembra el riego no fue necesario.

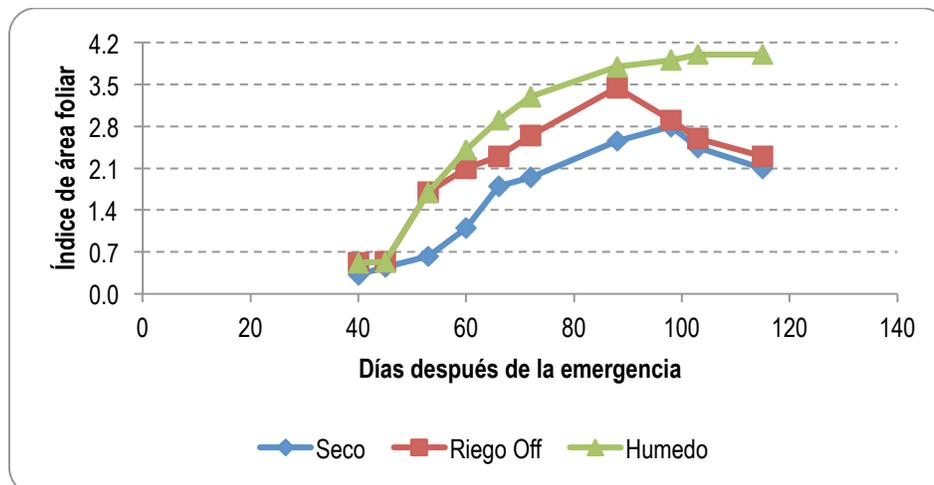
### Resultados y Discusión

En la **Grafica 1**, se presentan los resultados obtenidos para la Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) del algodón, y como se puede observar el tratamiento húmedo es el que presentó un mayor crecimiento relativo con 7 kg/día 115 DDE. En los tres tratamientos a los 115 DDE el algodón alcanzó su máximo crecimiento relativo. Orozco (2011), realizó un experimento donde estudió el crecimiento de tres variedades de algodón (CIAN Precoz, Fiber Max 832 y NuCotton 35B), de las tres variedades estudiadas, Fiber Max 832 obtuvo una tasa de crecimiento mayor con respecto a las otras dos variedades con 24.4 kg/día a los 105 días después de la siembra (DDS), de igual forma Gaytán (2001) realizó estudios de distribución y producción de biomasa en variedades precoces de algodón (CIAN Precoz, CIAN Precoz 1 y CIAN Precoz 2) y encontró que la variedad CIAN Precoz 2 obtuvo un mayor crecimiento de 59.3 g m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup> a los 129 DDS, se puede atribuir que la variedad del algodón influye de forma directa en el crecimiento relativo del algodón.



Grafica 1. Crecimiento relativo del algodón (*Gossypium hirsutum* var. Paymaster 792).

En la **Gráfica 2**, se presentan los resultados obtenidos para el Índice de Área Foliar (IAF) del algodón y de ella se observa que el tratamiento humedo fomento en el algodón un mayor IAF con un valor de 4 con respecto a los otros tratamientos. De forma similar, Palomo *et al* (2010) estudio la eficiencia fotosintetica del algodón en tres variedades diferentes (CIAN Precoz, Fiber Max 832 y NutCot 35B) y encontro que la variedad CIAN Precoz tuvo un mayor IAF de 3.36 a los 105 DDS con respecto a las otras dos variedades.

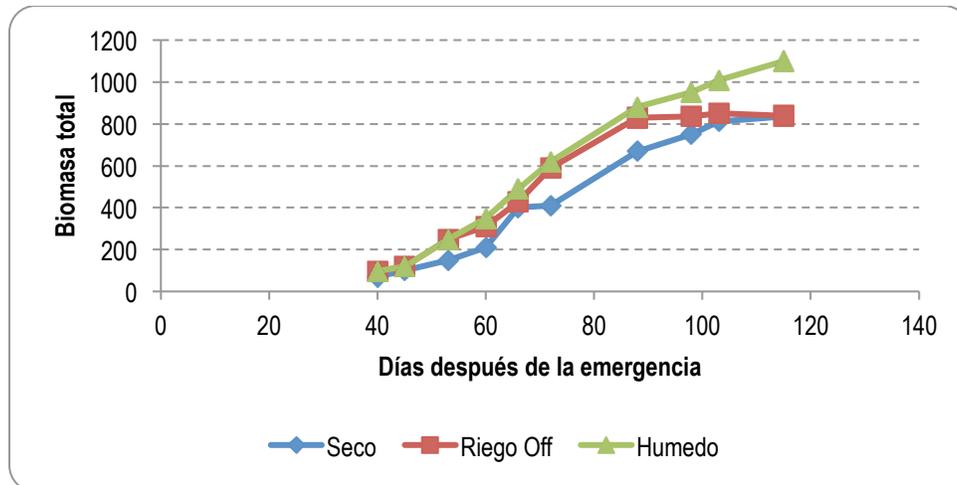


Grafica 2. Índice de área foliar del algodón (*Gossypium hirsutum* var. Paymaster 792).

En la **Gráfica 3**, se presentan los resultados obtenidos para la biomasa total del algodón y se observa que el tratamiento humedo fomento en el algodón un incremento de biomasa total con un valor de 1,100 kg con respecto a los otros tratamientos, Gaytán (2001), encontro que a los 129 DDS las variedades precoces muestran una mayor acumulacion de biomasa total a diferencia de la variedad tardia Deltapine 80, lo cual sugiere que las variedades tardías tienen una actividad metabolica mas lenta. Hearn (1969), reporto que los genotipos que se caracterizan por una mayor eficiencia fotosintética al acumular materia seca y mayor



asignación de asimilados hacia las estructuras reproductivas, son también los que presentan mayores rendimientos.



Gráfica 3. Biomasa total del algodón (*Gossypium hirsutum* var. Paymaster 792).

## Conclusiones

El cultivo de algodón tuvo un mayor crecimiento relativo con el tratamiento húmedo con respecto a los otros dos tratamientos, así como el índice de área foliar (IAF) se fue incrementando a lo largo del ciclo bajo un régimen húmedo, caso contrario con los otros dos tratamientos que a los 88 DDE el IAF fue decreciendo gradualmente siendo el tratamiento seco el que reportó el IAF más bajo con un valor de 2.1, este valor es bajo ya que el riego se suprimió después del establecimiento del cultivo.

El cultivo de algodón dejó de producir biomasa a los 115 DDE, siendo el tratamiento húmedo el que mayor biomasa acumuló con respecto a los otros dos tratamientos.

## Bibliografía

- Escalante, E.J.A. y S.J. Kohashi (1993). El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para la toma de datos. Colegio de Postgraduados, Montecillo.
- Gaytán M. A., G. A. Palomo y A. S. Godoy. 2001. Eficiencia en la producción y distribución de biomasa en variedades precoces de algodón. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 24 (2): 197-202.
- Hearn A.B. 1969. The growth and performance of cotton in a desert environment II. Dry matter production. J. Agric. Sci. Camb. 73: 75-86.
- Hussain, M., F.M. Azhar y A. A. Khan (2008). Genetic basis of variation in leaf area, petiole length and seed cotton yield in some cotton (*Gossypium hirsutum*) genotypes. International Journal of Agriculture & Biology 10: 705-708.
- Kerby, T.A., K.G. Cassman y M. Keerly (1990). Genotypes and plant density for narrow rows cotton systems. I. Height, nodes, earliness, and location of yield. *Crop Science* 30: 644-649.
- Orozco V. J. A., Y. P. Coronado, S. M. A. Castruita y V. R. Cepeda. 2011. Análisis de crecimiento de tres variedades de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en una región árida de México. *PHYTON* 80: 47-52.
- Palomo G. A., Orozco V. J., Gutiérrez E. 2010. Análisis de crecimiento de variedades de algodón transgénicas y convencionales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila. México.
- Tijerina Ch., L. 1985. Cotton Root-Shoot Relationships Under Different Soil Water Regimes. University Of California, Davis. California. E.U. 210 p.
- Radford, P.J. (1967). Growth analysis formulae, their use and abuse. *Crop Science* 7: 171-173.



**Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C.**  
**Universidad Autónoma de Ciudad Juárez**  
*“Suelos sin fronteras para impulsar a México”*

**UACJ**

- Steglich, E.M., T.J. Gerik, J. Kiniry, J.T. Cothren y R.G. Lemon (2000). Change in the light extinction coefficient with row spacing in upland cotton. En: P. Dugger and D. Richter (ed.). Proc. Beltwide Cotton Conf., San Antonio, Tx. 4-8 Jan. National Cotton Council, Memphis, TN. pp. 606-608.
- Unruh, B.L. y J.C. Silverthooth (1996). Comparison between an upland and a Pima cultivars. II. Nutrient uptake and partitioning. *Agronomy Journal* 88: 589-595.





## ÁREAS CON POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE CEBADA DE TEMPORAL EN SAN LUIS POTOSÍ

Loredo-Osti, C.<sup>1\*</sup>; Medina García G.<sup>2</sup>; Zamora-Díaz, M.<sup>2</sup>; Lara Mireles, J.L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.

<sup>3</sup>Laboratorio Nacional de Geoprocuremento de Información Fitosanitaria (LaNGIF) UASLP

\*Autor responsable: catarina.loredo@uaslp.mx; Facultad de Agronomía y Veterinaria. Domicilio conocido, Palma de la Cruz, S. L. P., México. Tel. +52 (444) 8524057

### Resumen

En agricultura de temporal, para reducir los riesgos de siniestro y tener rendimientos más altos, los cultivos se deben establecer en condiciones favorables, en las áreas con mayor potencial. En San Luis Potosí, las condiciones agro-climáticas propician gran diversidad de cultivos y la producción agrícola a través de los años no es estable, debido a la variabilidad que se registra en humedad, temperatura, tipo de suelo y condiciones del terreno. Con el fin de determinar el potencial productivo para el cultivo de cebada en condiciones de temporal en San Luis Potosí, se realizó lo siguiente: a) se investigaron los requerimientos agroclimáticos del cultivo; b) se obtuvo y generó información del medio físico con la cartografía de INEGI (carta edafológica escala 1:250,000; modelo de elevación digital escala 1:250000) y datos de clima considerando una base de datos de 132 estaciones meteorológicas; c) se definieron las áreas con potencial para el cultivo de acuerdo a la información de clima (temperatura y precipitación), topografía (altitud y pendiente) y suelos (profundidad, tipo y textura). Para la obtención de estas áreas se realizó un análisis multicriterio utilizando álgebra de mapas. El potencial para cebada es bajo con rendimiento promedio anual menor a dos toneladas por hectárea. Las zonas con potencial se ubican en los distritos de Desarrollo Rural 126 y 127 ocupando una superficie de 172,972 ha.

### Palabras clave

Cebada; potencial productivo

### Introducción

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es la principal materia prima de la industria cervecera. El grano se utiliza principalmente en la elaboración de malta, la cual se requiere para la fabricación de cerveza, existiendo en menor medida la producción destinada al forraje. La producción de cebada en México, ocupa el séptimo lugar en superficie y su cultivo es practicado en alguno de los dos ciclos del año en 23 estados (SAGARPA, 2006), cosechando en promedio alrededor de 234 mil hectáreas con un rendimiento medio de 743 kg/ha y un volumen de producción de 407,650 toneladas de grano (Cabañas *et al.*, 2002).

El estado de San Luis Potosí tiene zonas áridas y semiáridas que abarcan una superficie de 4'816,000 hectáreas (76.6% de la superficie total). Ahí la precipitación es escasa e irregular con más de 6 meses secos. Cuando no se cuenta con riego, estas áreas presentan un potencial de producción bajo (SAGARPA, 2006). Uno de los cultivos más difundidos al suroeste del estado, específicamente en el municipio de Villa de Arriaga, es la cebada. La superficie promedio



sembrada es de 9000 ha año<sup>-1</sup>. El volumen de producción se destina para abastecer con grano a la industria maltera y ha variado de 4060 a 11 340 t con un volumen promedio anual de 9700 t.

A fin de reducir los riesgos de siniestro y tener rendimientos más altos en condiciones de temporal, los cultivos se deben establecer en las condiciones más favorables, es decir, las áreas con mayor potencial y con la mejor tecnología de producción. El cálculo del potencial productivo supone que se satisfacen las necesidades climáticas del cultivo y que no afectan su desarrollo ni a su rendimiento potencial, el agua, los nutrientes, la salinidad, las plagas o las enfermedades (Ortiz, 1984). Para representar el potencial productivo en unidades cartográficas se necesitan de tres elementos esenciales que integren los factores ambientales de la zona de estudio: El periodo de crecimiento, el régimen de temperatura y las unidades de suelo (FAO, 1997). Para los propósitos de zonificación agroecológica y de potencial productivo, los sistemas de información geográfica (SIG) han surgido como una poderosa herramienta para la manipulación y análisis de grandes volúmenes de datos estadísticos, espaciales y temporales, que son necesarios para generar de forma flexible, versátil e integrada, productos de información ya sean mapas o informes para la toma de decisiones sobre el uso de los recursos de la tierra (FAO, 1997).

El objetivo general de este trabajo fue generar mapas que muestren las zonas con potencial productivo para cebada, a fin de ubicar las zonas con mejor capacidad de producción y contar con bases para la planeación y la toma de decisiones tendientes al mejoramiento del sistema de producción en beneficio de los productores.

## **Materiales y Métodos**

El trabajo tuvo tres etapas: 1. Obtención de requerimientos agroclimáticos. Se hizo una consulta y la información fue obtenida de revisiones bibliográficas (Ruiz *et al.*, 1999; Medina *et al.*, 2001; Medina *et al.*, 2003), así como resultados experimentales del cultivo de cebada en el estado. 2. Caracterización del medio físico. Se obtuvo y generó información del medio físico con la cartografía de INEGI, escala 1:250000 con base en la carta edafológica (INEGI, 1995a), modelo de elevación digital (INEGI, 2001) y uso del suelo y vegetación (INEGI, 1995b). Los datos de clima se obtuvieron de una base de datos de 136 estaciones meteorológicas que corresponden esencialmente a la Red de Monitoreo de la Comisión Nacional del Agua, cuya información ha sido caracterizada por el INIFAP (Medina *et al.*, 2005). Con esta información se estimó la relación precipitación/evaporación de la cual se generó una base de datos y mapa temático. 3. Determinación de áreas geográficas con diferente potencial. En función de la información de clima (temperatura y precipitación), topografía (altitud y pendiente) y suelos (profundidad, tipo y textura) y con el apoyo de un SIG se determinaron las áreas geográficas con diferente potencial. Para la obtención de estas áreas se realizó un análisis multicriterio utilizando álgebra de mapas con el software Arcview versión 3.2 (ESRI, 1996).

## **Resultados y Discusión**

### **Requerimientos del cultivo**

La cebada se adapta a diversos tipos de suelo, generalmente se cultiva en suelos ligeros bien drenados y los migajones con buena fertilidad y buen drenaje profundo. La textura óptima es de tipo franco (medio) y migajón-arenosa. Para un buen desarrollo radical, requiere suelos con más de 30 cm de profundidad, con pH en un rango de 6.5 a 8.0; es altamente tolerante a la



salinidad y muy tolerante a suelos alcalinos, sin embargo no se desarrolla bien en suelos ácidos. Requiere de 380 a 660 mm bien distribuidos durante el ciclo de cultivo; se desarrolla entre los 70°LN y 55°LS; su ciclo de cultivo varía de 80 a 120 días. Esta especie se puede cultivar en períodos de días cortos y días largos y se cultiva desde el nivel del mar hasta los 3,500 msnm (Ruiz *et al.*, 1999; Medina *et al.*, 2003). En el Cuadro 1 se presentan los requerimientos agroecológicos usados en la determinación del potencial productivo de cebada en San Luis Potosí. En esta determinación se excluyeron los litosoles; lo cuales son suelos con profundidad menor a los 10 cm, limitados por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido, no aptos para uso agrícola (INEGI, 2004; Silva, 1981).

La productividad potencial de la cebada, está delimitada por la duración del periodo de crecimiento, ya que por ser un cultivo de temporal depende de condiciones de humedad y temperatura propicias (donde se localicen los índices de precipitación/evaporación adecuados a la profundidad del suelo). El balance de humedad en un periodo determinado, se resume en el índice de precipitación-evaporación (Cuadro 2).

**Cuadro 1. Requerimientos agroecológicos para el cultivo de la cebada utilizados en la determinación del potencial productivo en San Luis Potosí.**

Variable	Tipo de potencial			
	Alto	Medio	Bajo	No apto
Temperatura media anual	< 24°C	< 24°C	< 24°C	>24 °C
Índice P/T	Consultar Cuadro 2			
Pendiente (%)	0 - 2	2 - 4	2 - 4	> 4
Profundidad del suelo (cm)	Litosoles			
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	< 1	1 – 1.5	1.5 - 4	>4

Fuente: Loredo *et al.*, 2006

**Cuadro 2. Índice precipitación/evaporación para diferentes niveles de productividad del cultivo de cebada utilizado en la determinación del potencial productivo en San Luis Potosí.**

Productividad de cebada de temporal	Índice Precipitación/Evaporación de junio a septiembre	Profundidad del suelo (m)
Alta	0.7-2.0	Mayor de 0.5
	0.9-2.0	Menor de 0.5
Media	0.5-0.7	Mayor de 0.5
	0.7-0.9	Menor de 0.5
Baja	0.35-0.5	Mayor de 0.5
	0.5-0.7	Menor de 0.5
No apto	<0.35	Mayor de 0.5
		Menor de 0.5

De acuerdo a INEGI (1995), la superficie estatal que se encuentra abierta al cultivo es de 1'171,346 ha. Con base en lo anterior, en el ciclo primavera-verano en condiciones de temporal, la cebada tiene potencial para establecerse en 172,913 ha (14.8% de la superficie), principalmente en los distritos de desarrollo 126 y 127 (Figura 1). Los niveles de productividad y el rendimiento esperado se presentan en el Cuadro 3.

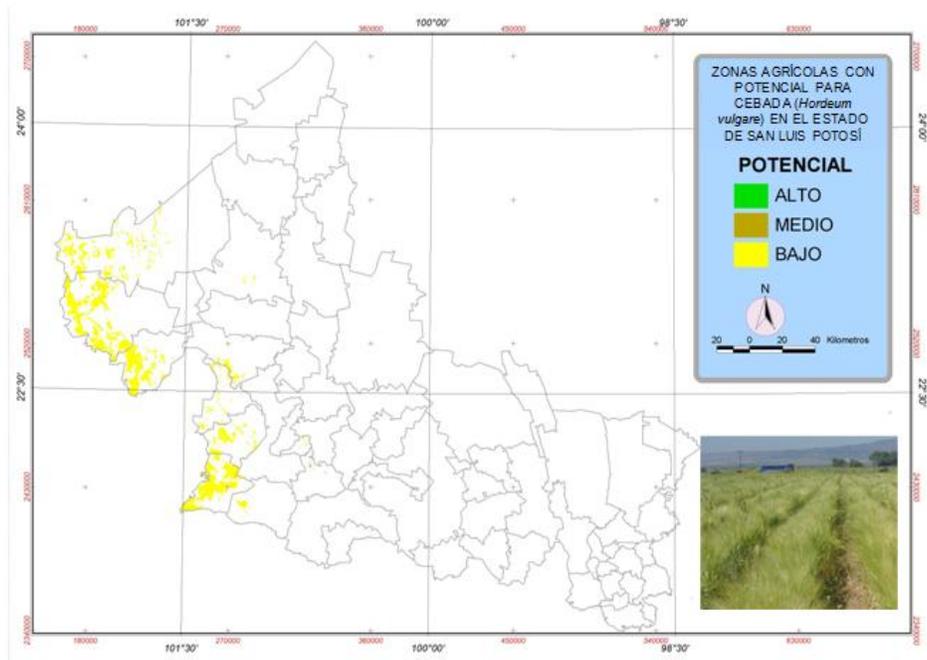


Figura 1. Zonas con potencial para el cultivo de cebada ciclo primavera-verano en tierras de temporal abiertas al cultivo del estado de San Luis Potosí.

**Cuadro 3. Superficie potencial para cebada en condiciones de temporal en tierras abiertas al cultivo en San Luis Potosí.**

Nivel de productividad	Superficie (ha)	% de la superficie agrícola estatal	Rendimiento esperado (ton ha <sup>-1</sup> )
Alto	3	0.0002	2.5 - 3.0
Medio	549	0.05	2.0 - 2.5
Bajo	172,364	14.72	< 2.0

Con relación a la tecnología disponible, se encontró que el uso de biofertilizantes al momento de la siembra con micorrizas (*Glomus intraradices*) y la siembra a doble hilera en lugar de sembrar al voleo logran reducir los costos en la adquisición de fertilizantes químicos, así como un incremento en rendimiento de grano de cebada maltera en condiciones de temporal.

## Conclusiones

El cultivo de la cebada tiene potencial en 14.8% de esta superficie; las zonas con potencial bajo condiciones de temporal se ubican en el Altiplano Potosino en los Distritos 126 y 127. La Zona Media y la Huasteca no presentan potencial para este cultivo.



## Agradecimientos

A la Fundación Produce por el Financiamiento del Proyecto: “Demostración de variedades y tecnología para la producción rentable de la cebada en San Luis Potosí”.

## Bibliografía

- Cabañas C., B y Galindo G, G. 2002. Validación de variedades de cebada maltera y sistemas de siembra para captar y retener el agua de lluvia del temporal en Zacatecas. Avances de resultados del proyecto. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Fundación Produce Zacatecas. Campo Experimental Calera. Calera, Zacatecas.
- ESRI: Environmental Systems Research Institute. Inc. 1996. ArcView GIS 3.2.
- FAO. 1997. Zonificación Agro-ecológica. Guía general. Boletín de suelos de la FAO No. 73. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. FAO. Roma, Italia. 94 p.
- INEGI. 1995a. Conjunto de Datos Vectoriales. Edafología. Serie I. Escala 1:250000.
- INEGI. 1995b. Conjunto de Datos Vectoriales. Uso de suelo y vegetación. Serie II. Escala 1:250000.
- INEGI. 2001. Modelo de elevación digital. Escala 1:250000.
- INEGI. 2004. Guía para la interpretación de cartografía. Edafología. México. 28 p.
- Ortiz S., C. A. 1982. Elementos de Agrometeorología cuantitativa. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 235p.
- Medina G.. G., G. Díaz Padilla, C. Loredó Osti, V. Serrano Altamirano, M. A. Cano García. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de San Luis Potosí, (período 1961-2001). INIFAP. Libro Técnico No. 2
- Medina G.. G., G A. Rumayor R.; B. Cabañas C.; M. Luna F.; J. A. Ruiz C.; C. Gallegos V.; J. Madero T.; R. Gutiérrez S.; S. Rubio D. y A. G. Bravo L. 2003. Potencial productivo de especies agrícolas en el estado de Zacatecas. Libro técnico No. 2. INIFAP-CIRNOC. Campo Experimental Zacatecas. Calera de V.R.. Zacatecas.. México. 157 p.
- Silva M., C. 1981. Unidades del suelo. Interpretadas para su uso en ingeniería civil y aprovechadas por el campesino en usos agropecuarios. Compañía Editorial Continental, S. A. México, D. F. 63 p.
- Ruiz Corral J.A.. Medina García G.. Ortiz Trejo C.. Martínez Parra R.. González Acuña I.J.. Flores López H. E. y Byerly Murphy K. F. 1999. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Libro Técnico Núm. 3. INIFAP-CIRPAC. Ed. Conexión Gráfica. Guadalajara. Jal.. Méx. 324 p.
- SAGARPA. 2006. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Consulta para cebada durante el periodo 1980-2004. México.





## **DESARROLLO DE LA HIGUERA (*Ficus carica* L.) CON HUMEDAD RESIDUAL EN UNA ZONA ÁRIDA DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO**

**Lucero-Vega, G.<sup>1,2</sup>; Troyo-Diéguéz, E.<sup>1\*</sup>; Zamora-Salgado, S.<sup>2</sup>; Ruiz-Espinoza, F.H.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Programa de Agricultura, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, B. C. S. México.

<sup>2</sup>Departamento de Agronomía, Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B. C. S. México.

\*Autor responsable: etroyo04@cibnor.mx; Calle Instituto Politécnico Nacional Núm. 195, Col. Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, Baja California Sur. México. CP23096; Tel. +52(612)-123-8484 ext. 3442

### **Resumen**

La Colonia Dos de Abril es una comunidad rural de BCS, México, donde viven 100 habitantes aproximadamente. La localidad es árida y tiene características adecuadas para el desarrollo de cultivos con humedad residual. En esta comunidad, la higuera es un cultivo promisorio en virtud de que tiene bajo requerimiento hídrico, la cosecha puede deshidratarse y obtener larga vida de anaquel. Además, la higuera tiene un alto rendimiento económico por cada metro cúbico de agua utilizado. El objetivo de la investigación fue promover en la Colonia Dos de Abril un modelo de producción de higo, bajo condiciones de humedad residual complementada con riego por goteo. Para tal fin se estableció un huerto de higuera de 2.0 ha. Los árboles se plantaron en marco de 6.0 x 5.0 m. Los resultados indican que el suelo aporta un volumen de 2,634.58 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, para un perfil de 0 a 2.5 m de profundidad posterior a la época de avenidas; dicha humedad es brindada por la naturaleza del ciclo hidrológico en la época de lluvias y en un período posterior a la misma. Dicho volumen representa 37.63% del requerimiento hídrico anual de un cultivo de higuera de siete años de edad, en plena producción. El desarrollo de las plantas hasta la fecha indica que la higuera es una opción viable para el desarrollo económico del área de estudio.

### **Palabras clave**

Humedad residual; riego complementario; higuera

### **Introducción**

La escasez de agua y de humedad aprovechable para la vegetación es una condición natural en las zonas desérticas y semidesérticas, aunque de manera temporal e intermitente las lluvias estacionales ocasionan la formación de avenidas que crean condiciones de humedad favorable en cauces y márgenes de arroyos. Tal es el caso del Desierto Chihuahuense, donde bajo dichas condiciones se presentan especies relevantes como *Prosopis glandulosa*, *Acacia constricta*, *Berberis trifoliata*, *Celtis pallida*, *Chilopsis linearis*, *Porlieria angustifolia* y *Rhus choriophylla* (Granados-Sánchez *et al.*, 2011).

Los agroecosistemas que se sostienen con la humedad de avenidas o inundaciones funcionan a través de dos vías (1) las manipulaciones hidrostáticas del entorno físico y (2) las manipulaciones sinecológicas de las comunidades de plantas (Nabhan, 1979). El riego complementario es una práctica altamente eficiente con factibilidad de incrementar la



producción agrícola y mejorar los medios de vida en las zonas agrícolas de temporal. En zonas áridas, la mayor parte del agua de lluvia se pierde por evaporación, en consecuencia, la productividad del agua de lluvia es muy baja, aunque el adecuado manejo de los escurrimientos superficiales puede mejorar la agricultura de dichas zonas (Oweis y Hachum, 2006). Los beneficios de los escurrimientos se reflejan en una humedad que se acumula temporalmente en el perfil del suelo (Granados-Sánchez et al., 2013). La Colonia Dos de Abril se ubica en el Municipio de La Paz B.C.S. México, en una zona árida con recursos naturales limitados. Cuenta con suelos con alta capacidad para retener, formados por depósitos del arroyo Las Liebres. Los habitantes obtienen sus ingresos de la agricultura de temporal, ganadería extensiva y elaboración de carbón vegetal. La siembra se inicia en octubre, aprovechando el agua retenida por el suelo, posterior al periodo de lluvias (Figuras 1 y 2).



Figura 1. Parcela en el momento de una inundación por avenida de 36 horas, del 27 al 29 de septiembre de 2012.



Figura 2. Vista de la parcela posterior a una avenida; se muestran plantas de higuera recién establecidas.

Al considerar la escasez de opciones agrícolas por el clima que predomina, la deficiencia hídrica y la problemática económica, se decidió establecer un huerto de 2.0 ha de higuera (*Ficus carica* L.), en virtud de que es tolerante a la sequía y puede considerarse cultivo de temporal (Melgarejo, 2000 y Agustí, 2004), no es atacada por plagas agresivas (Flores, 1990) y la cosecha puede deshidratarse, con larga vida de anaquel. Se ha reportado como componente en huertos comerciales de Mexquitic, San Luis Potosí, México (Fortanelli-Martínez *et al.*, 2006). En relación a la productividad del agua, la higuera brinda un alto beneficio económico por m<sup>3</sup> de agua utilizado. En India, Nagaraju y Sreenivas (2003) encontraron que por cada m<sup>3</sup> de agua utilizado en higuera, se obtiene una ganancia de 4.90 USD (dólares).

## Materiales y Métodos

### Ubicación

El estudio se realizó en La Colonia Dos de Abril, Delegación de los Dolores, Municipio de La Paz, B.C.S., en una parcela de 14.0 ha ubicada en las coordenadas: 24°25'42.19'' lat. N, 111°12'22.59'' long. O, a 128 Km al norte de la ciudad de La Paz, B.C.S.; cuenta con pozo a cielo abierto con nivel freático a 7.0 m, equipado con bomba solar que proporciona 3.3 LPS. La temperatura media anual es 22.41 °C y la precipitación anual es 116.3 mm, con una condición extremadamente árida y valores muy bajos del Índice de Aridez (IA) a lo largo del año, con



media de IA estimada en 0.099 (UNEP, 1997). La mayor cantidad de agua que recibe la parcela agrícola la proporciona la cuenca del Arroyo Las Liebres y una menor cantidad por las lluvias “in situ”. Dicha cuenca se extiende en 706.0 km<sup>2</sup>, su longitud es de 65.0 km y cuenta con una eficiente red de drenaje que transporta una parte del agua de la zona este de la franja peninsular donde se ubica la parte alta de la cuenca hacia la parte baja, con trayectoria al oeste, desembocando en el Océano Pacífico. El agua de precipitación recorre el cauce del Arroyo Las Liebres hasta llegar a la zona de ecocultivo, alrededor de 400 ha al año.

#### *Volumen de agua que retiene el suelo y volumen requerido por el cultivo*

Se tomaron muestras de suelo en un perfil de 0.0 a 2.5 m, utilizando una barrena con extensiones, con la finalidad de determinar la cantidad de agua que aporta el suelo, posterior a una avenida. Se ubicaron dos puntos de muestreo, en el centro de cada ha. El muestreo de suelos y su análisis físico-químico y de fertilidad se realizaron según el manual operativo del Laboratorio de Suelos de la UABCS (Hernández *et al.* 1991). Se realizó muestreo sistemático a tres profundidades (0 a 30 cm, 30 a 60 y 60 a 90). Se obtuvo una muestra por cada 50.0 cm de profundidad hasta alcanzar 2.5 m (FAO, 2006). Se realizaron análisis físicos de textura, densidad aparente  $D_a$ , CC y PMP (Cuadro 1). La cantidad de agua, por diferencia entre CC y PMP, se calculó en función de la humedad aprovechable (HA); para la conversión a volumen se consideró la  $D_a$ . Una vez calculada la HA, se estimó la humedad fácilmente aprovechable (HFA), considerando el tipo de suelo y la capacidad de la higuera para obtener agua del suelo. Se determinó que puede tomar del suelo 70% de HA, equivalente a un nivel de abatimiento de 70%. Con lo anterior se aplicó la ecuación:  $HFA = (HA)(70/100)$ . Al conocer HFA cada 50 cm y considerando la  $D_a$ , se calculó el volumen de agua que cada m<sup>3</sup> de suelo puede aportar. Al realizar la sumatoria según el horizonte del suelo, se determinó el volumen de agua que aporta una ha considerando 2.5 m de profundidad (Arres *et al.* 2012) (Cuadro 2). Los resultados del análisis químico y de fertilidad se muestran en los cuadros 3 y 4. Una vez estimado el requerimiento hídrico del cultivo y conociendo la cantidad de agua que aporta el suelo, la profundidad de exploración del sistema radicular y la HFA, se calculó el volumen de agua para complementar con riego (Möller y Weatherhead, 2007).

## **Resultados y Discusión**

#### *Volumen de agua que retiene el suelo y requerimiento de agua del cultivo*

Se estimó que el cultivo de higuera en producción (posterior al séptimo año) tiene un requerimiento anual de agua de 7,000.0 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>, considerando el sistema de producción intensivo (Melgarejo 2000 y Nagaraju y Sreenivas 2003). Los análisis de textura, densidad aparente  $D_a$ , CC y PMP (Cuadro 4), indican predominancia de suelo franco-arenoso y  $D_a$  promedio de 1.40 g cm<sup>-3</sup>; los cálculos de HA y HFA se aplicaron hasta 2.50 m de profundidad. Los resultados sugieren que después de las avenidas, el suelo aporta 2,634.58 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>, a una profundidad de 2.5 m. Por lo antes expuesto, si se establece una ha de higuera en el área del arroyo del sitio de estudio, donde se humedece con escurrimientos estacionales, será necesario complementar mediante riego con 4,365.42 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de agua anuales, esto es, 62.36% de los 7,000.0 m<sup>3</sup> requeridos por la higuera en un año, con lo cual se completan sus requerimientos hídricos. La demanda de agua anual se muestra en la Figura 3, donde se aprecia la cantidad que aporta la naturaleza y la porción proporcionada a través del riego.



Cuadro 1. Resultados del análisis de suelo (CC y PMP) en dos sitios de muestreo.

Profundidad m	Sitio A			Sitio B		
	CC	PMP	HA	CC	PMP	HA
0.0 a 0.5	30.02	17.86	12.16	31.75	18.89	12.86
0.5 a 1.0	24.63	14.66	9.97	22.78	13.55	9.23
1.0 a 1.5	23.16	13.78	9.38	29.31	17.44	11.87
1.5 a 2.0	27.17	16.16	11.01	25.99	15.46	10.53
2.0 a 2.5	27.09	16.12	10.97	21.03	12.51	8.52

Ecuación 1: HA = CC – PMP; HA: Humedad aprovechable en % (porcentaje de humedad en base a peso seco); CC : Capacidad de campo en %; PMP : Punto de marchitamiento permanente en %

Cuadro 2. Volumen de agua fácilmente aprovechable VFA, a una profundidad de 0.0 a 2.5 m.

Prof. m	Sitio A		Sitio B		HA	DA	VFA L·m <sup>-3</sup> de suelo	VFA según prof. m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>
	HA	DA	HA	DA				
0.0 a 0.5	12.16	1.40	12.86	1.40	12.51	1.40	122.60	612.99
0.5 a 1.0	9.97	1.45	9.23	1.45	9.60	1.45	97.44	487.20
1.0 a 1.5	9.38	1.45	11.87	1.35	10.63	1.40	104.13	520.63
1.5 a 2.0	11.01	1.40	10.53	1.40	10.77	1.40	105.55	527.73
2.0 a 2.5	10.97	1.40	8.52	1.45	9.75	1.43	97.21	486.03
Suma del VFA en m <sup>3</sup> , para una hectárea y prof de 0 a 2.5 m.								2,634.58

Ecuación 2: HFA = [ HA \* 70 / 100 ] / (100) \* (DA)(1000). Donde: HFA = Humedad fácilmente aprovechable en L·m<sup>-3</sup> de suelo; HA = Humedad aprovechable promedio en %; DA = Densidad aparente promedio en g·cm<sup>-3</sup>

Cuadro 3. Análisis químicos y fertilidad de suelo (hectárea 1).

Muestra Suelo	Prof cm	CE dS·m <sup>-1</sup>	PH	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl <sub>2</sub>	Ca	Mg	SO <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	M.O	NT*
							ppm						%
1	00 a 30	0.50	7.50	23.41	118.99	107.41	257.65	162.13	36.70	2.68	123.16	1.29	0.0645
2	35 a 40	0.28	7.26	11.70	118.99	107.41	221.87	137.04	30.22	1.69	96.41	0.71	0.0355
3	45 a 60	0.26	7.48	11.70	142.79	71.60	203.97	137.04	29.64	1.34	96.82	0.58	0.0290

• NT = MO/20; ppm: partes por millón

Cuadro 4. Análisis químicos y fertilidad de suelo (hectárea 2).

Muestra Suelo	Prof Cm	CE dS·m <sup>-1</sup>	PH	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl <sub>2</sub>	Ca	Mg	SO <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	MO	NT*
							ppm						%
1	00 a 30	0.48	7.59	23.41	95.19	143.21	239.76	158.27	37.06	2.03	134.16	0.41	0.0205
2	35 a 40	0.50	7.50	23.41	118.99	143.02	236.18	158.27	37.23	2.15	129.00	0.36	0.0180
3	45 a 60	0.32	6.98	11.70	293.63	143.21	205.97	131.25	31.59	2.33	100.49	0.27	0.0135

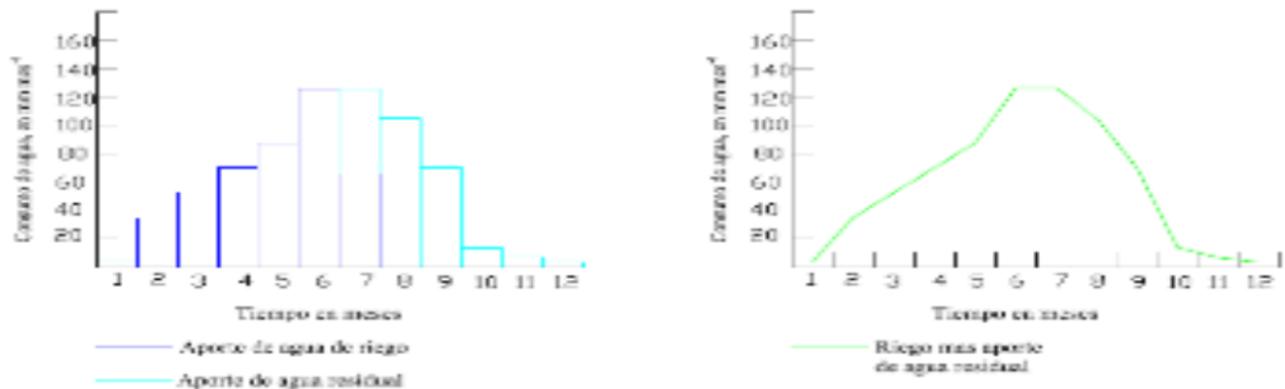


Figura 3. Consumo de agua anual de la higuera en la Colonia Dos de Abril, B.C.S.

## Conclusiones

El suelo del área de estudio, posterior al periodo de avenidas, puede aportar en humedad residual el equivalente a 2,634.58 m<sup>3</sup> de agua por ha, que representa 37.63% del consumo de un huerto de higuera en un año (7,000 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>). Lo anterior indica que solamente se aplicaría una lámina complementaria de 43.6 cm de los 70.0 requeridos por el cultivo. A juzgar por el desarrollo de las plantas durante el periodo observado, se infiere que la higuera se adapta adecuadamente al clima; según Flores (1990), la higuera se adapta a climas tipo mediterráneo templado-cálido seco. Lluvias frecuentes y humedad alta perjudican la calidad de la cosecha; por otro lado, sus umbrales térmicos indican que la muerte del árbol se produce con heladas de -12.2 °C, la pérdida de frutos con heladas de -6 o -7 °C, temperaturas de 37.7 °C o superiores sumado a ausencia de riego provocan la caída de frutos (Flores, 1990). Los registros de temperatura que se presentaron en la zona de estudio para el periodo 1990 – 2012 (Cuadro 1) son adecuadas para el cultivo de higuera. Los análisis del suelo en laboratorio indican que es apropiado para la especie (Cuadros 6 y 7). Melgarejo (2000) reportó que la higuera prefiere suelos ricos, profundos y bien drenados; para obtener siconos de calidad requiere suelos ricos en calcio y que no sean excesivamente húmedos. Por lo anterior, se concluye que el cultivo de higuera con humedad residual apoyado con riego complementario, es una alternativa de desarrollo para la Colonia Dos de Abril, en el Municipio de La Paz, Baja California Sur.

## Agradecimientos

El primer autor agradece el apoyo para beca de entrenamiento por parte del Fondo Sectorial SEP-CONACyT, mediante el Proyecto 0134460 "Determinación y construcción de indicadores de la huella hídrica y desertificación como consecuencia de la sobrexplotación agropecuaria y del cambio climático"; se agradece al Departamento de Agronomía y Laboratorio de Suelos de la UABCS y al Lab. de Hidrología del CIBNOR el apoyo brindado.

## Bibliografía

- Agustí, M. 2004. Fruticultura. Madrid España. Ediciones Mundi-Prensa. Pp. 417-425.  
Arres, M.C., R.J. Márquez y G.E. Ramírez. 2012. Algunas modificaciones físicas y químicas del suelo al establecer una plantación de *Pinus cembroides subsp. orizabensis* D.K. Foresta Veracr. Méx.14(1):19-34  
FAO. 2006. Evapotranspiración del cultivo. (298 p). Roma Italia.



- Flores, A. 1990. La higuera frutal mediterráneo para climas cálidos. Madrid, España. Ed. Mundi-Prensa. 190 p.
- Fortanelli-Martínez, J., F. Carlin-Castelán, J.G. Loza-León y J.R. Aguirre-Rivera. 2006. Patrones de cultivo en huertos comerciales minifundistas irrigados de Mexquitic, San Luis Potosí, México. *Agrociencia*. 40: 257-268.
- Granados-Sánchez, D., A. Sánchez-González, V. Ro Linnx-Granados y A. Borja de la Rosa. 2011. Ecología de la vegetación del Desierto Chihuahuense. *Rev. Chapingo Ser. Cienc. For. y del Amb.* 17(Esp): 111-130
- Granados-Sánchez, D., M.A. Hernández-García, A. Vázquez-Alarcón y P. Ruiz-Puga. 2013. Los procesos de desertificación y las regiones áridas. *Rev. Chapingo. Ser. Cienc. For. y del Amb.* 19(1): 45-66.
- Melgarejo, P. 2000. Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas. Vol. I. Madrid. Ed Mundi-Prensa. 382 p.
- Moller, M. and E.K. Weatherhead. 2007. Evaluating drip irrigation in commercial tea production in Tanzania. *Irrig. and Drain. Syst.* 21(1): 17-34.
- Nabhan, G.P. 1979. The ecology of floodwater farming in arid southwestern North America. *Agro-Ecosyst.* 5(3):245–255
- Nagaraju, Y. and B.T. Sreenivas. 2003. Sustainable use of groundwater resource in dry climatic condition: Economics of groundwater irrigation in fig and pomegranate crops in Karnataka. *Indian J Agric Econ.* 58(3): 491-491.
- Oweis, T. and A. Hachum. 2006. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems in West Asia and North Africa. *Agric. Wat. Manag.* 80: 57–73.
- UNEP. 1997. World atlas of desertification. 2nd edn. Middleton N, T.D (Coord. Ed). Ed. Arnold, London, UK.





## PRODUCCION DE MAIZ FORRAJERO ABONADO CON EFLUENTES LIQUIDOS DE UN BIODIGESTOR EN LA REGION LAGUNERA

Luna-Anguiano, J.<sup>1\*</sup>; Silos-Córdova, S.G.<sup>2</sup>; Salazar-Meléndez, E<sup>1</sup>; Trujillo Herrada, U.<sup>3</sup>  
Alvarado-Arroyo, R.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Politécnica de Gómez Palacio. Carretera El Vergel-La Torreña km 0820, Loc. El Vergel, Gómez Palacio, Dgo, Méx.

<sup>2</sup> Alumno de la Maestría en Agricultura Orgánica Sustentable de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

<sup>3</sup> Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria (SEP-DGETA), Secretaria de Educación Media Superior (SEMS), Brigada de Educación para el Desarrollo Rural (BEDR #48), Fco. I. Madero Coahuila, Méx.

\* Autor responsable: [jluna@upgop.edu.mx](mailto:jluna@upgop.edu.mx); Ejido San Felipe, Municipio de Gómez Palacio Dgo., C.P. 35118, Tel. 87 11 26 29 30.

### Resumen

En México se cuenta con una producción anual de 9'524,272.92 toneladas de maíz forrajero, mientras que en la Comarca Lagunera cuenta con una producción anual de 1'367,375.46 toneladas de maíz. Los biodigestores fueron creados principalmente para generar biogás para así poder tener fuentes de energía alterna, pero consigo trajo otro beneficio para la agricultura en lo que a fertilizantes orgánicos se refiere; tiene dos fuentes de fertilización, la primera son los lodos orgánicos, y la otra son los efluentes (aguas residuales del biodigestor), este fertilizante se genera debido a la biodigestión anaeróbica y esto produce una gran mejora en las fuentes de fertilización orgánica, elevando su producción. El presente estudio tiene como objetivo determinar el grado de aprovechamiento de los efluentes líquidos de biodigestor con respecto al fertilizante químico. Los datos de campo se analizaron mediante el análisis de varianza (ANOVA); con el modelo de Duncan. En los análisis de fertilidad del suelo, la MO, CE y NO<sub>3</sub>, los valores presentados fueron altos, en estas variables el tratamiento con mayor valor fue el de B. En el muestreo de los pesos de la planta encontramos que en el peso de la hoja el mejor tratamiento fue para NB.

### Palabras clave

Efluentes; lodos orgánicos; reciclaje de nutrientes

### Introducción

En México se cuenta con una producción anual de 9'524,272.92 toneladas de maíz forrajero, mientras que en la Comarca Lagunera cuenta con una producción anual de 1'367,375.46 toneladas de maíz (SIAP, 2012). La Comarca Lagunera es la principal cuenca lechera del país con más de 400 mil cabezas de ganado lechero. Esta situación genera una demanda grande de producción de forrajes lo cual es proveído con maíz, alfalfa, sorgo forrajero, avena y otros cereales de invierno como el triticale. El cultivo de maíz sirve como un forraje de alta energía para el ganado lechero. El ensilaje de maíz, con su alto contenido de energía, también se



adapta para ser usado en raciones de bajo costo para ganado de engorda. El cultivo de maíz también puede reciclar los nutrientes de las plantas eficientemente. Especialmente grandes cantidades de N (Nitrógeno) y K (Potasio). Por consiguiente, la eficiencia de transformación de forraje a leche es una necesidad relevante para el productor y problema a atender por la parte técnica (Peña, 2011).

El maíz absorbe el 90% del N en forma nítrica ( $\text{NO}_3$ ). No obstante, las plantas jóvenes pueden tomar más rápidamente las formas amoniacales ( $\text{NH}_4$ ). Las aplicaciones de N pueden hacerse de varias formas, la primera sería todo al momento de la siembra, la segunda fraccionando el 50% al momento de la siembra y el otro 50% restante de los 21-30 días después de la siembra, y por último, fraccionándolo un 33% al momento de la siembra, otro 33% en el primer riego de auxilio y el 33% restante él en segundo riego de auxilio, (Cuadro 1). Es importante observar síntomas en el cultivo y realizar análisis de suelo y planta para corregir deficiencias de nutrimentos, si no se abastecen adecuadamente los nutrimentos requeridos, el rendimiento disminuirá en función de la magnitud de la deficiencia (Figuroa, 2006).

## Materiales y Métodos

### Localización del área de estudio

El estudio se realizó en la Región Lagunera, la cual se ubica entre las coordenadas geográficas  $24^\circ 22'$  y  $26^\circ 24'$  de latitud norte,  $102^\circ 00'$  y  $104^\circ 47'$  de longitud oeste con relación al meridiano de Greenwich, con una altura de 1120 msnm (INEGI, 2006). El presente trabajo fue desarrollado en el predio las Vegas del módulo 21 de producción agrícola de la empresa BETA SAN GABRIEL S.P.R. de R.L. de C.V. Esta área se ubica entre los paralelos  $25^\circ 47' 53''$  y  $25^\circ 48''$  N y los meridianos  $103^\circ 14' 37''$  y  $104^\circ 47' 43''$ , con una altitud de 1110 msnm. Esta región conforma el distrito de riego No. 17 cuya superficie con el cultivo de maíz para el 2012 fue de 45,580.45 ha con un promedio de producción por hectárea de  $47.01 \text{ ton ha}^{-1}$  (SIAP, 2012).

### Características climáticas

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por García (1973), el clima de la Comarca Lagunera es de tipo desértico con escasa humedad atmosférica y precipitación pluvial promedio de 240 mm anuales; el periodo de lluvia comprende de mayo a septiembre donde ocurre 70% de la precipitación. En la mayor parte de la región se tiene una evaporación anual de 2,600 mm y una temperatura media de  $20^\circ \text{C}$ . Sin embargo, durante la primavera y verano (de mayo a agosto) la temperatura oscila en los  $40^\circ \text{C}$ , lo que causa estrés hídrico y térmico a los cultivos (López *et al.*, 2010).

### Establecimiento y conducción del experimento

**Cultivo y variedad.-** Se utilizó semilla de maíz forrajero híbrido 30S49 de Pioneer.

**Preparación del terreno.-** La preparación del terreno se llevó a cabo de la misma manera que se realiza la labranza tradicional en las empresas de producción de forraje, que consisten en; Barbecho, Rastro, Bordeo, Nivelación con láser en base al diseño del riego superficial y corrugación.

**Aniegos.-** Se realizaron dos aniegos, uno se realizó en el mes de febrero con efluente del biodigestor del establo aplicando una lámina de 17 cm con la finalidad de incorporar materia orgánica y nutriente al suelo, el segundo aniego se realizó con el agua proveniente de la presa Lázaro Cárdenas aplicando una lámina de 28 cm.



**Siembra.-** La siembra se llevó a cabo el en ciclo agrícola primavera-verano del año 2012 con fecha 04 de Abril del 2012 el cultivo se estableció en un sistema de producción tradicional con una distancia entre surcos de 75 cm y 12.5 cm entre plantas con una densidad de población de 96,779 por hectárea.

**Fertilización.-** Se hizo una aplicación de urea, el 05 de mayo, con una dosis de 350 Kg ha<sup>-1</sup>, la urea se aplicó en las tendidas marcadas de acuerdo al diseño establecido en el proyecto. El efluente del biodigestor fue aplicado en los riegos, pero este solo se aplicó a cada tendida de acuerdo al diseño del experimento, también hubo tendidas en las que solo se les aplico el riego sin fertilización alguna.

**Aplicación y manejo de riego.-** De acuerdo con el Reta *et al.* (2001) los mayores rendimientos se obtienen con aplicación de un riego de pre siembra con una lámina de 18 a 20 cm, y cuatro riego de auxilio con láminas 12 a 15 cm en el experimento los auxilios se realizaron a los 38, 64 y 76 días después de la siembra (dds).

**Tratamientos a evaluar.-** De acuerdo a cada tratamiento se aplicó el fertilizante químico que en este caso se utilizó Urea, además del efluente del biodigestor aplicado en cada uno de los riegos y también evaluando el agua de la noria, el manejo de los tratamientos fue el siguiente: Noria + Fertilizante (NF): se aplicó agua de noria más el fertilizante químico (urea), Noria + Biodigestor + Fertilizante (NBF): agua de la noria más el efluente del biodigestor y el fertilizante químico, Biodigestor + Fertilizante (BF): se aplicó el efluente del biodigestor más el fertilizante químico, Noria (N): solo se aplicó agua de la noria, Noria + Biodigestor (NB): se aplicó el agua de la noria y el efluente del biodigestor, Biodigestor (B): por ultimo en este tratamiento solo se aplicó el efluente del biodigestor.

#### **Diseño experimental y análisis estadístico**

Los tratamientos en el campo fueron establecidos en bloques al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, en la comparación de medias se utilizó el método de Duncan.

**Variabes a evaluar:** se evaluaron en planta la altura, Unidades SPAD y Peso verde, en el suelo se midieron ph, ce, mo y nitratos.

## **Resultados y Discusión**

**Altura de planta.-** En esta variable no se presentó diferencia significativa en ninguna de las fechas analizadas por lo cual se considera que el efecto fue homogéneo para los diferentes tratamientos. Numéricamente, se presentó una tendencia donde la altura de planta tendió a incrementarse más en el tratamiento NF (noria + fertilizante químico) en las primeras dos fechas muestreadas (5 y 22 de mayo), con una altura de 0.27 y 0.39 m respectivamente. El muestreo de esta variable del 30 de mayo el tratamiento que presento la mayor altura fue B (biodigestor) con 1.04 m. En el último muestreo el tratamiento sobresaliente fue el N (noria) con 1.315 m de altura. De las cuatro fechas muestreadas el tratamiento BF (biodigestor + fertilizante) fue el que obtuvo menor altura con un promedio de 0.98 m.

**Unidades SPAD.-** En esta variable se presentó significancia estadística en el muestreo del 28 de junio del 2012 con respecto a las demás fechas analizadas (Cuadro 1). En el primer muestreo el 5 de mayo, no presentó diferencia estadística entre tratamientos, pero se obtuvieron las siguientes tendencias, como mayor, el tratamiento de N con 50.495 unidades SPAD y el menor el tratamiento B con 46.735 unidades SPAD. En el segundo muestreo (22 de mayo) la mayor tendencia fue de 52.680 unidades SPAD para el tratamiento NB (noria + biodigestor) y la menor fue de 46.415 unidades SPAD para tratamiento BF. El 30 de mayo la mayor tendencia fue de 46.200 unidades SPAD para el tratamiento N y la de menor respuesta



fue de 34.325 unidades SPAD para el tratamiento B. En el último muestreo (28 de junio) se observa una mayor respuesta en los tratamientos N y NB con valores 49.615 y 52.515 unidades SPAD, los cuales resultaron estadísticamente iguales a los tratamientos NBF y BF, y superiores a los tratamientos NF y B.

Cuadro 1. Comparación de medias (Duncan 0.05) y la respuesta para SPAD de 6 tratamientos en maíz forrajero (*Zea mays*).

TRATAMIENTO	5-may.	22-may.	30-may.	28-jun.
NF	48.195	50.515	41.290	37.980 b
NBF	47.505	48.865	41.420	47.920 ab
BF	47.560	46.415	37.470	43.355 ab
N	50.495	50.655	46.200	49.615 a*
NB	48.935	52.680	44.715	52.515 a*
B	46.735	47.935	34.325	37.800 b

\*Letras iguales entre columnas son estadísticamente iguales

**Contenido de MO.-** En esta variable no se mostró diferencia estadística entre los tratamientos.

**PH.-** Esta variable no mostró diferencia significativa, encontrando una respuesta homogénea en la muestra analizada al final del ciclo vegetativo (Cuadro 2). El tratamiento con un mayor valor fue 8.2 (moderadamente básico) NB y el de menor valor fue 7.6 en BF lo cual se clasifica como un suelo alcalino (Pavón, 2002). La planta se desarrolla adecuadamente en un nivel de 6 - 7.5 (Phytomonitor, 2012), como se observa en el Cuadro 15, en los tratamientos que se les aplicó el efluente del biodigestor el pH disminuyó.

**Conductividad Eléctrica (CE).-** En el análisis estadístico al final del ciclo vegetativo, la CE presentó una diferencia altamente significativa como se muestra en el Cuadro 2. Las condiciones óptimas de CE en las que se desarrolla mejor el cultivo son de 1.5 – 2.5 mmhos  $\text{cm}^{-1}$  (Phytomonitor, 2012). El tratamiento con mayor valor fue el BF con un valor de 3.08 mmhos/cm, y el de menor valor fue de 1.37 mmhos  $\text{cm}^{-1}$  en el tratamiento. En B en los tratamientos BF y B se presentó un promedio de 3.12 mmhos  $\text{cm}^{-1}$ , lo cual afecta negativamente a la productividad del cultivo debido a que se consideran valores altos para desarrollo del mismo. Los tratamientos, NF, NBF, N y NB muestran un valor promedio de 1.64 mmhos/cm representando un nivel óptimo para el desarrollo del cultivo (Cuadro 2).

**Nitratos.-** En el momento del análisis de varianza para nitratos, se encontró que es altamente significativo (Cuadro 13). Las concentraciones de nitratos estuvieron dentro del rango 120.45 ppm (B) a 28.60 ppm (N) (Cuadro 2), el cual es mayor al que requiere el cultivo para desarrollarse adecuadamente (Phytomonitor, 2012). Los tratamientos relacionados con el efluente del biodigestor se mostraron altos.

**Pesos en verde para tallo, hoja y mazorca.-** En estas variables se presentó significancia estadística en el peso verde de la hoja, mientras que en el peso verde del tallo y mazorca no se presentó significancia estadística (Cuadro 3). En el análisis del tallo, el mayor valor se presentó en el tratamiento NF 0.439 kg y un menor valor en el tratamiento N con 0.310 kg. En el peso de la hoja el tratamiento NB fue superior a todos con un valor de 0.174 kg de hoja en peso verde. En el peso del elote el mayor valor encontrado fue de 0.277 kg en el tratamiento B y el menor valor fue de 0.234 kg en el tratamiento BF (Cuadro 3).



Cuadro 2. Comparación de medias (Duncan 0.05) para MO, pH, CE y NO<sub>3</sub> de 6 tratamientos en maíz forrajero (*Zea mays*).

TRATAMIENTO	MO (%)	pH	CE(mmhos cm <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> (ppm)
NF	1.68	8.1	1.45 b	37.00 d
NBF	2.00	7.8	2.09 b	83.25 bc
BF	2.10	7.6	3.08 a*	109.15 ba
N	1.96	8.2	1.37 b	28.60 d
NB	2.03	8.1	1.68 b	57.20 dc
B	2.33	7.8	3.16 a*	120.45 a*

\*Letras iguales entre columnas son estadísticamente iguales.

Cuadro 3. Comparación de medias para tallo, hoja y mazorca (Kg).

TRATAMIENTO	TALLO	HOJA	MAZORCA
NF	0.439	0.141 b	0.239
NBF	0.329	0.149 b	0.249
BF	0.315	0.149 b	0.234
N	0.310	0.144 b	0.264
NB	0.375	0.174 a*	0.270
B	0.338	0.155 b	0.277

\*Letras iguales entre columnas son estadísticamente iguales

## Conclusiones

En general, no se presentó un efecto significativo de los tratamientos en estudio sobre las variables del cultivo. Sólo al final de los muestreos de la altura de la planta, el tratamiento que mostró mejores resultados fue el de N. En tanto al SPAD, el tratamiento que obtuvo los mejores resultados fue el de NB, demostrando así que el contenido de clorofila fue alto ya que esto nos dice que el rendimiento y la concentración del nitrógeno fueron buenos. En los análisis de fertilidad del suelo, la MO, a pesar de no haber diferencia significativa los valores son altos para la región, y en la CE y NO<sub>3</sub>, los valores presentados también fueron altos, en estas variables el tratamiento con mayor valor fue el de B. En función de la salinidad del suelo que el cultivo puede tolerar sin afectar significativamente su rendimiento (1.5 – 2.5 mmhos cm<sup>-1</sup>), el rango de conductividad eléctrica (CE) resultante al final del ciclo vegetativo es alto (1.37-3.08 mmhos cm<sup>-1</sup>).

## Bibliografía

- Figueroa Viramontes Uriel 2006 Fertilización de Cultivos Forrajeros. Ed. CELALA INIFAP. Pág. 19 – 29.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana. Publicaciones UNAM. México, D. F.
- [http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Publicaciones/SistemaProducto/Lists/Meln/Attachments/6/pr\\_rl.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Publicaciones/SistemaProducto/Lists/Meln/Attachments/6/pr_rl.pdf)  
28/Agosto/2013
- [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=640](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=640) 21/Agosto/ 2013
- INEGI, 2006 <http://mapserver.inegi.gob.mx> 25/febrero/2013
- López, M. JD., Vázquez, V. C., Salazar, S. E., Salazar, M. E., Zuñiga, T. R. and Trejo, E. H. I. 2010. Use of soil water content in deciding the sowing time in dry land agriculture. J. Horticulture and Forestry. 2(6):122-126.
- Pavón Chocano Antonio B. 2002, Instalación de riego por goteo en una parcela de maíz dirección electrónica: <http://www.ingenieriarural.com/Proyectos/AntonioPavon/05-AnejolIII.pdf>
- Peña Quiroz Jorge Lenin 2011 trabajo de diplomado: Evaluación de la producción de chilote en el cultivo de Maíz (*Zea mays*, L) variedad HS-5G utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes "Kc" y "Ky", bajo riego. pág. 2
- Phytomonitor S.A. de C.V. Calzada Aeropuerto No. 7299-B Colonia Bachigualato Culiacán, Sin. C.P. 80140 te/fax 01 (667)760-0734 y 760-2466 e-mail: [ventas@phytomonitor.com](mailto:ventas@phytomonitor.com).





## CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y RENDIMIENTO DE GRANO DE TRES GENOTIPOS DE FRIJOL ORGÁNICO EN LA PARTE NORTE DE MÉXICO

Luna-Ortega, J.G.<sup>1\*</sup>; García-Hernández, J.L.<sup>2</sup> Guerrero-Guerrero, C.<sup>3</sup>; Cervantes-Vázquez, M.G.<sup>2</sup>; González-Zamora, A.<sup>2</sup>; Troyo-Diéguez, E.<sup>3</sup>; Preciado-Rangel, P.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Universidad Politécnica de la Región Laguna, Coahuila, México.

<sup>2</sup> Facultad de Agricultura y Zootecnia-Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Pal., Dgo. México.

<sup>3</sup> Academia de Investigación CETIS No 59 Torreón Coahuila, México

<sup>4</sup> Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. S.C. Mar Bermejo No.195 colonia Playa de Santa Rita.

<sup>5</sup> Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, México.

\*Autor responsable: lupe\_lunao@yahoo.com.mx; Calle A. Obregón Núm. 42 bis, Col. Montemayor, Fco I Madero, Coahuila. México. CP 27900; Tel. +52(871)-157-4875

### Resumen

Con el objetivo de caracterizar el rendimiento de grano de tres genotipos de frijol, uno de frijol yorimón: dos de frijol dolichus negro y tres frijol dolichus café, se realizó el presente estudio en el campo experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, localizada en el Km 30 de la Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, Dgo. México. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones, la parcela experimental fue de 300 plantas, utilizando únicamente 10 plantas por parcela útil. En cuanto a los análisis de varianza, los genotipos presentaron diferencias significativas al ( $P \leq 0.01$ ), para rendimiento de grano, peso de la vaina completa, peso de cien semillas, total de semillas por planta, vainas por planta, longitud de la vaina, racimos por planta y peso de semillas por vaina ya, con respecto a las dosis y fertilización por genotipo los caracteres no mostraron diferencias significativas. En cuanto a las medias de todos los caracteres evaluados, estas oscilaron desde 0.85 del carácter peso de semillas por vaina hasta 3154.61 kg ha<sup>-1</sup> para rendimiento de grano. Los coeficientes de variación de los análisis de varianza son considerados desde 5.93 mmde longitud de la vaina hasta 25.91g peso de la vainas completa. En el rendimiento promedio de grano el dolichus negro fue superior a los demás con 6103 kg ha<sup>-1</sup>, siguiéndole el yorimón con 2315.8 kg ha<sup>-1</sup> y el último en rendimiento fue el dolichus café 1045 kg ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** Rendimiento de grano; genotipos; fertilización.

### Introducción

El frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), es esencial como componente nutritivo en la dieta humana, consumido como verdura o como grano y es un excelente alimento para el ganado (Davis et al., 1991). A nivel mundial para el año 2003, se estimó una producción de 3.4 millones de toneladas de grano y 3.2 de vaina fresca (FAO, 2006), algunas de las ventajas comparativas de este cultivo con respecto al frijol común son: mayor porcentaje de proteína de la vaina (24.4 %), menor tiempo de cocción del grano, tolerancia a la sequía, a la pudrición de la raíz y mayor potencial de rendimiento en grano (1.5 ton ha<sup>-1</sup>) (Flores, 2004; Fery y Duke, 1995), además la cosecha puede ser mecanizada (Ávila, 2006). Esta leguminosa presenta grandes posibilidades de sustento en regiones temporaleras. En México las principales áreas de producción son: Tamaulipas, Baja California Sur, Norte de Sinaloa y Sur de Sonora, en estas, su producción



forma parte de los cultivos tradicionales y su explotación es principalmente para autoconsumo (Murillo *et al.*, 2000). El frijol chino es considerado originario del continente asiático, y de ahí se distribuyó por todo el mundo, ahora se puede encontrar sembrado en varios países del continente Africano, Europeo y Americano, siendo este último donde es más consumido (Duke, 1981). Las estructuras de la planta de frijol chino son consideradas como fuente de alimento básico para una buena nutrición, así, en África las hojas verdes de este tipo de frijol, son importantes para el consumo humano. También se consumen las vainas inmaduras y a menudo se mezcla con otros alimentos. En el Oeste de África, en la India, los Estados Unidos de América y México se consume el grano seco y la vaina fresca. Además es considerado como un excelente alimento en verdura por su alto contenido de proteínas (24.4 %), carbohidratos (63.6 %), y vitaminas.

## **Materiales y Métodos**

El experimento se llevó a cabo en el ciclo Primavera-Verano del 2011, en el campo experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, localizada en el Km 30 de la Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, Dgo. Se ubica geográficamente en el paralelo 25° 46' 58" de latitud norte y el meridiano 103° 20' 56" de longitud Oeste y a una altura de 1,110 m sobre el nivel del mar. Tiene un clima seco desértico ó estepario cálido con lluvias en verano e invierno frío, el promedio de precipitación pluvial es de 258 mm anuales. La temperatura media anual es de 21 °C y la evaporación anual es de 2000 mm. El período comprendido de mayo a agosto (con una temperatura media de 35 °C) es el más caluroso del año y los meses de diciembre y enero (con una temperatura media de 12 °C) son considerados los más fríos (López *et al.*, 2010).

### *Material genético evaluado*

Los genotipos de frijol evaluados fueron: a)yorimón, b)dolichus negro y c)dolichus café. Manejo agronómico La siembra se realizó en julio de forma manual en surcos de 70 cm de ancho y 10 cm de distancia entre plantas dando una población de 123 000 plantas ha<sup>-1</sup>, depositando la semilla en la parte superior del surco a una profundidad de 4 cm previo a la siembra. Se realizó barbecho, rastreo y nivelación del terreno, implementándose el riego por goteo con agua de calidad (buena calidad). Para mantener el cultivo libre de malezas, se realizaron deshierbes manuales periódicamente y con respecto al control de plagas y enfermedades, no se presentaron daños significativos por lo cual no se realizó ningún tipo de aplicación para el control de éstas. Los muestreos y/o cosecha de grano en los genotipos se realizaron durante los meses de agosto, septiembre y octubre.

### *VARIABLES CUANTIFICADAS*

En cada uno de los cultivares se midieron las variables consideradas como componentes del rendimiento de grano. Las características de rendimiento de grano se registraron cuando las vainas presentaron su madurez fisiológica (12% de humedad). Las vainas se cosecharon colocándose en bolsas de papel, se pesaron, se desgranaron, se determinó el peso de la semilla y se calculó el rendimiento en t ha<sup>-1</sup>. También se evaluó RP=racimos por planta, VP=vainas por planta, PSV=peso de semillas por vaina, LV= longitud de la vaina, PCS=peso de cien semillas, PVC=peso de la vaina completa, RG=rendimiento por hectárea y TSP=total de



semillas por planta.

### Diseño experimental y análisis estadístico

El experimento se estableció bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con dos repeticiones, donde las unidades experimentales estuvieron representadas por seis surcos de 5 m de largo y 70 cm de ancho. Para medir el rendimiento de grano y el resto de las caracteres de cada uno de los genotipos de los seis surcos de la parcela experimental, se consideraron los tres surcos centrales, a los cuales se les eliminó 100 cm de cada extremo, para un total de 3 m de longitud de cada surco, con una superficie como parcela útil de 12 m<sup>2</sup>. Se realizó un análisis de varianza y en los factores que resultaron con significancia estadística, se realizaron las comparaciones de medias respectivamente utilizando la prueba de LSD ( $P \leq 0.05$ ). Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete (SAS, 2001).

### Resultados y Discusión

En el análisis de varianza que se encuentra en el cuadro 1, se encontraron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre los diferentes genotipos de frijol orgánico, para todos los caracteres del rendimiento de grano como son: rendimiento de grano, peso de la vaina completa, peso de cien semillas, peso de semilla por vaina, total de semillas por planta, longitud de la vaina, racimos por planta y vainas por planta. Para la interacción de los genotipos con las diferentes dosis de estiércol en todos los caracteres no presentaron significancia. Las medias de los caracteres evaluados fueron desde la más alta que fue para rendimiento de grano de 3154.61 kg ha<sup>-1</sup>, hasta la menor que fue para peso de semillas por vaina con 0.85. Los coeficientes de variación fueron desde 25.91% para peso de la vainas completa (PVC) a 5.93% para longitud de la vaina (LV), lo que muestra que estuvieron dentro de los rangos aceptables, estos valores, demuestran la confiabilidad de la conducción del experimento.

Cuadro 1. Análisis de varianza

FV	GL	RG Kg ha <sup>-1</sup>	PVC	PCS	PSV	VP	RP	LV	TSP
G	2	4154.1012.2**	4308.38**	150.21**	1.09**	6560.20**	77.04**	178.87**	8184.61**
F	2	224182.06ns	0.36ns	1.72ns	0.00ns	56.73ns	0.22ns	0.01ns	147.79ns
R	1	734.72ns	324.98ns	0.00ns	0.02ns	34.72ns	3.04ns	0.04ns	213.55ns
G*R	2	41506.72ns	32.55ns	3.44ns	0.02ns	13.54ns	0.16ns	1.79**	33.38ns
G*F	4	65872.81ns	113.63ns	1.67ns	0.04ns	14.03ns	0.03ns	0.07ns	45.28ns
ERROR	6	484.08	8.48	1.67	0.30	5.12	0.98	0.42	8.52
MEDIA		3154.61	32.72	14.50	0.85	29.47	6.92	7.10	86.51
C.V.(%)		15.34	25.91	11.69	25.27	17.37	14.21	5.93	9.85

FV=fuentes de variación, GL=grados de libertad, RG=Rendimiento de grano, PCS=peso de cien semillas,PVC=peso de la vaina completa, PSV=peso de semillas por vaina, VP=vainas por planta, RP=racimos por planta, LV=Longitud de la vaina, TSP=total de semillas por planta.

En el rendimiento de grano promedio de los genotipos (Cuadro 2), el genotipo Dolichus negro obtuvo el mayor valor con 6103.0 kg ha<sup>-1</sup>, le siguió el genotipo Yorimon con 2315.8 kg ha<sup>-1</sup>. Los genotipos yorimón y dolichus negro mostraron los promedios mayores en rendimiento de grano, estos resultados fueron similares a los encontrados por Diaz *et al.*, 2001 y por último resultó el dolichus café con 1045.0 kg ha<sup>-1</sup>, valores que muestran la superioridad del genotipo dolichus negro en cuanto a rendimiento de grano. Además en todos los demás caracteres evaluados este genotipo resultó con los mayores valores excepto para peso de semillas por vainas (PSV)



y longitud de la vaina (LV) siguiéndole el yorimon, que fue superior con un valor de 10.58. El genotipo yorimon fue el que ocupó el segundo lugar en todas las variables evaluadas excepto en PSV y LV en donde ocupó el primer lugar. El dolichus café fue el que ocupó el tercer lugar.

Cuadro 2. Rendimiento promedio de los genotipos de frijol para 8 características agronómicas

GENOTIPO	RG Kg ha <sup>-1</sup>	PVC g	PCS g	PSV g	VP	RP	LV	TSP
Yorimon	2315.8 B	18.92 B	13.18 B	1.33 A	13.80 B	6.93 B	13.36 A	100.30 B
Dolichus negro	6103.0 A	63.61 A	20.03 A	0.71 B	67.46 A	10.50 A	4.60 B	114.56 A
Dolichuscafe	1045.0 C	15.64 B	10.29 C	0.51 B	7.16 B	3.33 C	3.34 C	44.66 C

RG=Rendimiento de grano, PCS=peso de cien semillas, PVC=peso de la vaina completa, PSV=peso de semillas por vaina, VP=vainas por planta, RP=racimos por planta, LV=Longitud de la vaina, TSP=total de semillas por planta.

## Conclusiones

Los genotipos evaluados resultaron con alta significancia para todos los caracteres. El genotipo dolichus negro fue el que obtuvo el rendimiento mayor en rendimiento de grano, siguiéndole el yorimón y en último lugar el dolichus café. El dolichus negro presentó los más altos valores en todos los componentes del rendimiento a excepto en el carácter peso semilla por vaina y longitud de la vaina donde el yorimón fue superior.

## Bibliografía

- Ávila, S.N.Y. 2006. Evaluaciones de producción forrajera y rendimiento de grano en cultivares de frijol Yorimón (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), y su efecto en aspectos productivos de cabras criollas. Tesis de Doctorado. Centro de investigaciones biológicas del Noroeste, S. C. La Paz Baja California Sur. México. 117 p.
- Davis, D.W., E.A. Oelke., E.A. Oplinger., J.D. Doll., C.V. Hanson and D.H. Putman. 1991. Cowpea. Alternative Field Crops Manual. University of Wisconsin, Cooperative Extension, University of Minnesota: Center for Alternative Plant and Animal Products and the Minnesota Extension Service. 11 p.
- Díaz, M.F., Padilla, C., González, A. and Curbelo, F. 2001. Agronomical features and nutritional indicators of grains I grouped maturity varieties of *Vigna unguiculata*. Cuban Journal of Agricultural Science. 35: 271-278.
- Duke, S.O. 1981. The gene revolution. Office of Technology Assessment, Background paper for innovative biological technologies for less developed countries. USGPO. Washington. 150 p. Fery, R. L. y P.D. Dukes. 1995. Better snap Southern Pea. Hort Science. 30:1318-1319.
- FAO, 2006. Producción Mundial de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. [en línea]. Disponible en. <http://faostat.fao.org/faostat/default.jop>. (Verificado el 30 de octubre de 2008).
- Flores, H.J.L. 2004. Impacto de las importaciones de maíz blanco y de frijol originarios de los EUA en el mercado interno de México. Centro de Estudios de Finanzas Públicas. H. Cámara de diputados LIX Legislatura. [en línea]. Disponible en. <http://www.cefp.gob.mx.pdf> (Verificado el 30 de octubre de 2008).
- Murillo, A.B.D., J.L. Troyo., H.L. García., H.M Landa y J.A. Larrinaga. 2000. El frijol Yarimón leguminosa tolerante a la sequía y salinidad. Programa de salinidad en zonas áridas. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. PYTON Int J Exp Bot 67:71-84.
- SAS. 2001. SAS/STAT User's Guide. Release 8.1.SAS.Inst.Inc., Cary, NC, USA.





## **PROPUESTA PARA EL USO DE SUELOS EN ALTEPEXI POR MEDIO DE INVERNADEROS AUTOMATIZADOS CON TEMPERATURA Y HUMEDAD**

**Martínez Suárez José Luis<sup>1\*</sup>; Pérez Delgado Abraham<sup>1</sup>; Hernández Román Uriel<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Tehuacán. Tehuacán, Puebla. México.

\*Martínez Suárez José Luis: luis.martinez@uttehuacan.edu.mx; Prolongación 1 sur No. 1101 San Pablo Tepetzingo, Tehuacán, Puebla. México. C.P. 75859; Tel. 01(238)3803100.

### **Resumen**

El lugar de interés de esta investigación es el municipio Altepexi el cual se encuentra ubicado en el municipio de Tehuacán dentro del estado de Puebla, En 2010, 17,646 individuos (77.7% del total de la población) se encontraban en pobreza. La mayor parte de la economía radica en la agricultura; debido a la degradación de suelos la gente opta por sembrar en su mayoría maíz dado que soporta las variables climatológicas de la región. Actualmente parte de la población está dejando sus tierras y prefieren ir a trabajar a las textileras o emigrar. De acuerdo a encuestas aplicadas a productores de la región se llegó a la propuesta de implementar invernaderos en esta región para recuperar y reactivar la economía, dado que sólo el dos por ciento de los invernaderos en Tehuacán esta automatizado debido a los altos costo se propone automatizar un invernadero por medio de Arduino para controlar las variables de humedad y temperatura que requieren las condiciones climáticas de esta región. Se logro obtener un circuito el cual se implemento en un invernadero tipo túnel a escala. Se pretende llevar este proyecto con los agricultores para que en sociedad puedan implementarlas.

### **Palabras clave**

Invernadero, humedad, temperatura.

### **Introducción**

El municipio Altepexi se encuentra ubicado en el estado de Puebla, cuenta con un territorio de 47 km<sup>2</sup>. Hay un total de 3374 hogares en Altepexi. De estos hogares 3204 son casas normales o departamentos. 635 hogares tienen piso de tierra y 328 consisten en un cuarto solo. De las hogares en Altepexi aproximadamente 92 tienen una o más computadoras, 770 cuentan por lo menos con una lavadora y 2923 viviendas tienen uno o más televisores. (SEDESOL, 2010). En 2010, 17,646 individuos (77.7% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 12,800 (56.4%) presentaban pobreza moderada y 4,846 (21.3%) estaban en pobreza extrema. En ese mismo año, la condición de rezago educativo afectó a 39.3% de la población, lo que significa que 8,922 individuos presentaron esta carencia social.

La mayor parte de la economía radica en la agricultura. La superficie sembrada total (Hectáreas), en el 2011 fue 3,123, la mayor parte de estas fue de maíz. El clima es seco semicálido (96%) y seco muy cálido y cálido (4%). El tipo de suelos son: Vertisol (57%), Leptosol (26%) y Regosol (10%).y otros. La zona urbana está creciendo sobre suelo aluvial del Cuaternario, en valle de laderas tendidas; sobre áreas donde originalmente había suelos



denominados Leptosol y Vertisol; tiene clima seco muy cálido y cálido, y está creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura. La degradación de los suelos abarca distintos procesos que inciden negativamente en la capacidad actual y futura de los suelos para sostener ecosistemas naturales o manejados, para mantener o mejorar la calidad del agua y aire, y para preservar la salud humana. Un signo notorio es la consecuente, baja de fertilidad de los suelos, y pérdida de materia orgánica y agua que soporta la vida (Prontuario, 2009). En el año 2002, evaluaciones con distintos métodos y escalas de trabajo, estimaron que en el territorio de la entidad poblana, alrededor de 1,499,437 ha, sufre algún tipo y nivel de deterioro en sus suelos, esto principalmente como consecuencia de las diversas actividades humanas. Esta cifra equivale al 43.7% del territorio estatal. Por tipo de proceso de degradación, es la degradación química, vinculada regularmente al incremento de sales en el suelo, la de mayor presencia en el estado, con 49% del total de los suelos degradados. Le siguen en importancia la erosión hídrica y eólica (pérdida de suelo), con 23% y 22% respectivamente. Y por último, la degradación física (asociada a la reducción de la capacidad del suelo para absorber y almacenar el agua) con 7%. Con respecto a los niveles de degradación, son los de ligero y moderado los de mayor representatividad en el estado (INEGI, 2012). Ante la escasez de lluvias en la región, los pueblos utilizan el sistema de riego mediante canales o apantles, que llevan el agua desde los mantos acuíferos subterráneos y sus galerías filtrantes hasta los campos de cultivo. Para ejecutar este sistema de riego los pueblos se organizan en Sociedades de Agua. Se producen cultivos de autoconsumo y se presentan altos índices de marginación y pobreza extrema. En estos municipios muchas personas emigran para trabajar temporalmente en el corte de caña o zafra en Calipam y en el corredor de ingenios de Omealca, Motzorongo y Paso del Macho en Veracruz. También existen migrantes en Estados Unidos. Otros van a la ciudad como albañiles en la industria de la construcción y en las maquiladoras

## **Materiales y Métodos**

a) Realizar una encuesta a una muestra de la población de interés, por medio de un muestreo aleatorio simple. Se realizó un cuestionario a 20 diversos productores para saber las causas del abandono de las tierras a productores en esta región y sus posibles soluciones, las preguntas fueron:

1. ¿Qué cultivos produce y por qué?
2. ¿Los terrenos en el que siembra son suyos?
3. ¿Cuáles son las causas que presentan para que no se produzca lo esperado?
4. ¿Conoce usted las BPA (Buenas prácticas agrícolas) y las BPM (Buenas prácticas de manejo)?
5. Mencione algunas posibles soluciones que daría para mejorar la producción de su región.

b) Toma de decisiones para encontrar alguna variable a implementar.

c) Con base a los resultados proponer un sistema para automatizar un invernadero de bajo costo y que pueda controlar las variables del ambiente para producir cultivos de buena calidad.

Cabe aclarar que este prototipo es a escala.

1. Construir el tipo de estructura para el invernadero con: tubo tubular PTR de una pulgada, perfil de una pulgada, pijas, alambre six sac, plástico de polietileno multicapa.



2. Diseñar un sistema de control de temperatura y muestreo de humedad con programación del invernadero mediante un dispositivo de control ARDUINO MEGAAT. Para el control de temperatura y humedad se eligió el sensor Dht22

## **Resultados y Discusión**

### Resultados de encuesta

- 16 personas producen maíz, 2 jitomate y 2 calabacitas u otro de temporada;
- 16 personas lo que más producen es maíz las causas son:
  - a) Son más fáciles de adaptarse a las variables climatológicas.
  - b) Lo compran y lo pueden autoconsumir en la región.
  - c) No necesitan muchos químicos.
  - d) Menos riesgo de plaga que con otro cultivo.
- 8 de 20 encuestados refieren que las tierras que cultivan son rentadas.
- Las causas que refieren 15 de cada 20 sobre no producen lo esperado son:
  - a) Los factores climatológicos, el terreno está “muy feo”, tienen la tierra dura, al llover crecen las hierbas y generan factores negativos.
  - b) La falta de bioquímicos.
- 13 de cada 20 refiere que sí conoce las BPM y BPA, pero de estos sólo 3 mencionan que las llevan a cabo, de los 20, 16 mencionan que por parte del gobierno han dado los talleres.
- 11 de los 20 encuestados proponen como solución implementar invernaderos de bajo costo (algunas personas ya lo están haciendo, pero solo un 2% de la región está automatizado), el objetivo de implementar invernaderos es controlar las variables de temperatura y humedad con el fin de sembrar productos que antes se sembraban como calabacitas, 4 proponen que el gobierno les dé más apoyo económico y 5 proponen sólo sembrar maíz.

### Toma de decisiones

Con base a lo referido por los agricultores se plantea realizar una propuesta a escala de un invernadero de bajo costo aunado a esto se busca que este invernadero tenga cualidades para que las variables ambientales sean controladas, con base al estado del arte la mayor parte comercial lo realiza por PLC y tomando como base un invernadero económico y fácil de utilizar se plantea realizarlo con Arduino y se toman las bases de; Muñoz y col. (2011), Gassó y col. (2011), Benavente (2010).

Es por ello que se toman como base la temperatura, humedad y control de puertas.

Construcción de la de estructura para el invernadero tipo túnel. Debido a que este tipo de invernadero es más alta transmitancia a la luz solar, buen volumen interior de aire (alta inercia térmica), buen comportamiento (resistencia) a los vientos, espacio interior totalmente libre (facilidad de desplazamientos, laboreo mecanizado, conducción de cultivos, etc.), construcción



de mediana a baja complejidad (debido a la disponibilidad de los elementos prefabricados). La estructura se muestra en la Figura 1.



Figura. 1. Invernadero a escala tipo túnel.

#### Diseño de un sistema de control de temperatura y muestreo de humedad

Para la realización del circuito de medición de sensores DHT22 se tomó como base el código de programación del DHT11, aunque se debe establecer en la declaración de variables cuál de los dos sensores se va a usar. Se debe recordar que hay que implementar la librería DHT. El circuito se muestra en la Figura 2.

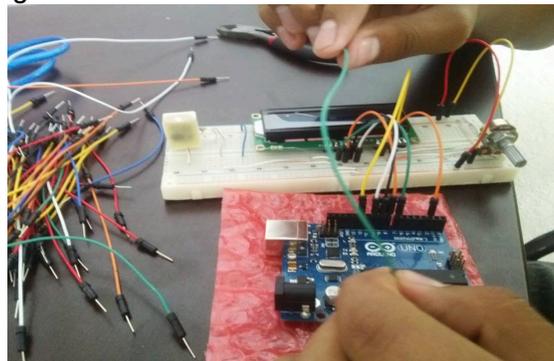


Figura 2. Circuito para temperatura y humedad.

Una vez teniendo el circuito se procedió a incorporarlo en el invernadero como se muestra en la Figura 3, se escogió ese lugar debido a que el proceso térmico centra las variables en ese lugar. Ya instalado el circuito se procedió a realizar pruebas de medición en el sistema como se muestra en la Figura 4. Una vez controlado estas variables se utiliza una pared húmeda que está colocada en la parte de atrás del invernadero y frente a ella se coloca un extractor que por medio de sensores operaran el funcionamiento del control de ventilación. Para ello los sensores captaran la señal y mandaran instrucciones a los actuadores en este caso al motor que se encargara de darles instrucciones para regular la temperatura y humedad a las condiciones más ópticas para poder darles una mejor producción al cultivo. La señal que mande el Arduino de acuerdo a las temperaturas que registre el sensor dependiendo de la humedad y temperatura habrá un motor que estará llenando la pared húmeda mientras que el extractor se encargara de repartir partículas de agua para poder regular la temperatura.



Figura 3. Ubicación de los sensores.

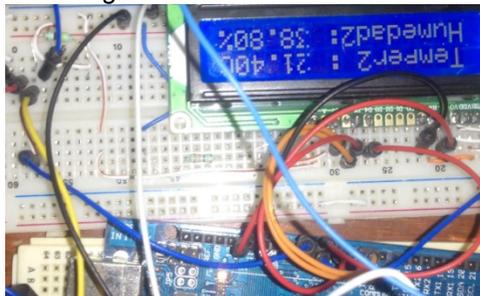


Figura 4 Muestreo de datos

## Conclusiones

La presente investigación pretende dar una propuesta al uso de suelos en la región de Altepexi dado que según las encuestas muestran que se está abandonando las tierras debido a diversas situaciones entre ellas las climatológicas y solo llegan a sembrar el maíz, Al tener invernaderos ellos podrían sembrar otros productos y no solo utilizarlos como autoconsumo en la región. Al implementar un invernadero controla de manera parcial algunas variables climatológicas pero al automatizarlo se pueden controlar factores como temperatura y humedad. Dada esta premisa se logró diseñar un invernadero a escala con circuitos controlados por medio de ARDUINO MEGAAT los cuales se lograron controlar las variables de humedad y temperatura con un sensor DHT22.

## Bibliografía

- Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, 2009. Altepexi, Puebla Clave Geoestadística 2013, disponible en internet desde: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/21/21013.pdf>
- Gassó A., Solomando S., 2011. Estructuras e instalaciones de un invernadero.
- INEGI, 2012. "Estadísticas a propósito del día mundial del medio ambiente" datos de Puebla.
- Benavides R., García J., 2011. "Instalaciones eléctricas en invernaderos", disponible en internet desde <http://es.scribd.com/doc/117390472/Instalacion-invernadero>.
- Muñoz P., Buitrago J., Arboleda A., 2011. Sistema de instrumentación y monitoreo para el Invernadero la Aldana de la universidad del Quindío. Scientia et Technica Año XVI, No 49, Diciembre de 2011.
- SEDESOL, 2010. Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social, disponible en internet desde: [http://www.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Informes\\_pobreza/2014/Municipios/Puebla/Puebla\\_013.pdf](http://www.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Informes_pobreza/2014/Municipios/Puebla/Puebla_013.pdf)





## SUSTRATOS ORGÁNICOS TRATADOS PARA PRODUCCIÓN DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum* L.) EN MALLASOMBRA

Méndez-Rodríguez, I.<sup>1\*</sup>; Fortis-Hernández, M.<sup>1</sup>; Preciado-Rangel, P.<sup>1</sup>; Segura-Castruita, M. A.<sup>1</sup>; Orozco-Vidal, J. A.<sup>1</sup>; Vázquez-Vázquez, C.<sup>3</sup>; Antonio-Ordóñez, E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón Coahuila. México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila. México.

<sup>3</sup>Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Ciencias Químicas. Gómez Palacio, Durango. México.

\*Autor responsable: ivan12mendez@hotmail.com; Ejido Lagos de Moreno, municipio de San Pedro de Las Colonias, Coahuila. CP 27947; Tel. +52(872)-113-2846

### Resumen

El presente trabajo evalúa la producción de albahaca con mezclas de sustratos orgánicos de origen bovino. El experimento se llevó a cabo en malla sombra en el ciclo primavera-verano 2013 en el Instituto Tecnológico de Torreón (ITT), en el estado de Coahuila, México. Se evaluaron seis tratamientos con cuatro repeticiones en un diseño experimental Completamente al Azar. Las unidades experimentales fueron 24 macetas de polietileno con una capacidad de 10 kg. Los tratamientos fueron mezclas utilizando arena como medio inerte, suelo agrícola, estiércol bovino solarizado, compost mineralizado y vermicompost, quedando los tratamientos de la siguiente manera: T1= Arena+ Estiércol Bovino Solarizado (80:20), T2= Arena + Estiércol Bovino Solarizado + Suelo Agrícola (80:15:5), T3= Arena + Vermicompost (80:20), T4= Arena + Compost Mineralizado (80:20), T5= Arena + Vermicompost + Suelo Agrícola (80:15:5); se compararon con un tratamiento testigo (T6= Arena + Piedra Pómez (80:20)) con Solución Steiner. Las variables evaluadas fueron: peso fresco total de planta y peso seco total de planta de cuatro cortes, índice de área foliar y parámetros químicos de cada sustrato. Los resultados muestran diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en índice de área foliar, peso fresco y seco total de planta. El mayor rendimiento en peso fresco total en el primer corte fue en el sustrato de Vermicompost ( $T3 = 128.07 \text{ g planta}^{-1}$ ), mientras que el tratamiento testigo (T6) Solución Steiner obtuvo  $85.9 \text{ g planta}^{-1}$ ; por otra parte, el sustrato con menor rendimiento en peso fresco total fue el sustrato de Estiércol Bovino Solarizado ( $T1 = 61.09 \text{ g planta}^{-1}$ ). El tratamiento con Solución Steiner obtuvo el más alto rendimiento por tratamiento en el segundo, tercero y cuarto corte con resultados de 241.0, 307.08 y 280.0  $\text{g planta}^{-1}$ , respectivamente, mientras que el tratamiento orgánico (T3) se comportó en el segundo y tercer corte de una manera similar al tratamiento T6, obteniendo rendimientos de 205.75 y 175.03  $\text{g planta}^{-1}$ , respectivamente.

### Palabras clave

*Ocimum basilicum* L.; estiércol; vermicompost; solarización.

### Introducción

Para satisfacer las necesidades de nutrición de los cultivos es necesario el empleo de fertilizantes químicos. Sin embargo, los altos costos y los problemas de contaminación que estos materiales ocasionan, justifican la búsqueda de nuevas alternativas de fertilización (Hansen *et al.*, 2001).



Por otra parte, en ámbitos agropecuarios como es la producción intensiva de leche, los residuos sólidos (estiércol) y líquidos (orina) con frecuencia van a parar a lagunas en anaerobiosis, terrenos baldíos, contaminando el suelo, el aire, el agua, etc., produciendo externalidades al ambiente. Por sus propiedades intrínsecas, los materiales de los residuos desechados a menudo son reutilizados y se pueden considerar como un recurso. De esta manera, frente a la problemática de contaminación que producen los fertilizantes provenientes de síntesis química, una alternativa es la reutilización de residuos sólidos como el estiércol para ser aplicados como enmiendas orgánicas o biofertilizantes a través de procesos de vermicomposteo o solarización.

El vermicompost ha provocado efectos significativos sobre diversas hortalizas y especies ornamentales (Moreno *et al.*, 2005). En plantas de albahaca en variables de crecimiento se reportan incrementos significativos cuando se utiliza lombricompostos en comparación con urea (Cabanillas *et al.*, 2006). Los residuos orgánicos procesados con métodos de solarización (Vázquez *et al.*, 2010) y vermicompost (Domínguez *et al.*, 2010) tienen un potencial comercial amplio en la industria hortícola como medio de crecimiento para almácigos y plantas.

Cabe señalar que la albahaca es una planta aromática considerada como cultivo anual y tamaño medio perteneciente a la familia de las Labiadas. La albahaca crece preferentemente en climas cálidos, ya que no sobrevive a las heladas, cultivándose exclusivamente por semillas y se trasplantan desde principios de la primavera hasta finales del verano. Su hábitat ideal son los suelos fértiles, poco compactos y húmedos, con luz solar directa en invierno y algo de sombra en las épocas de más calor, evitando así que amarilleen sus hojas. De la planta se recolectan prioritariamente las hojas antes de que florezcan y alcancen su máximo tamaño, siendo las más tiernas las que ofrecen mayor olor, aunque también se emplean sus raíces para realizar algunos preparados. Si se cortan sus tallos antes de florecer puede convertirse en planta perenne.

Dado lo anterior, se desarrolló el presente trabajo que tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de cinco sustratos orgánicos tratados.

## **Materiales y Métodos**

El trabajo se realizó en malla sombra en el ciclo agrícola primavera – verano 2013 en el Instituto Tecnológico de Torreón (ITT). Ubicado en el km. 7.5 de la antigua Carretera Torreón - San Pedro, Municipio de Torreón, Coahuila.

Los factores de estudio fueron cinco mezclas de sustratos orgánicos elaborados a partir de estiércol bovino solarizado, vermicompost, compost mineralizado, suelo agrícola y arena. Las mezclas de los sustratos se formularon en base a volumen (v/v), quedando de la siguiente manera: T1 = Arena 80% + Estiércol Bovino Solarizado 20%; T2 = Arena 80% + Estiércol Bovino Solarizado 15% + Suelo Agrícola 5%; T3 = Arena 80% + Vermicompost 20%; T4 = Arena 80% + Compost Mineralizado 20%; T5 = Arena 80% + Vermicompost 15% + Suelo Agrícola 5% y T6 = Arena 80% + Piedra Pómez 20% (Testigo: Solución Nutritiva Steiner).

El diseño experimental bajo el que se desarrolló el experimento fue Completamente al Azar; considerando cuatro repeticiones. Los análisis estadísticos de ANOVA y prueba de Separación de Medias se realizaron en el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) Versión 9.1, utilizando prueba de Tukey al 5% de significancia ( $P \leq 0.05$ ). Las variables evaluadas fueron: área foliar, rendimiento de materia fresca y materia seca en cuatro cortes de albahaca; además se analizaron parámetros químicos de cada sustrato como pH, CE, MO,  $\text{NO}_3^-$ , RAS y PSI.



## Resultados y Discusión

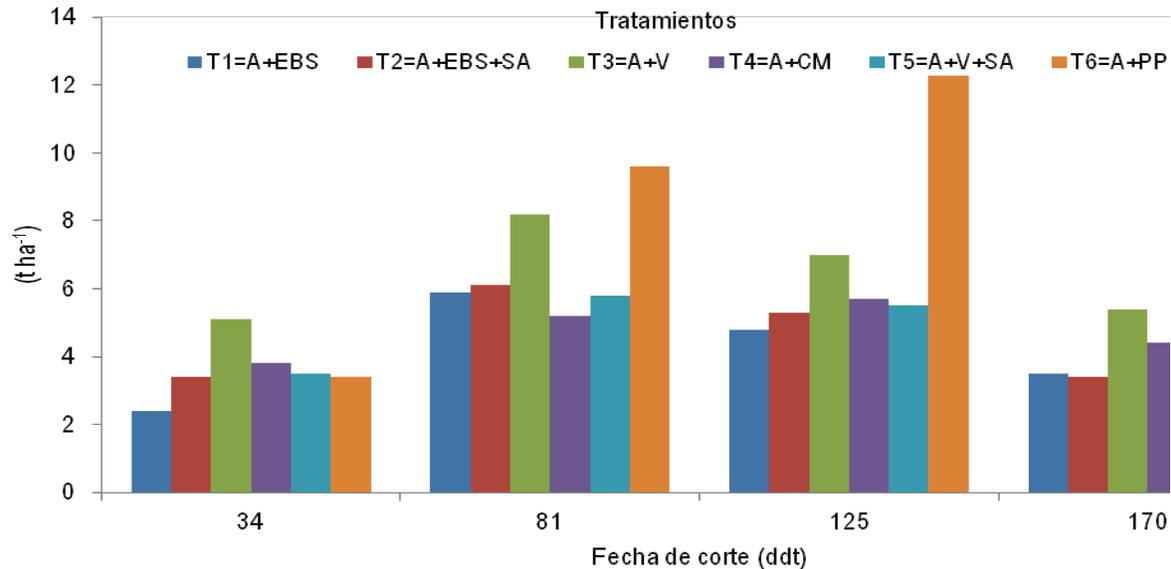
En el análisis estadístico (ANOVA) para la variable peso fresco de planta mostro diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos. El tratamiento orgánico T3(sustrato de arena (80%) + vermicompost 20%) obtuvo el mayor rendimiento total de planta en el primer, segundo y tercer corte con valores de 128.07 g, 205.7 g y 175.03 g, respectivamente. Por otra parte, el tratamiento con la solución Steiner presento los mayores rendimientos para el segundo, tercero y cuarto corte, con valores de 241 g, 307.08 g y 280 g, respectivamente (Cuadro 1; Figura 1). Habrá que resaltar que probablemente en sustratos orgánicos factores como lixiviación, menor tasa de mineralización, volatilización y adsorción de nutrientes, entre otros procesos, pueden influir para no obtener el rendimiento potencial de un cultivo Hashemimajd *et al.*, (2004) y Azarmi *et al.*, (2008), señalan que es necesario suplementar con fertilización foliar orgánica los requerimientos de los nutrientes, para inducir mayor producción en cultivos bajo agricultura protegida, cuando se producen con el uso de sustratos orgánicos.

**Cuadro 1. Comparación de medias por la prueba de TUKEY ( $P \leq 0.05$ ) de los pesos frescos total y peso secos total de planta producidos en sustratos orgánicos bajo el sistema de mallasombra.**

Tratamiento	Sustrato	Primer corte		Segundo corte		Tercer corte		Cuarto corte	
		Peso fresco total	Peso seco total	Peso fresco total	Peso seco total	Peso fresco total	Peso seco total	Peso fresco total	Peso seco total
		----- g planta <sup>-1</sup> -----							
T1	A+EBS	61.09 c	8.65 d	147.75 b	26.0 a	121.15 c	17.22 c	89.25 b	13.95 b
T2	A+EBS+SA	85.9 cb	12.6bc	153.0 b	28.0 a	132.9cb	22.4bc	86.50 b	14.32 b
T3	A+V	128.07 a	16.22 a	205.7 ba	38.0 a	175.03 b	20.6 ba	137.25 b	22.45 b
T4	A+CM	95.0 b	12.8 bc	132.0 b	24.0 a	144.5cb	22.0bc	112.25 b	17.52 b
T5	A+V+SA	89.75 b	13.4ba	145.0 b	25.95 a	138.9cb	24.0bc	101.75 b	17.22 b
T6	A+PP	86.5 cb	9.82 dc	241.0 a	31.7 a	307.08 a	38.5 a	280 a	36.07 a

Medias con la misma letra en columnas son estadísticamente iguales (Tukey;  $P \leq 0.05$ ).

Cabe señalar que en agricultura orgánica los rendimientos rinden en promedio de 10 a 30% menor que la agricultura convencional; sin embargo, la disminución en la producción con las mezclas de sustratos orgánicos, respecto al testigo, podría ser compensado con el valor del producto orgánico. Cabe señalar que el uso de fertilizantes inorgánicos no está permitido en la normatividad que regula la producción orgánica certificada, por lo cual, los resultados obtenidos destacan por su factibilidad de alta rentabilidad Márquez *et al.*(2010) y Fortis *et al.*(2013).



**Figura 1.** Rendimiento de albahaca ( $t\ ha^{-1}$ ) de 40,000 plantas  $ha^{-1}$ , a los 34, 81, 125 y 170 días después del trasplante, evaluados en diferentes sustratos orgánicos en malla sombra. Torreón, Coahuila, México. 2013.

En el análisis estadístico para la variable área foliar mostro diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos; el tratamiento orgánico T3 (arena+vermicompost) sobresale con la mayor área foliar con un valor de  $2696.3\ cm^2$  en el primer corte realizado a los 34 ddt; el tratamiento T6 (Solución de Steiner) fue el que obtuvo el mayor índice de área foliar para el segundo, tercero y cuarto corte con valores de  $5104.3\ cm^2$ ,  $6630.4\ cm^2$  y  $6412.9\ cm^2$ , respectivamente (Cuadro 2). Gonzalez *et al.* (2009) encontraron mayor índice de área foliar en plantas de albahaca con relaciones de 20/80 de Nitratos y Amonio ( $975.6\ cm^2$ ). El incremento en el área foliar promovido por lombricompostos ha sido reportado por Ledesma *et al.* (2007) en lechuga y por Argüello *et al.* (2006) en ajo. La determinación del área foliar reviste gran importancia ya que es una medida necesaria para el computo de la intensidad de asimilación de las plantas, parámetro de gran relevancia cuando se efectúa el análisis de crecimiento de un cultivo.

**Cuadro 2.** Comparación de medias por la prueba de TUKEY ( $P \leq 0.05$ ) del análisis de área foliar en los cuatro cortes del cultivo de albahaca producidos en sustratos orgánicos bajo el sistema de malla sombra.

Tratamiento	Sustrato	Primer corte	Área foliar			
			Segundo corte	Tercer corte	Cuarto corte	cm <sup>2</sup>
T1	A+EBS	1379.8 c	2493.1 cb	2261.9 b	1818.9 b	
T2	A+EBS+SA	1755.0 cb	2686.1 cb	2220.2 b	1693.1 b	
T3	A+V	2696.3 a	3676.5 b	3068.2 b	2686.8 b	
T4	A+CM	1903.6 cb	2167.0 c	2507.9 b	2199.9 b	
T5	A+V+SA	2041.7 b	2415.9 cb	2220.4 b	1806.1 b	
T6	A+PP	1779.9 cb	5104.3 a	6630.4 a	6412.9 a	

Medias con la misma letra en columnas son estadísticamente iguales (Tukey;  $P \leq 0.05$ ).



Los resultados de los análisis químicos de cada sustrato impactaron en los rendimientos obtenidos en cada tratamiento. Por ejemplo, en vermicompost y compost mineralizada los valores de pH se encontraron dentro de los rangos permisibles para el buen desarrollo del cultivo de albahaca; en CE los valores fueron elevados (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Análisis químico de sustratos evaluados en la producción de albahaca en malla sombra. Torreón, Coah. (2013).**

Sustrato	Análisis	pH	M.O. %	N-NO <sub>3</sub> mg kg <sup>-1</sup>	CE mScm <sup>-1</sup>	Relación de Adsorción de Sodio RAS	Porcentaje de Sodio Intercambiable PSI
						----- MeqL <sup>-1</sup> -----	
T1 = A+EBS	Inicial	8.25	3.33	56.0	12.64	2.88	2.91
	Intermedio	7.76	0.24	31.8	4.08	2.05	1.74
	Final	7.81	0.96	5.0	2.24	1.45	0.87
T2 = A+EBS+SA	Inicial	8.02	1.52	19.2	5.20	4.24	4.76
	Intermedio	7.93	0.90	5.7	2.13	1.69	1.22
	Final	7.79	1.58	8.9	4.56	4.46	5.05
T3 = A+V	Inicial	8.32	8.48	60.4	7.27	3.82	4.19
	Intermedio	7.71	4.12	34.2	3.45	2.01	1.68
	Final	7.85	1.24	9.4	2.32	1.96	1.60
T4 = A+CM	Inicial	7.93	4.07	17.0	7.52	3.34	3.53
	Intermedio	7.76	2.88	32.2	4.79	4.87	5.59
	Final	7.85	2.60	6.2	2.50	1.75	1.31
T5 = A+V+SA	Inicial	8.29	5.08	63.0	7.30	4.06	4.50
	Intermedio	7.71	2.43	23.3	2.90	1.67	1.19
	Final	7.79	1.63	8.0	2.54	2.21	1.96

Abad y Noguera (2000), señalan que incrementos de la CE en mezclas de abonos orgánicos impide un desarrollo normal en los cultivos; esto significa que el contenido de sales se incrementa a medida que avanza la descomposición de los materiales, presentándose un incremento en la concentración debido a pérdida de masa de las sales. En este trabajo las diferencias observadas de CE entre tratamientos se deben principalmente a la composición química de los residuos empleados, ya que el estiércol usado como fuente principal para la elaboración de los abonos orgánicos evaluados reporta CE muy altas (12) y porque además quizás se debió estabilizar CE a través de lixiviar sales durante el desarrollo fenológico del cultivo; esto coincide con lo encontrado por Pino *et al.*, (2005). Cruz-Lázaro *et al.*, (2009) encontraron valores de 1.68 dSm<sup>-1</sup> en sustratos de composta y vermicomposta para producción de tomate.

## Conclusiones

La producción de albahaca en mallasombra y con mezclas de vermicompost como sustrato, resulta atractiva, ya que se produjeron rendimientos económicos aceptables. Los resultados fortalecen el enfoque de que es posible producir de manera orgánica cultivos alternativos como la albahaca en la Comarca Lagunera, ya que se promueve el reciclado del principal residuo orgánico generado en la agroindustria pecuaria (el estiércol), a través del proceso de



vermicomposteo y solarización del estiércol, materia prima fundamental para la nutrición de los cultivos.

PROYECTO FINANCIADO DGEST 2013 Clave: 5169.13-P.

## Bibliografía

- Abad B., M., Noguera M., P. 2000. Los sustratos en los cultivos sin suelo, pp. 137-183. In Manual de cultivo sin suelo. Urrestatarazug G, M. (Ed.). Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Argüello J, Ledesma A, Núñez S, Rodríguez C & Díaz Goldfarb MC. 2006. Vermicompost effect on bulbing dynamics non-structural carbohydrate content, yield and quality of garlic bulbs (*Allium sativum*L.). 2006. *Hortscience*, 41 (3): 589-592
- Azarmi, R; TorabiGiglou, M; DidarTaleshmikail, R. (2008).Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersiconesculentum*) field. *African Journal of Biotechnology*. 7:2397-2401.
- Cabanillas C, Ledesma A & Del Longo O. 2006. Biofertilizers (vermicomposting) as sustainable alternative to urea application in the production of basil (*Ocimum basilicum* L.).*Molecular Medicinal Chemistry*, 11: 28-30.
- Cruz-Lazaro E. de la. 2009. Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. *Universidad y Ciencia Trópico Humedo*. 25 (1): 59-67.
- Domínguez, J; Lazcano C; Gómez-Brandon, M. (2010). Influencia del vermicomposteo en el crecimiento de las plantas. Aportes para para la elaboración de un concepto objetivo. *Acta Zoológica Mexicana*. 2:359-371.
- Fortis, M., Sánchez C., Preciado, P., Salazar, E., Segura, M.A., Orozco, J.A., Chavarría, J.A., Trejo, R. Sustratos orgánicos tratados para producción de pepino... *Ciencia y Tecnol. Agrop. México*. Vol.1, Núm. 2: 7-13 (2013).
- González, G.J.L., M.N.R. Mendoza, P.G. Sánchez, E.A.G. Acuña. 2009. Relación Amonio / Nitrato en la producción de hierbas aromáticas en hidroponía. *Agricultura Técnica en México* 35.5-11.
- Hansen, B., H. F. Alrøe, and E. S. Kristensen. 2001. Approaches to assess the environmental impact of organic farming with particular regard to Denmark. *Agric. Ecosyst. Environ.* 83:11-26.
- Hashemimajd, K; Kalbasi M; Golchina A; Shariatmadari H. (2004). Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. *J. PlantNutr.* 27:1107-1123.
- Ledesma A, Argüello J, Núñez S, Díaz Goldfarb M & Cabanillas C. 2007. Aprovechamiento de residuos sólidos agrícolas y agroindustriales (lombricompostos) y su impacto en el crecimiento, rendimiento y calidad en hortícolas de hoja, de bulbo y aromáticas. *Primer Encuentro de Investigadores en Problemáticas Ambientales de la U.N.C.* 26 al 28 de Septiembre 2007. Córdoba, Argentina: 21-22
- Moreno RA, Valdés PMT, Zarate LT. 2005. Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. *Agricultura Técnica* 65: 26-34.
- Pino G.P., Varnero M. M.T., Alvarado V. P 2005. Dinámica del compostaje de residuos vitivinícolas con y sin incorporación de guano Broiler. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*. Universidad Autónoma de Chihuahua 5:19-25.





## PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE *MORINGA OLEIFERA* EN DIVERSOS PERÍODOS DEL AÑO

Meza-Carranco, Z.<sup>1</sup>; Olivares-Sáenz, E.<sup>1\*</sup>; Gutiérrez-Ornelas, E.<sup>1</sup>; Bernal-Barragán, H.<sup>1</sup>; Aranda-Ruiz, J.<sup>1</sup> y Vázquez-Alvarado, R. E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía. Gral. Escobedo, Nuevo León, México.

\*Autor responsable: [emolivares@gmail.com](mailto:emolivares@gmail.com); Calle: Francisco Villa, Núm. s/n, Col. Ex-Hacienda “El Canadá”, General Escobedo, Nuevo León, México. C.P. 66050. Tel. (81) 83-29-40-00 ext. 3532, 3533 y 3571.

### Resumen

El cultivo de *Moringa oleifera* representa una alternativa viable como producción de forraje, debido a su rápido crecimiento, así como su producción de biomasa. El objetivo de esta investigación fue evaluar la producción de forraje de *Moringa oleifera* en distintos períodos durante el año 2013. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con un arreglo factorial 2 x 2, donde se evaluaron dos niveles de fertilización y dos variedades de *Moringa oleifera*, en la producción de biomasa durante tres períodos en el año 2013. Los períodos en que se obtuvo el forraje con altura de 1.4 m para los cortes 1, 2 y 3 fueron del 22 de abril al 19 de junio, 19 de junio al 07 de agosto y 07 de agosto al 30 de septiembre, obteniendo el forraje en 58, 49 y 54 días, con temperaturas ambientales medias de 26.2, 29.5 y 27.0 °C, respectivamente. El rendimiento del forraje en base seca no registró diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre niveles de fertilización, variedades, ni sus interacciones; sin embargo, se registró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre cosechas (cortes), obteniendo mayor rendimiento el corte 2 (4.5 Mg ha<sup>-1</sup>) sobre los cortes 1 y 3 (3.6 y 3.7, Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente).

### Palabras clave

*Moringa oleifera*; forraje; períodos

### Introducción

La *Moringa oleifera* es un árbol originario de la India que ha sido cultivado en México y otras partes del Mundo. Este árbol es de rápido crecimiento y llega a obtener una altura superior a 5 m en el mismo año de su siembra desde semilla, árboles adultos llegan a desarrollarse hasta 10 m de altura (Paliwal *et al.*, 2011). Este árbol tiene una gran capacidad de resistencia a las podas, ofreciendo así flexibilidad para manejarlo como forraje que se puede estar cosechando en diversas ocasiones durante el año. Algunos factores afectan la producción de forraje de moringa, tales como la temperatura ambiental y la humedad disponible en el suelo, entre otros. Éste cultivo, tiene preferencia por climas cálidos, desarrollando una mayor producción de biomasa cuando hay mayor disponibilidad de humedad en el suelo (Reyes *et al.*, 2006); sin embargo, no tolera suelos saturados de humedad durante períodos prolongados de tiempo (Paliwal *et al.*, 2011).



En México existe una amplia variabilidad de condiciones climatológicas, lo que produce una estructura productiva de las actividades agropecuarias con características muy diferentes entre una y otra región (SAGARPA, 2007), por lo que es importante realizar estudios localizados sobre la producción de forraje de *Moringa oleifera*, para obtener una referencia de la productividad que pudiera tener el cultivo en cada zona (Mathur, 2005).

## Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó en el año 2013, en Instalaciones de la Facultad de Agronomía de la UANL, localizada en el Campus Ciencias Agropecuarias en el municipio de Gral. Escobedo, Nuevo León, con una ubicación geográfica de 25° 47' 07.54" latitud Norte, 100° 17' 03.93" longitud Oeste, altitud de 479 msnm (INEGI, 2012) y precipitación pluvial anual de 581.4 mm (INEGI, 2011). La temperatura ambiental (°C) durante el experimento, se registró con un almacenador de datos (Data Logger S100TH), a intervalos de cada hora.

El suelo del área experimental registró un pH de 7.9, un contenido de materia orgánica de 2.9%, un contenido de fósforo y potasio disponibles de 175.5 ppm y 1.0 meq 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente, el suelo pertenece a la clase arcilloso fino, según (USDA, 2011).

El área experimental total (563 m<sup>2</sup>) se preparó con dos pasos de rastra cruzada (29 de enero 2013) y posteriormente se fertilizó (7 de marzo del 2013) con vermicomposta de estiércol bovino a razón de 5 ton ha<sup>-1</sup>; además, en el área de los tratamientos (264 m<sup>2</sup>), se utilizó fertilizante granulado con fósforo, potasio y azufre (50, 50 y 6 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, y S, respectivamente). En los tratamientos que incluyeron nitrógeno (400 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>), éste se adicionó a razón de 100 kg de N ha<sup>-1</sup>; incorporando la fertilización al suelo por medio de una roto-cultivadora; el resto de la fertilización nitrogenada se aplicó a razón de 100 kg N ha<sup>-1</sup>, 15 días después de cada cosecha, incorporándola al suelo al momento de cultivar, utilizando un talache.

El cultivo de moringa se estableció el 29 de marzo del 2013, en cajas de propagación de unicel con 200 cavidades cada una, utilizando sustrato de turba grado hortícola (COSMOPEAT). El trasplante del cultivo en cada unidad experimental se realizó el 22 de abril del 2013, cuando la planta registró 15 cm de altura promedio.

El cultivo se desarrolló a cielo abierto, en condiciones de riego por goteo con cintilla de 16 mm de diámetro interno, con goteros espaciados a 20 cm y un gasto de 484 l h<sup>-1</sup> en 100 m a 10 psi. El espacio usado para la ubicación de la cintilla en campo fue de 60 cm entre líneas de riego y éste estuvo sujeto para su aplicación al monitoreo de humedad en el suelo diariamente, a través de dos tensiómetros con profundidad de 30 cm, ubicados en forma aleatoria en el área experimental. El riego se aplicó cuando los tensiómetros indicaban lecturas entre 15 y 20 centibares.

Se evaluaron dos niveles de fertilización nitrogenada (0 y 400 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) y dos variedades de *Moringa oleifera*: de vaina corta (24 cm) y de vaina larga (45 cm). La densidad de población utilizada fue de 11 plantas m<sup>-2</sup>, con distancias de 30 cm entre surcos y entre plantas. La altura de planta al corte fue de 1.4 m. El corte de las plantas se realizó a 15 cm sobre el nivel del suelo.



El experimento se estableció bajo un diseño experimental de bloques al azar con un arreglo factorial 2 x 2, con una unidad experimental de 3.0 x 2.8 m. Cada uno de los tratamientos se repitió 4 veces en el campo.

Las diferencias de medias se determinaron por medio de la prueba de Tukey, realizando el análisis con el paquete estadístico SPSS versión 20.0.

## Resultados y Discusión

El tiempo necesario para que el forraje de *Moringa oleifera* alcanzara una altura de 1.4 m, no registró diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre variedades, fertilización, ni sus interacciones, siendo: 58, 49 y 54 días para los cortes 1, 2 y 3, respectivamente, donde las temperaturas medias ambientales respectivas durante el desarrollo del cultivo en cada período fueron 26.2, 29.5 y 27.0 °C (Figura 1).

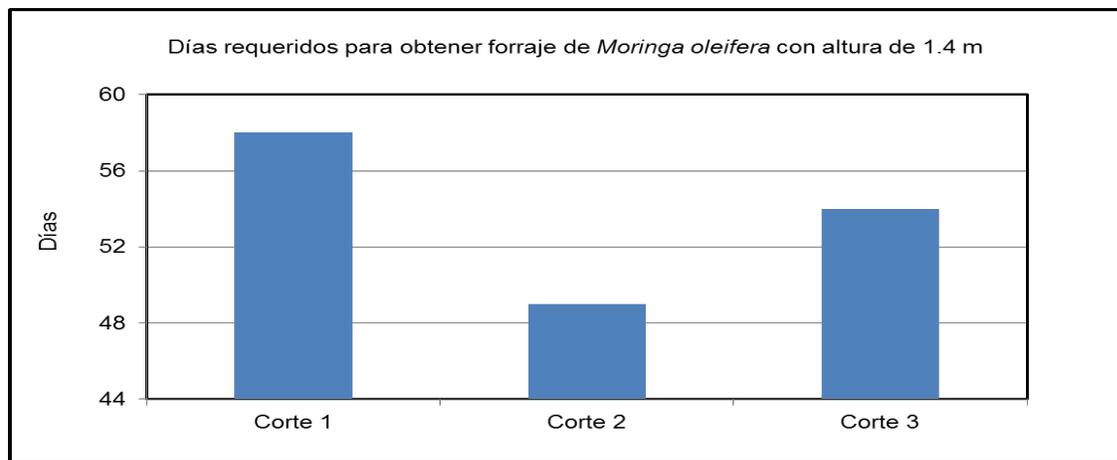


Figura 1. Días para requeridos para obtener forraje de *Moringa oleifera* con una altura de 1.4 m, en tres cortes (22 de abril al 19 de junio, 19 de junio al 07 de agosto y 07 de agosto al 30 de septiembre, para los cortes 1, 2 y 3, respectivamente) en el 2013.

La producción de forraje en base seca, no registró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre niveles de fertilización, variedades, ni sus interacciones; sin embargo, se registró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre cosechas (cortes), obteniendo mayor rendimiento el corte 2 (4.5 Mg ha<sup>-1</sup>) sobre los cortes 1 y 3 (3.6 y 3.7, Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente) (Figura 2). Reyes *et al.* (2006) registraron valores similares de producción de forraje en base seca por año.

Debido a que el cultivo se estableció en el campo el 22 de abril del 2013 y que la planta tuvo que desarrollar su sistema radicular a la par del desarrollo de la parte aérea (forraje) en el primer período, se obtuvieron solo tres cortes de 1.4 m por año, ya que del 30 de septiembre al 31 de diciembre del 2013 (92 días), con una temperatura media de 18.1 °C, la planta registró una altura promedio de 0.5 m. Paliwal *et al.* (2011) mencionan que el crecimiento de la moringa disminuye con temperaturas menores a 20 °C. Es posible que en un cultivo establecido con un



año de anterioridad y condiciones similares a la del presente experimento, se puedan obtener 4 cortes de 1.4 m al año, incrementando así la producción de forraje por año.

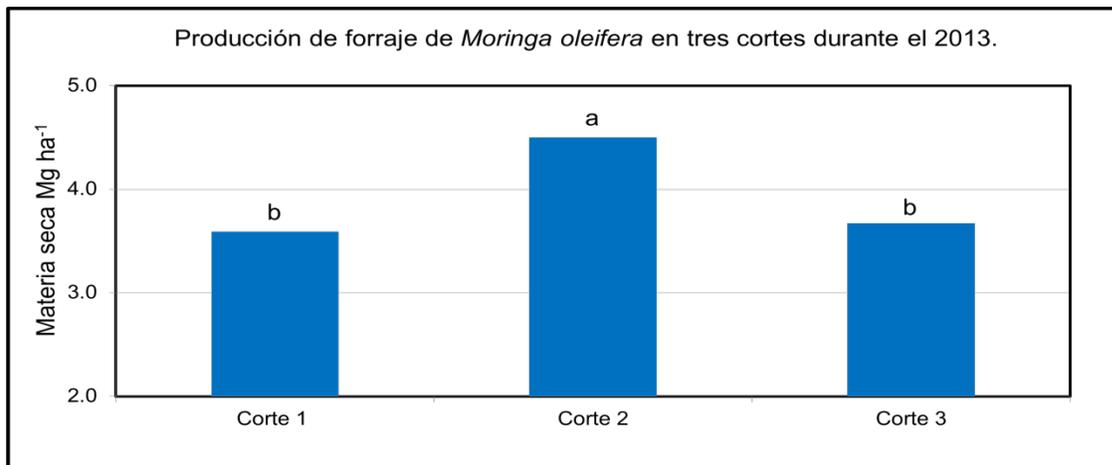


Figura 2. Producción de forraje de *Moringa oleifera* en tres cortes durante el 2013. Los cortes 1, 2 y 3 corresponden a las fechas 22 de abril al 19 de junio, 19 de junio al 07 de agosto y 07 de agosto al 30 de septiembre, respectivamente. Letras diferentes en las columnas representan diferencia significativa.

## Conclusiones

El forraje de la *Moringa oleifera* se desarrolló más rápido y produjo mayor cantidad de biomasa en base seca, en el período del 19 de junio al 07 de agosto, donde además se registró la mayor temperatura ambiental promedio (29.5 °C); sin embargo, se requieren estudios posteriores para diferenciar el efecto de la temperatura ambiental sobre la velocidad de crecimiento y producción de forraje de *Moringa oleifera*.



## Bibliografía

- INEGI. 2011. Anuario estadístico de Nuevo León. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Gobierno del Estado de Nuevo León. ISSN 0188-8471. 594 p.
- INEGI. 2012. Google Earth 6.2.2.6613. Fecha de la compilación 4/11/2012. Servidor kh.google.com. Google Inc. 2012. (Google 2012 – INEGI 2012).
- Mathur, B. S. 2005. The incredible moringa leaves. [http://www.treesforlife.org/sites/default/files/documents/English%20moringa\\_book\\_view.pdf](http://www.treesforlife.org/sites/default/files/documents/English%20moringa_book_view.pdf) Consultado 25 de Jun del 2012. 35 p.
- Mendieta, B. A., E. Spörndly, N. S. Reyes, F. M. Salmerón and M. Halling. 2013. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different planting densities and levels of nitrogen fertilization. *Agroforest Syst.* 87:81-92.
- Paliwal, R., V. Sharma and Pracheta. 2011. A Review on Horse Radish Tree (*Moringa oleifera*): A Multipurpose tree with high economic and commercial importance. *Asian J. Biotechnol.* 3(4):317-328.
- Reyes, N. S., S. Ledin and I. Ledin. 2006. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. *Agroforestry Systems.* 66:231-242.
- SAGARPA, 2007. Programa sectorial de desarrollo agropecuario y pesquero. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. <http://www.sagarpa.gob.mx/transparencia/pot2008/XV-inf/Programa-Sectorial2007-2012.pdf> Consultado 22 de Ene del 2013. 96 p.
- USDA (United States Department of Agriculture) 2011. Soil survey laboratory information manual. Soil survey investigations report No. 45 Ver. 2.0, Lincoln, Nebraska, 506 p.



## RELACIÓN NITRATO: AMONIO EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA VERDOLAGA (*Portulaca oleracea* L.)

Montoya-García, C.O.<sup>1\*</sup>; López-Escobar N.F.<sup>1</sup>; Santillán-Ángeles A.<sup>1</sup>; Trinidad-Santos A.<sup>1</sup>; Volke-Haller V.H.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México.

\*Autor responsable: [ing.montoya.cesar@gmail.com](mailto:ing.montoya.cesar@gmail.com), [montoya.cesar@colpos.mx](mailto:montoya.cesar@colpos.mx); C. CozacacualhtliMz. 37 Lt. 7 Ampl. Los Reyes. C.P. 09840. Del. Iztapalapa. Mex. D.F.; Tel: 55-567-02226

### Resumen

La verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) se utiliza como alimento desde tiempos prehispánicos en México, actualmente se produce en los estados de Morelos, Baja California y el Distrito Federal. Esta planta es una excelente fuente de ácidos grasos omega-3 y omega-6, además de proveer antioxidantes; uno de los aspectos importantes es su calidad para el consumo en fresco. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de las relaciones nitrato: amonio ( $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ ) en dos colectas de verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) provenientes de San Gregorio Atlapulco (D.F.) variedad “americana” (original) y su versión mejorada por selección masal de alta presión, en un sistema hidropónico. Los tratamientos fueron 100:00, 75:25, 50:50 y 00:100  $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ . Los resultados indicaron que existe diferencia estadísticamente significativa en la producción de biomasa y contenido de nitratos al utilizar la relación 75:25 de nitrato- amonio, esta relación favoreció el crecimiento y desarrollo de verdolaga para las variables altura, número de hojas, número de ramas, diámetro del tallo. La versión mejorada de verdolaga tiene mejor respuesta a los tratamientos de  $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ , superando a la colecta original en todas las variables agronómicas.

**Palabras clave:** Variedad americana, arvense, maleza, fertilización.

### Introducción

La verdolaga común (*Portulaca oleracea* L.) es una planta C4, anual, de hojas simples o suculentas, aun cuando se desconoce su centro de origen, se considera que es nativa de México debido a su presencia como maleza cosmopolita (Mera *et al.*, 2010). Se clasifica entre las ocho plantas más comunes en el mundo, es considerada como maleza en 80 países (Liu *et al.*, 2000). En algunos países, se ha utilizado como analgésico y antiinflamatorio, diurético, antipirético, además de funcionar como broncodilatador (Chan *et al.*, 2000; Maleket *et al.*, 2004). La verdolaga, ofrece una alternativa como cultivo hortícola, por ser una fuente rica de ácido linoléico y  $\alpha$ -linoléico compuestos antioxidantes como el  $\beta$ -caroteno, el alfa-tocoferol, glutatión, vitamina C, polifenoles y flavonoides (Cai *et al.*, 2007; Cros *et al.*, 2007; Guinjunet *et al.*, 2009; Liu *et al.*, 2000; Páez *et al.*, 2007; Siriamornpun y Suttajit 2010; Proctor, 2013; Palaniswamy *et al.*, 2001a,b, 2000; Xu *et al.* 2006). En algunos países se consumen hojas y tallos en ensaladas, mientras que en México su consumo es prehispánico y actualmente en platillos típicos (Ezekwe *et al.*, 1999; Mera *et al.*, 2010; Simopoulos A., 1991). En México, la verdolaga se cultiva en Morelos, Baja California y el Distrito Federal, Se han registrado cinco cultivares morfológicamente diferentes, los nombres de las variedades son de acuerdo a la zona



productora: Queretana, Mixquic, Tláhuac y San Gregorio Atlapulco, de esta última se reconocen dos, la criolla y la variedad que los campesinos denominaron como “americana”, las semillas son obtenidas por los agricultores (Mera *et al.*, 2010). Por otra parte la hidroponía permite el estudio de las plantas en niveles específicos de nutrimentos esenciales, el nitrógeno está asociado con niveles adecuados de clorofila y crecimiento vegetativo vigoroso, existen estudios que mencionan que al adicionar amonio en la solución nutritiva aumentan el crecimiento, el desarrollo, el rendimiento la materia seca, biomasa total (Deglovanniet *al.*, 2012; Lemaire, 2005). El objetivo fue determinar el crecimiento y desarrollo de colectas originales de verdolaga variedad “americana” ( $S_1$ ), y su versión mejorada ( $S_2$ ); en un sistema hidropónico con diferentes relaciones  $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ .

## Materiales y Métodos

La investigación se realizó en el Colegio de Posgraduados, campus Montecillo. El material vegetal utilizado fue la variedad “americana” ( $S_1$ ), y su versión mejorada por selección masal ( $S_2$ ). La siembra se realizó en charolas de usando turba como sustrato; a los 15 días después de la siembra se trasplantaron dos plantas  $S_1$  y  $S_2$ , en macetas con un diámetro de 18 cm y capacidad de 2L, utilizando como sustrato perlita. Se aplicaron cuatro tratamientos en diferentes relaciones de nitrato y amonio. En un diseño completamente al azar con seis repeticiones. La solución nutritiva empleada fue la propuesta por Steiner(1961), como se indica en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Concentración en  $\text{meqL}^{-1}$  usados para la solución nutritiva de Steiner a diferentes relaciones  $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ .

Relación	Concentración en $\text{meqL}^{-1}$ de la solución nutritiva de Steiner							
	$\text{NO}_3^-$	$\text{H}_2\text{PO}_4$	$\text{SO}_4$	Cl	$\text{NH}_4^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$
100:00	<b>12</b>	1	7	2	<b>0</b>	7	9	4
75:25	<b>9</b>	1	9	2	<b>3</b>	7	9	4
50:50	<b>6</b>	1	15	2	<b>6</b>	7	9	4
00:100	<b>0</b>	1	27	2	<b>12</b>	7	9	4

Para proveer los macronutrientes se utilizaron las siguientes sales de grado reactivo:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ . Los microelementos adicionados fueron 2.88 Bo, 1.81 Mn, 0.22 Zn, 0.18 de Cu y 0.02 Mo  $\text{g L}^{-1}$ , y el Fe se agregó en forma de Fe EDTA. El pH de la solución nutritiva se ajustó a 5.5 mediante la adición de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Las soluciones nutritivas se aplicaron en forma manual. Después del trasplante se midieron: altura del tallo principal (AT), número de hojas (NH) y número de ramas (NR), cada 7 días. Al momento de la cosecha (32 ddt) se midió las mismas variables así como diámetro del tallo (DT) y lecturas de clorofila SPAD (Minolta 502), se obtuvieron el peso fresco de hojas (PFH), peso fresco de tallos y ramas (PFT), biomasa fresca total (BT), peso seco de hojas (PSH) y peso seco de tallos y ramas (PST), biomasa seca total (BS). Los análisis de varianza y las comparaciones de medias (LSD,  $\alpha=0.05$ ), se hicieron con el paquete estadístico SAS versión 9.3.

## Resultados y Discusión

Se encontraron diferencias significativas en la relación  $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$  en plantas  $S_2$  para las variables DT y PFT, pero no para, a pesar de que en ambos hubo diferencias significativas para

PFH, PFT y BT. El efecto del amonio en la relación 75:25 influyo en el crecimiento  $S_2$  y  $S_1$  en comparación con 100:00, ya que se obtuvo la mayor BT, de  $53.4 \text{ g planta}^{-1}$  en  $S_2$  con 64 % ( $34.32 \text{ g planta}^{-1}$ ) destinado a tejido foliar y 36 % a tallos ( $19.08 \text{ g planta}^{-1}$ ); mientras que en  $S_1$  se obtuvo un BT de  $46.75 \text{ g planta}^{-1}$  correspondientes al 36.29 % en tallos y 63.29 % a hojas. En contexto, Palaniswamy *et al.* (2001a) mencionan que para obtener mayor área foliar ( $197.3 \text{ cm}^2$ ), BT (20.2 g) y PST (0.9 g) la cosecha de verdolaga se debe realizar a las 14 hojas en el tercer nudo, debido al incremento de estas variables con respecto a las 6 y 10 hojas en el tercer nudo. Por otra parte al aumentar la cantidad de amonio se presenta un descenso de 58% ( $23.35 \text{ g planta}^{-1}$ ) de la producción de BT con respecto a la solución con 3 meq de amonio; debido a la asimilación  $\text{NH}_4^+$  y la generación de iones  $\text{H}^+$  en el xilema, lo cual en altas concentraciones ocasiona lesiones necróticas en las hojas y posiblemente la caída de las mismas (ten Hoopen *et al.*, 2010). El contenido de humedad en las plantas, refleja la absorción de nutrimentos disueltos en la solución suministrada, los porcentajes de agua en la verdolaga  $S_1$  oscilan en 78 y 87% y en  $S_2$  entre 84.92 y 89.34%; considerados por abajo de los reportados por Egea-Gilabert *et al.* (2014), con 96 y 97% en ya colectas de verdolaga, mientras que en Chiapas, tiene un contenido de humedad del 90 al 93 % (Comunicación personal M.C. Mera Ovando, Luz Ma. 2014). El efecto de la relación 75:25 influyo en mayor medida en el desarrollo del DT ( $11.33 \text{ mm}$ ) lo que resulta en un mayor área del xilema y floema, permitiéndose el flujo de nutrimentos y fotosintatos que favorecen el mejor desarrollo de la planta, mientras que los valores de 8.26, 7.26 y  $6.96 \text{ mm}$  se obtuvieron con las relaciones, 50:50, 100:00 y 00:100, respectivamente. La variedad “americana”  $S_1$  y  $S_2$  presento un crecimiento erecto, AT fue similar en el tratamiento 100:0 para  $S_1$  y  $S_2$  con valores de 22.05 y  $21.28 \text{ cm}$  respectivamente; los tratamientos en verdolaga  $S_1$  no causaron diferencias estadísticamente significativas (Figura 1).

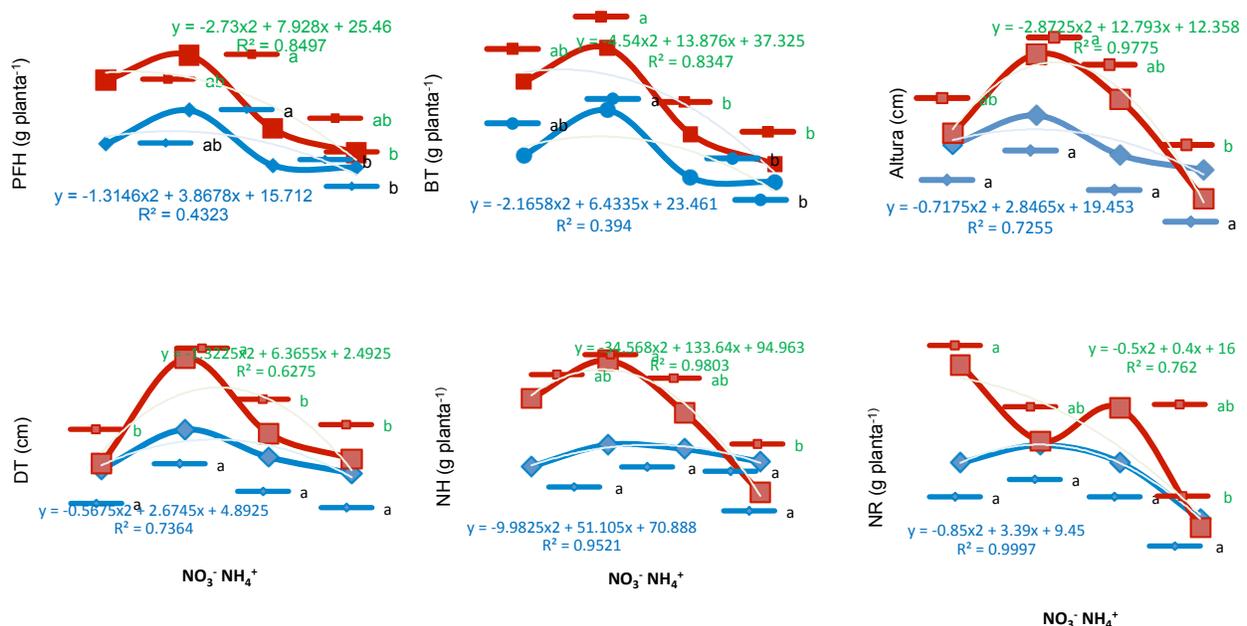


Figura 1. Comparación en la respuesta de las variables de crecimiento entre  $S_2$  y  $S_1$  ante las diferentes relaciones de nitrato/amonio. Puntos con la misma letra no presentan diferencia significativa (LSD  $\alpha=0.05$ ). ■ Verdolaga var. “americana” selección masal ( $S_2$ ). ◆ Verdolaga var. “americana” colecta original ( $S_1$ ).



En la relación 75:25 está muy marcado el efecto de la solución nutritiva en  $S_2$  con respecto a la altura, debido al ascenso del 18.75 porcentual en comparación a la relación 100:0, sin embargo al proveer amonio a la totalidad la AT llega a 17.8 cm. En la figura 1 se observa las diferencias de las variables estudiadas entre los tratamientos y el origen de la planta ( $S_1$  y  $S_2$ ). Palaniswamy *et al.* (2000a) encontraron datos similares, al establecer dos cultivares de *P. oleracea*; el cultivar “Goldberg” mostró una altura entre 23.6 y 26 cm, mientras que “Green leaf” oscilo entre 37.6 y 39.8 para cuatro relaciones de  $\text{NO}_3^- \text{NH}_4^+$ . En la figura 1 se observa el descenso de AT, DT, NH y NR al aumentar el amonio en la solución de Steiner. Estos datos son comparables con Fontana *et al.* (2006), al usar una relación 0:100  $\text{NO}_3^- \text{NH}_4^+$  limita el crecimiento de la planta en el PFH así como el PFT. El amonio al ser un ion toxico en la planta, requiere una inmediata asimilación para que se incorpore a nuevas estructuras, lo cual demanda mayor tasa fotosintética. Mientras que Cross *et al.* (2007) sugieren, que para tener una mayor AT (14.7 cm), se emplee como sustrato turba ya que el sustrato promueve la AT en un 15% sobre la perlita (6.2 cm), en el caso de producción de verdolaga (“Babyleaf”) en bandejas flotantes. El tiempo de cosecha y la nutrición afecta directamente su máxima expresión de la planta, pues, Palaniswamy *et al.* (2000b) reportan AT al primer corte de 8 hojas verdaderas (18 dds) entre 27.4 y 30.7cm; sin embargo la AT tiene un incremento de 30.69 % al segundo corte con 16 hojas verdaderas (36 dds) en un rango de 44.3 y 44.1cm para las relaciones 50:50 y 75:25 de  $\text{NO}_3^- \text{NH}_4^+$ . El contenido de N en la planta se relaciona con las lecturas SPAD a través de la aproximación indirecta de clorofila (Krugh *et al.*, 1994); sin embargo los resultados obtenidos en las relaciones  $\text{NO}_3^- \text{NH}_4^+$  en los cultivares de verdolaga  $S_1$ (42.31) y  $S_2$  (40.97) no tuvieron diferencias significativas en el índice de verdor evaluado con SPAD. Las diferencias en cuanto a la acumulación y distribución de biomasa en  $S_1$  y  $S_2$  pueden estar relacionadas a factores genéticos y climáticos, así como al manejo del cultivo; Egea-Gilabert *et al.* (2014) confirma lo anterior, pues, en 60 accesiones de verdolaga de diferentes regiones tienen alta variación en la producción de biomasa entre colectas. Se encontró que con el mayor contenido de nitratos en la solución fue mayor la concentración de este ion en la planta; en  $S_2$  se acumularon 1975 ppm de  $\text{NO}_3^-$  y en el  $S_1$  3305 ppm en la solución con 100 % de nitratos. Al disminuir este ion al 75 % se obtuvo el mayor rendimiento y una concentración de 660 ppm de nitratos que es menor en 66.58 % para el cultivar  $S_2$ , mientras que en la  $S_1$  la concentración es de 610 ppm de nitratos con una disminución de 81.75 % con respecto a la relación 100 % de nitratos en la solución.

**Dinámica de crecimiento** Para AT, NH y NR se observó una curva sigmoideal de crecimiento en las cuatro relaciones  $\text{NO}_3^- \text{NH}_4^+$ , pero no se comportaron de manera similar entre orígenes de la planta. La  $S_2$  en la relación 0:100 mostro un crecimiento estacionario, de los 28 ddt hasta la fecha de corte (Figura 2); posiblemente por antagonismo del ion  $\text{NH}_4^+$  al  $\text{K}^+$  y  $\text{Ca}^{2+}$  que no favoreció el buen crecimiento.

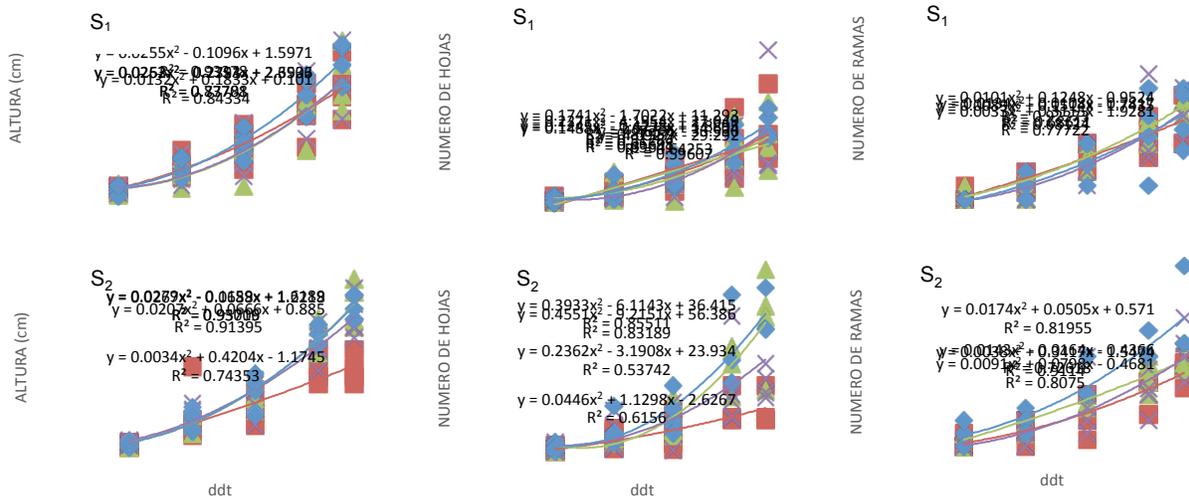


Figura 2. Dinámica de crecimiento en plantas de verdolaga var. "americana" (S<sub>1</sub>) y selección masal (S<sub>2</sub>) con respecto a altura del tallo (cm), número de hojas y número de ramas, por cada tratamiento. ddt= días después del trasplante. ■ 0:100 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, ▲ 100:0 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, ✕ 50:50 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, ◆ 75:25 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

La dinámica de crecimiento fue muy parecida entre tratamientos en S<sub>1</sub> sin presentar efectos por toxicidad de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; el desarrollo de S<sub>1</sub> de NH, NR, AT fue más lento y menor que en S<sub>2</sub>; pero, la verdolaga S<sub>2</sub> desarrollo nuevas hojas y fue mayor en las relaciones 100:0 y 75:25; Tabatabaie *et al.* (2006), obtuvieron resultados similares en de hojas en plantas de fresas cultivadas con relación 75:25. Yoon *et al.* (2009) sugieren que al añadir 20 % de amonio a la solución nutritiva se favorece el crecimiento en fresa. En S<sub>2</sub> el NH, NR, AT incrementaron de manera exponencial en todos los tratamientos, desde el día 14 ddt hasta la cosecha; se duplicó la cantidad de hojas en este periodo con promedios de 74.25, 169.2, 230.75 y 240 hojas planta<sup>-1</sup> en las relaciones 0:100, 50:50, 75:25 y 100:0 respectivamente, lo que sugiere que en este periodo la planta tiene una mayor demanda de nutrientes; en el tratamiento de 0:100 el desarrollo se estabilizó en los últimos 11 días antes de la cosecha (Figura 2), en contexto, la toxicidad de amonio se ha atribuido a su acumulación en las hojas, pues, al aumentar la concentración de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> la planta reduce su tasa fotosintética y por lo tanto el crecimiento se reduce (Lasa *et al.*, 2001; Roosta *et al.*, 2008). Además, que el aumento de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> causa la reducción de Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup>, y aumenta en los tejidos aniones inorgánicos tales como cloruro, sulfato y fosfatos (Kafkafi, 1990; Britto y Kronzucker, 2002). La formación de ramas se vio favorecida en la adición total de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en la solución, con el mayor número de ramas en S<sub>2</sub> (en promedio 20 ramas planta<sup>-1</sup>); en S<sub>1</sub> la dinámica fue similar entre tratamientos con 12 ramas planta<sup>-1</sup> para las relaciones 100:0 y 50:50, mientras que los tratamientos 75:25 y 0:100 obtuvieron valores de 13.5 y 11.5 ramas planta<sup>-1</sup> respectivamente (Figura 2).

## Conclusiones

El tratamiento que favorece el crecimiento y desarrollo de verdolaga var. "americana" para cultivares S<sub>1</sub> y S<sub>2</sub> es la relación NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 75:25. La verdolaga mejorada mostró una mejor respuesta ante las diferentes relaciones nitrato: amonio, superando a la variedad original en las variables agronómicas de importancia para la producción de verdolaga como hortaliza.

## Bibliografía

- Cai, Y., L. Qiong, S. Mei and H Corke. 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sciences*. 74: 2157–2184.
- Chan K., M. Islam, M. Kamil, R. Radhakrishnan, M. Zakaria, M. Habibullah and A Attas. 2000. The analgesic and anti-inflammatory effects of *Portulacaoleracea* L. subsp. *sativa* (Haw.) Celak. *Journal of Ethnopharmacology* 73: 445–451



- Cros V, J. Martinez-Sanchez and J. Franco. 2007. Good yields of common purslane with a high fatty acid content can be obtained in a peat-based floating system. *Horttechnology* 17:14–20.
- Degiovanni B., C. Martinez y F. Mota. 2010. Producción eco-eficiente de arroz en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 488p
- Egea-Gilaberta C., V. Ruiz-Hernández, A. Parra and J. Fernández. 2014. Characterization of purslane (*Portulacaoleracea* L.) accessions: Suitability as ready-to-eat product. *Scientia Horticulturae* 172: 73–81.
- Ezekwe M. O., T. Omara-Alwala and T. Membrahtu. 1999. Nutritive characterization of purslane accessions as influenced by planting date. *Plant Foods Human Nutrition* 54:183–191.
- Guinjun Y., N. Aryamanesh and S. Wang. 2009. Purslane – A potential vegetable crop. Rural industries research and Development Corporation. Australian Government. Rural Industries Research and Development Corporation. pp14.
- Kafkafi, U., 1990. Root temperature, concentration and the ratio  $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$  effect on plant development. *Journal of Plant Nutrition* 13 (10), 1291–1306.
- Krugh B, L. Bichham and D. Miles. 1994. The solid-state chlorophyllmeter, a novel instrument for rapidly and accurately determining the chlorophyll concentrations in seedling leaves. *Maize Genet. Coop. Newslett.* 68: 25-27.
- Lasa B., S. Frechilla, P. Lamsfus and A. Tejo. 2001. The sensitivity to ammonium nutrition is related to nitrogen accumulation. *Scientia Horticulturae* 91, 143–152.
- Lemaire P, 2005. Cultivos en macetas u contenedor; principios agronomicos y aplicaciones. Mundi-Prensa. Madrid, España. 210p.
- Liu L., P. Howe, Z. Ye-Fang, X. Zhi-Qiang, C. Hocart and R. Zhang. 2000. Fatty acids and  $\beta$ -carotene in Australian purslane (*Portulacaoleracea*) varieties. *Journal of Chromatography A*. 893: 207–213.
- Malek F., M. Boskabady, M. Borushaki and M. Tohidi. 2004. Bronchodilatory effect of *Portulacaoleracea* in airways of asthmatic patients. *Journal of Ethnopharmacology* 93: 57–62.
- Mera O. L., D. Castro L., R. Bye B. y C. Villanueva V. 2010. Importancia de la verdolaga en México. Folleto. Universidad Autónoma de Chapingo. Estado de México. 23pp.
- Mera-Ovando, L.M., R. Bye B. y M. Solano L. 2014. La verdolaga (*Portulacaoleracea* L.) fuente vegetal de omega 3 y omega 6. *Agro-pro.* 7:1, 3-7.
- Páez A., Páez P. M. González M. E., Vera A., Ringelberg D. and Tschaplinski. 2007. Crecimiento, carbohidratos solubles y ácidos grasos de verdolaga (*Portulacaoleracea* L.) sometida a tres niveles de radiación. *Revista de la Facultad de Agronomía.* 24: 642-660.
- Palaniswamy U, R. Mcavoy and B. Bible. 2001a. Stage of harvest and polyunsaturated essential fatty acid concentrations in purslane (*Portulacaoleraceae*) leaves. *Journal of Agric. and Food Chem.* 49: 3490–3493
- Palaniswamy U, Mcavoy R. and B. Bible. 2001b. Omega-3 fatty acid concentration in purslane (*Portulacaoleracea*) is altered by photosynthetic photon flux. *Journal of the American Society for Horticultural Sc.* 126:537–543.
- Proctor C. 2013. Biology and Control of Common Purslane (*Portulacaoleracea* L.). Theses, Dissertations, and Student. Research in Agronomy and Horticulture. pp 68.
- Simopoulos, A. P., Norman H. A., Gillapsy, J. E. and Duke, J. A. 1992. Common purslane: a source of omega-3 fatty acids and antioxidants. *Journal American College Nutrition.* 11: 374-382.
- Siriamornpun S y Suttajit M. 2010. Microchemical Components and Antioxidant Activity of Different Morphological Parts of Thai Wild Purslane (*Portulacaoleracea*). *Weed Science*, 58 (3):182-188.
- Steiner AA. 1961. A universal method or preparing nutrient solutions desired composition. *Plant Soil* 15: 134-154.
- Tabatabaei J. S., L. Fetemi S. and E. Fallahi. 2006. Effect of ammonium:nitrate ratio on yield, calcium concentration and photosynthesis rate in strawberry. *Journal of Plant Nutrition.* 29:7, 1273-1285
- ten Hoopen F., Cuin T.A., Pidas P., Hegelund N. J., Shabala S., Schjoerring K. J. y Jahn P.T. 2010. Competition between uptake of ammonium and potassium in barley and *Arabidopsis* roots: molecular mechanisms and physiological consequences. *Journal of Experimental Botany.* 61(9): 2303-2315.
- Xu X., L. Yu, and G. Chen. 2006. Determination of flavonoids in *Portulacaoleracea* L. by capillary electrophoresis with electrochemical detection. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis.* 41: 493–499.
- Yoon H.S., Hwang Y.H., An C. G., Shim J.S., Hwang H. J. and Shin H. Y. 2009. Effect of  $\text{NH}_4^+$  to  $\text{NO}_3^-$  ratio on growth, yield and albinism disorder of strawberry. *Acta Horticulturae* 842: 987-990.





## APLICACIÓN DE ABONOS ORGANICOS EN LA PRODUCCION DE AMARANTO EN EL MUNICIPIO DE TOCHIMILCO, PUEBLA, MEXICO.

<sup>1</sup>Oliver-Guadarrama R., <sup>1</sup>Bahena-Galindo, M.E., <sup>1</sup>Grangeno-Colin, A.E.

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas, UAEM. Cuernavaca, Morelos, México

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Biológicas, UAEM. Cuernavaca, Morelos, México

<sup>3</sup>Centro de Investigaciones Biológicas, UAEM. Cuernavaca, Morelos, México.

\*Autor responsable: Rogelio Oliver Guadarrama. oliverrogelio@hotmail.com; Calle Av. Universidad Núm. 1001, Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México. CP 62210; Tel. +52(777)-3297029

### Resumen

La siembra de amaranto en estado de Puebla, es una de las principales actividades para los campesinos debido a que este producto es de suma importancia por sus características nutritivas, económicas y culturales. Para la realización de este proyecto se plantearon como objetivos: evaluar el rendimiento y desarrollo del cultivo de amaranto con abonos orgánicos y determinar los cambios físico-químicos del suelo durante la presiembra y la poscosecha provocados por los abonos aplicados. El experimento se realizó en el municipio de Tochimilco, en el centro-oeste del estado de Puebla. Se montaron parcelas experimentales al azar bajo el régimen de temporal, fertilizadas con compostas y bionitro. Como resultados se tiene que el mejor tratamiento en cuanto a rendimiento fue el bionitro (1409 kg/ha), seguido de la composta<sup>2</sup> (1191 kg), composta<sup>1</sup> (1035 kg/ha) y el testigo con (950 kg/ha). Al comparar los resultados botánicos se observó que el bionitro tuvo el mayor tamaño de altura de plantas y de panojas. En la determinación de los resultados edáficos físicos y químicos estos no mostraron cambios significativos.

### Palabras clave

Agricultura orgánica, amaranto, abonos orgánicos

### Introducción

Productores orgánicos y convencionales han constatado las ventajas de la utilización de abonos orgánicos en sus suelos y cultivos (Soto y Meléndez, 2010). La producción orgánica en México es relativamente nueva; sin embargo, el sistema de producción de alimentos de nuestros antepasados era orgánica, y en la actualidad es una alternativa para los consumidores que prefieren alimentos libres de plaguicidas y fertilizantes sintéticos, inocuos y con un alto valor nutricional (Márquez-Hernández, *et al.*, 2010).

La fertilización orgánica se ofrece como una vía económica y ecológicamente efectiva para reducir la dependencia de los fertilizantes químicos y la implementación de los materiales de desecho obtenidos de las granjas y establos próximos a los entornos agrícolas, es una excelente alternativa técnica para su fomento. Tradicionalmente una zona que ha preservado el cultivo del amaranto ha sido el Oriente del estado de Morelos y la región noroccidente de Puebla con rendimientos promedios de 1.2 t de grano/ha, a partir de la fertilización química. Durante los últimos diez años, el laboratorio de Edafoclimatología del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos ha trabajado con grupos



organizados de estas regiones para la producción del amaranto orgánico en los aspectos de fuentes de nitrógeno, rendimiento, costos de producción, contenidos bromatológicos y usos diversos de la planta.

El amaranto es un cultivo que se desarrolla exitosamente en diversas unidades de suelo y en diferentes condiciones edáficas, la comercialización del grano requiere de algunas características como: madurez, color, tamaño y cualidades nutritivas, la forma más adecuada de obtener estos resultados es por medio de fertilización (Campos, 1999). Estudios han reportado que una sobredosis de fertilizantes nitrogenados (200 kg/ha) logran aumentar ligeramente el contenido de algunos esenciales de *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus* (Paredes, *et al* 1990). Los objetivos son: evaluar el rendimiento y desarrollo del cultivo de amaranto con fuentes orgánicas nitrogenadas y determinar los cambios físico-químicos del suelo durante la presembrado y la postcosecha de los terrenos cultivados con amaranto en los diferentes tratamientos (compostas y bionitro).

## **Materiales y Métodos**

El presente trabajo se realizó en el municipio de Tochimilco en la parte centro-oeste del estado de Puebla; ubicado entre los paralelos 18°49'12" y 19° 02' 54" de latitud norte y los meridianos 98°31'42" y 99° 43' 00" de longitud occidental. Presenta una altitud de 2060 msnm y colinda al norte con el municipio de San Nicolás de los ranchos al sur con Atzizihuacan y Cohuecan, al este con Tianguismanalco y al oeste con el estado de Morelos. Su superficie territorial es de 233.45 km. Cuenta con 17 localidades, entre las que sobresalen por su tamaño la cabecera municipal, San Antonio Alpanocan, Magdalena Yacuitlalpan, San Miguel Tecuanipan, Santa Cruz Cuautomatitla y San Lucas Tulcingo (Chávez y Trigo, 1996). En el municipio se presenta la transición de los climas templados del Valle de Atlixco, los fríos de las partes altas de la Sierra Nevada; su temperatura media anual oscila entre los 12 y 18°C.; conforme se avanza de sur a norte, presenta una disminución constante de temperatura; se identifican el clima templado con lluvias en verano, este tipo de clima es el que predomina y se localiza en las faldas inferiores de la sierra nevada. La unidad de suelo donde se trabajo fue Cambisol con horizonte A pálido. Se encuentra en una extensa área dentro de las faldas inferiores de la sierra nevada y un área reducida al sur (Aguilera, 1989). Para la realización de la presente investigación, se montaron parcelas experimentales durante el periodo de junio a diciembre del 2011 bajo el régimen de temporal en el municipio de Tochimilco, Puebla. En un terreno que consta de cinco terrazas las cuales miden 42 m de largo por 10 m de anchos, estas se dividieron en parcelas de 14 m de largo por 10 m de ancho estableciendo un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones de cada uno. El levantamiento de las muestras de suelo se realizó ocho días previos a la siembra en el mes de junio del 2011; las muestras de suelo se tomaron en forma lineal en cada uno de los tratamientos. La preparación del terreno fue tradicional con una yunta, se realizaron dos barbechos y una rastra con la finalidad de airear el suelo y exponer las plagas al sol para evitar daños posteriores al cultivo; el surcado del terreno se realizó con una separación entre surcos de 0.80 m. La delimitación de las parcelas se llevaron a cabo utilizando estacas de madera. Posterior a esto se realizó el primer muestreo edáfico a una profundidad de 0-30 cm en cada sitio. La siembra de la semilla se realizó el 23 de junio del 2011, de forma mateada, tomando un puño con la mano de semilla previamente tratada con caballaza. Una vez que la planta tenía aproximadamente 20 cm. de altura, se aplicaron las compostas y el bionitro a pie de mata de cada parcela, se aplicó la dosis equivalente a 150 kg N/ha, previa determinación del porcentaje de nitrógeno total mediante el método Kjendalh y la realización de los cálculos para cubrir la dosis requerida. Para la cosecha



se cortaron las panojas de amaranto cuando al tocarlas la semilla se queda en la mano y esta presenta un color amarillo y el centro ya no se ve cristalino, se expusieron al sol durante 20

días para que se sacaran perfectamente, una vez secas se juntaron por tratamiento y se trillaron hasta que la panoja ya no tuviera semilla. Para el análisis edafológico se realizaron dos muestreos uno antes de la siembra y el otro después de la cosecha tomando muestras compuestas de cada uno de los tratamientos, posteriormente se realizaron análisis en el laboratorio determinando parámetros físicos y químicos. En cuanto al crecimiento botánico se tomaron datos de altura de planta y panoja, además de longitud y ancho.

## **Resultados y Discusión**

El rendimiento donde se aplicó bionitro fue el que presentó el mayor rendimiento con 1409 kg/ha seguido por la composta<sup>2</sup>, la cual obtuvo un rendimiento de 1191 kg/ha y composta<sup>1</sup> con 1035 kg/ha el que menor rendimiento tuvo fue el testigo el cual obtuvo 950 kg/ha, algunos autores (Pulido y Trinidad 1987, Campos, 1999) mencionan que entre mayor altura tenga la planta mayor es el rendimiento obtenido y esta misma relación se presentó en los resultados obtenidos en el experimento, ya que las plantas fertilizadas con bionitro fueron las de mayor altura y también las de mayor rendimiento. Respecto a los datos botánicos la altura de plantas y de panojas, se observa el efecto del bionitro (226,7 cm) ya que se obtuvieron mayor altura de planta y panoja, seguido de las plantas donde se aplicaron las compostas (226 cm) y el testigo (218 cm). Comparando los resultados de la altura de las plantas obtenidos contra los reportados por Vázquez (2011) se tiene que los tratamientos de la presente investigación presentaron mayores alturas que los de dicha autora, teniendo como tratamientos, bionitro y el testigo. Los resultados obtenidos muestran que la composta<sup>1</sup> presentó la mayor longitud de panoja con 51.1 cm seguido por el bionitro y la composta<sup>2</sup>; los cuales tuvieron una longitud de 41.9 cm. y finalmente el testigo el cual presentó la menor longitud con 38.8 cm; esto indica que al proporcionar a las plantas la cantidad necesaria de nitrógeno, éstas podrán desarrollarse adecuadamente y así la producción de semillas será mayor. Además, los resultados obtenidos en este trabajo se muestran que aplicando la composta<sup>1</sup> presentó los mayores promedios de cobertura, seguida del bionitro y la composta<sup>2</sup> en tanto que el testigo fue el menor. El color del suelo refleja las propiedades biofísico químicas de la relación suelo-planta y está influido por los porcentajes de materia orgánica (Aguilera, 1989). Es una característica observable con facilidad y constituye un criterio en la descripción de los suelos, el color de un suelo puede ser herencia de su material originario, las variaciones en este se deben principalmente al contenido de materia orgánica, a los compuestos de hierro y a las sales minerales (Tamhane *et al.* 1978). Los resultados del color del suelo no muestran diferencias notables ya que en la presiembra tanto en suelo húmedo como en suelo seco los colores cambian ligeramente, en la postcosecha el color en seco varía del de la presiembra y el húmedo es similar al de la presiembra. En cuanto a los resultados edáficos la densidad aparente del tratamiento bionitro, y composta<sup>2</sup> se presentaron abajo de 1g/ml, tanto en la presiembra como en la postcosecha, excepto postcosecha testigo, pre y poscosecha composta<sup>1</sup> que alcanzaron el valor de 1g/ml. Para la densidad real en todos los casos se incrementaron en la postcosecha a excepción del tratamiento bionitro que tuvo un marcado descenso, esto debido probablemente a que el bionitro, por ser un abono líquido permite la penetración del agua y esta ocupa los espacios libres.

La porosidad del suelo ejerce influencia sobre el abastecimiento de agua y de aire a las raíces, la disponibilidad de nutrientes, la penetración de la raíz y sobre el desarrollo de la microfauna



del suelo (Cabeda, 1984). Diferentes tratamientos tanto en la presiembra como en la postcosecha. Los valores más bajos se presentaron en la presiembra del tratamiento composta<sup>1</sup>, con un 46%; seguido de la presiembra del testigo con un 48%, las cuales se incrementaron sustancialmente en la postcosecha llegando a niveles muy similares al del resto de los tratamientos en el caso del testigo, la composta<sup>1</sup> rebasó los niveles de los demás tratamientos siendo en la postcosecha la más alta con un valor de 65%. Al realizar la determinación de la textura se encontró que el porcentaje de arena para el testigo, bionitro y composta<sup>2</sup> tuvo un descenso, no así para la composta<sup>1</sup>, la cual se mantuvo en niveles constantes durante la presente investigación. Para el caso de las arcillas se refleja lo siguiente el testigo sufrió un ligero incremento, en tanto que el bionitro mantuvo sus niveles muy similares en la pre siembra y pos cosecha, por otra parte, las compostas disminuyeron ligeramente en la pos cosecha, esto probablemente se deba al aporte de materia orgánica. Finalmente, el porcentaje de limo se incrementó en todos los tratamientos de la pre-siembra hacia la postcosecha. Esto da como resultado una textura franco arenoso para los tratamientos usados, a pesar de que se le incorpora materia orgánica durante el cultivo, el suelo se está perdiendo ya que son terrazas y tienen una pendiente que durante las lluvias arrastra el suelo, para remediar esta se hicieron canaletas a los lados de las terrazas, esto con el fin de desviar el agua, cabe mencionar que al principio de la investigación la textura que presentaba era franco arenoso en su mayoría. Uno de los factores más importantes que afectan a la descomposición y a todo el proceso de formación de humus, es el pH del medio, en el suelo el pH controla el tipo de cultivo que puede crecer y en consecuencia, el tipo de residuos que regresan a él (Cajuste, 1977). La importancia del pH radica en que los nutrientes del suelo y los organismos biológicos que transforman los minerales para que sean disponibles en la solución del suelo y absorbidos por las plantas necesitan estar en un rango de pH adecuado. Los resultados muestran que en el testigo el pH se incrementó ligeramente, tanto en agua y KCl; en tanto que en el tratamiento de bionitro este descendió hacia un mayor grado de acidez y finalmente, en el caso de las dos compostas se obtuvieron mejoras considerables ya que la tendencia fue hacia la proximidad de pH neutros. La materia orgánica almacena nutrientes para las plantas, está compuesta de complejos que contienen carbono. Los átomos de carbono, al contrario de otros elementos, forman cadenas largas de forma natural. Estas proporcionan un almacén al que se adhieren otros elementos como el hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre para constituir la amplia serie de compuestos orgánicos necesarios para la vida. (Plaster, 2000). La cantidad de M. O. del suelo depende del equilibrio entre las entradas y las pérdidas de la misma en el suelo debido al uso de este. (Plaster, 2000), el contenido de la materia orgánica depende de muchos factores cuyos efectos pueden manifestarse en forma individual o colectiva (Cajuste, 1977). Al comparar los resultados obtenidos entre el testigo y los tratamientos se evidencia que en este primero disminuye, como consecuencia del aporte orgánico al cultivo; en tanto que en los otros tratamientos existe un incremento importante de 0.2% en el bionitro, de 0.6% en la composta<sup>1</sup> y 0.4% en la composta<sup>2</sup> debido a la aplicación de material orgánico. De la misma manera, la tendencia del porcentaje del carbono para el testigo disminuye de 0.6 a 0.5% y para los demás tratamientos aumento, el nitrógeno es muy similar dado que se guarda una estrecha relación entre estos con la materia orgánica.

## **Conclusiones**

La producción de amaranto aumento con la aplicación de los abonos orgánicos, destacando el bionitro y la composta, asimismo los datos botánicos como altura y diámetro de planta, altura, diámetro y cobertura de la panoja alcanzaron niveles mayores que con la aplicación de otros



fertilizantes. Los análisis edáficos muestran que los abonos orgánicos contribuyen al manejo y conservación del suelo.

## Bibliografía

- Aguilera H. N. 1989. Tratado de Edafología de México tomo I. Laboratorio de de Investigación de Edafología, Departamento de Biología Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. D. F: 222 p
- Cabada M.S.V.1984. citado en manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos, por la FAO, 2000 boletín de tierras y aguas de la FAO Roma. Pp 9
- Cajuste L.J. 1977. Química de los suelos con un enfoque agrícola. Rama de suelos colegio de posgraduados Chapingo, México. Pp 278
- Campos I. L. 1999. Perfil Bromatológico de semillas de *Amaranthushypochondriacus* L. bajo diferentes niveles de Fertilización Orgánica. Tesis profesional Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos.
- (Chávez C. J. M. y N Trigo B. (monografías municipales) (1996). Programa para el Parque Nacional Iztaccihuatl-Popocatepetl, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. P 273.
- Márquez- Hernández. C., P. Cano, C., J. L. García-Hernández, N. Rodríguez-Dimas, P. Preciado-Rangel, A. Moreno-Resandez, E. Salazar-Sosa, G. Castañeda-Gaytan y E. de la Cruz L. 2010. Agricultura Orgánica: el Caso de México, capítulo I. En Agricultura orgánica Tercera Parte. Durango, Méx. Pp 2-28
- Paredes L. O; A. Barba R; D. Hernández- López y A. Carabez T. 1990. Características Alimentarias y Aprovechamiento Agroindustrial. Secretaria General de la Organización de los Estados Unidos Americanos. Washington, D. C. 97 p.
- Plaster E. J. 2000. La Ciencia del Suelo y su Manejo, Paraninfo, España pp. 419
- Pulido L. y A. Trinidad S. 1987. Efecto de nitrógeno y humedad en el rendimiento de materia seca y contenido de proteína de *Amaranthushypochondriacus* y *A. cruentus*. Coloquio Nacional de Amarantho, Querétaro, Qro. 98-112 pp
- Soto, G. y G. Meléndez. 2004. Manejo integrado de Plagas y Agroecología. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Centro de Investigaciones Agronómicas. Costa Rica. No 72 p. 91-97
- Tamhane R. V., D. P. Motiramani., y P. Bali., en colaboración con R. L. Donahue. 1978. Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales. Diana México. Pp.53.
- Vázquez B. N. 2011. abonos orgánicos y su efecto en el rendimiento y desarrollo de amaranto (*Amaranthushypochondriacus* L.) en el Municipio de Tochmilco, Puebla. Tesis profesional Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos.





## SUSTRATOS ORGÁNICOS Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE EN MALLA SOMBRA

Antonio-Ordoñez E.<sup>1</sup>; Fortis- Hernández M.<sup>1</sup>; Preciado-Rangel P.<sup>1</sup>; Méndez-Rodríguez I.<sup>1</sup>; Pérez-Velázquez E. L.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón Coahuila. México.

\* Autor responsable: elieber\_agro@hotmail.com; Av. candela Núm 13, Col. Valle verde, Torreón, Coahuila, CP 27054, México.; (871) 2703870.

### Resumen

El presente trabajo evalúa la producción de tomate variedad Sahel con mezclas de sustratos orgánicos de origen bovino. Los Tratamientos fueron mezclas utilizando arena como medio inerte, estiércol bovino solarizado, compost mineralizado y vermicompost, quedando los tratamientos de la siguiente manera: T1= arena + vermicompost (80:20), T2= arena + estiércol solarizado(80:20), T3= arena + piedra pomex (80:20), T4= arena + vermicompost + tierra (80:15:5), T5= arena + compost mineralizado (80:20), T6= arena + estiércol solarizado + tierra (80:15:5) se compararon con un Tratamiento testigo T3 (arena + piedra pómez (80:20) con Solución Steiner. El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas en planta fueron las fenológicas, para calidad de fruto grados brix, firmeza, vida de anaquel, en los sustratos propiedades físicas y químicas. El sustrato orgánico con la mezcla de arena y vermicompost presento el mayor rendimiento de tomate con 1.528 kg planta<sup>-1</sup>. Siendo estadísticamente igual al Tratamiento de arena, vermicompost y Tierra (1.483 kg planta<sup>-1</sup>). Esto significa que la utilización de vermicompost como medio de crecimiento de un cultivo permite obtener rendimientos aceptables de tomate. Los resultados obtenidos favorecen la producción orgánica en la Comarca Lagunera, ya que es una región pecuaria que genera miles de toneladas de estiércol el cual se debe de controlar para evitar la contaminación del ambiente, a través del proceso de vermicomposteo.

### Palabras clave

Compost, vermicompost, solarizado, solución Steiner, malla sombra.

### Introducción

La Comarca Lagunera es la Cuenca lechera más importante del país con más de 550,000 cabezas de ganado bovino que anualmente excretan 1, 200,000 toneladas de estiércol base seca (SAGARPA, 2010). Este material se aplica de forma directa a los suelos agrícolas, sin tratamiento previo ocasionando serios problemas de contaminación (Serrato *et al.*, 2002; Fortis *et al.*, 2009). Sin embargo, este residuo podría emplearse en la producción hortícola en sistemas protegidos como sustrato orgánico, solarizado o para elaborar composta y vermicompost para satisfacer las demandas nutrimentales de los cultivos. Esto permitiría bajar la intensidad de contaminación por el mal uso y manejo del estiércol y se lograría satisfacer las necesidades del productor y demanda de la sociedad de consumir productos sanos e inoos.



Los beneficios de éstos abonos orgánicos son evidentes, la compost ha mejorado las características de los suelos, tales como fertilidad, capacidad de almacenamiento de agua, mineralización del nitrógeno, fósforo y potasio, mantiene valores de pH óptimos para el crecimiento de las plantas y fomenta la actividad microbiana (Nieto-Garibay *et al.*, 2002) y como sustrato para cultivos en invernadero han sido una buena alternativa (Rodríguez *et al.*, 2008). Las tendencias de la agricultura hacia sistemas protegidos, en especial en invernaderos, es una realidad; se sugiere se diseñen de tal manera que se apeguen y cumplan fehacientemente los estándares de las producciones orgánicas, para que los productores puedan producir hortalizas con altos rendimientos y excelente calidad. Además de facilitar el cumplimiento de estándares de inocuidad alimentaria, pero sobretodo garantizar que el sistema de producción y el producto contenga el sello orgánico de alguna de las certificadoras, originando un bienestar social, económico y medioambiental (Márquez *et al.*, 2009). En este sentido, el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de cinco sustratos orgánicos elaborados a partir de vermicompost, estiércol bovino solarizado y compost mineralizado en la producción estacional de plantas de tomate en malla sombra.

## **Materiales y Métodos**

El estudio fue realizado bajo condiciones de malla sombra en el ciclo agrícola primavera-verano (2013) en el Instituto Tecnológico de Torreón (ITT), ubicado en el km. 7.5 de la antigua Carretera Torreón – San Pedro, Municipio de Torreón, Coahuila. Ubicado geográficamente en las coordenadas 26° 30'15" Latitud norte y 103° 22'07" longitud Oeste con una altura sobre el nivel del mar de 1 126 m. Las mezclas fueron realizadas en base a volumen (v:v) utilizando como material inerte arena, la cual fue lavada con una solución de ácido sulfúrico al 1% y esterilizada con una solución de hipoclorito de sodio al 5 %. El tratamiento testigo fue arena (100%) y se fertilizo durante todo el ciclo con Solución nutritiva Steiner. Las características de los contenedores o macetas fueron bolsas de polietileno negro de 10 kg de capacidad. Dichos contenedores fueron llenados en diferentes proporciones de estiércol bovino solarizado, compost mineralizado y vermicompost, quedando los tratamientos de la siguiente manera: T1= arena + vermicompost (80:20), T2=arena + estiércol solarizado(80:20),T3= arena + piedra pómez (80:20), T4= arena + vermicompost + tierra (80:15:5), T5= arena + compost mineralizado (80:20), T6= arena + estiércol solarizado + tierra (80:15:5). Estos tratamientos fueron comparados con un Tratamiento testigo (T3= arena + piedra pómez (80:20)fertilizado con Solución Steiner.El cultivo fue tomate saladette de la variedad Sahel. Las macetas se instalaron a una hilera, con 30 cm entre plantas, con una densidad de población de 4 plantas por m<sup>2</sup>. La separación entre hileras fue de 0.90 m. El diseño experimental bajo el que se desarrolló el trabajo fue Completamente al azar; considerando seis tratamientos con cuatro repeticiones, dando un total de 24 unidades experimentales o macetas. Los análisis de ANOVA y pruebas de Separación de Medias fueron realizados en el paquete estadístico SAS (Ver. 9.01). Fueron utilizados los procedimientos de ANOVA y para la comparación de medias la prueba fue Tukey al 5% de significancia ( $P \leq 0.05$ ).

Las variables evaluadas fueron: altura de planta, contenido de clorofila en hojas (medido con un Minolta SPAD-502). Rendimiento (g planta<sup>-1</sup>; kg m<sup>-2</sup>). Se realizaron análisis físicos de los abonos orgánicos utilizando la metodología de Pire y Pereira (2003). Además, se realizaron análisis químicos para determinar Materia orgánica (%), por el método de Walkley y Black modificado (Walkley y Black, 1934). Potencial de hidrógeno (pH), con el método 2:1 y Conductividad eléctrica (dS m<sup>-1</sup>), la cual se midió con un conductivímetro marca 162 ORION.



## Resultados y Discusión

Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias significativas para la variable altura de planta en dos fechas de muestreo. Esto significa que los sustratos evaluados influyeron en el comportamiento de esta variable. En el Cuadro 1, se muestran estos resultados realizados por la prueba de separación de medias por el método de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Los tratamientos orgánicos T1 (arena+vermicompost) y T4 (arena+vermicompost+tiera) presentaron mayor altura de planta a los 50 después del trasplante (ddt) con valores de 93.50 cm y 92.25 cm, respectivamente. A los 92 ddt el T1 presentó una altura de 209.75 cm y el T4 de 149.50 cm. El tratamiento testigo T3 (Solución Steiner) obtuvo las mayores alturas en ambas fechas de muestreo con 103 cm y 168 cm.

Cuadro 1. Separación de medias de las variables altura de planta, SPAD y peso de fruto en el cultivo de tomate producido con sustratos orgánicos evaluados en malla sombra.

Tratamientos	Altura de planta	Altura de planta	Unidades SPAD	Peso del fruto
	52 ddt	92 ddt		
	----- cm -----			---- g ----
T1 = A+Vermi	93.50 ab*	209.75 a	52.82 ab	0.270 ab
T2 = A + ES	69.25 bc	140.75 bc	51.57 b	0.140 b
T3 = S.Steiner	103.00 a	168.00 ab	59.62 a	0.383 ab
T4 = A+Vermi+T	92.25 ab	149.50 abc	51.45 b	0.360 a
T5 = A+CM	81.80 abc	198.00 ab	54.27ab	0.390 a
T6 = A+ES+T	59.00 c	96.75 c	52.82ab	0.103 b

\*Valores con la misma letra, son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con una  $P \leq 0.05$ .

Respecto a la altura de planta Atiyeh *et al.*, (2001) destacan que vermicompost favorece el desarrollo de los cultivos en invernaderos cuando estos se utilizan como sustratos de crecimiento, y señalan que las diferencias detectadas en altura de planta se deben a su contenido de elementos nutritivos y a la naturaleza de sus comunidades microbianas. En cuanto a unidades SPAD los resultados mostraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en dos fechas de muestreo (50 y 79 ddt), sin embargo los resultados fueron mayores en la primera fecha de muestreo. Si se toma en cuenta que la lectura con el SPAD-502 se hace en las hojas, los resultados obtenidos corresponden a lo reportado por Wilcox (1994) que indica que conforme transcurren los días después del trasplante y se desarrolla la planta de tomate, el contenido de nitrógeno en las hojas disminuye para incrementarse en la planta completa y en el fruto. Los resultados muestran que el tratamiento con Solución Steiner mostró el valor más alto de unidades SPAD (59.625); el Tratamiento orgánico con mayores unidades SPAD fue el T5 (Cuadro 1).

Las unidades SPAD fueron relacionadas con el peso del fruto buscando detectar los sustratos con comportamiento sobresaliente. Los tratamientos T5, T3 y T4 fueron los más altos (Cuadro 1), lo cual significa que la disponibilidad de nitrógeno pudo contribuir para que se obtuvieran estos valores. En la mayoría de los trabajos publicados donde correlacionan las unidades SPAD con nitrógeno o clorofila, se presenta la misma tendencia, incluso es factible dar seguimiento al contenido de nitrógeno en el desarrollo del cultivo con el manejo del SPAD-502 (Rodríguez *et al.*, 1998). También hay evidencias de que los sustratos orgánicos influyen en el rendimiento de tomate, por ejemplo Rodríguez *et al.*, (2008), reportan para el tratamiento testigo con Solución Steiner y un tratamiento en base a Vermicompost de estiércol bovino (1:1/v:v) con el híbrido “Big Beef” pesos de fruto con 214 g y 209 g, respectivamente. Respecto



al rendimiento por planta se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, destacándose entre los más altos el Tratamiento con solución Steiner (T3) con 2.483 kg. Los mejores tratamientos orgánicos fueron los tratamientos con vermicompost (T1 y T4), ambos fueron estadísticamente iguales al T3. El tratamiento con estiércol solarizado presentó el menor rendimiento (Figura 1). Es importante señalar que los datos  $\text{kg m}^{-2}$  son equivalente a 4 plantas por metro cuadrado. En experimentos con macetas Preciado *et al.* (2011) y Fortis *et al.* (2009), reportan rendimientos en tomate y pimiento morrón considerando cuatro macetas por metro cuadrado. Los resultados reportados en esta investigación se pueden comparar con los obtenidos por Zarate (2002:2007) quien reporta  $5.83 \text{ kg planta}^{-1}$  y  $35 \text{ kg m}^{-2}$ ; Ortiz (2004) reporta  $8.2 \text{ kg planta}^{-1}$  y  $17.2 \text{ kg m}^{-2}$ .

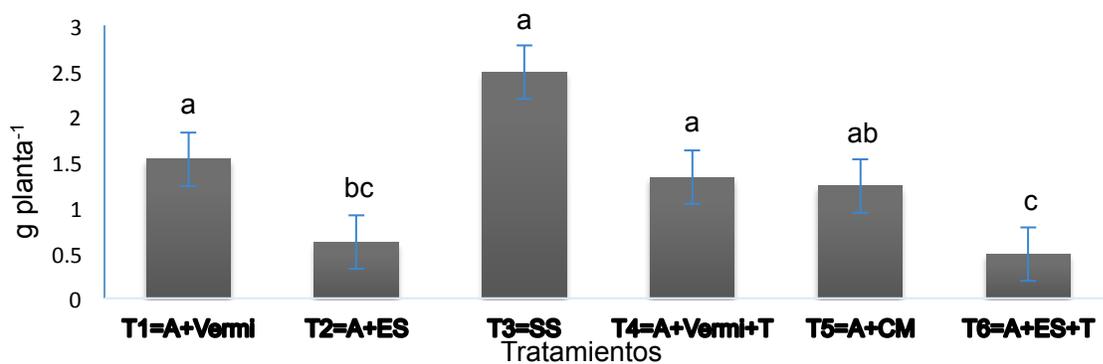


Figura 1. Rendimientos obtenidos en el cultivo de tomate producido con sustratos orgánicos evaluados en malla sombra.

La evaluación inicial de las propiedades químicas de un sustrato se concentra principalmente en aquellos parámetros que podrían afectar más significativamente el cultivo en su fase de establecimiento, en especial pH y CE. En cuanto a pH, la mayoría de los sustratos se agruparon en 8. Estos valores podrían explicarse con base en que los sustratos no han tenido suficiente tiempo de activación y equilibrio químico, los cuales normalmente se aprecian en producción hasta después de varios riegos. Con respecto a CE, la literatura recomienda que sus valores no deberían exceder  $3 \text{ dS m}^{-1}$  (Warncke, 1988). En este estudio, se observó que todos los sustratos basados en estiércol bovino tuvieron la CE más alta, la cual osciló entre 7.2 y  $12.64 \text{ dS m}^{-1}$  (Cuadro 3). Estas propiedades influyen en el suministro de nutrientes a través de la capacidad de intercambio catiónico, la cual depende, en gran medida, de la acidez del sustrato.

Cuadro 2. Principales características químicas de sustratos orgánicos evaluados en la producción de tomate en malla sombra.

Tratamientos	pH	MO	$\text{NO}_3^-$ $\text{mg kg}^{-1}$	CE $\text{dSm}^{-1}$	RAS	PSI
T1 = A+Vermi	8.32	8.48	60.40	7.27	3.82	4.19
T2 = A + ES	8.25	3.33	56.00	12.64	2.88	2.91
T3 = S.Steiner	5.5	-	168.00	2.00	-	-
T4 = A+Vermi+T	8.29	5.08	63.00	7.30	4.06	4.51
T5 = A+CM	7.93	4.07	17.00	7.52	3.34	3.53
T6 = A+ES+T	8.02	1.52	19.20	5.20	3.48	3.73



El incremento de la CE impide un desarrollo normal en los cultivos (Abad y Noguera 2000). Estos datos reafirman resultados de otros estudios, además de realizar la recomendación de monitorear y ajustar sistemáticamente el contenido desales solubles en sustratos basados en componentes orgánicos (Ansorena, 1994).

## Conclusiones

El sustrato orgánico con la mezcla de arena y vermicompost presentó el mayor rendimiento de tomate con 1.528 kg planta<sup>-1</sup>. Siendo estadísticamente igual al Tratamiento de arena, vermicompost y tierra (1.483 kg planta<sup>-1</sup>). Esto significa que la utilización de vermicompost como medio de crecimiento de un cultivo permite obtener rendimientos aceptables de tomate. Los resultados obtenidos favorecen la producción orgánica en la Comarca Lagunera, ya que es una región pecuaria que genera miles de toneladas de estiércol, materia prima para la elaboración de los sustratos.

## Agradecimientos

A la Dirección General de Educación Superior Tecnológica (DGEST) por haber financiado la realización del presente proyecto. Clave:5169.13.14-P.

## Bibliografía

- Abad B., M., Noguera M., P. 2000. Los sustratos en los cultivos sin suelo, pp. 137-183. In Manual de cultivo sin suelo. Urrestatarazug G, M. (Ed.). Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Ansorena, M.J. 1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Atiyeh R.M., C.A. Edwards, S. Subler and J.D. Metzger. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology*, 78 (1):11-20.
- Fortis H., M., J. A. Leos R., I. Orona C., J. L. García H., E. Salazar S., P. Preciado R., J. A. Orozco V. y M. A. Segura C. 2009. Uso de estiércol en la Comarca Lagunera. Pp. 104-127. In: Libro de Agricultura Orgánica. I. Orona C., E. Salazar S., M. Fortis H., H.I. Trejo E., y C. Vázquez V. (eds.). FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango. México.
- Márquez H. C., Cano R. P., Rodríguez D. N., Moreno R. A., De La Cruz L. E., García H. J. L., Preciado R. P., Castañeda G. G. y García Peña C. de la. 2009. Producción en invernadero de tomate orgánico. En: Cano R. P., Orona C.I.
- Nieto G.A., A.B. Murillo and D.E. Troyo. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum* L.) en zonas áridas. INCI 27 (8): 417-421.
- Ortiz. G. 2004. Comparación de la producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en hidroponía y suelo bajo invernadero en Miahuatlan, Puebla Tesis profesional Departamento de Fitotecnia Universidad Autónoma de Chapingo, México. 70 p.
- Pire R., and A. Pereira. 2003. Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. Propuesta Metodológica. Bioagro 15(1):55-63
- Preciado R.P., M. Fortis, J.L. García-Hernández. 2011. Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero. Interciencia 36: 689-693.
- Rodríguez D. N., R.P. Cano, V.U. Figueroa, G.A. Palomo, Ch. E. Favela, A. V. Paul De, H.C. Márquez, and R. A. Moreno. 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. Revista Fitotecnia Mexicana 31(3): 265 – 272.
- Rodríguez, M., G. González, A. Aguilar, J. Etchevers y J. Santizó. 1998. Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. Terra 16 (2):135-141.
- Secretaría de Agricultura Ganadería desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. Anuario estadístico de la producción agropecuaria 2006 Región Lagunera (DURANGO-COAHUILA).



- Serrato S., R., A. Ortiz A., J. D. López y S. Berúmen P. 2002. Aplicación de lavado y estiércol para recuperar suelos salinos en la Comarca Lagunera, México. *Terra* 20: 329-336.
- Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. *SoilSci.* 63:251-263.
- Warncke, D. 1988. Recommended test procedure for greenhouse growth media. pp. 34-37, In: Recommended chemical soil test procedures for the North Central Region. Bulletin 499. North Dakota Agricultural Experiment Station. Fargo, ND.
- Wilcox E.G. 1994. Tomato. pp. 127-141. In: N.F. Bennett (ed.). Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. APS Press. American Phytopathological Society. St. Paul Minnesota.
- Zárate, L., T. 2002. Características de los sustratos. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 63p.
- Zarate.B. 2007. Production de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Hidroponico con sustratos. Bajo invernadero, tesis de maestria. C.I.D.I.R. Oaxaca, Mexico.





## CONCENTRACION CRITICA DE NITRATOS EN PECIOLOS Y SU RELACION CON RENDIMIENTO RELATIVO EN ALGODÓN EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.

Pacheco-Martínez, A.<sup>1</sup>; Soto-Ortiz, R.<sup>2</sup>; Avilés- Marín, S.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias Agrícolas. Instituto Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California. Carretera Blvd. Delta s/n, Ejido Nuevo León, Mexicali BC, CP 21705 México.

<sup>2</sup>Profesor-Investigador. Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California. Carretera Blvd. Delta s/n, Ejido Nuevo León, Mexicali BC, CP 21705 México

\*Autor responsable: arelipm@hotmail.com; Carretera Blvd. Delta s/n, Ejido Nuevo León, Mexicali BC, CP 21705 México.

### Resumen

Riegos y fertilización son factores del manejo agronómico que influyen significativamente en alcanzar niveles rentables en el cultivo de trigo. La fertilización nitrogenada es la más importante debido a su costo y aplicación ciclo tras ciclo al suelo, ya que se pierde por fijación, lixiviación y volatilización (Cortez y Ortiz; 2009). Estas pérdidas generan disminución de la eficiencia del nitrógeno aplicado al suelo contaminando al medio ambiente. En el sistema de fertilización actual en el Valle de Mexicali el nitrógeno es aplicado sin utilizar técnica alguna que determine los niveles de nitrógeno presente en la planta o agro ecosistema y que se utilice para modificar su dosificación y provocar impactar en rendimiento y calidad de grano, consiguiendo un rendimiento económico rentable. Esta investigación tiene como objetivo, encontrar los umbrales críticos de concentración de nitratos en peciolos de algodón en etapas determinantes de fertilización de nitrógeno. El experimento se estableció en tres predios comerciales en el ciclo 2013 en el valle Mexicali, Baja California, México. Los tratamientos se formaron con niveles de nitrógeno. Se determinó el rendimiento relativo (%), la concentración de nitratos en tallos (ppm). Encontrándose para un 90 % de rendimiento relativo, umbrales de concentración críticos de nitratos en peciolos de algodón 5300,5500 y 4300 ppm, que corresponden a las etapas de inicio de cuadro, máximo cuadro y floración. Estos valores de concentración serán tomados como base en investigaciones posteriores a nivel valle de Mexicali y aumentar su generalidad regional.

### Palabras clave

Nitrógeno, biomasa, rendimiento relativo

### Introducción

El rendimiento y la calidad son dos aspectos importantes en la rentabilidad del cultivo. Los riegos y la fertilización son factores del manejo agronómico que influyen significativamente en alcanzar estos niveles rentables. La fertilización nitrogenada es la más importante debido a que se tiene que abastecer fraccionadamente ciclo tras ciclo al suelo, ya que en un programa de fertilización el N es el nutrimento más crítico en virtud de que es esencial para un desarrollo óptimo del cultivo, pero hay que evitar excesos que puedan ocasionar serios problemas de



manejo del cultivo, y pérdidas en la producción. McConnell et al. (1998) enfatizan que la sobre fertilización produce plantas con gran crecimiento vegetativo sin que esto se refleje en el rendimiento, además de que se incrementan las probabilidades de que se pierda el N del sistema suelo-planta. Dosis altas de N también impactan negativamente el medio ambiente, ya que aumentan la contaminación de aire, suelo, plantas y acuíferos. La contaminación del aire es producto de la volatilización del N en forma de óxido nitroso, el cual destruye la capa de ozono en la estratosfera, creando “agujeros de ozono” (Orozco-Vidal et al., 2008), debido a que el nitrógeno se pierde por fijación, lixiviación y volatilización. En el sistema de fertilización actual en el Valle de Mexicali el nitrógeno es aplicado considerando la necesidad 45 kilogramos de nitrógeno para producir una paca de fibra de 227 kilogramos (INIFAP, 2010); y fraccionado en tres partes iguales en las etapas fenológicas de cuadro, máximo cuadro y máxima floración (INIFAP; 2010). Sin embargo, es necesario contar con una técnica de monitoreo del estatus nutricional, ya que una serie de investigaciones han estudiado la relación entre concentración de nitratos en peciolo y el suministro de N, la concentración de peciolo se ha encontrado altamente correlacionada con el suministro de N (Wieddenfeld et al, 2009) por lo cual, es necesario llevar a cabo mediciones de las concentraciones de nitratos en peciolo en la planta de algodón en las principales etapas fenológicas del cultivo, de manera que se optimice la aplicación de fertilizante nitrogenado, maximizando la eficiencia fisiológica y minimizando el costo económico. Sin embargo, es necesario contar con información de importancia para contrarrestar las pérdidas de N, para lo cual es necesario contar con técnicas de monitoreo en peciolo y niveles de concentración crítica en algodón para llevar a cabo una adecuada fertilización nitrogenada en el cultivo, por lo cual el objetivo del presente trabajo es determinar la concentración crítica de  $\text{NO}_3^-$  en tejidos del cultivo de algodón, bajo niveles de fertilización nitrogenada en etapas fenológicas de interés.

## Materiales y Métodos

El experimento se estableció en tres predios de agricultores cooperantes del Valle de Mexicali, Baja California ( $32^\circ 24' \text{ N}$ ,  $115^\circ 11' \text{ W}$ , altitud 9 m), durante el ciclo agrícola primavera - verano 2013. El clima del lugar se clasifica como árido cálido, muy extremo, con una temperatura media anual de  $22.9^\circ \text{ C}$ , máxima de  $48.5^\circ \text{ C}$  y mínima durante invierno de  $-7.0^\circ \text{ C}$ , con una precipitación media anual de 60 mm (García, 1988).

Cuadro 1. Principales características de los sitios experimentales.

Ubicación	Textura	pH	C.E.	Variedad	Densidad de Siembra	Método de Siembra
Ejido Lázaro Cárdenas (P1)	Franco Limoso	7.6	1.2	ST4498B2RF	120,000 plantas	Surcos a 38” en húmedo
Ejido Morelia (P2)	Arcilla	8.0	6.0	DP0912B2RF	120,000 plantas	Camas de 38” en seco
Ejido Oaxaca (P3)	Franco	7.6	7.0	DP0935B2RF	120,000 plantas	Camas de 38” en seco



La siembra se realizó durante la fecha establecida en sistema de producción de surcos y camas a una distancia de 1 m. Se aplicó un riego de pre siembra y cinco de auxilio a 65, 80, 100, 112 y 124 DDS. Durante el ciclo de cultivo se controló problemas de zacate de manera química y manual; así como el control químico de chinche lygus (*Lygus hesperus*) y mosquita blanca (*Bemisia tabasi*). Los fertilizantes utilizados como fuente nitrogenada fueron urea y UAN-32 como principales fuentes utilizadas en el manejo agronómico del cultivo en la región. La unidad experimental consistió de 4.8 metros de ancho por 117 m de largo. Se instalaron tensiómetros a 30 cm de profundidad para efectuar los riegos cuando la humedad aprovechable fue de 60 %. Los tratamientos se formaron mediante la aplicación proporcional de fertilizante nitrogenado, en relación al rendimiento objetivo de cada predio y considerando que se requieren 45 unidades de nitrógeno por paca de algodón (INIFAP, 2010). Fueron cuatro: el primero es el testigo, el cual consiste en solo contar con el nitrógeno residual en el suelo. El segundo se formó adicionando el 50% del nitrógeno óptimo, el tercero adicionando nitrógeno óptimo y el cuarto adicionando el 150 % nitrógeno óptimo para producir el rendimiento objetivo en cada uno de los predios; Se fracciono el nitrógeno de la siguiente forma: 33.3 % en inicio de cuadro, 33.3 % en inicio de floración y 33.3 % en máxima floración respectivamente. En pre siembra no se aplicó ningún tipo de fertilización, en inicio de cuadro se utilizó urea como fuente nitrogenada posteriormente en inicio y máxima floración se utilizó UAN-32. Los riegos se efectuaron cuando el suelo tenía un contenido de humedad aprovechable del 60%, de acuerdo con el tensiómetro. Para el control de malas hierbas, se aplicó una dosis de 500 g i.a. ha<sup>-1</sup> de Glifosato. Se utilizó flonicamid 500 g i.a. ha<sup>-1</sup> para el control de chinche lygus (*Lygus hesperus*) y Thidiazuron + Diuron 0.06 ml i.a. ha<sup>-1</sup> como defoliante. El experimento consistió en un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Los bloques consistieron en cada uno de los predios (P1, P2 y P3) teniendo cuatro niveles. Nivel 0, Nivel 50, Nivel 100 y nivel 150. Se determinó el rendimiento relativo en cada etapa determinando la biomasa; además la concentración de nitratos en peciolo. Se estimaron los niveles de concentración crítica en las etapas de inicio de cuadro, máximo cuadro y floración mediante el método de cuadrantes (Cate y Nelson, 1965). Se realizó un seguimiento fenológico en base a unidades calor, para lo cual se seleccionaron aleatoriamente dieciséis plantas por tratamiento y monitoreadas semanalmente a partir del primer riego en planta hasta rendimiento fisiológico (cut-out). Para ambas variables se tomaron inmediatamente antes de los riegos de inicio de cuadro (primer riego en planta), inicio de floración (segundo riego en planta) y máxima floración (tercer riego en planta). La concentración de nitratos en peciolo se determinó con el equipo twinNO<sub>3</sub><sup>-</sup> B-341 marca Horiba®. Para cada una de las etapas los peciolo se tomaron 50 peciolo por repetición tomándolos del quinto nudo por debajo de la terminal, depositándolos en bolsas ziploc® y trasladadas en condiciones controladas a laboratorio para su análisis. En todos los momentos de muestreo se eliminaron las hojas de peciolo. La hora de muestreo oscilo entre las seis y siete de la mañana. El rendimiento relativo se obtuvo considerando el tratamiento con el valor mayor de biomasa como el 100 %. La biomasa consistió en cortar un metro lineal al ras del suelo, separando los órganos vegetativos (hojas, tallos y ramas) y reproductivos (cuadros, flores y bellotas). Para el secado se colocaron en bolsas de papel por separado y se sometieron a estufa a una temperatura de 65 °C durante 72 h, obteniendo su peso seco posteriormente fueron molidas y analizadas en laboratorio por el método de espectrofotometría utilizando el equipo Hatch 5000 DR. La cosecha se llevó a cabo de manera manual tomando un metro lineal por repetición, se pesó obteniendo el rendimiento hueso y posteriormente se convirtió a rendimiento pluma.



## Resultados y Discusión

Se observa en la figura 1, que el 90 por ciento del rendimiento relativo en la etapa de inicio de cuadro, se alcanza cuando la concentración de nitratos es de 5200 ppm. Esto es explicado con esta concentración de nitratos en peciolo de algodón indica que en la etapa de inicio de cuadro la planta tiene cubierta sus necesidades nutricionales de nitrógeno. La figura 2 muestra, que el 90 por ciento del rendimiento relativo en la etapa de máximo cuadro se alcanza cuando la concentración de nitratos es de 5500 ppm. Esta concentración de nitratos en peciolo de algodón indica que en la etapa de máximo cuadro la planta tiene cubierta sus necesidades nutricionales de nitrógeno.

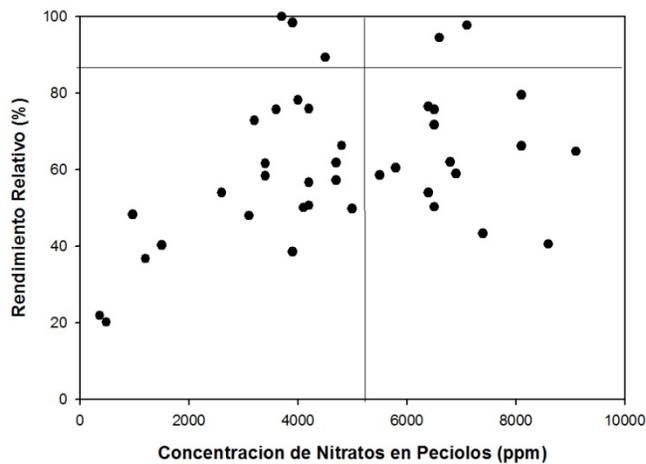


Figura 1. Concentración de nitratos en peciolo de algodón en la etapa de inicio de cuadro en el ciclo 2013, en el Valle de Mexicali B. C.

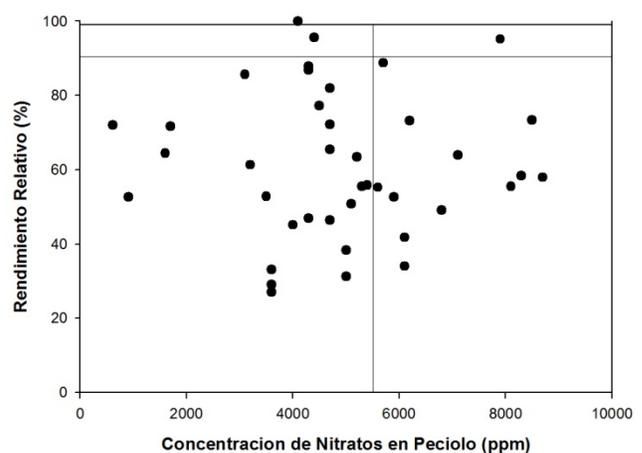


Figura 2. Concentración de nitratos en peciolo de algodón en la etapa de máximo cuadro en el ciclo 2013, en el Valle de Mexicali B. C.

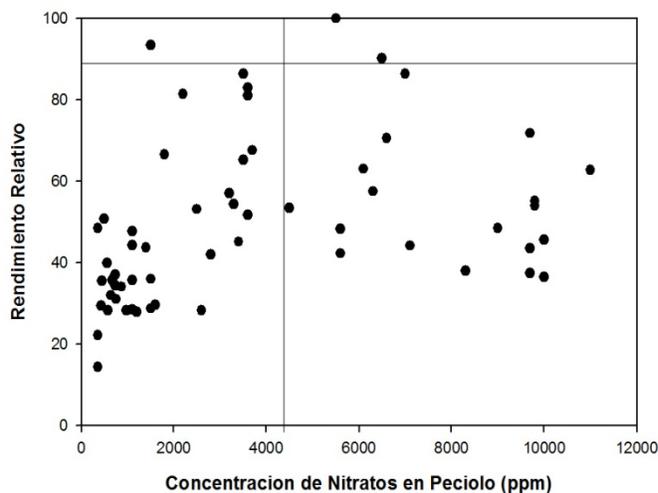


Figura 3. Concentración de nitratos en peciolo de algodón en la etapa de máxima floración en el ciclo 2013, en el Valle de Mexicali B. C.



La figura 3 muestra, que el 90 por ciento del rendimiento relativo en la etapa de máxima floración se alcanza cuando la concentración de nitratos es de 4300 ppm. Esto coincide con López et al, 2010 durante un estudio llevado a cabo durante el ciclo 2004. Las necesidades de nitratos en la planta de algodón disminuye conforme va madurando, esto es evidenciado con la variación de los umbrales críticos, en inicio de cuadro 5200 ppm, máximo cuadro 5500 ppm y máxima floración 4300 ppm; esto coincide con López *et al*, 2010.

## Conclusiones

Los umbrales críticos de concentración de nitratos para un 90 % rendimiento relativo son 5200, 5500 y 4300 ppm en la etapa de inicio de cuadro, máximo cuadro y máxima floración respectivamente. Estos valores de concentración serán tomados como base en investigaciones posteriores a nivel valle de Mexicali encaminadas a encontrar su generalidad regional.

## Bibliografía

- Cate, R.B. and L.A. Nelson.1965. A rapid method for correlation of soil test analysis with plant response data. North Carolina State Agricultural Experiment Station Technical Bulletin 1.
- Cortes J. Juan M. y A. Ortiz.2009. Seminario sobre tecnología para la producción de trigo. Centro de Investigación Regional del Noroeste, Campo experimental Valle del Yaqui. Memoria técnica Núm. 1. Cd Obregón Sonora, México.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM, México. 217 p
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias).2010. Guía para Producir Algodón en el Valle de Mexicali y San Luis Río Colorado Son. Centro de Investigación Regional Centro-Campo Experimental Valle de Mexicali. Folleto Técnico No. 54. Mexicali, Baja California.
- López, M., A. Castro, J.C. Gutiérrez, and E.O. Leidi. 2010. Nitrate and potassium concentrations in cotton petiole extracts as influenced by nitrogen fertilization, sampling date and cultivar. Spanish Journal of Agricultural Research. 8(1):202-209
- McConnell, J.S., W.H. Baker, and R.C. Kirst. 1998. Yield and Petiole Nitrate Concentrations of Cotton Treated with Soil-Applied and Foliar-Applied Nitrogen. The Journal of Cotton Science 2:143-152
- Orozco-Vidal, J., A. Palomo-Gil, E. Gutiérrez-Del Río, A. Espinoza Banda y V. Hernández-Hernández. 2008. Dosis de nitrógeno y su efecto en la producción y distribución de biomasa de algodón transgénico. Terra Latinoamérica. 26:29-35
- Wiedenfeld, B., B. Webb Wallace and F. Hons. 2009. Indicators of Cotton Status. Journal of Plant Nutrition, 32: 1353-1370





## EL QUITOSANO COMO RECUBRIMIENTO EN SEMILLAS DE MAÍZ (ZEA MAYS)

Peña-Datoli, M.<sup>1\*</sup>; Etchevers-Barra, J.D.<sup>1</sup>; Hidalgo-Moreno, C.<sup>1</sup>; Alcántar-González, E.G.<sup>1</sup>; González-Hernández, V.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados. Instituto de Recursos Naturales. Postgrado en Edafología. Texcoco, Edo. de México. México.

<sup>2</sup>Colegio de Postgraduados. Postgrado de Recursos Genéticos y Productividad. Orientación en Genética. Texcoco, Edo. de México. México.

\*Autor responsable: miguel.p.datoli@gmail.com; Calle Hidalgo Núm. 30, Col. San Luis Huexotla, Texcoco, Edo. de México, México. CP 56220; Tel. +52(595)-957-2714.

### Resumen

En campo, las plantas no deseadas compiten por agua, nutrientes del suelo y luz solar, principalmente en la fase inicial del cultivo, cuando la plántula presenta un reducido sistema radical y escasa área foliar. El recubrimiento de semillas con diversas matrices, otorga a los cultivos condiciones favorables en las primeras etapas de desarrollo. El quitosano es un polímero catiónico derivado de la quitina con propiedades hidrofílicas, antifúngicas y bactericidas. En este trabajo se evaluaron varias suspensiones con diferentes concentraciones de quitosano de bajo peso molecular (50 -190 kDa) para obtener un recubrimiento estable en semillas de maíz. Para esto, se elaboraron diferentes suspensiones de quitosano al 1, 2 y 3%, variando la concentración de ácido acético en 1 y 2% y utilizando diversos fertilizantes (Nitrato de amonio, sulfato de potasio, fosfato de calcio monohidratado, nitrato de potasio y fosfato de potasio monobásico). Las suspensiones fueron evaluadas mediante su adherencia a la semilla, sin que existieran precipitaciones de solutos. En el proceso de determinación de la mejor suspensión se evaluó la secuencia de agregación de los materiales para obtener una suspensión homogénea y sin precipitaciones, la cual correspondió a una suspensión de ácido acético al 2% con 3% de quitosano, y utilizando nitrato de potasio, nitrato de amonio y fosfato de potasio monobásico como fertilizantes. Finalmente, se determinó la concentración adecuada de NaOH para producir una gelificación estable del recubrimiento en las semillas, que correspondió a una solución de NaOH 0.5 N con 5 minutos de tiempo de inmersión.

### Palabras clave

Quitosano; gelificación; maíz.

### Introducción

México es el mercado más grande de maíz en el mundo, al consumir 11% de la producción mundial. El consumo *per cápita* por los mexicanos de este cereal es de 123 kg por año cifra muy superior al promedio mundial que es de 16.8 kg *per cápita*. En 2012, las importaciones de maíz en México fueron de 6 millones 500 mil toneladas, lo que representan 15.4% del total de importaciones de productos agropecuarios a nivel nacional. Este cereal, base de la alimentación mexicana, ha alcanzado un costo de importación de 2,878 millones de dólares (ASERCA, 2013).



El tratamiento de semillas es la aplicación de técnicas y agentes biológicos, físicos o químicos, que nutren o protegen a la semilla y a la planta del ataque de insectos y enfermedades transmitidas por semilla durante el almacenamiento y etapas tempranas del cultivo que provocan severos daños en la producción de cultivos. El objetivo principal de la tecnología de los recubrimientos es mejorar las características físicas, fisiológicas y sanitarias de la semilla. La diferencia entre semillas tratadas y no tratadas puede ser la diferencia entre un rendimiento rentable y una desfavorable producción (FIS, 1999). Los tratamientos de semillas han evolucionado para responder a las exigencias del mercado de las empresas productoras de semillas, al reducir costos en el recubrimiento de las semillas y originar diversos procesos de recubrimiento (osmocondicionamiento o “priming”, revestimiento, peletización y pildorado o encapsulado). La retención del producto en las semillas depende de la adherencia de los productos aplicados, la compatibilidad entre las diferentes formulaciones utilizadas y las características de la cubierta de la semilla (Gonçalves *et al.*, 2012).

Actualmente existen varios métodos de microencapsulación como: coacervación, polimerización interfacial, extracción/evaporación, atomización, suspensión en aire y gelificación iónica. En la agricultura la microencapsulación se ha utilizado para encapsular pesticidas y fertilizantes. El proceso de gelificación iónica consiste en la formación de una red tridimensional formada por uniones que no son completamente estables (hidrogeles físicos), y son más débiles que las uniones covalentes (hidrogeles químicos). Los materiales capaces de constituirse en macropartículas son las grasas, proteínas y los polímeros. Entre los polímeros naturales principalmente de naturaleza polisacáridica, de origen animal y vegetal; destacan el alginato, la goma arábiga (goma acacia) y el quitosano (Lupo *et al.*, 2012). Quitosano es un polisacárido descubierto por Rouget en 1859, que al tratar quitina con una solución caliente de hidróxido de potasio obtuvo un producto soluble en ácidos orgánicos. Fue hasta 1894 cuando Hoppe-Seyler nombró a este polímero “quitosano” (Lárez, 2003). Quitosano también es un polímero que aprovecha esta propiedad para interactuar mediante fuerzas electrostáticas con aniones o moléculas aniónicas. Así, debido a la formación de complejos entre las especies con carga opuesta, el quitosano sufre de gelificación iónica para formar películas coloidales. La eficiencia del método de gelificación iónica es dependiente de la masa molecular y grado de desacetilación del quitosano. Cuanto mayor es el peso molecular del quitosano, existe mayor número de grupos amino protonados en una solución ácida de quitosano. De este modo hay un mayor número de cargas positivas que pueden interactuar con cargas negativas, lo que se traduce en un mayor grado de entrecruzamiento y por lo tanto una mayor eficiencia de gelificación (Rodríguez *et al.*, 2010).

El quitosano es un polímero de baja toxicidad al ambiente, por lo que es propicio para varios usos en la agricultura como protección de semillas, estimulación del crecimiento, inducción de mecanismos de defensa, bactericida, nematocida, fertilizantes de liberación controlada, protección postcosecha de frutos y vegetales, y preservación de productos. El quitosano se ha utilizado en la agricultura como recubrimiento de semillas para su conservación durante el almacenamiento, así como para la liberación controlada de agroquímicos, formulación de pesticidas (Lárez, 2003), protección de plántulas, corrección de sustratos de crecimiento, estimulación del crecimiento, bactericida, fungicida, antiviral, entre otros (Lárez, 2008). Sin embargo, las técnicas de recubrimiento en semillas no han sido estudiadas a fondo, pues si bien la técnica de gelificación iónica permite obtener cubiertas de quitosano estables en las semillas de maíz, aun no se conocen todas las técnicas de recubrimiento con este polisacárido



y su efecto con otros materiales en etapas tempranas de los cultivos. Esto abre una ventana para futuras investigaciones y determinar las diversas matrices que se pueden agregar a este polímero para hacerlo más atractivo para los productores y empresas semilleras.

El objetivo de este estudio fue definir las proporciones de quitosano y fertilizantes (N, P, K) para preparar un film que será usada para recubrir semillas de maíz mediante la técnica de gelificación iónica, que debe permitir a la semilla desarrollarse y mantenerse en la primera etapa de desarrollo vegetativo correspondiente a 15 días después de la siembra.

## Materiales y Métodos

Los materiales utilizados en este experimento fueron: semillas de maíz criollo blanco obtenidas del Postgrado de Producción de Semillas del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, quitosano de bajo peso molecular (50-190 kDa) con un grado de desacetilación entre 75 y 85% de la empresa "SIGMA ALDRICH", ácido acético concentrado, hidróxido de sodio 10 N, nitrato de amonio, nitrato de potasio, sulfato de potasio, fosfato de potasio monobásico y fosfato de calcio monohidratado.

### **Solubilización de quitosano**

Se prepararon soluciones acuosas de ácido acético al 1 y 2% (v/v) en las que se solubilizó quitosano para tener concentraciones finales de 1, 2 y 3 % (p/v) del polímero (Cuadro 1). Las suspensiones de quitosano se agitaron por 60 min a velocidad media en un agitador magnético "THERMOLYNE". Como fuentes de N, P y K se usaron los siguientes fertilizantes: nitrato de amonio, sulfato de potasio, fosfato de calcio monohidratado, nitrato de potasio y fosfato de potasio monobásico. Se hicieron pruebas de solubilidad de estos fertilizantes en la suspensión de quitosano en ácido acético, para definir la cantidad a utilizar de cada uno de ellos. Así mismo, se evaluó la secuencia adecuada de agregación de los materiales utilizados para evitar precipitaciones.

### **Preparación del recubrimiento**

Se calcularon los requerimientos de N, P y K por planta de maíz para los primeros 15 días después de la siembra, que fueron de: 0.44 g de nitrógeno, 0.05 g de fósforo y 0.18 g de potasio, derivada de una fórmula de fertilización 80-30-40 para 60,000 plantas por hectárea (Ruíz, 2008). Estas cantidades de nutrimentos fueron transformadas en gramos de cada fertilizante los cuales se agregaron a la suspensión de quitosano en ácido acético más estable obtenido en la primera fase, y se obtuvo el recubrimiento utilizado en las semillas de maíz (Cuadro 1).

Cuadro 1. Relaciones de sustancias usadas para preparar las películas de quitosano y fertilizantes.

Ácido Acético (%)	Quitosano (%)	Fertilizantes utilizados
1	1	Nitrato de potasio Nitrato de amonio Fosfato de potasio monobásico
	2	
	3	
2	1	Fosfato de calcio monohidratado Sulfato de potasio
	2	
	3	



### **Recubrimiento de semillas**

La gelificación iónica es una técnica donde la formación de la cubierta de la partícula sucede por efecto de la reacción entre un polisacárido y un ión de carga opuesta. La metodología utilizada fue la propuesta por Trasviña y Louvier (2010), quienes elaboraron perlas y películas de quitosano y gelificaron con NaOH 1N. Las semillas se recubrieron con las diferentes suspensiones preparadas con quitosano y quitosano + fertilizantes mediante la técnica de gelificación iónica antes descrita. Posteriormente, las semillas recubiertas con el film (quitosano y quitosano + fertilizantes) se dejaron caer en una solución de hidróxido de sodio con concentraciones de 0.5 y 1N. Las semillas de maíz agregadas al hidróxido de sodio se dejaron reposar en la solución por 5, 60 y 180 min, para detectar el menor tiempo para lograr una película homogénea sobre la semilla. Las semillas recubiertas obtenidas se colocaron en una estufa de secado por 24 h a una temperatura de 30-40 °C.

### **Resultados y Discusión**

La concentración del ácido acético afecta la solubilidad del quitosano, ya que a mayores concentraciones de ácido acético mayor solubilidad del quitosano. Sin embargo, la solubilidad y reacción del quitosano depende mayormente de su grado de desacetilación (Rodríguez *et al.*, 2010). Así, se eligió la solución de ácido acético al 2% (v/v) para solubilizar el quitosano. Posteriormente, se hicieron pruebas de la solubilidad de quitosano en ácido acético al 2% en concentraciones de 1, 2 y 3% para evaluar la estabilidad y homogeneidad de la suspensión. Se determinó que al aumentar la concentración de quitosano, la viscosidad de la suspensión también se incrementa, lo que favorece un recubrimiento mayor de la semilla con este polímero, sin comprometer la solubilidad y estabilidad de la suspensión. Por lo tanto, la concentración de quitosano de 3% fue elegida para las pruebas de solubilidad de fertilizantes posteriores.

Los fertilizantes fueron agregados a la suspensión de quitosano en las cantidades mencionadas en la metodología, y se realizaron pruebas de solubilidad variando la secuencia de agregación del quitosano y los distintos fertilizantes. La suspensión más homogénea y sin problemas de precipitados, como se observa en la Figura 1A, se obtuvo agregando primero el quitosano al ácido acético al 2% y posteriormente los fertilizantes. Esta secuencia en la preparación del recubrimiento permitió evitar la precipitación de alguno de estos componentes. Una secuencia distinta a la anterior para mezclar quitosano y fertilizantes ocasionó disminución de la solubilidad y la obtención de un recubrimiento no homogéneo en su composición (Figura 1B).

Mediante la evaluación de la solubilidad de los fertilizantes en la suspensión de quitosano al 3%, se determinó que el sulfato de potasio y el fosfato de calcio monohidratado se precipitan al momento de agregarlos en la suspensión de quitosano en ácido acético, por lo que se sustituyeron por otras fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio. Así, los fertilizantes con mejores solubilidades en la suspensión de quitosano al 3% fueron: nitrato de potasio, nitrato de amonio y fosfato de potasio monobásico, en cantidades de 1.55 g, 5.70 g y 1.10 g, respectivamente (Figura 1C). Estas relaciones quitosano: ácido acético: fertilizantes y forma de mezclado permitió obtener un recubrimiento homogéneo en la semilla, con un grosor fino a simple vista y una viscosidad que no ocasionó problemas al momento de realizar el recubrimiento.

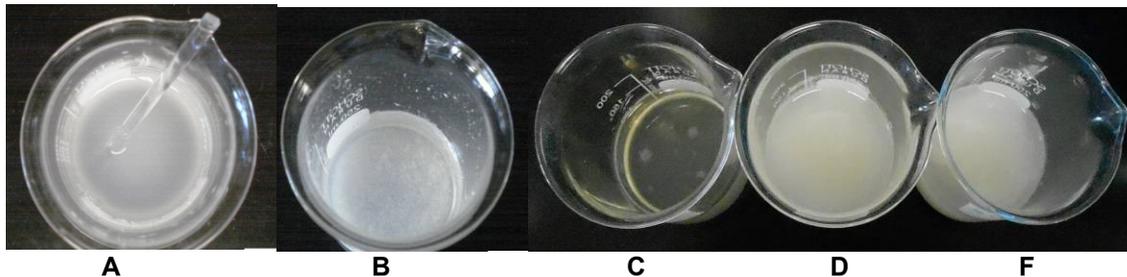


Figura 1. Solubilidad de los fertilizantes y quitosano. (A) Suspensión obtenida adicionando primero los fertilizantes y luego el quitosano, (B) Suspensión obtenida adicionando primero el quitosano y luego los fertilizantes, (C) Suspensión de quitosano con  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  y  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ; (D) Suspensión de quitosano con  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  y  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ; (E) Suspensión de quitosano con  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  y  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

Se logró obtener una suspensión estable y homogénea de quitosano y fertilizantes que cubriera de forma adecuada las semillas de maíz, y se evaluaron las soluciones de hidróxido de sodio para gelificar el recubrimiento. Los resultados obtenidos en las pruebas de gelificación iónica indicaron que el recubrimiento puede gelificarse en soluciones de NaOH a 0.5 N y 1 N. Debido a que con menor concentración de NaOH la semilla sufre menos daño en su cubierta, se eligió la concentración de 0.5 N. De los tiempos evaluados para gelificar el recubrimiento de las semillas de maíz se seleccionó el de 5 min, con el que se obtuvieron recubrimientos estables y homogéneos, similares a los obtenidos con mayor tiempo de inmersión (Figura 2B). Una vez que se obtuvieron semillas de maíz recubiertas adecuadamente, se hicieron pruebas preliminares de germinación, sin detectar efectos sobre la capacidad germinativa de la semilla. Sin embargo, las plántulas de maíz de algunos tratamientos presentaron raíces retorcidas, pero se desconoce si es efecto del tratamiento, del método de germinación o se debe a una característica del material biológico ensayado.



Figura 2. Semillas de maíz sin recubrir (A) y semillas recubiertas con quitosano y fertilizantes (B).

## Conclusiones

La suspensión homogénea que permitió una capa de mayor espesor en la semilla se obtuvo con 3 % de quitosano solubilizado en ácido acético al 2%. Los fertilizantes que se solubilizaron sin precipitarse en la suspensión de quitosano obtenida fueron: nitrato de amonio, nitrato de potasio y fosfato de potasio monobásico. La concentración adecuada de NaOH para gelificar el recubrimiento sin dañar a las semillas de maíz fue NaOH 0.5 N, con un tiempo de inmersión de 5 min.

## Agradecimientos

Al Colegio de Postgraduados (fideicomiso 167304) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo en el financiamiento del proyecto.



## Bibliografía

- ASERCA. 2013. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. Disponible en: <http://www.infoaserca.gob.mx/boletineszip/PanMundial.pdf> (Consulta: 03 de junio de 2013).
- Federación Internacional de Semillas (FIS). 1999. El tratamiento de semillas – Una herramienta para la agricultura sostenible. Comité de medio ambiente y tratamientos de semillas. Suiza. 8 pp.
- Gonçalves, A.S.A., F.V. De Sousa, G. Fiss, L. Baudet e S. Teicher P. 2012. The use of film coating on the performance of treated corn seed. *Rev. Bras. Sementes*. V. 34 2: 186-192.
- Lárez V., C. 2003. Algunos usos del quitosano en sistemas acuosos. *Revista Iberoamericana de Polímeros* 4(2):91-109.
- Lárez V., C. 2008. Algunas potencialidades dela quitina y el quitosano para usos relacionados con la agricultura en Latinoamérica. *Revista UDO Agrícola* 8(1):1-22.
- Lupo, P.B., A. C. González y G. A. Maestro. 2012. Microencapsulación con alginato en alimentos. Técnicas y aplicaciones. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 3(1): 130-151.
- Rodríguez, H. A., A. Valderrama, H. Alarcón y A. López. 2010. Preparación de partículas de quitosano reticuladas con tripolifosfato y modificadas con polietilenglicol. *Rev. Soc. Quím. Perú*. 76(4): 336-354.
- Ruiz S. J. G. 2008. *Fertirrigación*. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 227 pp.
- Trasviña O.J. y J.F. Louvier. 2010. Elaboración de películas y perlas de quitosano. XII Verano de la Ciencia. Departamento de Ingeniería Química. Instituto Tecnológico de Celaya. Celaya, Guanajuato.





## EFECTO DEL POTASIO SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE CULTIVO DE MELÓN

Preciado-Rangel, Pablo<sup>1\*</sup>; Fortis-Hernández, Manuel<sup>1</sup>; Rocha-Valdez, Juan Leonardo<sup>2</sup>; Orozco-Vidal, Jorge Arnoldo<sup>1</sup>; Segura-Castruita, Miguel Angel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón, Coahuila. México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México.

\*Autor responsable: ppreciador@yahoo.com.mx; Carretera Torreón-San Pedro Km.7.5. Ejido Ana, Torreón Coahuila, México. CP 27150; Tel. +52(871)-7507199

### Resumen

El potasio es el nutriente que ejerce la mayor influencia sobre los parámetros que determinan la calidad de los frutos y por lo tanto la preferencias del consumidor. El objetivo del presente trabajo fue investigar el efecto de dosis crecientes de potasio (7, 9 y 11 mM de K) en la solución nutritiva sobre el rendimiento y la calidad de los frutos de melón bajo condiciones de invernadero. Los resultados indicaron que la concentración óptima para maximizar el rendimiento y la calidad de los frutos de melón bajo las condiciones del presente experimento no fue alcanzada y la tendencia indica que cabe esperar valores mayores con una mayor concentración de K en la solución nutritiva.

**Palabras clave:** *Cucumis melo L.*, agricultura protegida.

### Introducción

El melón (*Cucumis melo L.*) es un cultivo hortícola muy importante en las regiones áridas y semiáridas debido a su buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas (Kusvuran et al., 2012), con una producción anual total de 31.92 millones de toneladas (FAOSAST, 2014). En México, la superficie cosechada es de 21,500 hectáreas y se producen más de 543 mil toneladas, por lo que ocupa el octavo lugar entre los principales países productores (Arellano 2011). A pesar de la importancia del cultivo del melón para el país, la productividad de este cultivo es muy variable entre los productores y su cultivo se encuentra determinado solo a ciertas épocas del año. Ante esta situación, la producción hortícola en sistemas protegidos es una alternativa a la producción tradicional en campo, especialmente en cultivos altamente redituables (Pardossi et al., 2002). El desarrollo de las plantas de melon bajo condiciones de invernadero en comparación con las desarrolladas en el campo presentan numerosas ventajas, tales como precocidad incrementos en el rendimiento y un uso eficiente de los fertilizantes y el agua (Valenzuela et al., 2008). Los factores que pueden afectar la calidad de los frutos incluyen la fertilización utilizada (Beckles, 2012) y el potasio es el que ejerce la mayor influencia sobre los parámetros que determinan las preferencias del consumidor, la calidad de los frutos y la concentración de fitonutrientes de vital importancia para la salud humana (Lester et al., 2010). Bajo esta perspectiva, en este estudio se examina los efectos de dosis crecientes de potasio aplicados durante el periodo de crecimiento de plantas de melón y su influencia en el rendimiento y calidad.



## **Materiales y Métodos**

El estudio fue establecido bajo condiciones de invernadero en el Instituto Tecnológico de Torreón, México, localizado entre 24°30' y 27°N, 102°00' y 104°40'O, a una altitud de 1120 msnm. La siembra se realizó de forma directa, colocando una semilla del genotipo Navigator (Harris Moran®) en bolsas de polietileno negro calibre 500 tipo vivero de 20 L, las cuales fueron utilizadas como maceta y fueron colocadas en un arreglo a “tresbolillo”. Se utilizó una densidad de seis plantas por m<sup>2</sup>, dejándose un fruto por planta. Como sustrato se utilizó arena de río lavada y esterilizada con una solución de hipoclorito de sodio al 5%. Los tratamientos se diseñaron a partir de modificaciones a la solución nutritiva Steiner (1984) y consistieron en incrementar los niveles de K (7, 9 y 11 mM), cada tratamiento estuvo conformado por 15 repeticiones (una maceta por repetición) distribuidas en un diseño completamente al azar. La cosecha se llevó a cabo cuando los frutos se desprendían del pedúnculo, cuantificando las siguientes variables: peso promedio de fruto, tamaño de fruto (diámetro polar y ecuatorial), espesor de pulpa, índice refractométrico en °Brix (°Bx) con un refractómetro manual de 0 a 32% (Atago® Master 2311). La firmeza de la pulpa se midió utilizando un penetrómetro Extech (FHT200). Los resultados obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza con el programa SAS (1999) y comparación de medias (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).

## **Resultados y Discusión**

### *Rendimiento*

El potasio en conjunto con el nitrógeno, es uno de los elementos que mayor influencia tiene sobre el crecimiento y rendimiento de la planta, ya que el K mejora el metabolismo nitrogenado haciendo más eficiente la fertilización nitrogenada (Sánchez-Chávez et al., 2006). Nuestros resultados indicaron que las concentraciones de K en las soluciones nutritivas evaluadas afectaron significativamente el peso de frutos y el rendimiento ( $P \leq 0.05$ , Cuadro 1); obteniendo el mayor rendimiento (6.7 kg m<sup>2</sup>), las plantas tratadas con la concentración de 11 mM de K. Diversos autores (Costa et al., 2004; Tuna et al., 2010) obtuvieron un aumento en el peso de promedio de frutos y consecuentemente en la producción con elevadas concentraciones de K corroborando los resultados del presente estudio. Los resultados obtenidos indican la existencia de una relación lineal entre el rendimiento y el K, esto significa que la concentración óptima para maximizar el rendimiento de melón bajo las condiciones del presente experimento no fue alcanzada y la tendencia indica que cabe esperar valores mayores con una mayor concentración de K en la solución nutritiva.



Cuadro 1. Valores medios de rendimiento, diámetro, grosor, sólidos solubles (°Brix) y firmeza en los diferentes niveles de potasio en la solución nutritiva.

mM de K <sup>+</sup>	Rendimiento kg m <sup>2</sup>	Diámetro		Grosor Pulpa	Firmeza N	Sólidos Solubles Totales °Brix
		Polar	Ecuatorial			
7	5.7 b	13.51	11.10 b	2.95 b	20.71b	11.90 b
9	6.6 a	14.10	11.70 ab	3.45 a	20.92 b	12.20 ab
11	6.8 a	13.64	12.11 a	3.12 ab	23.98 a	12.70 a

†Valores con letras iguales dentro de cada columna son iguales estadísticamente (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

### Calidad de frutos

Con relación al tamaño de fruto y grosor de pulpa, los niveles de potasio estudiados provocaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ , Cuadro 1), obteniendo los mayores valores los frutos los tratados con 9 y 11 mM de K en la solución nutritiva. Lo anterior coincide con (Silva et al., 2014), al encontrar una respuesta lineal en el tamaño de frutos y una cuadrática para el espesor de pulpa causada por los incrementos de la fertilización potásica; el espesor de pulpa está relacionada mayor resistencia al transporte y vida postcosecha, debido a la mayor firmeza de la pulpa, reportándose como valores óptimos de firmeza 23.6 N para melón (Silva et al., 2005). Por otro lado, los sólidos solubles, es considerado como uno de los más importantes criterios de calidad de los frutos de melón; los niveles de potasio estudiados provocaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ , Cuadro 1), obteniendo los mayores valores los frutos los tratados con 11 mM de K en la solución nutritiva, confirmando el rol del potasio en la calidad de los frutos (Silva et al., 2014). La concentración de sólidos solubles en los frutos de los tratamientos en estudio superaron al valor mínimo (9 °Brix) reportado como aceptable por el mercado (Mata y Méndez, 2009).

### Conclusiones

Los niveles de potasio mostraron una clara influencia sobre el rendimiento y la calidad de los frutos de melón. La concentración óptima para maximizar el rendimiento y la calidad de los frutos de melón bajo las condiciones del presente experimento no fue alcanzada y la tendencia indica que cabe esperar valores mayores con una mayor concentración de K en la solución nutritiva.

### Bibliografía

Arellano, J. D. J. E., M. L. Cota y S. L. Nájera. (2011). Posibilidades y restricciones para la exportación de melón cantaloupe producido en el Municipio de Mapimí, Dgo., México al mercado de los Estados Unidos." Revista Mexicana de Agronegocios 15: 593-604.



- Beckles DM. 2012. Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest BiolTechnol* 63:129–140.
- Costa, C. C., Cecílio Filho, A. B., Cavarianni, R. L., and Barbosa, J. C. (2004). Produção do melão rendilhado em função da concentração de potássio na solução nutritiva e do número de frutos por planta. *Horticultura Brasileira* 22, 23-27.
- FAOSTAT (2014) Web sitedatabase. [http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/rankings/commodities\\_by\\_regions/S](http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/rankings/commodities_by_regions/S)
- Giese, M., Y.Z. Gao, S. Lin and H. Brueck. 2011. Nitrogen availability in a grazed semi-arid grassland is dominated by seasonal rainfall. *Plant Soil* 340: 157-167.
- Kusvuran, S., Ellialtioglu, S., Yasar, F., and Abak, K. (2012). Antioxidative enzyme activities in the leaves and callus tissues of salt-tolerant and salt-susceptible melon varieties under salinity. *African Journal of Biotechnology* 11, 635-641.
- Lester, G. E., Jifon, J. L., and Makus, D. J. (2010). Impact of potassium nutrition on postharvest fruit quality: Melon (*Cucumis melo* L.) case study. *Plant and soil* 335, 117-131.
- Mata, N. M., and Méndez, N. J. R. (2009). Efecto de reguladores de crecimiento sobre el epicarpo, mesocarpo y sólidos solubles totales del fruto de melón (*Cucumis melo* L.) cv. Edisto 47. *Revista Científica UDO Agrícola* 9, 295-303.
- Pardossi, A., Malorgio, F., Incrocci, L., Campiotti, C. A., and Tognoni, F. (2002). A comparison between two methods to control nutrient delivery to greenhouse melons grown in recirculating nutrient solution culture. *Scientia horticulturae* 92, 89-95.
- Sánchez-Chávez, E., Soto- Parra, J. M., Ruiz- Sáez, J. M., and Romero- Monreal, L. (2006). Biomasa, actividad enzimática y compuestos nitrogenados en plantas de frijol ejotero bajo diferentes dosis de potasio. *Agricultura técnica en México* 32, 23-37.
- Silva, M. d. C., da Silva, T. J., Bonfim-Silva, E. M., and Farias, L. d. N. (2014). Características produtivas e qualitativas de melão rendilhado adubado com nitrogênio e potássio. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental* 18, 581-587.
- Tuna, A. L., Kaya, C., and Ashraf, M. (2010). Potassium sulfate improves water deficit tolerance in melon plants grown under glasshouse conditions. *Journal of plant nutrition* 33, 1276-1286.
- Watson, C.A., D. Atkinson, P. Gosling, L.R. Jackson and F.W. Rayns. 2002. Managing soil fertility in organic farming systems. *Soil Use Manag.* 18: 239-247.





## RECUPERACIÓN Y RESTAURACIÓN DE FLORA NATIVA DEL VALLE DE JUÁREZ, CHIHUAHUA, MÉXICO

Rivas-Cáceres R.<sup>1\*</sup>; Enriquez-Anchondo I.D.<sup>1</sup>; Aquino-Carreño A.<sup>1</sup>; Quiñonez-Martínez M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), Instituto de Ciencias Biomédicas ICB, Anillo Envoltente PRONAF s/n, Código Postal 32310, Cd. Juárez, Chihuahua, México.

\*Autor responsable: [rivas@uacj.mx](mailto:rivas@uacj.mx); Instituto de Ciencias Biomédicas ICB, Anillo Envoltente PRONAF s/n, Código Postal 32310, Cd. Juárez, Chihuahua, México. Tel. 52 (656) 6881800.

### Resumen

La recuperación de especies nativas en ecosistemas alterados es una estrategia que busca garantizar la diversidad biológica de las regiones áridas y semiáridas y que por medio de su implementación busca reducir los impactos negativos en estos ecosistemas. Se evaluaron en campo distintos parámetros como cobertura, especies presentes y tipos de vegetación en el Valle de Juárez, ubicado al norte del Estado de Chihuahua, para identificar la composición florística y vegetación. Se caracterizaron cuatro tipos de vegetación: Vegetación de dunas estabilizadas, vegetación de lomeríos y pendientes, vegetación de arroyos intermitentes y vegetación secundaria y anual. La vegetación de arroyos intermitentes presentó mayor abundancia relativa (32%), mientras que la vegetación de dunas estabilizadas con menor abundancia relativa (16%), cuenta con la mayoría de especies endémicas de la región. Se identificaron 26 especies en 15 familias botánicas. Las especies y el número de individuos seleccionados para restauración por trasplante fueron: Mezquite (*Prosopis glandulosa*) con 372, palma de arena (*Yucca elata*) con 1,513 y chamizo (*Atriplex canescens*) con 1000 individuos, los cuales corresponden a plantas características de dunas estabilizadas. Finalmente, la recuperación de la vegetación original, es posible mediante el establecimiento de especies nativas a partir de poblaciones sanas y con mayor densidad hacia zonas con menor densidad y cobertura, que cuenten con potencial ecosistémico, pero también mediante el establecimiento de bancos de semilla de buena calidad, de las especies adaptadas a las condiciones ambientales de la zona norte del estado de Chihuahua.

**Palabras clave:** Valle de Juárez, restauración, flora nativa

### Introducción

El Desierto Chihuahuense es uno de los desiertos biológicamente más ricos del mundo, abarca una extensión aproximada de 630,000 km<sup>2</sup>, atravesando los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí, hasta el suroeste de los Estados Unidos de América, en Arizona, Nuevo México y Texas. En virtud de la importancia ecológica y socioeconómica de las zonas áridas y semiáridas en el mundo, en donde se ubica el 38% de la población, es necesario explicar los cambios regionales y las dinámicas internas, según las escalas particulares de estas áreas geográficas. Por tanto, el desarrollo de los asentamientos humanos, el manejo de los ecosistemas, que en conjunto determinan los procesos de desertificación, vulnerabilidad, pobreza y desarrollo comunitario deben ser analizados (Eicher, 2007). El marco metodológico para el análisis de la composición ecológica local (características individuales), el entorno (ambiente regional) y la comunidad (redes de capital social) deben explicar y fundamentar los diferentes tipos de acciones agro ambientales (Feldhamer *et al.*, 2004). A estas consideraciones se suma, para el caso de la posesión y extracción de recursos naturales colectivos como es el ejido y sus paisajes rurales (agostadero), el análisis de los



efectos de la heterogeneidad de los individuos en las acciones colectivas para la apropiación de recursos, y se ha determinado que dicha heterogeneidad impide o facilita la acción colectiva, según los incentivos o beneficios de la cooperación social de los miembros del grupo o comunidad. La inclusión de la heterogeneidad es clave para diseñar políticas y acciones institucionales (Southgate, 1997). La región del Valle de Juárez, localizada al sur oriente de Ciudad Juárez, Chih., presenta condiciones sociales, productivas y ambientales diversas. En esta región de producción agrícola asociada a la humedad proveniente del Río Bravo, el tipo de vegetación característico es el matorral de dunas estabilizadas, el cual juega un papel fundamental en la formación del suelo, por lo que la conservación de la vegetación es necesaria para permitir su evolución y enriquecimiento natural (SAGARPA, CEA, 1999). Las plantas nativas son fijadoras de suelo, tanto en lomeríos, como en pendientes fuertes, las raíces de herbáceas y arbustos permiten que la erosión disminuya. En el presente estudio se analiza la composición de los tipos de vegetación, se determinan las especies dominantes y se proponen medidas para restaurar áreas en donde la vegetación fue eliminada por apertura de caminos. Se considera que medidas de restauración de la vegetación natural de dunas es fundamental para mantener reserva de sedimentos, conservar la vegetación y para la protección del suelo (Reynolds *et al.*, 2007). Los trabajos tendientes a determinar las especies típicas y sus coberturas son de especial interés en la zona del Valle de Juárez, ya que son escasos y en la zona de estudio no existen estos antecedentes (SARH, 1990).

## **Materiales y Métodos**

### **Muestreo de vegetación**

Los muestreos de vegetación se realizaron en localidades del Valle de Juárez, Municipio de Juárez, Chih. (Figura 1), y consistieron en la identificación y caracterización de flora mediante la técnica del área mínima de la comunidad utilizando muestreos por cuadrantes. El procedimiento consiste en tomar una unidad de muestra pequeña y encontrar el número de especies presentes en esta. Luego se duplica la superficie extendiendo la unidad anterior y se cuenta el número de especies nuevas que aparecen en la unidad duplicada. Esta operación se repite hasta que el número de especies nuevas disminuye al mínimo o no se registran (Cain y Castro, 1959).



Figura 1. Zona de estudio al este de Ciudad Juárez, Chih.  
Fuente: Centro de Información Geográfica, IIT, UACJ.



## Restauración de flora nativa

Se estimó la densidad poblacional mediante muestreos por cuadrantes, con lo que se evaluaron las poblaciones vegetales en áreas definidas. Se cuantificó la abundancia de las especies representativas para evaluar la biomasa disponible, con la finalidad de definir el estado de conservación y riesgo en el que se encuentran estas especies. Adicionalmente con información de zonas aledañas se definieron las siguientes especies como buenas candidatas como especies a restauración: Mezquite (*Prosopis glandulosa*), palma de arena (*Yucca elata*) y chamizo (*Atriplex canescens*). La factibilidad de bancos de semillas de estas especies es una opción para restauración futura, en donde las áreas de producción se pueden establecer en conjunto con los productores locales o los dueños de las parcelas, mediante convenios que beneficien a ambas partes, dejando estas zonas exclusivas, mientras los árboles producen una buena cantidad de semilla que servirá para la reforestación.

## Resultados y Discusión

Muestreos de vegetación. Con la valoración realizada con los muestreos de vegetación, se identificaron 26 especies en 15 familias botánicas, en los cuatro tipos de vegetación siguientes, con diferentes grados de asociación y coexistencia de especies

1. Vegetación de dunas estabilizadas
2. Vegetación de lomeríos y pendientes
3. Vegetación de arroyos intermitentes
4. Vegetación secundaria y anual

**1.- Vegetación de dunas estabilizadas.** La vegetación principal está comprendida por el mezquite *Prosopis juliflora*, con asociaciones de gobernadora (*Larrea tridentata*), coexistiendo con escobilla (*Gutierrezia sarothrae*) que es un tipo de arbusto redondeado y se encuentra verde la mayor parte del año. Otros arbustos importantes son el chamizo *Atriplex canescens*, junco *Koeberlinia espinosa*, palma *Yucca elata* y rodadora *Salsola ibérica*. Una planta característica, es la palma (*Yucca elata*), especie perenne de planta de flores perteneciente a la familia Agavaceae que le da al matorral de dunas un paisaje representativo. Este tipo de vegetación presentó la menor abundancia relativa de especies con un 16%, sin embargo las especies identificadas presentan un mayor endemismo (Tabla 1).

**2.- Vegetación de lomeríos y pendientes.** Se caracteriza por la dominancia del arbusto gobernadora (*Larrea tridentata*) y se encuentran también otras plantas de tipo herbáceas y algunas gramíneas como el pasto *Sporobolus contractus* que es muy resistente y fácil de reproducir, además de que soportan heladas moderadas. Herbáceas como *Capsella bursa-pastoris*, *Nerisyrenia camporum*, *Pluchea purpurascens* y otras arbustivas como *Prosopis juliflora*, chamizo *Atriplex canescens*, rodadora *Salsola ibérica* y nopal *Opuntia violácea*.

**3.- Vegetación de arroyos intermitentes.** Plantas herbáceas que no sobrepasan el metro de altura y si lo hacen son escasas. También es posible encontrar otras arbustivas como jarilla (*Selloa glutinosa*), gobernadora (*Larrea tridentata*) y mezquite (*Prosopis juliflora*); además de algunos pastos de diversos géneros, entre los más importantes se encuentran *Sporobolus* y *Bouteloua*). Existen zonas con un alto porcentaje de impacto, puesto que además de la erosión



causada por las lluvias y los vientos, se observan actividades como el pastoreo de ganado. En este tipo de vegetación, se encontró la mayor diversidad con 18 especies vegetales, que corresponden al 32% de abundancia relativa (Figura 3).

**4. Vegetación secundaria y anual.** Este tipo de vegetación ocupa terrenos que alguna vez estuvieron sembrados con cultivos propios de la región, o áreas desmontadas para otros propósitos, en donde se pueden encontrar algunas plantas representativas de los ecosistemas originales como la gobernadora (*Larrea tridentata*) y el mezquite (*Prosopis juliflora*), están presentes gran variedad de herbáceas anuales como *Sporobolus contractus*, *Zinnea sp.*, *Senna wislizenii*, entre otras.

No	Especies	Habitats			
		I	II	III	IV
1	<i>Larrea tridentata</i>	○	○	○	
2	<i>Prosopis juliflora</i>	○	○	○	
3	<i>Gutierrezia sarothrae</i>	○		○	
4	<i>Sporobolus contractus</i>		○	○	○
5	<i>Zinnea sp.</i>			○	○
6	<i>Senna wislizenii</i>			○	○
7	<i>Spharalcea sp.</i>		○	○	
8	<i>Gnaphallium sp.</i>		○		
9	<i>Atriplex canescens</i>	○	○	○	
10	<i>Koeberlinea spinosa</i>	○	○		
11	<i>Yucca elata</i>	○	○	○	○
12	<i>Artemisia tridentata</i>			○	○
13	<i>Salsola iberica</i>	○	○	○	○
14	<i>Aristida sp.</i>	○			
15	<i>Dimorphocarpa wislizenii</i>		○		○
16	<i>Zephyranthes longifolia</i>		○	○	
17	<i>Opuntia violacea</i>	○	○		
18	<i>Proboscidea althaeifolia</i>			○	
19	<i>Capsella bursa-pastoris</i>		○	○	○
20	<i>Nerysirenia camporum</i>		○	○	○
21	<i>Pluchea purpurascens</i>		○		
22	<i>Acacia farnesiana</i>				○
23	<i>Heliotropium convolvulaceum</i>			○	○
24	<i>Allionia incarnata</i>				○
25	<i>Thymophylla pentachaeta</i>			○	○
26	<i>Salazaria mexicana</i>		○		○

Habitats	
I	Vegetación de dunas estabilizadas
II	Vegetación de lomerios y pendientes
III	Vegetación de arroyos intermitentes
IV	Vegetación secundaria y anual

Figura 2. Listado florístico por tipo de vegetación, en el Valle de Juárez.:

Tabla 1. Familias taxonómicas identificadas en el Valle de Juárez.

<i>Fabaceae</i>	<i>Malvaceae</i>	<i>Amaryllidaceae</i>	<i>Boraginaceae</i>
<i>Asteraceae</i>	<i>Amaranthaceae</i>	<i>Cactaceae</i>	<i>Nyctaginaceae</i>
<i>Zygophyllaceae</i>	<i>Koeberliniaceae</i>	<i>Pedaliaceae</i>	<i>Lamiaceae</i>
<i>Poaceae</i>	<i>Agavaceae</i>	<i>Brassicaceae</i>	

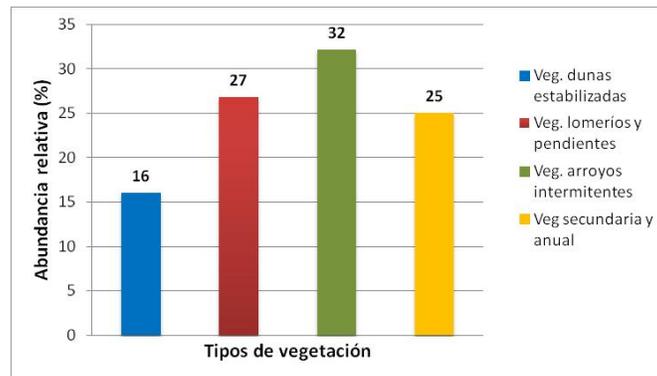


Figura 3. Abundancia relativa de especies por tipo de vegetación en el Valle de Juárez

### Restauración de flora nativa

La recuperación de especies de arbustivas y arbóreas afectadas por el desmonte, debido a los trabajos de la carretera, se realizó mediante la reubicación de 2,885 individuos de especies endémicas (Tabla 2), a diferentes polígonos cercanos, mantenimiento de fosas con ejemplares trasplantados, riego periódico de los ejemplares, inventario y limpieza de las plantas que no tuvieron éxito en el trasplante, reposición por trasplante de las plantas removidas por trabajos en caminos y localización e inventario de ejemplares vivos y establecidos.

Tabla 2. Individuos transplantados en el Valle de Juárez

Especies	Nº de individuos
Mezquite <i>Prosopis glandulosa</i>	372
Palma <i>Yucca elata</i>	1513
Chamizo <i>Atriplex canescens</i>	1000

### Conclusiones

Para implementar programas de restauración ecosistémica, es primordial conocer la dinámica de las poblaciones y comunidades vegetales, las cuales son parte de un continuo biológico. La vegetación de dunas estabilizadas cuenta con menor abundancia relativa, sin embargo en este tipo de vegetación se localiza las especies nativas representativas. De las metodologías existentes para la restauración de áreas deterioradas por erosión del suelo, pérdida de



biodiversidad vegetal, o fragmentación de comunidades vegetales, la plantación de especies nativas combinada con estrategias para evitar la erosión, tales como construcción de barreras rompe vientos, aumento de la densidad vegetal por tipos de hábitats, así como también, la construcción de bordos captadores de suelo y cosechadores de agua pluvial, son opciones realizables y de bajo costo. El crecimiento y cuidado de bancos de germoplasma para asegurar el abastecimiento de semillas, es una opción de conservación y proliferación para el caso de plantas nativas seleccionadas por la calidad de especies arbustivas o arbóreas.

## **Bibliografía**

- SAGARPA, CEA. 1999. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. México.
- Cain, S. A; Castro, S.M. de Oliveira. 1959. Manual of vegetation analysis. *Manual of vegetation analysis*
- Comisión Nacional de Agua. 2005. Estadísticas del Agua, Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales, México.
- Eicher, K. Carl. 2007. La agricultura en el desarrollo económico Limusa. México.
- Feldhamer, G., Lee Drickamer, S. Vessey y J. Merrit. 2004. Adaptation, Diversity, and Ecology 2<sup>nd</sup> Edition. Mc Graw Hill. New York, USA.
- Naoki, K.; Gómez, M. I.; López, R. P.; Meneses, R. I. & Vargas, J.; Comparación de modelos de distribución de especies para predecir la distribución potencial de vida silvestre en Bolivia. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Casilla 6394, La Paz, Bolivia. 2006.
- Reynolds, J.F; Smith, M.S; Lambin, E.F; Turner, B.L; Mortimore, M; Batterbury, S.P.J; Downing, T.E; Dowlatabadi, H; Fernández, R.J; Herrick, J.E; Huber-Sannwald, E; Jiang H; Leemans, L; Lynam, T; Maestre, F.T; Ayarza, M; Walker, B. 2007. Global Desertification: Building a Science for Dryland Development. Science. Vol. 316, N° 5826: 847-851.
- Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1990. Investigación agropecuaria en el campo experimental Valle de Juárez, agua para riego, publicación especial #8.
- Southgate, D. 1997. Alternativas para la protección del hábitat y la generación de ingresos en las zonas rurales. Washington, D. C.





## IMPORTANCIA DE LAS COMUNIDADES CAMPESINAS EN LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LOS SUELOS Y EL ENTORNO

Ruiz-Careaga J.<sup>1\*</sup>, Carcaño Montiel M.<sup>2</sup> Santa Cruz Ludwig L.<sup>3</sup> y Castelán Vega R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Edificio 103B Colonia San Manuel. Puebla, México. CP 72570.

<sup>2</sup>Centro de Microbiología de Suelos. Instituto de Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

<sup>3</sup>Potsgrado en Ciencias Ambientales. Instituto de Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

\*Ruiz-Careaga J.: [ajcareaga@gmail.com](mailto:ajcareaga@gmail.com). 14 Sur 6301 Edificio 3B Colonia San Manuel. Puebla, México. CP 72570. Tel. 52 222 2295500 Ext. 7352

### Resumen

Se realizó un estudio donde se diagnosticaron los niveles de pérdidas de suelos por la erosión hídrica en diferentes usos de suelo; las pérdidas reportadas en áreas boscosas son mínimas y se incrementan en la medida que los suelos soportan plantaciones cafetaleras, cultivos agrícolas y pastos en zonas dedicadas a la ganadería; esto ha favorecido la degradación del entorno, la pobreza y marginación en las zonas más afectadas. Como alternativa se convocó a los pobladores de dos comunidades en el municipio de Huehuetla para recibir capacitación y montar dos sectores de referencia en zonas en pendientes donde se practica el cultivo de maíz.

**Palabras clave:** Degradación, restauración y conservación.

### Introducción

Se realizó el diagnóstico de la erosión de los suelos en la Sierra Norte de Puebla, las pérdidas varían de 0.87 t/ha/año en las áreas boscosas; 12 t/ha/año en plantaciones cafetaleras; 20 t/ha/año áreas de autoconsumo; también se reportan pérdidas de 79 t/ha/año y otras superiores a las 97 t/ha/año; desde el punto de vista ambiental, este diagnóstico se puede catalogar como un desastre ecológico en los sectores más degradados; para muchas familias que habitan en estos ecosistemas su sustento diario depende de la explotación de los recursos naturales del entorno a sus comunidades; con el incremento poblacional la presión sobre estos recursos es cada vez más fuerte; estas tierras se empobrecen cada vez más, no hay asistencia ni estrategia efectiva que mejore las condiciones ambientales y sociales. La situación actual requiere destinar recursos financieros y humanos; atender el componente educativo y la superación en temas ambientales, proporcionar alternativas económicas, y capacitación técnica a las comunidades; mejorar los niveles de salud y como plantea Solórzano (2000), se debe tener en cuenta la vinculación activa del productor y la familia a la problemática ambiental, evitar la destrucción del recurso suelo (Ortiz, 1999); la pérdida del suelo afecta los rendimientos agrícolas y forestales y causa una pérdida de la diversidad biológica (Anaya, 1998). En México, el 83% de su superficie está afectada por algún grado de erosión (FAO, 1994., Ortiz *et al.*, 1994., INEGI, 1997). En la Sierra Norte no se atiende debidamente la pérdida de suelos en las áreas en pendientes, situación que puede ocasionar un desastre ecológico de grandes magnitudes. En este trabajo se proponen alternativas como: la educación ambiental en



comunidades campesinas e indígenas, capacitación en manejo y uso de los suelos, montaje de los sectores de referencias y pagos por servicios ambientales.

## **Materiales y Métodos**

Para determinar las pérdidas de suelos se empleó la metodología de la FAO. 1980, que tiene en cuenta factores naturales como la pendiente, el tipo de suelo, uso actual, porcentaje de cobertura vegetal y las precipitaciones anuales.

Se seleccionaron dos comunidades para iniciar trabajos de conservación y manejo de los suelos; Francisco I. Madero y Xonalpú, en el municipio de Huehuetla, considerado entre los 100 municipios más pobres de República Mexicana:

- Alto índice de pobreza.
- Baja escolaridad (muchos no hablan español).
- Dependencia de los recursos del entorno para subsistir.
- Propietarios(a) de pequeñas parcelas.
- Alta densidad de población.
- Falta de alternativas económicas.
- Asentamiento comunitario en zonas de riesgo.
- Agricultura en pendiente de maíz, frijol y chile fundamentalmente.
- Empleo de tecnologías inadecuadas para ecosistemas frágiles.

Estas condiciones caracterizan a estas dos comunidades y a otras en la Sierra Norte de Puebla, después de realizado el diagnóstico de las pérdidas de suelos restaba aplicar un programa de acción para disminuir las pérdidas de suelos por erosión hídrica.

Se impartieron pláticas en las comunidades, explicando la problemática ambiental existente, los problemas que esto acarrea y como pueden mejorar las condiciones actuales trabajando organizadamente; se entregó un manual de prácticas de conservación, Ruiz Careaga *et al.*, 2001, se tocaron aspectos como las causas del deterioro ambiental y la urgencia de tomar medidas para frenar la degradación y recuperar los suelos; convencidos de la certeza de los argumentos y de los resultados de la investigación que se mostraron de los ecosistemas montañosos de su territorio optaron por contribuir y colaborar; de esta forma se organizaron grupos entre los campesinos de las comunidades de Francisco I. Madero y Xonalpú; en total 36, de ellos 28 mujeres y 8 hombres. La capacitación estuvo a cargo de 5 profesores, entre ellos, dos profesores de la BUAP y tres estudiantes del postgrado en Ciencias Ambientales de la BUAP, dos de doctorado y una de maestría.

Durante un año se llevaron a cabo cursos teóricos en aulas improvisadas con programas asequibles a la capacidad y el nivel de los educandos, se realizaron prácticas de campo que consistieron en la descripción de perfiles de suelos, de forma tal que los alumnos aprendieran a diagnosticar el estado de conservación de los suelos; cuando un suelo tiene todos sus horizontes y cuando el suelo a sufrido algún proceso de cambio por causa de la erosión provocada por el manejo inadecuado a que se someten; el objetivo de esta parte consistió en que los campesinos(a) reconocieran como sin la intención de dañar, las prácticas agrícolas que se llevan a cabo favorecen la pérdida de suelos por arrastre, después de estos cursos teórico-prácticos se seleccionaron parcelas donde se montaron sendos Sectores de Referencia



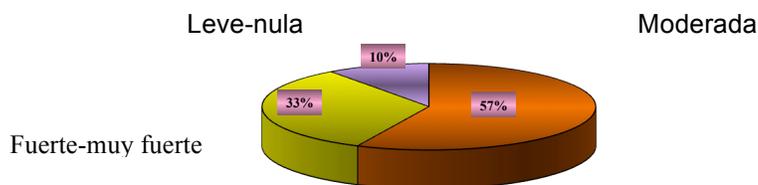
en los cuales se aplicaron un conjunto de medidas anti erosivas, el objetivo de esta etapa consistió en que los dos grupos fueran capaces de realizar las prácticas agrícolas aplicando medidas para proteger los suelos, se comprendió de manera fehaciente por parte de todos los que asistieron que esas tierras no son aptas para la agricultura y que para disminuir las pérdidas se deben tomar medidas de conservación.

## Resultados y Discusión

La riqueza edáfica de la Sierra Norte de Puebla es de incalculable valor, las condiciones naturales existente favorecen el desarrollo de suelos fértiles, profundos y productivos, precisamente, esto es lo que ha conspirado contra la conservación de los suelos en su estado original ya que al contar con excelentes bosques donde abundaba en una época especies forestales de importancia industrial, aves y animales de caza, la convirtieron en un medio propicio para la explotación y la adquisición de bienes; en muchos sectores, el uso y manejo inadecuado han degradado las cualidades de los suelos, especialmente la profundidad y la fertilidad, convirtiéndolos en muchos casos en un nuevo tipo de suelo.

Los suelos profundos, fértiles con propiedades agro productivas óptimas son parte de lo que constituyó la riqueza edáfica en algunos sectores del territorio estudiado, éstos tenían horizontes A espesos, sustentados por un B que en conjunto conforman un sustrato adecuado para el desarrollo de árboles, frutales y muchas otras especies vegetales, en sentido general fértiles, lo que garantiza un buen balance nutricional, aún sin la necesidad de aplicar fertilizantes, en el caso de la explotación forestal o aplicaciones de dosis mínimas en los casos de cultivos agrícolas de subsistencia cuando los suelos no están erosionados; sin embargo, estos suelos en la actualidad han visto disminuida el área que originalmente han ocupado y en muchos casos, como los Luvisoles que actualmente, alrededor del 90 % de los suelos presentan algún grado de erosión (Gráfico 1), el 57 % presenta erosión moderada, el 33 % fuerte-muy fuerte y el 10 % erosión leve-nula; las pérdidas de suelos según el diagnóstico realizado en el territorio presentan valores acorde con factores naturales y la actividad humana (Tabla 1), esto último como consecuencia a los método de explotación cuando se trata de

Gráfico 1.- Erosión en áreas de Luvisoles



zonas con pendientes; estos métodos son la tumba-rosa-quema, cultivo de maíz, frijol, chile y otras especies que facilitan la degradación, las consecuencias son catastróficas en muchos sectores donde el cambio de uso del suelo se ha practicado por mucho tiempo, en varios municipios de la Sierra se han detectado sectores donde la erosión ha alcanzado niveles muy altos, es el caso de las áreas cercanas a la localidad de Tlacomulco, municipio de Huachinango, donde la erosión hídrica hace estragos en suelos Andosoles cultivados de maíz en pendientes abruptas, en las cercanías de Tetela de Ocampo, municipio del mismo



nombre, rumbo al sur se encuentra un áreas afectada por la erosión severa a causa de los cultivos de papa, maíz y frijol fundamentalmente, existen cárcavas de varios metros de profundidad como testimonios de una brutal explotación de los recursos naturales sin tener en cuenta el frágil equilibrio ecológico, en esta sector se agrava más la situación ya que los suelos que predominan tienen una alta erodabilidad, desarrollados en pendientes abruptas por lo que el cambio de uso del suelo de bosques a cultivos agrícolas favorece la erosión acelerada. Otra causa del deterioro son algunas construcciones civiles, terracerías y carreteras, en ocasiones las obras de ingeniería no toman en cuenta las condiciones del terreno y su ejecución puede atentar contra la conservación del entorno, ya que se cortan laderas en pendientes y quedan elevados taludes expuestos a la acción del agua que favorece la erosión en masa y el peligro de pérdidas de vida.

Tabla 1. Pérdidas de suelos en el territorio para cada factor.

Facto	Factor-Edáfico	Factor	Factor	Pérdida	Tipo de		
Perfil Climático	Textura	Erodabilidad	Topográfico	Cobertura	Ton/ha/año	Cobertura	
1	249	0.2	0.5	3.5	0.01	0.87	Bosque
2	300	0.1	0.5	11	0.01	2	Bosque
3	300	0.2	1	11	0,01	6.6	Bosque Secundario
4	300	0.2	1	11	0.01	6.6	Reforestado
5	249	0.2	0.5	8	0.06	12	Vegetación Arbustiva
6	249	0.1	0.5	8	0.2	20	Café con Sombra
7	360	0.1	0.5	11	0.4	79	Pasto
8	443	0.1	0.5	11	0.4	97	Maíz

La capacitación fue dirigida a la aplicación de las siguientes actividades:

- Emplear el caballete para trazar surcos en contorno y así organizar sus parcelas de cultivos.
- Construcción de muros de contención con piedras y rocas, realizando primero el trazado de la base de los muros, teniendo en cuenta que ésta debe soportar el peso del material rocoso de los muros y evitar futuros accidentes.
- Siembra y cuidado de barreras vivas con *Vetiveria zizanioides*, plantadas en la parte inferior de los muros, lo cual le da un soporte extra e éstos.
- Construcción de bordos, siembra de cobertura, arroje o acolchado con residuos vegetales.



## Conclusiones

- La actividad humana en la Sierra Norte de Puebla, debe tener en cuenta la fragilidad de estos ecosistemas para evitar los niveles actuales de pérdida de suelos y degradación del entorno.
- Estas regiones deben ser preservados como áreas de bosques o ecoturismo controlado.
- Introducir tecnologías propias de la agricultura en pendientes para los sectores donde esta práctica no se pueda erradicar y prohibir. Estabular el ganado.
- Vincular a las comunidades rurales de la Sierra a tareas de recuperación y conservación de suelos a través de programas capacitación y remuneración.

## Bibliografía

- Anaya G. M. 1998. Sistemas de captación de agua de lluvia en América Latina y el Caribe: Base para el desarrollo sostenible. Manual técnico. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Agencia de Cooperación Técnica IICA. México.
- FAO. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma. Italia. 86 pp.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1994. Plan de acción para combatir la desertificación en México (PACD-MEXICO). Comisión Nacional de Zonas Áridas. México, D. F.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1997. Estadísticas del Medio Ambiente. México. Información de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección del ambiente, 1995-1996. Aguascalientes, Ags, México.
- Ortiz S., M de la L. M., Anaya G. y J. W. Estrada Berg Wolf. 1994. Evaluación, cartografía y políticas preventivas de la degradación de la tierra. Colegio de Posgraduados – Comisión Nacional de Zonas Áridas. México.
- Ortiz S. C. A. 1999. Los Levantamientos etno edafológicos. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México.
- Solórzano, N. y Dercksen P. 2000. Agricultura conservacionista para productores en cuencas y micro cuencas hidrográficas. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Fase final proyecto MAG/FAO/GCP/COS. San José, Costa Rica. 48 pp.
- Ruiz Careaga, J. Tamariz Flores, V. y Calderón Fabián, E. (2001). La erosión de los suelos en la Sierra Norte del Estado de Puebla. Dirección de Fomento Editorial de la BUAP. 62 pp.





## PRODUCCIÓN DE FORRAJERO DE MAÍZ BAJO TRATAMIENTOS DE ESTIÉRCOL SOLARIZADO

Salazar-Sosa, E.<sup>1\*</sup>; Luna-Anguiano, J.<sup>2\*</sup>; Trejo-Escareño, Hl.<sup>3</sup>; López-Martínez JD.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón, Coahuila. México.

<sup>2</sup>Universidad Juárez del estado de Durango, estudiante de Doctorado. Gómez Palacio, Durango. México.

<sup>3</sup>Universidad Juárez del estado de Durango. Gómez Palacio, Durango. México.

\*Autor responsable: enmageel1@yahoo.es; Alejandría 240, Col, Torreón Residencial, Torreón, Coahuila, México. CP 27120; Tel. +52(871)-211-5284

### Resumen

En la parte centro norte de México el aumento de ganado para la producción de leche ha provocado una mayor demanda de consumo de forraje de maíz. Sin embargo no existen variedades o híbridos que cuenten con la calidad y cantidad necesaria de este alimento y menos que cuenten con una tendencia hacia la agricultura orgánica. El objetivo del presente estudio es generar una tecnología de producción orgánica de maíz forrajero. En 2012 se evaluaron 4 tratamientos de estiércol solarizado un testigo absoluto más un testigo químico y micorrizas. Se estableció un diseño de bloques al azar con arreglo en franjas y cuatro repeticiones. Se fertilizó con la dosis de 200N-150P y 00K, con una densidad de 133340 p ha<sup>-1</sup>. Se midió materia seca total (MST), materia verde total (MVT) y en suelo se midieron la conductividad eléctrica (CE), pH, materia orgánica (MO). Se encontraron diferencias en la producción mostrando la mayor producción la dosis de 80 Mg ha<sup>-1</sup> de estiércol, y no mostrando diferencia estadística entre micorrizas y sin micorrizas tanto en el rendimiento de MVT Y MST.

### Palabras clave

Estiércol; solarización; forraje

### Introducción

En la parte centro norte de México, se encuentra la principal cuenca lechera del país, en la región conocida como Comarca Lagunera, la cual comprende parte de los estados de Coahuila y Durango. El maíz es uno de los cultivos más importantes ya que ocupa la mayor parte del área cultivable en las zonas de riego y de temporal. Los maíces y sorgos producidos en la Comarca Lagunera como fuente de forraje, juegan un papel importante, ya que de ambos se siembran 38 mil hectáreas por año en los ciclos de primavera-verano. El estiércol bovino ha sido utilizado durante mucho tiempo como fuente de materia orgánica (MO) y nutrientes importantes. Entre los nutrientes que aporta se encuentra el nitrógeno, el cual es un nutriente escaso en las zonas áridas, tal como lo es la Comarca Lagunera. Al respecto, se considera que la MO es un importante indicador de la calidad del suelo y de la sustentabilidad de la agricultura. Por el contrario, se considera que la agricultura intensiva convencional afecta el contenido de la materia orgánica del suelo, la fertilidad del suelo y la producción en las cosechas (Han *et al.*, 2006). El uso de este tipo de recursos, como los abonos orgánicos, tiene potencial de reducir costos de producción y niveles de contaminación en los suelos (Medrano,



2002). El uso de abonos orgánicos constituye una práctica de manejo fundamental en la rehabilitación de la capacidad productiva de los suelos degradados. Los abonos orgánicos pueden prevenir, controlar e influir en la severidad de patógenos del suelo; además, sirven como fertilizantes y mejoradores del suelo (FAO, 1991). En la región se producen 900000 toneladas de estiércol de bovino anualmente (Figueroa *et al.*, 2010), lo cual permite plantear una posibilidad de su utilización en la agricultura, de ahí la importancia de aprovechar el desecho de la industria lechera en la producción de maíz forrajero reduciendo la aplicación de productos químicos, costos de producción e índices de contaminación. Desafortunadamente, aunque en casos limitados, el estiércol directo aplicado sin tratamiento desinfectante ha sido señalado como transmisor de patógenos en hortalizas frescas (Wells y Butterfield, 1997), por lo que se recomienda tratarlo antes de su utilización en los cultivos. Los dos tipos de tratamiento de estiércol más importantes son el compostaje y la solarización (Ruiz *et al.*, 2007), de esta manera se pueden eliminar los patógenos presentes en el estiércol y en el suelo. Con este método es posible obtener productos o sustratos inocuos, que pueden ser utilizados de manera segura en la producción de alimentos. Por lo anterior el objetivo del presente estudio es generar una tecnología de producción orgánica de maíz forrajero.

## **Materiales y Métodos**

El experimento se realizó en el ciclo de primavera-verano del año 2012, en la región Mexicana conocida como la Comarca Lagunera. Esta región se localiza en la parte central del norte de México. El sitio de estudio fue el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (CAE-FAZ-UJED). Este sitio se ubica en el Km. 28 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, a inmediaciones del ejido Venecia, Mpio. de Gómez Palacio, Dgo. México. Se establecieron parcelas experimentales de 3 m de ancho por 4 m de largo; con un total de 48 unidades experimentales para evaluar los tratamientos siguientes: Factor A (Micorrizas) A1= sin micorrizas y A2= con micorrizas, Factor B (niveles de estiércol bovino solarizado), B1 = 0 Mg ha<sup>-1</sup>, B2 = 20 Mg ha<sup>-1</sup>, B3 = 40 Mg ha<sup>-1</sup>, B4 = 60 Mg ha<sup>-1</sup> y B5= 80 Mg ha<sup>-1</sup> y B6= fertilización química con la dosis recomendada para esta región por el Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), de 200-150-00 kg ha<sup>-1</sup> de N, P y K respectivamente. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en franjas y cuatro repeticiones.

### *Variables evaluadas y análisis estadístico*

Las características del suelo que fueron evaluadas son las siguientes: conductividad eléctrica (CE), pH, materia orgánica (MO). Estas variables se midieron a dos profundidades del suelo: 0-20 y 20-40 cm respectivamente. Estas variables fueron evaluadas antes y después del experimento. En el cultivo se evaluó el rendimiento en verde (forraje).

### *Variedad utilizada, preparación del terreno y siembra*

Se utilizó la variedad San Lorenzo, creada por la misma universidad. Antes de la siembra se realizaron las siguientes labores en el terreno: barbecho a una profundidad de 30 cm, un rastreo antes de la aplicación de estiércol y después se procedió a incorporar el estiércol, de acuerdo a la distribución de las dosis señaladas por los tratamientos, y se procedió a la instalación del sistema de riego por goteo. El interés en el riego por goteo subsuperficial (G-SUB) se ha incrementado durante las últimas dos décadas como consecuencia de la presión por conservar las fuentes de agua, (Rivera *et al.*, 2004). La siembra se realizó el 4 de abril de manera manual en suelo seco. Se utilizó una distancia entre surcos de 50 cm entre hileras y 15 cm entre plantas considerando la distancia entre surcos, como surcos estrechos, ya que en la



región la distancia normal para este cultivo es de entre los 70 y 75 cm.

Tabla 1. Análisis físico-químico del suelo antes de establecer el cultivo.

Propiedades del suelo	Metodología	Unidades	Valor
pH	Pasta de Saturación		7.9
C.E	Pasta de Saturación	dSm <sup>-1</sup>	2.4
Materia Orgánica	Walkley y Black	%	1.6
Nitratos	Ácido salicílico	mg kg <sup>-1</sup>	6
Textura	Bouyoucos	Arcilloso	
Arena		%	42
Limo		%	23
Arcilla		%	35

## Resultados y Discusión

### *El potencial hidrogeno (pH)*

En la tabla 1 se observan los resultados del análisis físico y químico del suelo antes de que fuera establecido el experimento. El análisis de varianza, encontró diferencia estadística únicamente en la primera profundidad con una ( $P > F$  de 0.0237), en la figura 1 se observan los valores para el pH después de la cosecha a dos profundidades, donde los valores oscilaron entre 7.6 y 7.9 para la primera profundidad (0-20 cm) y valores de 7.4 a 7.7 para la segunda profundidad (20-40 cm). Fearon, en 1991, encontró que el pH del suelo puede elevarse considerablemente con aplicaciones de magnesio en el cultivo de caña de azúcar. Por su parte (López *et al.*, 2001), menciona que la aplicación de abonos orgánicos como estiércol bovino, caprino y composta principalmente, elevan el contenido de Nitrógeno (N), Fosforo (P) y Calcio (Ca), pero no presenta cambios significativos en el pH, CE, Mg, Na y K.

### *La Conductividad Eléctrica*

En los suelos arcillosos que son regados mediante sistemas presurizados no se permite la posibilidad de un lavado de sales, por lo cual en las primeras profundidades se encuentra el mayor contenido de estas. La conductividad eléctrica mostró diferencia en la primer profundidad con una  $P > F$  de 0.043. En la figura 2 la conductividad eléctrica muestra los valores más altos en los tratamientos de estiércol solarizado, mostrando el valor más bajo la fertilización química con un valor de 3.1 dSm<sup>-1</sup>, en la primera profundidad. Sin embargo para la segunda profundidad todos los tratamientos se muestran estadísticamente iguales pero con valores menores a la primera profundidad y mayores a el análisis inicial de 2.4 dSm<sup>-1</sup>. Quiroga *et al.*, (2011), realizo un estudio en macetas donde concluye que a medida que aumenta la dosis de estiércol también aumenta el contenido de sales en el suelo y esto repercute en los rendimientos de materia seca. Soria *et al.*, (2001), mencionan en su investigación con excretas líquidas de cerdo bajo un proceso de digestión anaeróbica que las bacterias en un biodigestor tipo FAO 95, los microorganismos consumen las sales minerales disueltas en el agua y sustrato y reporta como resultados que al medir la CE inicial tuvo un valor de 5.8 dSm<sup>-1</sup> y se redujo en 29.65% al terminar el proceso con 4.08 dSm<sup>-1</sup>.



### La Materia Orgánica

La capa arable de los suelos de la región oscila entre los 25 y 35 cm, por lo cual este estrato de suelo se encuentra el mayor contenido de materia orgánica; se muestra en el ANOVA la diferencia en la primera profundidad con una  $Pr > F$  de 0.0035. La figura 3 correspondiente a la materia orgánica en la primera profundidad la dosis de  $80 \text{ Mg ha}^{-1}$  de estiércol solarizado presentó los valores más altos de materia orgánica con 2.5 % y la dosis de  $60 \text{ Mg ha}^{-1}$  de estiércol solarizado con 2.3 %, para la segunda profundidad los mayores valores se obtuvieron en la dosis de  $40 \text{ Mg ha}^{-1}$  de estiércol solarizado con un 2.5 % y el resto de los tratamientos, la fertilización química mostró un valor de 2.2%. Fitzpatrick (1996) señala que la mayoría de los suelos contienen 1.6% de MO, o menos pero en suelos muy áridos; el porcentaje baja a menos de uno y en suelos donde se ha aplicado estiércol consecutivamente en dosis de más de  $100 \text{ Mg ha}^{-1}$  la concentración puede alcanzar 5% o más (Salazar *et al.*, 1998a).

### Rendimiento

En la variable rendimiento tanto de materia verde como de materia seca, el ANOVA presentó valores con una  $Pr > F$  de 0.0050 para la M.V. y 0.0001 para la M.S., de esta manera se aprecia en la figura 4, el mayor rendimiento de M.V. se encontró en la dosis de  $80 \text{ Mg ha}^{-1}$  de estiércol solarizado con  $88.5 \text{ Mg ha}^{-1}$  de M.V. El resto, de los tratamientos junto con el testigo se mostraron estadísticamente iguales con valores desde 62 hasta  $71.75 \text{ Mg ha}^{-1}$ , sin embargo estos tratamientos superan lo reportado por Reta *et al.* en el 2004, donde mencionan que la producción media regional de forraje verde es de 45 hasta  $60 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Ramírez en el 2012, por su parte menciona en un trabajo con algodón que a medida que se reduce la distancia entre surcos y se aumenta la densidad poblacional, se incrementa los rendimientos unitarios y la cantidad de biomasa producida por área. El rendimiento en M.S., figura 4, mostró diferencias en todos los tratamientos siendo la dosis de  $80 \text{ Mg ha}^{-1}$  de estiércol solarizado la que obtuvo el mayor rendimiento con  $30.99 \text{ Mg ha}^{-1}$  de M.S., seguido de las dosis de 60 y  $40 \text{ Mg ha}^{-1}$  de estiércol solarizados siendo estos estadísticamente iguales con valores de 25.1 y  $24.8 \text{ Mg ha}^{-1}$  de M.S. La dosis de  $20 \text{ Mg ha}^{-1}$  de estiércol alcanzó un rendimiento de  $22.3 \text{ Mg ha}^{-1}$  de M.S. Por su parte Montemayor *et al.*, en el 2012 obtuvo incrementos de M.S. en maíz en dos sistemas de riego con aumentos del 41% en sistema de riego por goteo y 33 % más con pivote central con respecto al riego por gravedad.

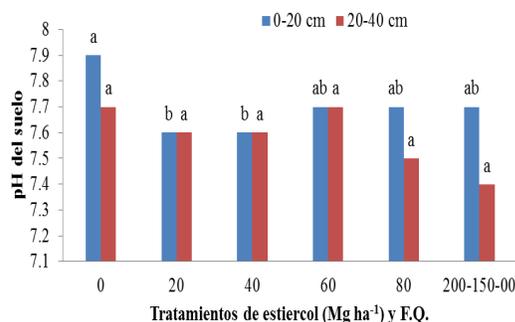


Figura 1. pH del suelo a dos profundidades entre tratamientos de estiércol. CAE-FAZ-UJED. 2012.

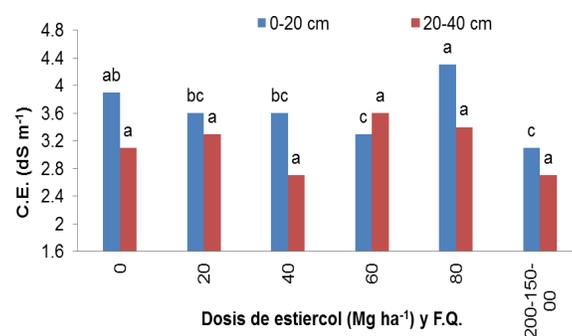


Figura 2. Conductividad Eléctrica del suelo a dos profundidades entre tratamientos de estiércol. CAE-FAZ-UJED. 2012.

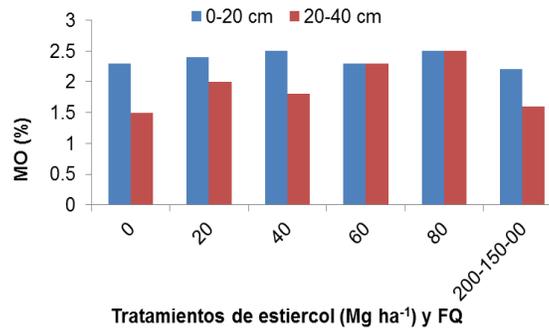


Figura 3. Materia Orgánica del suelo a dos profundidades entre tratamientos de estiércol. CAE-FAZ-UJED. 2012.

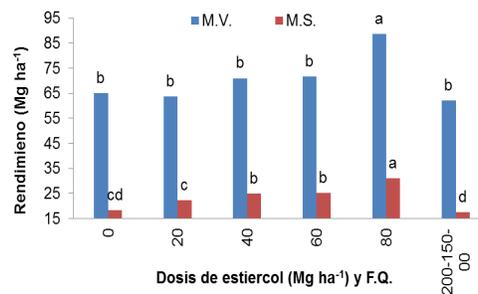


Figura 4. Rendimiento de forraje en materia verde y seca en los tratamientos de estiércol. CAE-FAZ-UJED.DICAF.2012

## Conclusiones

Los tratamientos de estiércol, el testigo y la fertilización química muestran diferencias estadísticas. Las dosis más altas de estiércol aplicado intervienen en el mayor rendimiento de materia verde total y materia seca total.

## Bibliografía

- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1991. Manejo del suelo: producción y uso del compostaje en ambientes tropicales y subtropicales. Boletín (56): 180. Roma, Italia.
- Fearon C, G. 1991. Determinación de los niveles de magnesio en suelos cañeros. Memorias del Seminario Inter-Americano de la caña de azúcar: Miami, Florida. p. 107-111.
- Figueroa V U, Cueto WJA, Delgado J A, Núñez H G, Reta SD G, Quiroga GH M, Faz C R, Márquez J L (2010). Estiércol de bovino lechero sobre la recuperación en maíz forrajero. Terra Latinoamericana.28:361-369.
- Fitzpatrick, E. A. 1996. Introducción a la ciencia de los suelos. Editorial Trillas. México,
- Han X, Wang S, Veneman P L, Xing B M (2006). Change of Organic Carbon Content and Its Fractions in Black Soil under Long-Term Application of Chemical Fertilizers and Recycled Organic Manure. Communications in soil Science and plant Analysis, 37:
- Medrano R J G, (2002). Comportamiento del suelo bajo labranza de conservación en la producción de maíz forrajero. Tesis de maestría SIGA-ITA 10. Torreón. Coahuila. 103
- Montemayor T, JA; Lara M, L; Woo R, JL; Munguía L, J; Rivera G, M y Trucíos C, R. 2012. Producción de maíz forrajero (Zea mays L.) en tres sistemas de irrigación en la comarca lagunera de Coahuila y Durango, México.



Agrociencia 46:267-278.

- Quiroga G H M, Cueto W J A, Figueroa V U, (2011). Efecto del estiércol y fertilizantes sobre la recuperación de nitrógeno 15 y conductividad eléctrica. *Terra Latinoamericana*. 29: 201-209.
- Ramírez-Seañez A R, Contreras-Martínez J G, Palomo-Gil A, Álvarez-Reyna V P, Rodríguez-Herrera SA, García-Carrillo M. (2012). Producción de biomasa de algodón en surcos ultra-estrechos y densidad poblacional. *Agronomía Mesoamericana*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43724664005>
- Reta, S. D. G., J. A. Cueto-W. U. Figueroa-V. 2004. Efecto de la aplicación de estiércol y composta en maíz forrajero en dos sistemas de siembra. Informe de investigación. INIFAP. Campo Experimental La Laguna. Torreón, Coahuila. México.
- Rivera GM, Estrada AJ, Orona CI, Sánchez CI. (2004). Producción de alfalfa con riego por goteo superficial o subsuperficial. Folleto Técnico No 13. INIFAP Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias en Relación Agua-Suelo- Planta y Atmosfera. Pp. 19
- Ruiz, C., Russian, T.; Domingo, T. 2007. Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla. *Agronomía Tropical*. 57: 7–14.
- Salazar-Sosa E., W. C. Lindemann, M. Cárdenas E., and N. B. Christensen. 1998. Nitrogen mineralization and distribution through the root zone in two tillage systems under field conditions. *Terra* 16: 163-172.
- Soria F. M. D. J., Ferrera-Cerrato, R., Barra, J. E., González, G. A., Santos, J. T., Gómez, L. B., & Pérez, G. P. (2001). Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. *Terra*, 19(4), 353-362.
- Wells, J. M., Butterfield, J. E. 1997. Salmonella contamination associated with bacterial soft rot of fresh fruits and vegetables in the marketplace. *PlantDisease* 81: 867–872.





## ¿PUEDE EL USO DEL PORTAINJERTO MEJORAR LA ASIMILACIÓN DE NITRÓGENO Y PRODUCTIVIDAD EN PIMIENTO MORRÓN?

Sánchez-Chávez, E.<sup>1\*</sup>; García-Bañuelos, M.L.<sup>1</sup>; Muñoz-Márquez, E.<sup>1</sup>; Sida-Arreola, J.P.<sup>1</sup>; Soto-Parra, J.M.<sup>2</sup>; Ojeda-Barrios, D.L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Delicias, Chihuahua. México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Chihuahua. Cd. Chihuahua, Chihuahua. México.

\*Autor responsable: esteban@ciad.mx; Av. Cuarta Núm. 3820, Fracc. Vencedores del Desierto, Cd. Delicias, Chihuahua. México. CP 33089; Tel. +52(639)-4748400.

### Resumen

Dos cultivares de pimiento morrón (Fascinato y Janette) fueron injertados sobre el portainjerto “Terrano” (Semillas Syngenta), resultando en cuatro tratamientos de las correspondientes cruces entre el portainjerto y las variedades. Además, en cada variedad, fue utilizado un control (sin injertar). Las plantas de pimiento morrón fueron crecidas bajo un sistema de malla-sombra y constantemente fueron fertilizadas con macro y micronutrientes. La actividad enzimática Nitrato Reductasa (EC) y el rendimiento fueron evaluados en las diferentes variedades injertadas y en los controles. Los resultados muestran que las variedades Fascinato y Janette injertados sobre el portainjerto “Terrano” promueven una mayor asimilación de nitrógeno, por lo tanto mejora la productividad en pimiento morrón, en relación a estas mismas variedades sin injertar.

### Palabras clave

*Capsicum annuum* L.; Asimilación de Nitrógeno; Portainjerto;

### Introducción

El uso de la fertilización nitrogenada es un tema importante en la agricultura actual. Los fertilizantes nitrogenados son relativamente caros y pudieran contribuir a la contaminación del agua superficial y subterránea a través de la lixiviación y erosión del suelo. La fertilización nitrogenada también juega un significativo papel en el rendimiento y calidad de los cultivos (Sisson *et al.*, 1991). La asimilación de N por las plantas requiere la absorción de  $\text{NO}_3^-$ , su reducción a  $\text{NO}_2^-$ , la conversión de  $\text{NO}_2^-$  a  $\text{NH}_4^+$ , y la incorporación de  $\text{NH}_4^+$  a compuestos orgánicos (Sivasankar y Oaks, 1996; Stitt, 1999). Los factores que influyen en la regulación de las enzimas responsables de la asimilación del N son: etapa fenológica de la planta; relación luz/obscuridad; concentración de sacarosa; fuente nitrogenada:  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$ ; nivel de  $\text{CO}_2$ ; temperatura; nutrimentos; reguladores del crecimiento; productos de la asimilación de N y variabilidad genética (Ruiz y Romero, 1999; Sánchez *et al.*, 2004). La variabilidad genética en el uso eficiente de nitrógeno ha sido reconocida por muchos años. La variación genética en esta eficiencia ha sido distribuida en la absorción y uso de nitrógeno (Pollmer *et al.*, 1979). De acuerdo a recientes estudios, la utilización de ciertos portainjertos ha sido reconocida para



estimular la actividad de la enzima Nitrato Reductasa y el metabolismo del nitrógeno en plantas de rosas injertadas (Agbaria *et al.*, 1996).

Plantas con vigorosos sistema radicular eficientemente absorben agua y nutrientes inorgánicos, esto ha sido uno de los principales motivos para ampliar el uso de portainjertos en horticultura (Lee, 1994). El objetivo del presente estudio fue estudiar el efecto del portainjerto Terrano sobre el metabolismo nitrogenado y rendimiento en plantas de pimiento morrón, para seleccionar las plantas injertadas que promuevan la mayor eficiencia en el uso de nitrógeno y asimilación.

## Materiales y Métodos

*Manejo del cultivo y diseño experimental.* El presente estudio, se llevó a cabo de junio a octubre de 2012, desarrollado bajo un sistema de malla-sombra, perteneciente a una compañía comercial, ubicada en Ciudad Delicias, Chihuahua México, a 28°11'36" de latitud norte, 105°28'16" de longitud oeste y una altitud de 1,171 msnm. Las variedades comerciales de pimiento morrón (Semilla Syngenta, Houston. TX, USA) usadas fueron: Fascinato (frutos rojos) y Janette (frutos amarillos). Estas variedades se injertaron con el portainjerto comercial Terrano (semillas Syngenta), seleccionado por su resistencia a la enfermedad llamada marchitez del chile, causada por el oomiceto *Phytophthora capsici*. Las semillas de las variedades y portainjerto fueron sembradas en Enero de 2012 para posteriormente realizar los injertos de las variedades 31 días después de la siembra. Las plantas fueron trasplantadas a camas, dentro del sistema de malla-sombra, cinco semanas después de haber sido injertadas. El suelo usado fue del tipo franco-arcilloso-arenoso (29.84% arcilla, 12.08% limo y 57.36% de arena), con la siguiente composición: 50.17 ppm de nitrógeno inorgánico, 64.14 ppm de Fosforo, 32.5 me/100g de CIC, conductividad eléctrica de 0.84 ds/m, materia orgánica de 1.68% y un pH 7.72.

El programa de fertilización para un ciclo de 220 días consistió en la aplicación de los siguientes compuestos y dosis:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (50.4 g.m<sup>2</sup>), UAN32 (37.7 g.m<sup>2</sup>), 5-30-00 (N-P-K) (56 g.m<sup>2</sup>),  $\text{KNO}_3$  (44.8 g.m<sup>2</sup>),  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  (162.3 g.m<sup>2</sup>),  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (201.3 g.m<sup>2</sup>), y  $\text{MgSO}_4$  (107.5 g.m<sup>2</sup>), empleando productos comerciales.

El diseño experimental fue en bloques al azar, con cuatro tratamientos: (1) Fascinato injertado (Fascinato/Terrano); (2) Janette injertado (Janette/Terrano); (3) Fascinato sin injertar; (4) Janette sin injertar. Estos dos últimos tratamientos fueron tomados como controles. Durante el ciclo de producción de dichos cultivos se realizaron muestreos mensuales en las siguientes fechas: 16 de Julio, 6 de Agosto, 20 de Agosto y 3 de Septiembre. Se evaluó un lote de cada tratamiento y de cada lote se muestrearon los frutos de 10 plantas, siendo éstos considerados como la unidad experimental. La cosecha de los frutos y los parámetros de clasificación de la calidad comercial, fueron definidos de acuerdo con la Norma de Calidad Suprema de México.

### *Variables evaluadas*

*Producción de pimiento morrón.* En cosecha se cuantificó la producción por cada tratamiento: Fascinato injertado (Terrano), Fascinato sin injertar, Janette injertado (Terrano) y Janette sin injertar. Los frutos fueron cosechados y separados de los frutos comerciales y los no



comerciales cuando al menos 50% de su superficie habían cambiado de color; en Fascinato cambio de color verde pasando por una tonalidad chocolate hasta cambiar a color rojo tendiendo 50% de cosecha color chocolate y 50% de color rojo; en Janette cambio de color verde a color amarillo; obteniendo una cosecha de 75% amarillo y 25% verde. El primer corte se realizó 105 días después del trasplante que correspondió al día 13 de julio, observando las características deseables y aceptables en color y calibre. En total se realizaron 17 cortes finalizando el día 12 de septiembre. Los resultados fueron expresados en  $\text{kg ha}^{-1}$ .

*Actividad Nitrato Reductasa “in vivo”.* La actividad Nitrato Reductasa (NR) (EC 1.6.6.1) fue determinada en base al método propuesto por Jaworski (1971).

#### *Análisis Estadístico*

Para el análisis estadístico, los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza. Para la diferencia entre medias de los tratamientos se utilizó la prueba de LSD a 95 % (SAS, 1987).

### **Resultados y Discusión**

*Producción de pimiento morrón.* La producción agrícola es el principal parámetro agronómico que indica la productividad de las plantas. En nuestro estudio, encontramos diferencias significativas en la producción entre las plantas injertadas respecto a las plantas no injertadas que se usaron como control (Figura 1). Las variedades Fascinato y Janette injertadas con Terrano, produjeron los más altos rendimientos de pimiento, registrando incrementos del 53.47 % y 49.40 % respectivamente. La efectividad del portainjerto se vio reflejada con los resultados de rendimiento, ya que las variedades sin injertar mostraron los valores más bajos.

*Actividad Enzimática Nitrato Reductasa “in vivo”.* El paso limitante para la asimilación de N (reducción de  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{NO}_2^-$ ) está regulada por la enzima Nitrato Reductasa (NR) (Sivasankar y Oaks, 1996). En nuestro estudio, se observaron diferencias significativas en las actividades NR endógena e inducidas con  $\text{NO}_3^-$ , Mo, y  $\text{NO}_3^- + \text{Mo}$ , presentando las máximas actividades en las variedades Fascinato y Janette injertadas con el portainjerto “Terrano”, en comparación a las variedades Fascinato y Janette sin injertar, que presentaron las mínimas actividades NR. Por otro lado, resaltar que las variedades Fascinato y Janette injertadas con el portainjerto “Terrano” generaron la mayor productividad en relación a las mismas variedades sin injertar, lo cual nos indica que el portainjerto “Terrano” promueve una mayor asimilación de Nitrógeno, lo cual se traduce en una mayor productividad. Ruiz y Romero (1999) evaluaron el metabolismo y eficiencia del N en plantas injertadas en melón, encontrando que las plantas injertadas de melón mejoraron la utilización y asimilación de N, así como, la productividad del cultivo de melón, coincidiendo con los resultados obtenidos en este estudio. Por otro lado, se ha observado que plantas con vigorosos sistema radicular eficientemente absorben agua y nutrientes inorgánicos, esto ha sido uno de los principales motivos para ampliar el uso de portainjertos en horticultura (Lee, 1994).

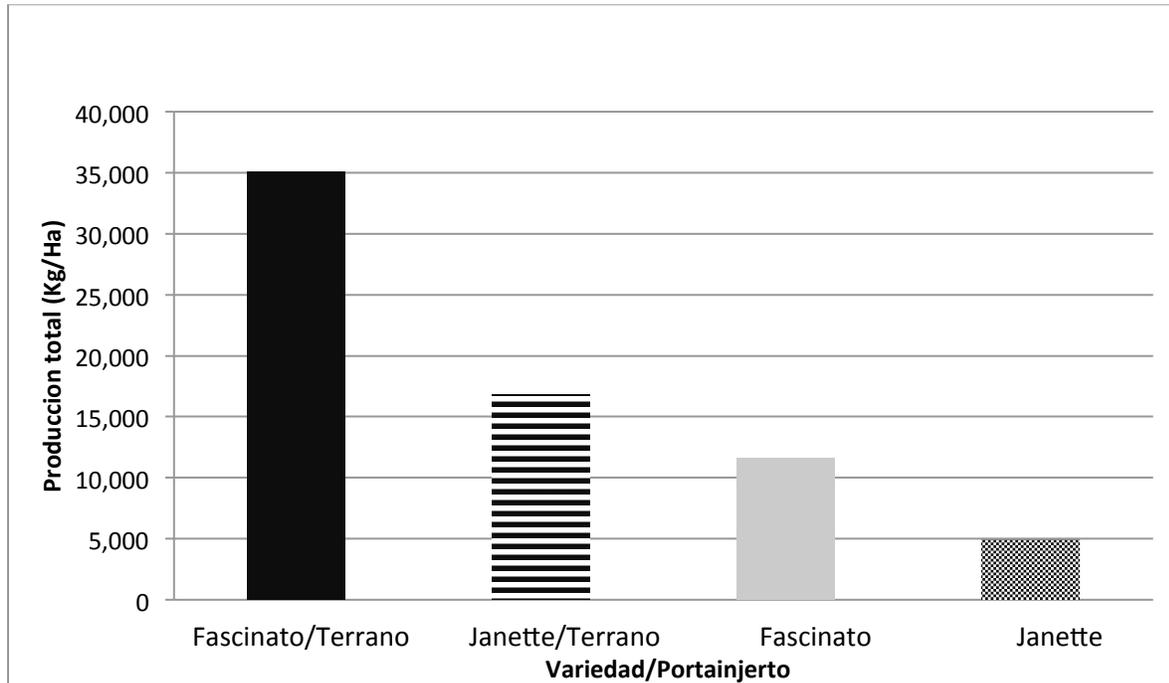


Figura 1. Efecto del portainjerto sobre la producción total en chile pimiento morrón

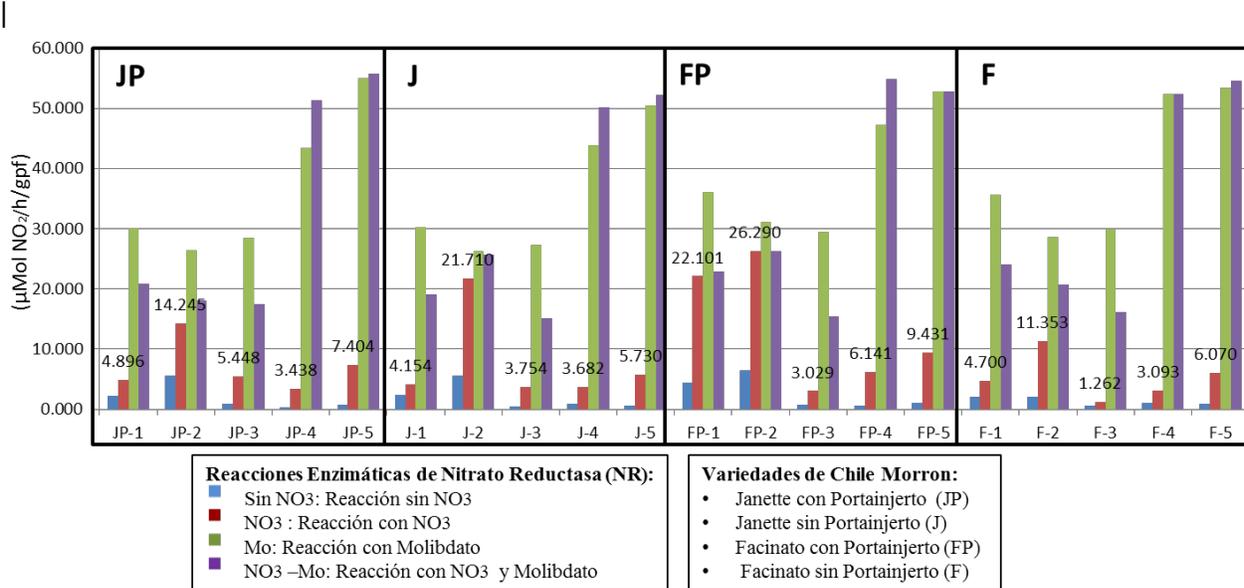


Figura 2. Efecto del portainjerto sobre la actividad Nitrato Reductasa "in vivo", enzima clave de la asimilación de nitrógeno.



## Conclusiones

Las variedades Fascinato y Janette injertados sobre el portainjerto “Terrano” promueven una mayor asimilación de nitrógeno, por lo tanto mejora la productividad en pimiento morrón, en relación a estas mismas variedades sin injertar.

## Agradecimientos

Agradecemos todo su apoyo a las Empresas Agrícola “Los Alamos” y a Insumos y Servicios Agrícolas Delicias S. A. de C.V. Así mismo, a Conacyt por el apoyo económico otorgado para la realización de este trabajo de investigación.

## Bibliografía

- Agbaria, H., B. Heuer, N. Zieslin. 1996. Shoot-root interaction effects on nitrate reductase and glutamine synthetase activities in rose (*Rosa x hybrid cvs. Ilseta and Mercedes*) graftings. *J. Plant Physiol.* 149: 559-563.
- Jaworski, E. G. 1971. Nitrate reductase assay in intact plant tissues. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 43: 1274-1279.
- Lee, J. M. 1994. Cultivation of grafted vegetables I: Current status, grafting methods and benefits. *Hort Sci.* 29: 235-239.
- Pollmer, W. G., D. Eberhard, D. Klein, B. S. Dhillon. 1979. Genetic control of nitrogen uptake and translocation in maize. *Crop Sci.* 19: 82-86.
- Ruíz, J. M., L. Romero. 1999. Nitrogen efficiency and metabolism in grafted melón plants. *Scientia Horticulturae.* 81: 113-123.
- Sánchez, E., R. M. Rivero, J. M. Ruíz, L. Romero. 2004. Yield and biosynthesis of nitrogenous compounds in fruits of Green vean (*Phaseolus vulgaris L cv Strike*) in response to increasing N fertilisation. *J. Sci. Food Agric.* 84: 575-580.
- SAS. 1987. SAS/STAT Guide for Personal Computers. Version 6; Statistical Analysis System Institute, Inc.: Cary NC. Pp: 1028-1056.
- Sisson, V. A., T. W. Ruffy, R. E. Williamson. 1991. Nitrogen-use efficiency among flue-cured tobacco genotypes. *Crop Sci.* 31: 1615-1620.
- Sivasankar, S., A. Oaks. 1996. Nitrate assimilation in higher plants: the effect of metabolites and light. *Plant Physiol. Biochem.* 34: 609-620.
- Stitt, M. 1999. Nitrate regulation of metabolism and growth. *Curr. Op. Plant Biol.* 2: 178-186.





## CARACTERIZACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL Y BIOLÓGICO DEL ZACATE ROSADO (*Melinis repens*) Y ZACATE AFRICANO (*Eragrostis lehmanniana*) EN PASTIZALES EN CHIHUAHUA

Sánchez-Maldonado, A.<sup>1</sup>; González-García, H.<sup>1\*</sup>; Sánchez-Muñoz, A. J.<sup>2</sup>; Orozco-Erives, A.<sup>1</sup>; Castillo-Castillo, Y. <sup>1</sup>; Martínez-de la Rosa, R.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez, Chihuahua. México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua. México.

\*Autor responsable: hgonzale@uacj.mx Instituto de Ciencias Biomédicas Calle Anillo PRONAF y Estocolmo Núm. S/N Col. Progresista, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. CP 32310; Tel. +52(656)-68818 00 ext.. 1765

### Resumen

Los pastizales del Estado de Chihuahua han sido invadidos en las últimas décadas por dos especies en particular, el zacate rosado (*Melinis repens*) y el zacate africano (*Eragrostis lehmanniana*), las cuales son más tolerantes ante el agotamiento de recursos en el suelo. Con el propósito de llevar a cabo una caracterización del valor nutricional y biológico de estos zacates, se colectaron muestras del zacate africano en dos sitios, en el Rancho Experimental La Campana (LC) y en el Rancho San Judas (SJ), mientras que el origen del zacate rosado fue el Rancho La Tinaja, todos ellos de la región central del Estado. En lo general, se observó que el zacate rosado presentó la menor calidad con respecto al zacate africano, con un valor de PC de 3.58 %, de FDA 46.13 %, de DVIVMS 58.5 %, de RFV 67.8 y de ENm 0.97 Mcal/Kg. Por lo que respecta al zacate africano, se detectan ligeras diferencias entre los sitios de SJ y de LC en los valores de PC (6.27 vs 5.32), de DVIVMS (64.7 vs 58.89), de RFV (71.37 vs 69.4), de FDN (73.6 vs 75.13 %) y de lignina (4.09 vs 4.13 %), respectivamente. Se concluye que ambos zacates presentaron un valor nutricional y biológico correspondiente a forrajes de mala calidad, pero si estos forrajes se pueden mantener con un nivel de PC cercano a 7 % o más, entonces pueden cubrir los requerimientos de mantenimiento para el ganado.

### Palabras clave

Pastizales; Zacate Rosado; Zacate Africano; valor nutricional.

### Introducción

Después de la destrucción del hábitat, el impacto por las especies invasoras ha sido identificado como la segunda causa a nivel global de la pérdida de biodiversidad (Leung *et al.*, 2002). Las especies invasoras desplazan a las especies nativas de flora y fauna (Flanders *et al.*, 2006) por competencia directa, depredación, la transmisión de enfermedades, la modificación del hábitat, la alteración de la estructura de los niveles tróficos y sus condiciones biofísicas (Williams y Baruch, 2000) y por la alteración en los regímenes de fuego (Brooks *et al.*, 2004). Se estima que las plantas invasoras causan daños económicos por más de 34,000



millones de dólares anuales en Estados Unidos de América (Pimentel *et al.*, 2000). En los pastizales de zonas áridas y semiáridas de Norteamérica, se han introducido varias especies de gramíneas exóticas que por su mejor adaptación a las condiciones adversas, resultan más productivas para la ganadería que las nativas (Esqueda y Carrillo, 2001); sin embargo, algunas se han convertido en invasoras (Arriaga *et al.*, 2004). Los pastizales representan un poco más de la cuarta parte de la superficie emergida del planeta (Newman, 2000); mientras que en México los pastizales conforman cerca del 23 % de la extensión territorial de los principales ecosistemas del País (INEGI, 2005).

Numerosas invasiones en el hemisferio occidental han sido ocasionadas por la importación de zacates africanos  $C_4$  (Sánchez-Muñoz, 2009). Los pastizales de Chihuahua no han sido la excepción, ya que la presencia de gramíneas africanas catalogadas como invasoras, han modificado la composición, dinámica y funcionamiento de los pastizales (Melgoza *et al.*, 1998). Una parte de estos procesos de invasión, son el resultado de introducciones premeditadas como parte de programas de restauración de pastizales degradados, control de la erosión del suelo o como nuevas alternativas de alimentación para el ganado. Dos ejemplos de invasión con impactos negativos aunque debatidos, son el zacate rosado (*Melinis repens*) y el zacate africano (*Eragrostis lehmaniana*). Ambas especies tienen la ventaja de ser más tolerantes ante el agotamiento de recursos en el suelo, lo cual representa un severo riesgo para las especies nativas, principalmente en los pastizales de navajita (*Bouteloua gracilis*), pero un estrato de ganaderos sostienen la importancia de los zacates rosado y africano, como alternativa para mantener las operaciones de sus ranchos ganaderos, sobre todo bajo condiciones de sequía extrema y sobrepastoreo; no obstante, estas especies invasoras poseen menor valor nutricional que las especies nativas (Pinedo *et al.*, 2013). El objetivo del presente trabajo fue caracterizar el valor nutricional y biológico de los zacates rosado (*Melinis repens*) y africano (*Eragrostis lehmaniana*) cultivados en dos pastizales de la Región Central de Chihuahua.

## **Materiales y Métodos**

### *Localización del área de estudio*

La prueba experimental se desarrolló en dos fases, la prueba para evaluar el comportamiento de los forrajes, la cual se implementó en tres sitios de la Región Central del Estado, el Rancho Experimental La Campana (LC) y en el Rancho San Judas (SJ) para el zacate africano, mientras que el zacate rosado provino del Rancho La Tinaja. El Rancho La Campana (29°16'11"N, 106°21'27"W) se encuentra ubicado a 82 km al norte de la Ciudad de Chihuahua. En este sitio el zacate Africano representa aproximadamente un 90 % de la cubierta vegetal, el resto son plantas arbustivas, resultando en que el zacate original (Navajita) ha sido desplazado completamente. El Rancho San Judas se encuentra localizado a 20 Km al sur de la Ciudad de Chihuahua (28°31'03"N, 105°55'37"W). El área de 185 Ha es una parte de un rancho particular productor de ganado de carne, la cual presenta una cobertura del zacate africano de al menos un 80 % del pastizal. El Rancho la Tinaja se encuentra localizado a 40 km al Oeste de la Ciudad de Chihuahua (28°21'21"N, 106°18'49"W), en el Municipio de General Trías. Mientras que la fase para determinar el valor nutricional y biológico de los forrajes se desarrolló tanto en la Unidad de Digestión y Metabolismo de Rumiantes de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, en Ciudad Juárez, Chihuahua, México.



### Características de los forrajes y su manejo

Se cortaron seis muestras de un metro cuadrado cada una, para cada zacate y sitio, éstas fueron localizadas al azar en el área de estudio, depositándose el forraje cortado en bolsa de papel, cada muestra fue pesada al momento del corte para posteriormente ser trasladada para su secado en el laboratorio. Las fechas de corte fueron cuando los forrajes estaban en crecimiento: en el Rancho San Judas fue el 10 de agosto, en el Rancho La Tinaja (Rosado) fue el 11 de agosto y en el Rancho La Campana fue el 13 de agosto de 2010. En los predios no hubo siembra ni fertilización, y la altura de corte fue aproximadamente a 3 cm del suelo. El riego del pastizal es únicamente a través de la precipitación pluvial. Éstos pastos invasivos crecen en la temporada de verano, después de las lluvias, su etapa de crecimiento es de julio y agosto, y florecen a mediados de septiembre e inicios de octubre. Para el inóculo de la digestibilidad *in vitro* (líquido ruminal) se utilizaron borregos equipados con una cánula ruminal permanente de 7.5 cm de diámetro, los cuales se alojaron en corraletas metabólicas individuales.

#### Parámetros estimados

Las variables evaluadas fueron: para la determinación del valor nutricional de los zacates, se estimó el contenido de humedad, la MS, las cenizas, la MO, el EE, el N, la PC, la FDN, la FDA, la hemicelulosa, la celulosa, la lignina en detergente ácido (LDA) (AOAC, 2000: Goering y Van Soest, 1970). Para el valor biológico de los forrajes se determinó la digestibilidad aparente *in vitro* de la MS (DAIVMS) y la digestibilidad verdadera *in vitro* de la MS (DVIVMS) (Daisy, ANKOM Technology, 1998), calculándose además el consumo de la MS (CMS) en % del peso vivo (PV), el valor relativo del alimento (RFV), y la energía neta para mantenimiento (ENm), para ganancia (ENg) y para lactancia (ENI) en Mcal/Kg.

## Resultados y Discusión

Es conveniente comentar que el zacate Rosado o *Melinis repens* (Willd.) Zizka fue llamado previamente tanto *Rhynchelytrum repens* (Willd.) C. E. Hubbard, como *Tricholaena repens* (Willd.) Hitchcock (Stokes, 2009). En el Cuadro 1 se puede apreciar el valor nutricional y biológico de los zacates africano y rosado. En lo referente al valor nutricional se puede manifestar, muy en lo general, que el valor de PC es relativamente bajo, sobre todo en el caso del rosado (3.58 %), además de contener un cantidad muy alta de fibras (FDN, FDA) y de lignina, lo cual parece indicar que el estado fenológico de la planta es muy madura. En cuanto al valor biológico, la DVIVMS varió desde 58.52 hasta 64.7 %, así como el RFV desde 67.76 hasta 69.4, mientras que el contenido de ENI fue desde 0.94 hasta 1.07 Mcal/Kg. Para poder detectar las diferencias, se puede comentar que un RFV de 100 es para un heno de alfalfa en floración completa y con un contenido de 16 % de PC, 53 % de FDN y 41 % de FDA, mientras que un heno de alfalfa de alta calidad (20 % de PC, 40 % de FDN y 30 % de FDA) presenta un RFV de 152, lo cual puede inferir que los zacates invasores en el estado en que se cosecharon son de baja calidad nutricional (Dunham, 1998).

Este tipo de zacates en estado maduro producen forrajes de calidad relativamente pobre, lo cual es influenciado por las bajas precipitaciones en los últimos años, disminuyendo su valor nutricional. Dicha respuesta respalda estudios previos que muestran que la producción, el valor nutricional y la digestibilidad de los pastos forrajeros están influenciados notoriamente por las estaciones climáticas (Haferkamp *et al.*, 2005; Mortenson *et al.*, 2005; Ganskopp *et al.*, 2007), resaltándose que la sequía es uno de los factores más importantes que los ganaderos



reconocen como amenaza grave que reduce la supervivencia de las plantas perennes. De acuerdo a los valores nutricionales del zacate africano, el proveniente del sitio LC presentó un valor mayor de PC (6.27 vs 5.32), DVIVMS (64.7 vs 58.89), de RFV (71.37 vs 69.4), y valores menores de FDN (73.6 vs 75.13 %) y lignina (4.09 vs 4.13 %) con respecto al zacate del sitio SJ, respectivamente; lo cual indica que el sitio y posiblemente la precipitación influyó en que exista variación entre las zonas de muestreo. El zacate africano mostró una cantidad baja de PC en comparación con los pastos nativos del sur de Estados Unidos (Mortenson *et al.*, 2005). La PC del zacate africano durante el estado fenológico “vegetativo” fue similar a la reportada para la grama negra y el zacate navajita velluda (9.0 y 9.9 %, respectivamente). En cuanto a la DVIVMS del zacate africano, Sánchez-Muñoz (2009) reportó una variación entre 48 a 53 %, mientras que en ésta prueba el rango fue de 58 a 65 %. Por otra parte, Njau *et al.* (2013) reportan que el zacate rosado (*Rhynchelytrum repens*) presentó un 95.19 % de MS, 3.21 % de PC, 81.97 % de FDN, 55.15 % de FDA y 35.78 % de DIVMS, siendo el contenido de PC muy parecido al obtenido en éste experimento, pero con valores muy altos de fibras .

Cuadro 1. Promedios de diversos componentes del valor nutricional y biológico de los zacates invasores.

Componente	Tipo de Zacate		
	Rosado <sup>1</sup>	Africano SJ	Africano LC
Materia Seca (%)	93.71 ± 0.041	94.19 ± 0.072	94.23 ± 0.096
Cenizas (%)	11.38 ± 0.018	8.16 ± 0.157	7.73 ± 0.196
Materia Orgánica (%)	88.62 ± 0.018	91.8 ± 0.157	92.27 ± 0.196
Extracto Etéreo (%)	0.71 ± 0.04	0.703 ± 0.019	0.75 ± 0.064
Proteína Cruda (%)	3.58 ± 0.51	6.27 ± 0.26	5.32 ± 0.41
FDN (%)	72.71 ± 0.37	73.6 ± 0.22	75.13 ± 0.54
FDA (%)	46.13 ± 0.52	41.63 ± 0.311	42.17 ± 0.29
LDA (%)	3.53 ± 0.25	4.09 ± 0.032	4.13 ± 0.15
Celulosa (%)	42.89 ± 0.009	37.72 ± 0.086	38.18 ± 0.075
Hemicelulosa (%)	26.29 ± 0.008	32.33 ± 0.17	33.22 ± 0.15
DAIVMS (%)	54.48 ± 0.41	61.95 ± 2.41	55.71 ± 0.6
DVIVMS (%)	58.52 ± 0.79	64.7 ± 2.26	58.89 ± 0.3
<b>Estimados:</b>			
CMS (% del PV)	1.65	1.63	1.60
RFV	67.76	71.37	69.40
ENm (Mcal/Kg)	0.97	1.12	1.10
ENg (Mcal/Kg)	0.25	0.40	0.38
ENI (Mcal/Kg)	0.94	1.07	1.06

1/ Media ± desviación estándar. Datos expresados en una base de materia seca.

## Conclusiones

De acuerdo a las condiciones en que se llevó a cabo el presente experimento se puede concluir lo siguiente: Los zacates africano y rosado de la región central de Chihuahua presentan un valor nutricional directamente relacionado con la precipitación pluvial estacional, así como con el estado fenológico de la planta, disminuyendo su calidad a medida que la lluvia es escasa y



conforme la planta madura, esto último debido a los cambios en la proporción de la hoja, tallo y materia muerta, además de los cambios en la composición nutricional de cada constituyente (principalmente fibras) que ocurre cuando la planta se desarrolla. Las mediciones que determinan la calidad de un forraje son la PC, la FDN y FDA, y la DVIVMS y se ha observado que en condiciones de lluvia adecuada y en estado “vegetativo” ambos zacates cubren los requerimientos del ganado y es comparable a otras especies de forraje. En este experimento, los zacates africano y rosado presentaron un valor nutricional y biológico correspondiente a forrajes de mala calidad a pesar de que fueron cosechados en agosto, sin embargo la precipitación pluvial influye bastante en dicha condición; no obstante, el zacate rosado presentó los valores más deficientes en cuanto a PC y DVIVMS, así como los valores más altos de las fibras (FDN y FDA). En tanto que el zacate africano, en general, presentó una calidad de forraje similar entre ambos sitios (LC vs SJ). Si se pudiera mantener la PC de estos forrajes alrededor de 7 %, entonces se considerarían como zacates que cubren las necesidades o requerimientos de mantenimiento para el ganado, en caso contrario es indispensable proporcionar otras fuentes de PC a los animales para que se mantenga una adecuada digestión en el rumen. En áreas donde estos zacates invasores se han convertido en el forraje dominante y puede ser difícil mantenerlos en estado “vegetativo”, las áreas con forraje en crecimiento, floración y maduración no serán aptas para proveer una nutrición adecuada al ganado, razón por la cual se debe utilizar un suplemento de proteína para alcanzar niveles nutricionales adecuados para los animales.

## Bibliografía

- ANKOM Technology. 1998. *In vitro* true digestibility using ANKOM's DAISY<sup>II</sup>. Fairport, NY. pp.6-8.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17 th. Ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA.
- Arriaga, L., A. Castellanos, E. Moreno and J. Alarcón. 2004. Potential ecological distribution of alien invasive species and risk assessment: a case study of buffel grass in arid regions of México. *Conservation Biol.* 18: 1504-1514.
- Brooks, M. L., C. M. D'Antonio, D. M. Richardson, J. B. Grace, J. E. Keely and J. M. DiTomaso. 2004. Effects of invasive alien plants on fire regimes. *Bioscience.* 54: 677-688.
- Dunham, J. R. 1998. Relative feed value measures forage quality. *Forage Facts*# 41. KState AES and CES.
- Esqueda, C. M. H. y R. R. L. Carrillo. 2001. Producción de forraje y carne en pastizales resemebrados con gramíneas introducidas. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 39: 139-152.
- Flanders, A. A., W. P. Kuvlesky, D. C. Ruthven, R. E. Zaiglin, R. L. Bingham and T. E. Fulbright. 2006. Effects of invasive exotic grasses on South Texas rangeland breeding birds. *The Auk.* 123: 171-182.
- Ganskopp, D., L. Aguilera, and M. Vavra. 2007. Livestock forage conditioning among six northern Great Basin grasses. *Rangeland Ecology and Management* 60: 71-78.
- Goering, J. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. *Agr. Handbook No. 379.* ARS. USDA.
- Haferkamp, M. R., M. D. MacNeil and E. E. Grings. 2005. Predicting nitrogen content in the Northern Mixed-grass prairie. *Rangeland Ecology & Management* 58: 155-160.
- INEGI. 2005. Carta de Uso del Suelo y Vegetación. Serie III. México.
- Leung, B., D. M. Lodge, D. Finnoff, J. F. Shogren, M. A. Lewis and G. Lamberti, 2002. An ounce of prevention or a pound of cure: Bioeconomic risk analysis of invasive species. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 269: 2407-2413.
- Melgoza, C. A., M. V. Royo, A. G. Báez y G. L. Reyes L. 1998. Situación de los predios ganaderos después de cuatro años de sequía en las zonas áridas y semiáridas de Chihuahua. Folleto Técnico No. 4. INIFAP-CIRNOC. Campo Experimental La Campana. Chihuahua, México.
- Mortenson, M. C., G. E. Schuman, L. J. Ingram, V. Nayigihugu, and B. W. Hess. 2005. Forage production and quality of a mixed-grass rangeland interseeded with *Medicago sativa* ssp. *falcata*. *Rangeland Ecology and Management* 58: 505-513.
- Newman, E. I. 2000. Applied ecology and environmental management. Blackwell Science, London, U.K.



- Njau, F. B. C., J. Lwelamira and C. Hyandye. 2013. Ruminant livestock production and quality of pastures in the communal grazing land of semi arid central Tanzania. *Livest. Res. Rural Develop.* Vol. 25, Article #146. Consultado diciembre 4 de 2013. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd25/8/Njau25146.htm> .
- Pimentel, D., L. Lach, R. Zuniga and D. Morrison. 2000. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *Bioscience.* 50: 53-65.
- Pinedo, A. C., Q. N. S. Hernández, C. A Melgoza, V. M. Rentería, S. V. C. Vélez, N. C. Morales, E. E. Santellano y E. Esparza. 2013. Diagnóstico Actual Y Sustentabilidad de los Pastizales del estado de Chihuahua ante el Cambio Climático. Cuerpo Académico de Recursos Naturales y Ecología (UACH-CA16). Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Mex.
- Sánchez-Muñoz, A. J. 2009. Invasive Lehmann lovegrass (*Eragrostis lehmanniana*) in Chihuahua, México: Consequences of invasion. Ph. D. Dissertation. Oklahoma State University, Oklahoma, E.U.A.
- Stokes C. 2009. From Crop to Weed – Natalgrass in Florida. *Wildland Weeds* 12:8-9.
- Williams, D. G. and Z. Baruch. 2000. African grass invasion in the Americas: ecosystem consequences and the role of ecophysiology. *Biological Invasions* 2: 123-140.





## **FERTILIZACIÓN DE PEPINO (*Cucumis sativus L.*) EN SISTEMA DE PRODUCCIÓN EN MALLA SOMBRA, EN EL VALLE DE SAN QUINTÍN, B.C.**

Mario Antonio Soto Hernández<sup>1\*</sup>, Jesús Salvador Ruiz Carvajal<sup>1</sup>, José Guadalupe Pedro Méndez<sup>1</sup>.  
<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería y Negocios, San Quintín. Universidad Autónoma de Baja California.

\*Autor responsable: [soto.mario@uabc.edu.mx](mailto:soto.mario@uabc.edu.mx), Carretera Transpeninsular km. 80.20, Ejido Padre Kino, Ensenada, B.C. CP:22920. (616) 153939

### **Resumen**

Utilizar los costos como herramienta para aumentar la competitividad de las empresas agrícolas es una de las principales estrategias que tienen que desarrollar las empresas. Con el propósito de realizar un análisis de los rendimientos de pepinos en el Valle de San Quintín se elaboró primeramente un plan de siembra del cultivo con el lugar y fechas propias del cultivo. La información se recabó en formatos de registro tanto para mano de obra como materia prima. El presente estudio se centra en analizar los costos de en la aplicación de fertilizantes en un módulo de producción ya que aplicación de nutrientes es una de las principales causas que influyen en el rendimiento de un cultivo. Con el propósito de analizar el rendimiento, se revisa los consumos de fertilizantes en las diferentes etapas del cultivo. Para finalizar se recomienda el análisis de los consumos de fertilizantes individualmente en todo el ciclo del cultivo, recomendando la participación de todos los involucrados en el sector productivo de la empresa.

### **Palabras clave**

*Fertilización, Análisis de costos, Valle de San Quintín.*

### **Introducción**

El Valle de San Quintín se encuentra en una zona agrícola donde el suelo y el clima favorecen la producción del cultivo de pepino, sin embargo el mercado y escasas de agua obligan a los productores agrícolas a innovar en la utilización de tecnología para tener éxito en la industria. Es importante comentar que para lograr competitividad en las empresas agrícolas es necesario innovar en diferentes rubros como son: la mejora en los equipos utilizados, utilización de insumos de calidad, búsqueda de mercados más dinámicos, lograr la especialización o en su contraparte diferenciación del producto final, mejorar los procesos productivos, el desarrollo de buenas prácticas agrícolas y el registro y mejora de los costos de producción. Las empresas exitosas serán las que sepan administrar la información derivada de sus costos. Las empresas que en la actualidad no tienen éxito son aquellas que ignoran lo que dicen sus costos. Por desgracia, son muchos los empresarios mexicanos, que trabajan sin saber si sus costos y sus gastos superar sus ingresos (Calleja, 2013).

Con base en lo anteriormente descrito, se establece el objetivo de este trabajo, el cual consiste en analizar el costo en la aplicación de fertilizantes, siendo la aplicación de nutrientes una de las principales causas que influyen en el rendimiento de un cultivo. Es importante mencionar



que el análisis se realiza en base a solamente la constancia en la aplicación de nutrientes y las etapas fenológicas del cultivo.

## **Materiales y Método**

El presente trabajo de investigación es no experimental de tipo descriptivo. La investigación se desarrolló en el Rancho Pérez. Dicho rancho se encuentra ubicado en Ave. Agua chiquita S/N en la colonia Lázaro Cárdenas, en el Valle de San Quintín al sur del Municipio de Ensenada, Baja California. El clima promedio es de 18<sup>0</sup>C, con mínimas de -3<sup>0</sup>C a máximas de 34<sup>0</sup>C. Se desarrolló un cultivo de pepino (*Cucumis sativus L.*), en dos hectáreas de malla sombra anti insectos 20X30 color cristal, con una altura del alambre de tutoreo de 3.25 metros.

Primeramente se elaboró un plan de siembra el cual consiste en un mapa del área de cultivo a la cual se le dio por nombre módulo 2. Seguidamente se determinó el cultivo a producir el cual fue pepinoalcazar americano. En ese mapa se incluyen la fecha de inicio de la siembra la cual fue 01 de julio del 2013 y terminando el ciclo con la última cosecha el día 12 de noviembre del 2013. El mapa permitió determinar las semanas de cosecha las cuales fueron 12 semanas iniciando en la semana 34 y terminando en la semana 46.

La información se recolectó a través de dos formatos de registro: uno registró las labores de mano de obra realizadas en el cultivo y el otro los materiales utilizados en el proceso de producción. Una vez obtenidos los registros en los formatos, se procedió al vaciado de la información en el programa de Excel 2010 para su procesamiento. Además de incluir los datos que proporcionaron los reportes se crearon catálogos de cuentas para las actividades de mano de obra, materia prima, gastos indirectos, además se formaron tres etapas de cultivo que fueron plántula, crecimiento y producción. El formato, permitió importes en dólares y pesos. Cuando se capturaron los reportes se crearon tablas dinámicas las cuales permitieron analizar los costos del cultivo de pepinos en la malla sombra.

El formato de mano de obra contiene: fecha de la operación, salario por hora, por tarea o por barril, la actividad a realizar, lugar donde se realiza la actividad, producto cultivado, etapa del proceso del cultivo, nombre del trabajador, horas trabajadas y salario otorgado, y para finalizar las firmas de las personas que autorizan la labor y los que procesaran la información proporcionada en el formato.

El formato de materia prima contiene: fecha de la operación, lugar donde se aplica la materia prima, producto cultivado, tipo de aplicación en el caso de fertilizantes y agroquímicos, observaciones, nombre de los productos utilizados, unidades, cantidad, clave de costos, precio unitario, importe y para finalizar las firmas de las personas que autorizan la aplicación de las materias primas y los que procesaran la información proporcionada en el formato.

Los gastos indirectos se recabaron de las facturas de compra o de los reportes de nómina semanal. De estos reportes se obtuvieron: la fecha de aplicación, lugar donde se aplica el gasto, producto cultivado, concepto del gasto, cantidad. Es importante señalar que algunos gastos se determinaron con base en la depreciación de activos comprados en años pasados.



## **Resultados y Discusión**

Barraza (2011) describe que la acumulación de materia seca puede servir de parámetro para medir los rendimientos en el cultivo de pepinos. Describe que a diferentes concentraciones de nutrientes, los rendimientos serán diferentes pero guardaran una relación. A los 45 días después del trasplante se dará el rendimiento más bajo, a los 60 días se obtendrá el tercer rendimiento más alto del periodo. Cuando transcurran 75 días se presentara el más alto rendimiento del periodo, cuando los nutrientes están por arriba del 75% de concentración de la solución nutritiva de Steiner. Y por último a los 120 días se origina el segundo mejor rendimiento tanto a concentración de 75% como de 125%.

En base a lo expuesto en el párrafo anterior los rendimientos obtenidos en producción de nuestro estudio de caso fueron por debajo de los realizados por Barraza (2011). Es necesario plantear la siguiente interrogante ¿La aplicación de fertilizantes jugo un papel importante en los posibles bajos rendimientos del cultivo de pepinos en malla sombra?

La planta no demanda la misma cantidad de nutrientes durante todo el ciclo, requiere estos en base a su etapa fenológica y las condiciones ambientales, es por ello la importancia de generar un equilibrio en la importación de fertilizantes de acuerdo a la absorción de la planta (Rincón, 1997). El presente análisis se realizará a partir de la semana 34 donde la planta se encuentra en el llenado de frutos y cosecha. Las diferentes etapas de desarrollo del cultivo pueden tener variación en base al clima y al sistema de producción.

La Figura 1, muestra el consumo de fertilizantes del día 23 de agosto del 2013. Se observa que el consumo por kilogramos de nitrato de calcio fue por 5.5 kg., el fosfato mono amónico (MAP), genero un consumo de 6.5 kg., seguidamente el nitrato de potasio proporcionado en el cultivo fue de 8.5 kg., y por último el nitrato de amonio proporcionado al cultivo fue de 2 kg. El costo generado en el mismo orden fue de: \$51.60, \$141.00, \$150.60 y \$25.25. Es necesario comentar que el día 23 de agosto fue tomado por el hecho de ser el primer día donde la aplicación de los siguientes fertilizantes, nitrato de calcio, fosfato mono amónico (MAP), nitrato de potasio y nitrato de amonio, fue de manera similar en su aplicación diaria.

La Figura 2 muestra el consumo de fertilizantes del día 22 de septiembre del 2013. Se observa que el consumo por kilogramos de nitrato de calcio fue por 5.5 kg., el fosfato mono amónico (MAP) genero un consumo de 6.5 kg., seguidamente el nitrato de potasio proporcionado en el cultivo fue de 8.5 kg., el nitrato de amonio proporcionado al cultivo fue de 2 kg., y finalmente el librex 85 aporto 2.5 kg. El costo generado en el mismo orden fue de: \$51.60, \$141.00, \$150.60, \$25.25 y \$345.00.

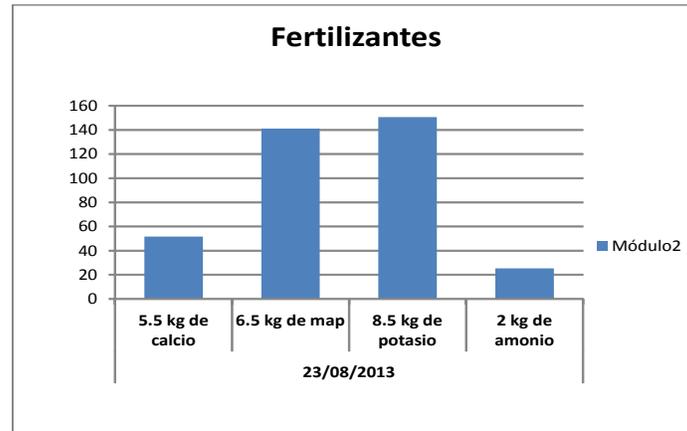


Figura 1. Consumo de fertilizantes del día 23 de agosto del 2013

Se observa que transcurrido un mes, en la etapa de producción, el consumo de fertilizantes es similar, la única variable que refleja la Figura 2 comparada con la Figura 1 es la aplicación del liberex 85. Es importante aclarar que fue el único día en el proceso de producción donde se aplicó este producto.

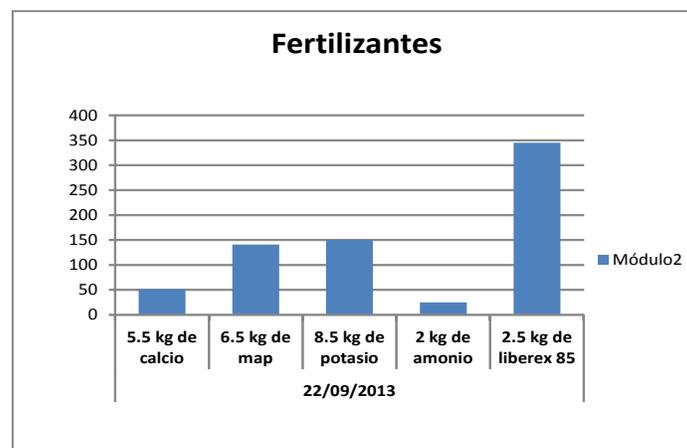


Figura. Consumo de fertilizantes del día 22 de septiembre del 2013

La Figura 3 muestra el consumo de fertilizantes del día 19 de octubre del 2013. La aplicación de nitrato de calcio fue por 5.5 kg., el fosfato mono amónico (MAP) genero un consumo de 6.5 kg., seguidamente el nitrato de potasio proporcionado en el cultivo fue de 8.5 kg., el nitrato de amonio proporcionado al cultivo fue de 2 kg., y finalmente el forzamin CAB aporfo 2.5 litros. El costo generado en el mismo orden fue de: \$51.60, \$141.00, \$150.60, \$25.25 y \$348.00. Se observa que muy cerca del final de la etapa de producción el consumo de fertilizantes es similar, la única variable que refleja la Figura 3 comparada con la Figura 1 es la aplicación del forzamin CAB, mientras que con la Figura 2 es la eliminación de liberex 85 y la aplicación de



forzamin CAB. Es importante aclarar que fue el único día en el proceso de producción donde se aplicó este producto

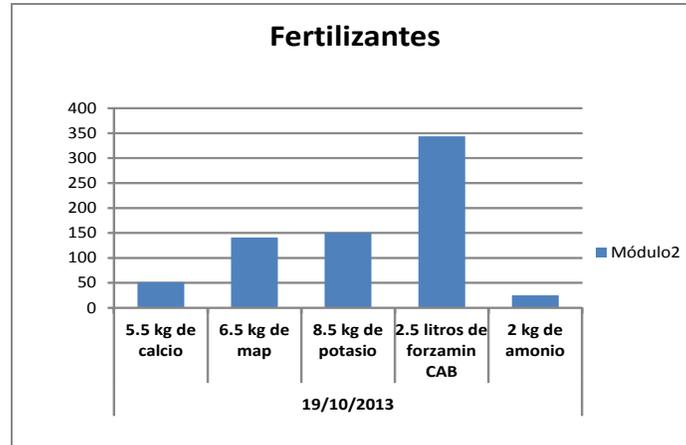


Figura 3. Consumo de fertilizantes del día 19 de octubre del 2013

## Conclusión

El principal aumento de fertilizantes se dio iniciada la cosecha. En la etapa de producción los costos de los siguientes fertilizantes: amonio, fosforo, potasio y calcio; fueron iguales. La constancia en la aplicación de fertilizantes en la etapa de producción nos puede decir que la aplicación de fertilizantes no fue el motivo de los bajos rendimientos en el cultivo de pepinos. Sin embargo, el aumento en la aplicación de fertilizantes después del segundo corte pudiera ser el motivo de los bajos rendimientos.

Para finalizar, se recomienda realizar un análisis individual del total de fertilizantes aplicados en el cultivo de pepinos. El dividir los registros de los costos de acuerdo a las etapas fenológicas del cultivo puede ayudar al mejor análisis en la aplicación de fertilizantes. La adecuada comunicación entre los departamentos involucrados en la toma de decisiones dentro de la empresa nos dará como resultado una mayor productividad.

## Bibliografía

- Barraza, F. (2011). Acumulación de materia seca del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero, *Temas Agrarios*. 17 (2). pp. 18-19.
- Calleja, B.F. (2013). *Costos*. México. Pearson. pp. 1-20.
- Rincón, S. L. (1997). Electrical conductivity methods for measuring and mapping soil salinity. pp. 201-251. In: Sparks, D.L (ed). *Advances in Agronomy*.





## APROVECHAMIENTO DEL ESTIÉRCOL RESIDUAL EN PRODUCCIÓN DE TRITICALE (*Triticosecale Wittmack*) FORRAJERO

Trejo-Escareño, Hl.<sup>1\*</sup>; Salazar-Sosa, E.<sup>2</sup>; Chavarría-Hernández, CZ.<sup>3</sup>; Vázquez-Vázquez, C<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Juárez del estado de Durango. Gómez Palacio, Durango. México.

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón, Coahuila. México.

<sup>3</sup>Universidad Juárez del estado de Durango, estudiante de Doctorado. Gómez Palacio, Durango. México.

\*Autor responsable: idilio72@yahoo.com.mx; Calle Circuito San José Núm. 122, Col. Villas de san Ángel, Torreón, Coahuila. México. CP 27086; Tel. +52(871)-262-7246

### Resumen

Hoy en día la tendencia hacia la producción orgánica es importante y un insumo básico para conseguirla son los abonos orgánicos, los cuales se biodegradan paulatinamente, el objetivo planteado en este trabajo fue conocer el efecto del estiércol residual sobre la producción de triticale, el trabajo se realizó en el campo agrícola experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia. Los factores de estudio fueron variedades (Eronga y AN105) y el estiércol bovino residual de las aplicaciones de primavera (0, 20, 40, 60 y 80 t ha<sup>-1</sup> y un químico de 100-150-00), se estableció bajo un diseño de bloques al azar con arreglo en franjas. Los resultados muestran estadísticamente iguales los tratamientos de estiércol en la producción de forraje verde y para Forraje seco muestra diferencia significativa entre tratamientos de estiércol, siendo mejor el de 40 t ha<sup>-1</sup> de estiércol, con 19.25 t ha<sup>-1</sup> de materia seca. Con respecto al suelo las diferencias estadísticas se presentaron en profundidades del suelo para materia orgánica y potencial hidrógeno, para la variable de nitrógeno inorgánico hay diferencia para los tratamientos de estiércol, donde muestra el más alto contenido en el tratamiento de 80 t ha<sup>-1</sup> y el más bajo se encuentra en el testigo con 22.16 mg kg<sup>-1</sup> y 9.05 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente.

### Palabras clave

Biodegradación; abono orgánico; forraje

### Introducción

El Triticale es un cultivo nuevo y el primer cereal creado por el hombre, producto del cruzamiento artificial entre el Trigo y el Centeno, se adapta mejor que otras gramíneas en áreas con suelos pobres, salinos y suelos ácidos; además, tiene mayor tolerancia a las heladas que el Trigo; cuando se encuentra en desarrollo vegetativo, aunque en un principio este cereal fue destinado para consumo humano, en la actualidad, las mejoras genéticas se dirigen hacia alimentación de ganado (Peña *et al.*, 2002). La Región Lagunera es una de las principales cuencas lecheras de México con 500000 cabezas de ganado bovino lechero, y una producción de estiércol que llega a los 1200000 toneladas por año (Pérez-Cañedo, 2008). Lo anterior ha impactado en la demanda de forrajes, así como de otras fuentes alternativas de alimentos (Salazar *et al.*, 2007). Hoy en día la tendencia hacia la producción orgánica es importante y un



insumo básico para conseguirla son los abonos orgánicos. Los abonos orgánicos no solo mejoran las condiciones físicas del suelo, sino que aportan una cantidad importante de nutrientes y una reducción en los costos de producción (González, 2005). Castellanos (1982), menciona que el estiércol se degrada a una tasa del 50% en el primer año, después de la cosecha del cultivo de primavera-verano, en esta región se siembra algún cultivo forrajero de invierno, por ello el objetivo planteado en este trabajo fue conocer el efecto del estiércol residual sobre la producción de Triticale.

## Materiales y Métodos

El experimento fue realizado en el campo agrícola experimental en la Facultad de Agricultura y Zootecnia, División de Estudios de Posgrado (CAE-FAZ-UJED), ubicado en el km. 28 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, Dgo., en el ejido Venecia, Mpio. De Gómez Palacio, Dgo., en el paralelo 25°46'52" de latitud norte y el meridiano 103°21'04" de longitud oeste (INEGI, 2000) y a una altura de 1110 msnm. Los factores de estudio fueron variedades (Eronga y AN105) y el estiércol bovino residual (0 a 80 t ha<sup>-1</sup> con tratamientos de 20 en 20 y un químico de 100-150-00), el estiércol bovino se aplicó para la siembra de primavera-verano y el Triticale se produce con la residualidad que este deja en el suelo. La distribución de los tratamientos se hizo bajo un diseño de bloques al azar con arreglo en franjas con tres repeticiones, con el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + t_j + \sum_{ij} + \beta_k + \sum_{ik} + (t\beta)_{jk} + \sum_{ijk}$$

### *Establecimiento y conducción*

**Siembra.** La siembra se realizó en el ciclo invierno del 2011, utilizando una densidad de siembra de 120 t ha<sup>-1</sup> (este factor no está en estudio) se utilizó la variedad Eronga y AN105.

**Fertilización.** Para el tratamiento de fertilización química se utilizó Urea y MAP con una dosis de 100-150-0.

**Cosecha.** La cosecha se realizó a los 120 días después de la fecha de siembra cuando el cultivo estaba en embuche y aproximadamente un 10% de floración, cosechando un metro cuadrado por unidad experimental para determinar materia verde y seca y posteriormente extrapolarlas y poder conocer el rendimiento en t ha<sup>-1</sup> de materia seca y verde.

**Variables medidas en la planta.**

- Peso verde (t ha<sup>-1</sup>)
- Peso seco (t ha<sup>-1</sup>)

**Variables medidas en suelo.** Se realizó un muestreo al azar del suelo, con una barrena de caja extrayendo la cantidad de un kilogramo, a profundidades de: 0-7.5, 7.5-15, 15-30, 30-60, 60-90, 90-120, 120-150 cm, con el objetivo de determinar las características químicas mediante análisis en el laboratorio.

- Potencial hidrógeno (pH).
- Materia Orgánica (M.O.).
- Conductividad Eléctrica (C.E.).
- Nitrógeno inorgánico (NO<sub>3</sub>+ NH<sub>4</sub>).



## Resultados y Discusión

### Producción de forraje

El análisis de varianza para la producción de forraje verde (FV) muestra diferencia estadística para los tratamientos de estiércol con una  $Pr > F$  0.0005 y para forraje seco (FS) con una  $Pr > F$  de  $< 0.0001$ , para las variedades no se encontró diferencia estadística. La separación de medias en FV dice que no hay diferencia entre los tratamientos de estiércol pero si hay diferencia con respecto al testigo y al fertilizante químico; siendo más bajo el testigo con  $13.5 \text{ t ha}^{-1}$  de forraje verde y aunque estadísticamente igual a los demás tratamientos de estiércol muestra mayor producción el tratamiento de  $20 \text{ t ha}^{-1}$  de estiércol con  $36.16 \text{ t ha}^{-1}$  de forraje verde (cuadro 1). Los resultados obtenidos son similares a lo reportado por Murillo *et al.*, 2001; quienes concluyeron que el Triticale de invierno tiene un rendimiento promedio de  $35 \text{ t ha}^{-1}$ . El análisis de medias para FS muestra diferencia significativa entre tratamientos de estiércol, el tratamiento de  $40 \text{ t ha}^{-1}$  de estiércol produce  $19.25 \text{ t ha}^{-1}$  de forraje seco siendo esta la mayor producción mientras que el testigo es el que produce menos  $7.75 \text{ t ha}^{-1}$  forraje seco (cuadro 1), los resultados obtenidos son muy superiores a lo reportado por Lozano *et al.*, 2002 quienes obtuvieron  $11.6 \text{ t ha}^{-1}$  en tres cortes, esto se explica por dos factores, el primero de ellos es la adición de materia orgánica al suelo la cual provee de nutrientes a través del ciclo del cultivo. El otro factor importante es el clima de la Comarca Lagunera en invierno el cual es favorable para el desarrollo del cultivo.

Cuadro 1. Medias para forraje verde (FV) y seco (FS) por tratamiento de estiércol, CAE-FAZ-UJED. 2012.

Tratamientos de estiércol ( $\text{t ha}^{-1}$ )	Media FV	Media FS
testigo	13.55c	7.75c
20	36.17 <sup>a</sup>	18.17a
40	35.50 <sup>a</sup>	19.25a
60	32.75 <sup>a</sup>	16.00ab
80	34.17 <sup>a</sup>	18.00a
100-150-00	26.33b	13.16b
DMS	7.84	3.45

### Variables del suelo

Las variables materia orgánica (MO) y pH muestran diferencia estadística solamente para la profundidad de muestreo con una  $Pr > F$  de  $< 0.0001$  y  $Pr > F$  de 0.0095, respectivamente (cuadro 2). La acumulación de materia orgánica en los primeros estratos del suelo se debe a que es ahí donde existe la mayor actividad enzimática (Salazar *et al.*, 2009). El estiércol contiene grandes cantidades de desechos orgánicos de fácil descomposición por lo que la adición al suelo incrementa la actividad biológica y repercute en su fertilidad (Romero, 2002). Por otra parte la descomposición de los abonos orgánicos adicionados ocurre en el primer extracto de suelo y como producto libera muchos iones los cuales tienden a incrementar el pH en el suelo. Álvarez-Sánchez *et al.*, (2006) concluyeron que los suelos con abonos orgánicos el pH se incrementa. Jiménez *et al.*, (2004) también concluyen que el pH se incrementa en suelos estercolados. Variedad y tratamientos de estiércol no exhibe diferencia. El análisis de varianza para la C.E. no muestra diferencia estadística en ninguna variable, tal vez, debido a que el cultivo de Triticale tiene la capacidad de extraer sales además de que éstas están distribuidas en el perfil del suelo (cuadro 2).



Cuadro 2. Valores medios para MO, pH, C.E.y Nitrógeno orgánico (NO) en las profundidades de muestreo,CAE-FAZ-UJED. 2012.

Profundidad (cm)	Medias			
	Materia orgánica (%)	pH	C.E. (dSm <sup>-1</sup> )	NO (mg kg <sup>-1</sup> )
0 - 7.5	3.54 a	7.56 a	2.0039 a	17.13 a
7.5 – 15	3.204 b	7.49 ab	1.831 a	16.07 a
15 – 30	2.841 c	7.43 abc	1.975 a	15.54 a
30 – 60	2.148 d	7.38 bcd	2.221 a	12.33 a
60 – 90	1.620 e	7.37 bcd	2.145 a	10.30 b
90 – 120	1.281 ef	7.32 cd	2.091 a	8.82 b
120 – 150	1.403 f	7.26 d	2.046 a	9.06 b
DMS	0.28	0.14	0.61	6.57

*Nitrógeno inorgánico (nitrato + amonio)*

El análisis de varianza y la separación de medias indica que para las variedades no hay diferencia estadística, pero si hay diferencia para los tratamientos de estiércol, donde muestra el más alto contenido en el tratamiento de 80 t ha<sup>-1</sup> y el más bajo se encuentra en el testigo con 22.16 y 9.05 mgkg<sup>-1</sup> respectivamente (figura 1), para la profundidad indica que hay diferencia estadística siendo mayor la concentración a menor profundidad (cuadro 2). La presencia de nitrógeno inorgánico en los tratamientos con mayor aplicación de estiércol son fácilmente explicados por la mineralización del nitrógeno orgánico presente en el estiércol y bajo las condiciones de temperatura y climas prevaletientes a mayor cantidad de abono se presentó mayor cantidad de nitrógeno inorgánico. Ortega y Mardones, 2005. Encontraron una media de 19.3 mg kg<sup>-1</sup> en una evaluación de mineralización in situ con dosis de 40 a 240 kg de nitrógeno, según Castellanos, 1982 el 50% de estiércol se biodegrada en un año.

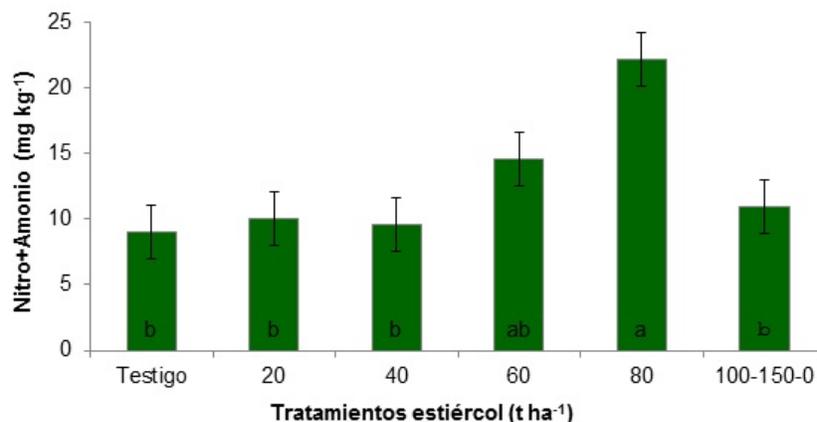


Figura 1. Contenido de nitrógeno inorgánico en el suelo de acuerdo a los tratamientos de estiércol aplicado, CAE-FAZ-UJED, 2012.



## Conclusiones

La concentración de materia orgánica fue mayor en los primeros 30 cm de superficie ya que es donde se encuentra la mayor mineralización. La producción de Triticale es mejor cuando se adicionan 40 t ha<sup>-1</sup> de estiércol. La concentración de nitrógeno orgánico varía dependiendo de la concentración de estiércol aplicado. Las variedades de Triticale estudiado indican que no hay diferencia significativa por lo que se concluye que el estiércol residual puede ser aprovechado por las dos variedades con buenos resultados.

## Bibliografía

- Álvarez-Sánchez E., A. Vázquez-Alarcón, J. Z. Castellanos y J. Cueto-Wong. 2006. Efectividad biológica de abonos orgánicos en el crecimiento de trigo. *Terra Latinoamericana* 24: 261-268.
- Castellanos J. Z. 1982. La importancia de las condiciones físicas del suelo y su mejoramiento en la aplicación de estiércoles. *Seminario Tec.* Vol. 7.
- Gonzales-Chávez Ma. C. Á. 2005. Recuperación de suelos contaminados con metales pesados utilizando plantas y microorganismos rizostericos, revista *Terra Latinoamericana*, vol. 23(1): 29-38.
- INEGI 2000. Carta topográfica G13-9, clave de zona 13R, escala, 1:250 000, Torreón, Coahuila.
- Jiménez L. Larreal M. y Noguera N., 2004. Efectos del estiércol bovino sobre algunas propiedades químicas de un Ultisol degradado en el área de la Machiques Colón, estado Zulia. *Rev. Fac. Agron.* 21:311-321.
- Murillo Amador Bernardo, Escobar H. Arturo, Mancillas F. Homero y Lara Parga Roberto 2001. Rendimiento de grano y forraje de líneas de Triticale y centeno en Baja California sur México. Vol. 24 (2) 145-153
- Ortega V. R. y R. Mardones O. 2005. Variabilidad espacial de la mineralización del nitrógeno en un suelo volcánico en la provincia de Nube, VIII región, Chile, *agri.tec.chile* 65:221:231.
- Romero Espinoza Eduardo Javier 2002. Aplicación de ácido sulfúrico abono orgánico e inorgánico, sus efectos en el suelo y en la aplicación del maíz (sea maíz I) semana Internacional de Agronomía 14:18-27.
- Salazar Sosa E., H. I. Trejo Escareño, C. Vázquez Vázquez, J.D. López Martínez, R. Zúñiga Tarango, J. Amado Álvarez, 2009. Distribución de Nitrógeno disponible en el suelo abonado con estiércol bovino en maíz forrajero. *Terra Latinoamericana.* 27: 373-382
- Pérez-Cañedo F. 2008. El Siglo de Torreón. Produce la Región la mitad del Estiércol de Vaca en México. 29 de Julio de 2008. Torreón, Coahuila, México.
- Peña-Turruella E., M. Carrión-Ramírez, F. Martínez, A. Rodríguez-Nodals y N. Companioni-Concepción. 2012. Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Ed. INIFAT- Grupo Nacional de Agricultura Urbana Calle 1 esq. 2, Santiago de las Vegas, Ciudad de La Habana, Cuba
- Salazar Sosa E., H. I. Trejo Escareño, C. Vázquez Vázquez, J.D. López Martínez, 2007. Producción de maíz bajo riego por cintilla con aplicación de estiércol bovino. *Revista Internacional de botánica experimental IYTON.* México, 27:373-382.
- Zamora V. V.M., A. J. Lozano del R., A. López B., M. H. Reyes V., H. Díaz S., J. M. Martínez R., J. M. Fuentes R. 2002. Clasificación de Triticales forrajeros por rendimiento de materia seca y calidad nutritiva en dos localidades de Coahuila. *Tec. Pec. Mex* 2002, 40(3):229-243.





## CONSTRUCCIÓN DE UN ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD AGROECOLÓGICA PARA ZONAS ÁRIDAS A PARTIR DE INDICADORES DE CLIMA, AGUA Y SUELO

Troyo-Diéguez, E.<sup>1\*</sup>; Álvarez-Morales, Y.<sup>1</sup>; Nieto-Garibay, A.<sup>1</sup>; Beltrán-Morales, F.A.<sup>2</sup>; Murillo-Amador, B.<sup>1</sup>; Cruz-Falcón, A.<sup>1</sup>; Navejas-Jiménez, J.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, Baja California Sur. México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Baja California Sur. Depto. de Agronomía. La Paz, Baja California Sur. México.

<sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Cd. Constitución, B.C.S. México.

\*Autor responsable: etroyo04@cibnor.mx; Calle Instituto Politécnico Nacional Núm. 195, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, Baja California Sur. México. CP 23096; Tel. +52(612)-123-8484 ext. 3442.

### Resumen

En Baja California Sur, México, la agricultura consume 80% del agua disponible, causando sobreexplotación de los acuíferos, afectando su disponibilidad y ocasionando deterioro ambiental, por lo cual, el control del agua y suelo es trascendental para su uso sostenible. En este trabajo se realizó un diagnóstico de la sustentabilidad agroecológica en tres regiones agrícolas de B.C.S., Valle de Santo Domingo (VSD), Valle del Vizcaíno-Guerrero Negro (VVGN) y Cuenca Agrícola de La Paz (CALAP), basado en indicadores de los factores clima (FC), agua (FA) y suelo (FS), determinando sus valores y el Índice de Sustentabilidad Agroecológica (ISAE). Se seleccionaron 22 indicadores de sustentabilidad; cinco correspondieron al FC, siete al FA y diez al FS. Para el FC, solamente dos indicadores (temperatura media y posibilidad de heladas) alcanzaron puntuación favorable ( $\geq 6$ , en escala de 0 a 10) por lo que FC resultó deficiente en las regiones evaluadas. El FA alcanzó condición aceptable en las tres zonas ( $\geq 6$ ), aunque sus valores se ubicaron en el límite inferior (definido en 6) de tal condición y con un indicador (presencia de contaminantes peligrosos) evidenciando valores aún menores. El FS en VSD y CALAP fue calificado como aceptable mientras que en el VVGN fue deficiente. El mayor ISAE lo mostró el VSD, sin embargo, sus condiciones climáticas son limitantes para que alcance un valor del ISAE más cercano al ideal (ISAE=1). El VVGN obtuvo un ISAE intermedio, con indicadores de agua y clima deficientes, mientras que el ISAE en la CALAP la ubicó en la posición menor entre las regiones.

### Palabras clave

Agricultura de zona árida; indicadores ambientales; índice de sustentabilidad

### Introducción

El diagnóstico del estado actual de la agricultura y la determinación de los requerimientos, insumos y recursos disponibles, son indispensables para una adecuada planeación del sector agrícola. Los principales insumos o recursos que demanda la agricultura, además del recurso humano, son el agua, suelo, energía y nutrientes, recursos fundamentales que engloban un



tema de carácter interdisciplinario (Nicholls y Altieri, 2002). El desarrollo agrícola involucra la administración de recursos adicionales al cultivo y afecta aspectos de la vida social humana, más allá del incremento de la producción (Gliessman, 1998). Existen diversos métodos para detectar los factores y variables que inciden en la sostenibilidad de la agricultura, sin embargo, deben adaptarse en cada región. Una manera de diagnosticar el estado del sistema agrícola es la construcción de indicadores de sustentabilidad, los cuales permiten conocer las necesidades de manejo de cada sistema, con miras a mantener o mejorar la productividad, reducir riesgos e incertidumbre, aumentar los servicios ecológicos y socioeconómicos y prevenir la degradación de los recursos (Nicholls y Altieri, 2002). El cambio climático global ha causado preocupación ya que variables climáticas como la precipitación y temperatura, serán severamente afectadas e impactarán la producción agrícola (Cline, 2007). En zonas áridas se esperan más sequías y calor excesivo, que limitan el crecimiento de los cultivos (Doering *et al.*, 2002). Así como en otras actividades, la agricultura debe demostrar su factibilidad técnica, su viabilidad económica y ser sometida a análisis de sustentabilidad. Los indicadores de sustentabilidad facilitan una valoración de la actividad y muestran los puntos fuertes y débiles de cada sistema de producción (Fischer *et al.*, 2002). Este trabajo está dirigido al diagnóstico de la sustentabilidad agroecológica en tres regiones de B.C.S., basado en indicadores de clima, agua y suelo.

## **Materiales y Métodos**

### *Área de Estudio*

Se partió del mapa de delimitación de microrregiones, que elaboró el Gobierno de Baja California Sur (Gov. de B.C.S., 2005). De acuerdo con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) de México, las microrregiones (mr) en B.C.S. con mayor intensidad de actividades agrícolas, son la 14 (Valle de Santo Domingo), 23 (Norte), 10 (La Paz) y 3 (San José del Cabo) (SIAP, 2012). Las cuencas consideradas fueron el Valle del Vizcaíno-Guerrero Negro (VVGNG) de la mr 23 y el Valle de Santo Domingo (VSD) en la mr 14, de las cuales se utilizaron parámetros indicadores de la sustentabilidad agroecológica que fueron clasificados por su condición o estado (óptimo, aceptable, deficiente, crítico o nulo) (Cuadro 1) como referencia para comparar el estado en que se encuentra la Cuenca Agrícola de La Paz (CALAP), mr 10. La lista de indicadores se detalla en los cuadros 2, 3 y 4, los cuales se seleccionaron según la disponibilidad de datos, sensibilidad a cambios temporales y a la factibilidad de ser cuantificados. En la CALAP el estudio inició con un diagnóstico de 5 Ejidos.

### **OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS FACTORES CLIMA, AGUA Y SUELO**

Para la caracterización de cada uno de los factores en de las zonas de estudio se realizó:

- I. Análisis de datos climáticos: Sistematización de datos de temperatura, precipitación y otras variables del clima.
- II. Análisis de datos de campo: Datos de calidad del agua (Cuadro 3) y propiedades del suelo (Cuadro 4).

### *Análisis químico de agua*

Para CALAP se seleccionaron 5 ejidos (El Centenario, Chametla, El Carrizal, Álvaro Obregón y San Pedro), donde se tomó una muestra de agua de 0.5 L en 50 pozos seleccionados (10



pozos por ejido) para la determinación de parámetros de calidad en el Laboratorio de Análisis del Agua del CIBNOR. Se analizó el pH, CE ( $\text{dS m}^{-1}$ ), dureza total ( $\text{mg L}^{-1}$ ), cloruros ( $\text{mg L}^{-1}$ ), SDT ( $\text{mg L}^{-1}$ ), salinidad ( $\text{mg L}^{-1}$ ) y  $\text{SO}_4^-$  ( $\text{mg L}^{-1}$ ) (Cuadro 3). Para VVGN y VSD se tomaron datos de reportes disponibles (Cuadro 3).

#### *Estudio fisicoquímico de suelo*

Para CALAP se consideraron los ejidos mencionados anteriormente, donde se tomaron 50 muestras de suelo (200 g de suelo seco por muestra) a 30 cm de profundidad en 10 ranchos de cada ejido; se tomó una muestra por finca en un punto de la parcela visualmente representativo. Las muestras se analizaron según la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2001). Se determinó CE ( $\text{dS m}^{-1}$ ), densidad aparente ( $\text{g cm}^{-3}$ ), MO (%), pH, textura y contenido nutrimental. Para VVGN y VSD se tomaron datos de reportes disponibles (Cuadro 4).

#### *Determinación de indicadores de sustentabilidad a partir del método MESMIS*

Los indicadores de sustentabilidad se construyeron a partir de las características típicas de agroecosistemas sustentables; para la implementación de los indicadores, se seleccionó el método MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales mediante Indicadores de Sustentabilidad; Masera *et al.*, 2000). Para cada indicador se calculó el nivel de desempeño (ND) con la siguiente ecuación:

$$\text{ND} = (V - V_{\text{mín}}) / (V_{\text{máx}} - V_{\text{mín}}) * 100, \text{ donde:}$$

ND: Nivel de desempeño del indicador; V: Valor medido del indicador;  $V_{\text{máx}}$ : Valor máximo del indicador;  $V_{\text{mín}}$ : Valor mínimo del indicador

Los valores obtenidos se transformaron a una escala propuesta de 10 puntos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Propuesta de intervalos de valores para la interpretación de indicadores de sustentabilidad.

Clasificación	Ejemplo de Intervalo	Valoración (puntos)
Óptimo	0.80 a 1.00	[8.0 a 10.0]
Aceptable	0.60 a 0.79	[6.0 a 8.0]
Deficiente	0.40 a 0.59	[4.0 a 6.0]
Crítico	0.10 a 0.39	[2.0 a 4.0]
Caso de falla (pérdida total) ó nulidad	0.0	[0.0 a 2.0]

#### *Determinación del ISAE (Índice de Sustentabilidad Agroecológica)*

El análisis de la condición agro-ambiental en B.C.S. se basó en el Índice de Sustentabilidad Agro-Ecológica (ISAE), que se propone regiones semiáridas. ISAE se calcula a partir de tres factores con sus indicadores: factores clima (FC), agua (FA) y suelo (FS), con la expresión:  $\text{ISAE} = K_{\text{pc}} * \text{FC} + K_{\text{pa}} * \text{FA} + K_{\text{ps}} * \text{FS}$ , donde:  $\text{FC} = [\sum(\text{IC})] / 50$ ;  $\text{FA} = [\sum(\text{IA})] / 70$ ;  $\text{FS} = [\sum(\text{IS})] / 100$ . IC, IA, IS : Indicadores de los factores Clima, Agua y Suelo.  $K_{\text{pc}}$ ,  $K_{\text{pa}}$  y  $K_{\text{ps}}$  son los coeficientes de ponderación para los factores clima, agua y suelo, respectivamente.

## Resultados y Discusión

Para el análisis de tres regiones en BCS se seleccionaron 22 indicadores de sustentabilidad; cinco del FC, siete del FA y diez del FS (cuadros 2, 3 y 4). El FC mostró valores muy bajos en las 3 regiones; aunque el VVGN posee condiciones de temperatura favorables para la agricultura, su ubicación lo hace vulnerable a huracanes y vientos. Para FA, el VSD obtuvo el valor mayor (0.81), en tanto que VVGN y CALAP alcanzaron una condición aceptable (0.74 y



0.60). Para el FS, el máximo valor (0.65) se observó para VSD, sugiriendo condiciones aceptables; en CALAP el valor fue de 0.63, lo que sugiere una condición aceptable (Cuadro 4).

**Determinación del ISAE para tres regiones agrícolas de B.C.S**

Para el cálculo del índice ISAE, los valores estimados para los coeficientes Kpi, fueron 0.23, 0.32 y 0.45, para FC, FA y FS, respectivamente, cuya suma es igual a la unidad. A partir de la información capturada y analizada, se obtuvieron los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} \text{ISAE VVGN} &= 0.23 \cdot 0.56 + 0.32 \cdot 0.74 + 0.45 \cdot 0.57 = 0.62 \\ \text{ISAE VSD} &= 0.23 \cdot 0.48 + 0.32 \cdot 0.81 + 0.45 \cdot 0.65 = 0.66 \\ \text{ISAE CALAP} &= 0.23 \cdot 0.54 + 0.32 \cdot 0.60 + 0.45 \cdot 0.63 = 0.60 \end{aligned}$$

El mayor ISAE (0.66) lo mostró el VSD, principal región productora de B.C.S., en tanto que CALAP, que sostiene la capital del estado de B.C.S., alcanzó el menor valor (0.60).

**Cuadro 2. Selección y ponderación de indicadores para el factor clima (FC), en tres cuencas de BCS.**

Indicadores del Factor Clima (FC)	VVGN <sup>@&amp;†</sup>	VSD <sup>&amp;‡</sup>	CALAP <sup>‡#</sup>
		Puntos	
1. Temperatura media (°C) <sup>¶</sup> : 17 a 22 (10 puntos); 14<t<17, 22<t<25 (6 pts); t<14 ó >25 (2)	10	6	2
2. PP anual <sup>†±</sup> : pp > 400 mm (10 puntos); 250 a 400 mm (7 puntos); pp<250 mm (4 pts)	4	4	4
3. Ocurrencia de sequías <sup>†±</sup> : de dos meses (10 puntos); 3 a 6 meses (7 pts); 7 meses (4 pts)	4	4	4
4. Posibilidad de heladas <sup>&amp;‡</sup> : Muy baja (10 puntos); baja (6 puntos); alta probabilidad (1 pt)	6	6	10
5. Riesgo de huracanes o por viento <sup>±§</sup> : Muy bajo (10 pts); bajo (7 pts); probabilidad alta (4)	4	4	7
Máximo Favorable (Suma Superior) = 50 puntos	28/50 =	24/50 =	27/50 =
Mínimo Desfavorable (Suma Inferior) = 15 puntos	0.56	0.48	0.54

Fuente: <sup>@</sup>Chávez-López, 2010a; <sup>&</sup>SMN-CONAGUA, 2012; <sup>†</sup>Troyo-Diéguez *et al.*, 2009; <sup>‡</sup>Díaz-Castro, 2010. <sup>#</sup>Elaboración propia. <sup>¶</sup>En: grInfo.in, 2011; <sup>±</sup>Salinas-Zavala *et al.*, 1990; <sup>§</sup>Meza-Sánchez y Reygadas-Prado, 2001. VVGN: Valle del Vizcaíno-Guerrero Negro; VSD: Valle de Sto Domingo; CALAP: Cuenca Agrícola de La Paz, BCS.

**Cuadro 3. Selección y ponderación de indicadores para el factor agua (FA), en tres cuencas de BCS.**

Indicadores del Factor Agua (FA)	VVGN <sup>@</sup>	VSD <sup>&amp;‡</sup>	CALAP <sup>‡</sup>
		Puntos	
1. Seguridad en la disponibilidad del agua; mayoría de usuarios con concesión <sup>§</sup> a) Para 10 años o más (10 puntos); b) menos de 10 años (5); c) sin concesión (0)	10	10	6
2. pH del agua de riego <sup>±§</sup> : entre 6 y 8 (10 pts); de 5 a 6 ó de 8 a 9 (7 pts); pH< 5 ó >9 (4 pts)	7	10	7
3. CE del agua de riego, mmhos cm <sup>-1</sup> o dS m <sup>-1</sup> <sup>†±§</sup> CE menor de 1.0 (10 puntos); de 1 a 2 (8 puntos); de 2 a 3 (6 pts); CE > 3 (4 pts)	6	8	6
4. SDT (sólidos disueltos totales), mg L <sup>-1</sup> <sup>¶±</sup> 0 a 1000 (10 puntos); 1000 a 2000 (8 pts); 2000 a 3000 (6 pts); SDT > 3000 (4 pts)	8	8	6
5. Dureza, mg L <sup>-1</sup> <sup>¶</sup> : 0 a 250 (10 pts); 250 a 500 (8 pts); 500 a 750 (6 pts); > 750 (4 pts)	8	8	6
6. Presencia de aniones indicadores de salinidad Cl <sup>-1</sup> + SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , mg L <sup>-1</sup> <sup>¶§</sup> 0 a 250 (10 puntos); 250 a 500 (8 puntos); 500 a 750 (6 puntos); d) > 750 (4 pts)	8	8	6
7. Presencia de contaminantes peligrosos (plaguicidas, metales pesados) <sup>†</sup> a) Concentración < a la NOM <sup>†</sup> (10 puntos); b) Desconocida (5 pts); c) Conc > NOM (0 pts)	5	5	5
Máximo favorable (suma superior)=70 puntos; Mínimo desfavorable (suma inferior) = 20 pts	52/70=0.74	57/70=0.81	42/70=0.60



Fuente: <sup>®</sup>Chávez-López, 2010b; <sup>&</sup>Cardona *et al.*, 2004; <sup>¶</sup>Richards, 1954; <sup>‡</sup>Ayers y Westcot, 1987; <sup>#</sup>Elaboración propia; <sup>°</sup>Wurl *et al.*, 2011; <sup>§</sup>CONAGUA, 2012; <sup>§</sup>Mercado-M. *et al.*, 2011; <sup>\*</sup>Meza-S. y Reygadas-P., 2001; SEMARNAT, 2000, 2001, 2003, 2004. NOM-021-SEMARNAT-2000; NOM-023-SEMARNAT-2001; NOM-138SEMARNAT/SS-2003; NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004. SSA, 1994. NOM-127-SSA1-1994

Cuadro 4. Selección y ponderación de indicadores del factor suelo (FS) para uso agrícola en B.C.S.

Indicadores del Factor Suelo (FS)	VVGN <sup>#</sup>	VSD <sup>§</sup>	CALAP <sup>#</sup>
1. Estructura: Floculada (10 puntos); parcialmente alterada (6 puntos); defloculada (2 puntos)	6	6	6
2. Capacidad de retención de humedad: Óptima (10 puntos); media (7 pts); muy baja (4 pts)	4	7	7
3. Textura: Limo arenosa o franca (10 puntos); arenosa (7 puntos); arcillosa (4 puntos)	7	4	7
4. pH del extracto de saturación <sup>¶±</sup> : De 6 a 8 (10 pts); 5 a 6 ó de 8 a 9 (7 pts); pH<5 ó > 9 (4)	7	10	7
5. CE del extracto saturado <sup>¶±</sup> : < 1.0 (10 puntos); de 1.0 a 2.0 (8); de 2.0 a 3.0 (6); > 3.0 (4)	6	8	6
6. Densidad aparente, g mL <sup>-1</sup> : Baja, < 1.5 (10 pts); media, 1.5 a 2 (8); alta a muy alta, > 2 (6)	8	8	8
7. Contenido de materia orgánica: Más de 1.75% (10 pts); 0.75 a 1.75% (7 pts); < 0.75% (5)	5	5	5
8. Contenido de fósforo disponible: Medio a alto (10 puntos); bajo o nulo (5 puntos)	5	5	5
9. Contenido de N-NO <sub>3</sub> : Medio a alto (10 puntos); bajo o nulo (5 puntos)	5	5	5
10. Cationes CIC, mg/Kg de suelo <sup>¶±</sup> : 100 a 1500 (10); 1500 a 3500 (7); < 100 (4); > 3500 (1)	4	7	7

Máximo favorable (suma superior)=100 puntos; Mínimo desfavorable (suma inferior)=40 pts  $57/100=0.5765/100=0.6563/100=0.63$

Fuente: <sup>¶</sup>Richards, 1954; <sup>‡</sup>Ayers y Westcot, 1987; <sup>§</sup>Mercado-Mancera *et al.*, 2011; <sup>#</sup>Elaboración propia.

## Conclusiones

Para el factor clima (FC), dos cuencas alcanzaron puntuación ligeramente favorable, aunque resultó deficiente en las regiones evaluadas. El FA alcanzó la condición de aceptable en las tres zonas, pero en el límite de dicha condición. Los suelos del VSD y CALAP se valoraron como aceptables mientras que en el VVGN fueron deficientes, según el esquema aplicado.

## Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero del Fondo Sectorial SEP-CONACYT (Inv. Básica) CB-2009-01 (proyecto 000134460) y al personal del Laboratorio de Suelos de CIBNOR, S.C.

## Bibliografía

- Ayers, R. S y D. W. Westcot. 1987. La calidad del agua en la agricultura. Riego y Drenaje 29. FAO. Roma. pp. 7-12.
- Cardona, A., J. J. Carrillo-Rivera, R. Huizar-Álvarez and E. Graniel-Castro. 2004. Salinization in coastal aquifers of arid zones: an example from Santo Domingo, Baja California Sur, Mexico. *Environm. Geology*, 45(3): 350-366.
- Chávez-López, S. 2010a. Hidrología de la Reserva de la Biosfera de El Vizcaíno, B.C.S. En: Beltrán Morales, L. F.; Chávez López, S. y Ortega-Rubio A. Valoración Hidrosocial en la Reserva de la Biosfera del Vizcaíno, BCS.; México. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México 23090. 218 p.
- Chávez-López, S. 2010b. Calidad de Agua en la Reserva de la Biosfera de el Vizcaíno, B.C.S. En: Beltrán Morales, L. F.; Chávez López, S. y Ortega-R. A. Valoración Hidrosocial en la Reserva de la Biosfera del Vizcaíno, BCS.; México. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC. La Paz, BCS., México, 23090. 218p.



- Cline, W.R. 2007. Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country. Center for Global Development. 1776 Massachusetts Avenue, NW, Third floor. Washington, DC, 20036 USA. 201 p.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2012. Registro Público de Derechos de Agua (REPGA). En línea.- <http://www.conagua.gob.mx/Repda.aspx?n1=5&n2=37&n3=115>. Fecha de consulta: 01-VI-2012.
- Doering, O. C., J. Randolph and R. A. Pfeifer. 2002. Effects of Climate Change and Variability on Agricultural Production Systems. Kluwer Academic Publishers. Norwell, Massachusetts, 02061 USA. 277 p.
- Gliessman, S. R. 1998. Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. Ann Arbor Press, Michigan.
- Masera, O., M. Astier y S. López. 2000. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A.C. Mundi-Prensa México, SA de CV. México.
- Mercado-Mancera, G., E. Troyo-Diéguez, A. Aguirre-G., B. Murillo-A., M. S. Trasviña-C., L. F. Beltrán y J. L. García. 2011. Variables edafoclimáticas asociadas a la desertificación. *Trop. and Subtrop. Agroecosyst.* 13(2): 133-145.
- Nicholls, C. y M. Altieri, 2002. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* No. 65 p . 50 - 64.
- Richards, L. A. (Ed). 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Handbook 60. USDA. USA. 160 p.
- Wurl, J., M. A. Imaz-L., A. Breceda-Solís, E. Troyo-Diéguez, A. R. Valdez y B. Murillo-Amador. 2011. El problema del agua en zonas áridas: dos ejemplos de B.C.S., Méx. pp 91-110. En: Frutos-B., L. y Castorena-D., L. (eds). *Uso y gestión del agua en las zonas semiáridas: el caso Murcia (España) y B.C.S. (México)*. Univ. de Murcia.





## USO DE BIOFERTILIZANTES PARA LA PRODUCCIÓN SUSTENTABLE DE MAÍZ DE TEMPORAL, EN EL TRÓPICO DE MORELOS.

Trujillo Campos, A. <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> INIFAP-Campo Experimental “Zacatepec”, Zacatepec, Morelos, México.

\* Autor responsable: [trujillo.alberto@inifap.gob.mx](mailto:trujillo.alberto@inifap.gob.mx), Km 0.5 Carretera Zacatepec-Galeana, Col. Centro, Zacatepec, Morelos, México. CP 62780, Tel.: +52 (734)-343-0230.

### Resumen

En el ciclo primavera-verano de 2012 se estableció un lote experimental para evaluar la interacción de la aplicación de los biofertilizantes: *Azospirillum brasilensis* + *Glomus intraradices*, con el 100, 75, 50, 25 y 0 % de la fertilización química recomendada (120N-70P-60K), sobre el rendimiento de maíz de temporal en el trópico de Morelos. Los tratamientos se aleatorizaron en un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones. A los datos registrados se les aplicó el análisis de varianza y la prueba de diferencia mínima significativa al nivel de 0.05. Estadísticamente los tratamientos con menor cantidad de fertilización química (50, 25 y 0%) presentaron menor precocidad, menor porte vegetativo, menor calificación en aspecto de planta y mazorca, mayor porcentaje de mazorcas con mala cobertura, de plantas acamadas y de pudrición de mazorca, menor tamaño de mazorca y grano; así como menor rendimiento. El rendimiento promedio fue de 4.504 toneladas por hectárea al 14% de humedad; con valor máximo y mínimo de 6.681 a 1.614 toneladas, respectivamente. Los tratamientos con mayor rendimiento fueron 100%FQR+BIOF., 100%FQR+0 y 75%FQR+BIOF. El análisis económico nos muestra en la relación Beneficio/Costo que a mayor porcentaje de fertilización química aplicada, mayor es el beneficio económico; salvo en los tratamientos que no incluyen fertilizante químico, donde el beneficio resultante es negativo (pérdida). Los tratamientos con 100 y 75% de la fertilización química recomendada presentaron la mayor rentabilidad, resaltando el tratamiento 75%FQR+BIOF., que se ubica en los mayores valores de rentabilidad y requiere de menor inversión por parte del productor.

### Palabras clave

Sustentabilidad; Biofertilizantes; Maíz; Rentabilidad.

### Introducción

Los biofertilizantes se desarrollaron como una alternativa al uso de fertilizantes químicos en la agricultura nacional, orientada al empleo de inoculantes a base de microorganismos (hongos, bacterias, algas, etc.) benéficos del suelo para favorecer la nutrición y desarrollo de las plantas cultivadas (Aguirre, 2006). En un principio el enfoque fue generar tecnologías más amigables



con el medio ambiente, al reducir la aplicación de productos químicos; aunque actualmente los altos costos de los fertilizantes químicos han obligado a los productores a reducir su uso y buscar otras alternativas de nutrición para sus cultivos (Trujillo, 2014 y Vergara, 2008).

En diferentes regiones agrícolas del país se ha evaluado a nivel experimental el uso de fertilizantes químicos en interacción con biofertilizantes, inoculando semilla y/o zona radicular de diferentes especies agrícolas; en general, los resultados indican que con la aplicación de biofertilizantes se obtiene mayor rendimiento del cultivo, mayor calidad del producto y/o menor costo de producción por unidad de superficie (Aguirre, 2006 e Irizar *et al*, 2003).

El maíz es el cultivo de mayor importancia en México y en el estado de Morelos: por superficie cultivada, valor de la producción y agricultores que se dedican a su producción; se cultiva en diferentes regiones ecológicas e implica diferentes estratos sociales y tecnológicos (Trujillo, 2014). Durante el ciclo primavera-verano de 2011 se cultivaron 26,090 hectáreas, superficie que equivale al 34% del total agrícola cultivado, de las cuales se obtuvo un rendimiento promedio de 3.090 ton/ha, dedicándose a esta labor más de 15,000 agricultores ([www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx)). El estado de Morelos presenta un mosaico de condiciones ambientales, que ha originado en cuanto al cultivo de maíz diferenciar dos zonas ecológicas: la parte alta o fría; y, la parte baja o cálida, la cual comprende la zona sur del Estado, con alturas de 700 a 1,400 msnm; temperatura media anual de 24.5 °C; precipitación de 800-900 mm anuales y corresponde a la zona ecológica de Trópico seco (Trujillo, 2014).

## Materiales y Métodos

En el ciclo primavera-verano de 2012, bajo condiciones de temporal, se estableció un lote experimental con la finalidad de evaluar la interacción de la aplicación de los biofertilizantes *Azospirillum brasilensis* + *Glomus intrarradices*, en combinación con el 100, 75, 50, 25 y 0 % de

Cuadro 1. Tratamientos de Biofertilizantes<sup>1</sup>-Fertilización química evaluados en la región ecológica de Trópico seco (parte baja) del Estado de Morelos. Zacatepec, Mor. 2012 BT.

TRATAMIENTO	INTERACCIÓN – DESCRIPCIÓN	
01	100* + Biofert.**:	120-70-60 + Biofert.
02	100:	120-70-60
03	75 + Biofert.:	90-53-45 + Biofert.
04	75:	90-53-45
05	50 + Biofert.:	60-35-30 + Biofert.
06	50:	60-35-30
07	25 + Biofert.:	30-18-15 + Biofert.
08	25:	30-18-15
09	0 + Biofert.:	0- 0- 0 + Biofert.
10	0:	0- 0- 0

\* % de la Fertilización química recomendada (FQR).



\*\* Biofertilizantes: *Azospirillum brasilense* + *Glomus intrarradices*.

<sup>1</sup> Una dosis por hectárea de biofertilizantes es la mezcla de una bolsa de 380 gramos de **AzoFer** (*Azospirillum brasilense*) y una bolsa de 1 kilogramo de **MicorrizaFer** (*Glomus intrarradices*), con la cantidad suficiente de semilla para cubrir una hectárea.

la fertilización química recomendada, FQR, (120N-70P-60K), sobre el rendimiento del cultivo del maíz bajo condiciones de temporal en la región tropical del estado de Morelos (Cuadro 1).

Los tratamientos se aleatorizaron dentro de un diseño experimental de distribución completamente al azar con cuatro repeticiones; como parcela experimental se utilizaron 6 surcos de 8 metros de longitud separados a 0.8 m; y, como parcela útil se consideraron los cuatro surcos centrales; esto, con una densidad de población de 62,500 plantas por hectárea. Durante el desarrollo del cultivo se tomaron datos de las principales variables agronómicas de planta, mazorca y grano (Cuadro 2).

Cuadro 2. Toma de datos de las principales variables agronómicas de planta, mazorca y grano. Zacatepec, Mor. 2012 BT.

(V <sub>1</sub> )	Peso de mazorca en Kg.
(V <sub>2</sub> )	Materia seca del grano en %
(V <sub>3</sub> )	Relación grano-olote en %
(V <sub>4</sub> )	Número de plantas
(V <sub>5</sub> )	Número de mazorcas
(V <sub>6-1</sub> )	Días a floración masculina
(V <sub>6-2</sub> )	Días a floración femenina
(V <sub>7</sub> )	Altura de planta en m
(V <sub>8</sub> )	Altura de mazorca en m
(V <sub>9</sub> )	Calificación de planta en escala 9-1
(V <sub>10</sub> )	Calificación de mazorca en escala de 9-1
(V <sub>11</sub> )	% de mazorcas con mala cobertura
(V <sub>12</sub> )	% de plantas acamadas
(V <sub>13</sub> )	% de mazorcas podridas
(V <sub>14</sub> )	Densidad de población, en miles
(V <sub>15</sub> )	Rendimiento en ton/ha al 14% de humedad
(V <sub>16</sub> )	Tamaño de mazorca en escala de 3-1
(V <sub>17</sub> )	Tamaño de grano en escala de 3-1

De acuerdo con el paquete tecnológico, generado por el INIFAP-Campo Experimental "Zacatepec", se estableció un Lote Experimental para la evaluación de la interacción Biofertilizantes-Dosis de fertilización química, bajo el Sistema de Labranza Mínima, dentro de



un manejo agronómico integrado del cultivo. Se utilizó el híbrido de maíz H-515, liberado por INIFAP.

El Lote de Evaluación experimental se estableció dentro de las instalaciones del INIFAP-Campo Experimental “Zacatepec”, en la localidad de Zacatepec, municipio de Zacatepec, Morelos, ubicado geográficamente en las coordenadas 18° 39´ 09.3” Norte y 99° 11´ 55.3” Oeste; a una altitud de 920 metros sobre el nivel medio del mar. Esta región del estado de Morelos es representativa de la zona ecológica de Trópico seco.

La fecha de siembra y cosecha fue el 28 de junio y el 16 de noviembre de 2012, respectivamente.

Se aplicó el análisis de varianza correspondiente para todas las variables calificadas y posteriormente se aplicó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al nivel 0.05 de significancia estadística.

## Resultados y Discusión

Estadísticamente los tratamientos con menor cantidad de fertilización química (50, 25 y 0%) presentaron menor precocidad, menor porte vegetativo, menor calificación en aspecto de planta y mazorca, mayor porcentaje de mazorcas con mala cobertura, de plantas acamadas y de pudrición de mazorca, menor tamaño de mazorca y grano; así como menor rendimiento. El rendimiento promedio obtenido fue de 4.516 toneladas de grano por hectárea ajustado a un 14% de humedad; con valor máximo y mínimo de 6.681 a 1.614 toneladas, respectivamente. Los tratamientos con mayor rendimiento fueron 100%FQR +BIOF., 100%FQR +0 y 75%FQR +BIOF, (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados de la evaluación de Biofertilizantes-Fertilización química, bajo condiciones de temporal, en la región de Trópico del estado de Morelos. Zacatepec, Mor. 2012 BT.

No.	TRATAMIENTO	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6-1</sub>	V <sub>6-2</sub>	V <sub>7</sub>	V <sub>8</sub>	V <sub>9</sub>	V <sub>10</sub>	V <sub>11</sub>	V <sub>12</sub>	V <sub>13</sub>	V <sub>14</sub>	V <sub>15</sub>	V <sub>16</sub>	V <sub>17</sub>
1	100 + Biofert.	79.5	75.8	57.3	60.5	2.60	1.22	8.1	8.1	1.0	10.1	1.3	62.109	6.681	2.6	2.5
2	100	75.8	77.8	56.8	60.5	2.55	1.20	8.1	8.0	1.6	5.3	2.1	59.180	6.475	2.6	2.5
3	75 + Biofert.	77.0	79.0	57.3	61.3	2.41	1.19	7.9	8.0	0.0	8.2	2.9	60.156	6.251	2.5	2.5
4	75	76.8	74.5	57.0	61.3	2.46	1.14	8.0	7.8	2.0	6.3	2.3	59.961	5.734	2.5	2.5
5	50 + Biofert.	76.5	71.5	57.8	61.8	2.38	1.14	7.9	7.1	0.4	11.0	1.8	59.766	5.045	2.3	2.5
6	50	77.3	70.8	58.0	62.0	2.39	1.12	7.5	6.9	1.0	15.4	3.3	60.352	4.540	2.2	2.4
7	25 + Biofert.	75.5	70.0	59.8	64.0	2.13	0.99	6.6	6.4	0.7	16.9	4.8	58.984	3.399	1.6	2.4
8	25	75.8	65.0	58.3	62.8	2.11	0.97	6.8	7.0	0.8	29.4	2.3	59.180	3.416	1.6	2.4
9	0 + Biofert.	77.0	63.5	61.8	65.8	1.74	0.70	5.3	5.5	0.4	72.3	4.0	60.156	2.007	1.3	2.2
10	0- 0- 0	75.3	67.0	64.8	68.3	1.52	0.61	5.0	5.4	0.0	65.0	4.4	58.789	1.614	1.2	2.1
	PROMEDIO	76.6	71.5	58.9	62.8	2.23	1.03	7.1	7.0	0.8	24.0	2.9	59.863	4.516	2.0	2.4
	NIVEL DMS 0.05	2.2	4.3	1.6	1.8	0.16	0.09	0.6	0.6	N.S.	21.0	1.8	1.708	0.784	0.3	0.1
	C. V. (%)	2.0	4.2	1.9	2.0	4.9	6.3	5.4	5.9	149	60.6	43.4	2.0	12.1	11.5	3.4



El análisis económico nos muestra en la relación Beneficio/Costo que a mayor porcentaje de fertilización química aplicada, mayor es el beneficio económico; salvo en los tratamientos que no incluyen fertilizante químico, donde el beneficio resultante es negativo, (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis económico de la Interacción Biofertilizantes-Fertilización química en la región de Trópico del estado de Morelos. Zacatepec, Mor. 2012 BT.

No.	TRATAMIENTO	Rendimiento T/ha	Ingreso total \$	Costos/ha	Ingreso neto \$	Relación B/C *
1	100 + BIOF: 120-70-60 + BIOF	6.681	27,392	12,995	14,397	2.11
2	100: 120-70-60	6.475	26,548	12,695	13,853	2.09
3	75 + BIOF: 90-53-45 + BIOF	6.251	25,629	12,013	13,616	2.13
4	75: 90-53-45	5.734	23,509	11,713	11,796	2.01
5	50 + BIOF: 60-35-30 + BIOF	5.045	20,685	11,031	9,654	1.88
6	50: 60-35-30	4.540	18,614	10,731	7,883	1.73
7	25 + BIOF: 30-18-15 + BIOF	3.399	13,936	10,049	3,887	1.39
8	25: 30-18-15	3.416	14,006	9,749	4,257	1.44
9	0 + BIOF: 0- 0- 0 + BIOF	2.007	8,229	9,067	- 838	0.91
10	0: 0- 0- 0	1.614	6,617	8,767	- 2,150	0.75

\* \$ 4,100.00/T.

## Conclusiones

Los tratamientos con 100 y 75% de la fertilización química recomendada presentaron la mayor rentabilidad, resaltando el tratamiento 75%FQR +BIOF., que se ubica en los mayores valores de rentabilidad y requiere de menor inversión por parte del productor

## Bibliografía

- Aguirre M., J. F. 2006. Biofertilizantes microbianos: Experiencias agronómicas del Programa nacional del INIFAP en México. Libro técnico Núm. 2. INIFAP-SAGARPA-CIRPAS. México.
- Irizar G., M.B., *et al.* 2003. Respuesta de cultivos agrícolas a los Biofertilizantes en la región central de México. Agricultura Técnica en México, Vol. 29, Núm. 2. México.
- Trujillo C., A. 2014. Archivo del Programa de Maíz. Informes de Investigación. Inéditos. SAGARPA-INIFAP -CIRPAS-CEZACA. Zacatepec, Mor.; México.
- Vergara A., N. y Morales I., M. 2008. Uso potencial de los Bio-fertilizantes en la producción agrícola de México. Resumen en memoria de XXII Congreso de Fitogenética. SOMEFI. México.



**Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C.**  
**Universidad Autónoma de Ciudad Juárez**  
*“Suelos sin fronteras para impulsar a México”*

**UACJ**

- Volke H., V. 1987. Enfoques para generar tecnología agrícola. Serie Cuadernos de Edafología (11). Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. México.
- Volke H., V., G. Romero H., J. D. Etchevers B. y N. estrella Ch. 1989. Actualización de las recomendaciones de fertilización generadas por agrosistemas, con base en análisis de suelo y clima. Serie Cuadernos de Edafología (13). Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. México.  
<http://www.siap.gob.mx/>





## EFECTO DEL ÁCIDO SALICÍLICO EN LA RAÍZ DE PLÁNTULAS DE MAÍZ

Tucuch-Haas<sup>1</sup>, C.<sup>1\*</sup>; Alcántar-González<sup>2</sup>, G.<sup>2</sup>; Volke-Haller<sup>3</sup>, H.<sup>3</sup>; Salinas-Moreno<sup>4</sup>, Y.<sup>4</sup>; Trejo-Téllez<sup>5</sup>, L.<sup>5</sup> y Larqué-Saavedra<sup>6</sup>, A.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, campus montecillos 1. Texcoco, Edo. México, México

<sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, campus montecillos 2. Texcoco, Edo. México, México

<sup>3</sup>Colegio de Postgraduados, campus montecillos 3. Texcoco, Edo. México, México

<sup>4</sup>Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuario 4. Guadalajara, Jalisco, México

<sup>5</sup>Colegio de Postgraduados, campus montecillos 5. Texcoco, Edo. México, México

<sup>6</sup>Centro de Investigación Científica de Yucatán 6. Mérida, Yucatán, México

\*Autor responsable. Colegio de Postgraduados. Carretera Federal México – Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco CP: 56230, Estado de México, México. [Cesar\\_5204@hotmail.com](mailto:Cesar_5204@hotmail.com) y [tucuch.cesar@colpos.mx](mailto:tucuch.cesar@colpos.mx). Tel. (595) 95 95 20 200, Ext. 102 ó 102

### Resumen

La raíz es el medio de conexión entre la planta y el suelo, donde se encuentran los nutrientes y el agua que utilizan los vegetales para crecer y desarrollarse, lo que lo convierte en un órgano de vital importancia y el centro de atención para numerosas investigaciones enfocadas a estimular su crecimiento. Se ha reportado que el ácido salicílico (AS) es un compuesto que afecta positivamente el incremento radicular de muchas especies de plantas, razón por la cual, en los últimos años, varios trabajos se han enfocado al estudio de esta molécula. En este contexto y con el firme propósito de corroborar si en el cultivo de maíz (*Zea mays*) se aprecia este efecto, se desarrolló un experimento con tres concentraciones de ( $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  y  $10^{-8}$  M) AS en etapa de plántula, bajo un diseño completamente al azar con siete repeticiones, donde se utilizó semillas criollas conocida localmente, en la península de Yucatán, como Xmejen-nal. Las variables evaluadas fueron longitud, peso y volumen de raíz, entre otras, el diámetro del tallo, altura y biomasa fresca total de la planta. Los resultados obtenidos indican que el AS afecta positivamente a la raíz, siendo el mejor tratamiento  $10^{-6}$  M. Esto sugiere al AS como una alternativa en esta gramínea, para el mayor aprovechamiento de los nutrientes y agua del suelo, y por ende para incrementar el rendimiento de grano.

### Palabras clave:

*Zea mays*, gramíneas y biomasa

### Introducción

El ácido salicílico (AS) es un compuesto fenólico, que se encuentra de forma natural en numerosas especies vegetales (Raskin, 1992), que al ser suministrada de forma exógena, en bajas concentraciones y principalmente en etapa de plántula, regula diversos procesos fisiológicos y bioquímicos que afectan el crecimiento y desarrollo de las plantas (Larqué-



Saavedra y Martín-Mex, 2007; Hayat *et al.*, 2010), razón por la cual se le considera una hormona vegetal (Raskin, 1992a). Algunos efectos reportados, de manera general en una gran variedad de plantas, son que induce la resistencia a enfermedades, patógenos y estrés (térmico, hídrico y salino); acelera la germinación y la floración; regula la fotosíntesis y la respiración; e incrementa la biomasa aérea y radicular (Villanueva-Couohet *et al.*, 2009; Martín-Mex, *et al.*, 2013; Martín-Mex, *et al.*, 2012; Hayat *et al.*, 2010; Joseph *et al.*, 2010 y Rivas-San Vicente y Plasencia, 2011).

Particularmente en cultivos de interés agrícola, Vazirimehr y Rigi (2014) (en una revisión hecha con diferentes trabajos realizados sobre esta molécula) reportan que el AS, estimulan el incremento en el contenido de clorofila, flavonoides minerales, área foliar, peso de la planta y; longitud, peso y volumen de la raíz. Entre otros efectos, se ha visto que regula la tasa de fotosíntesis, contenido de agua de las hojas y funciones de la membrana. Dentro de las respuestas observadas, se puede señalar a los cambios en la longitud, peso, perímetro, área y morfología de la raíz (Gutiérrez-coronado *et al.*, 1998; Echeverría-Machado *et al.*, 2007; Villanueva-Couhoet *et al.*, 2009 y Larqué-Saavedra *et al.*, 2010), como los mecanismos más importantes por medio de la cual, el AS ha incrementa la bioproductividad en cultivos como *Lycopersicon esculentum* Mill. (Larqué-Saavedra *et al.*, 2010), *Capsicum annuum* (Elwan y El-Hamahmy, 2009 y Sánchez-chávez., 2011), *Carica papaya* (Martín-Mex, *et al.*, 2012) *Capsicum chinense* y *Cucumis sativus* (Martín-Mex *et al.*, 2013), por citar algunos ejemplos, dado que este órgano es el medio por el cual las plantas absorben agua y los elementos esenciales para su crecimiento y desarrollo.

Por otro lado, especialmente en gramíneas, se ha visto que al embeber semillas de trigo en una solución de  $10^{-5}$ M de AS, se incrementa el número de hojas, materia seca y fresca por planta; y la actividad de la nitrato reductasa (Hayat *et al.*, 2005). En otro trabajo realizado, con la misma especie, se encontró que al embeber las semillas en una solución de 0.5 mM, existe una mayor acumulación de proteínas, azúcares y minerales en la planta bajo condiciones de estrés por sequía (El Tayeb y Ahmed, 2010); y López-Tejeda *et al.* (1998), reportan que al aplicar AS ( $10^{-4}$  M) de forma foliar al inicio de la fecundación, hay 15 % más de rendimiento en el grano. En Maíz algunos trabajos realizados bajo condiciones de estrés salinos, sugieren que esta molécula estimula la resistencia al estrés por salinidad e induce el incremento de la biomasa fresca y seca total (Gunes, *et al.*, 2007 y Khodary, 2004).

Partiendo de este preámbulo y dado que existe muy poca información sobre el efecto del AS en el comportamiento de la raíz, órgano de vital importancia en el suelo para la absorción de agua y nutrientes en el cultivo de maíz y, además por ser este un cereal de gran importancia en la alimentación a nivel mundial, el presente trabajo tuvo como objetivo probar tres concentraciones de AS, en etapa de plántula, para evaluar el efecto en la biomasa radical y aérea. Esto como una primera fase para la posterior evaluación del efecto en el rendimiento del grano en campo.

## Materiales y Métodos

La presente investigación se llevó a cabo en el centro de investigación científica de Yucatán, en un cuarto de crecimiento, con una temperatura de  $25 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  y 12 horas luz. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 7 repeticiones, para evaluar la longitud, volumen y peso fresco de la raíz; diámetro del tallo y altura de la planta; y peso fresco de la



biomasa. Se probó concentraciones de  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  y  $10^{-8}$  M de AS y un control (agua destilada). Como contenedor se utilizó tubos de cloruro de polivinilo (PVC) de 4 cm de diámetro y 23 cm de longitud, mismas que fueron rellenas con perlita como sustrato, para evitar que el sustrato se saliera del contenedor, el extremo inferior se cubrió con una malla de 1mm de diámetro. El material vegetal consistió de semillas de maíz criollo conocida localmente como Xmejen-naal (Nal-tel x Tuxpeño), mismas que se depositaron en los tubos de PVC para su germinación y posterior aplicación de los tratamientos de AS. Cabe mencionar que previo a la siembra las semillas fueron embebidas en agua destilada durante 24 h, para uniformizar la germinación. Para la preparación de las concentraciones de AS se siguió la metodología descrita por Gutiérrez-Coronado (1998). Los tratamientos se aplicaron durante cinco días, iniciando cuatro días después de la siembra, cuando el coleoptilo tenían un día de emergido. La solución de SA se asperjó con un atomizador manual sobre las plántulas por las mañanas, cuidando que quedaran completamente cubiertas con la solución. Una vez concluida la última aplicación se dejaron crecer las plantas, aplicando todos los días riegos por las mañanas a razón de 20 ml de agua destilada por planta. Diez días después de la última aplicación, se sacaron las plantas del sustrato y con mucho cuidado se lavaron las raíces con agua destilada, para la evaluación de los parámetros antes mencionados. La medición de la longitud de la raíz y altura de la planta se realizó con una regla milimétrica; el peso fresco y seco de la raíz y la biomasa total, con una balanza analítica (Sartorius, BP221S); y por último el diámetro del tallo con un vernier digital (Truper, CALDI-6MP). Los resultados se analizaron mediante el análisis de varianza y cuando se detectó diferencias estadísticas, se realizó la comparación de medias por el método de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) con el paquete estadístico SAS.

## Resultados y Discusión

En el cuadro 1 se presenta los valores de la longitud, peso y volumen de la raíz para las tres concentraciones evaluadas. La longitud presentó diferencias significativas con el tratamiento  $10^{-6}$  M, incrementando hasta 27 % su valor con respecto al control; el peso no presentó diferencia significativa, sin embargo, los datos de los tratamientos  $10^{-6}$  y  $10^{-8}$  M, estuvieron 8.4 y 2 % respectivamente por encima del control; y por último el volumen mostró diferencia significativa con el tratamiento  $10^{-7}$  M, con respecto al control, pero no para el tratamiento  $10^{-6}$  M, la diferencia entre el control  $10^{-6}$  y  $10^{-7}$  M fue de 24 y 14 % respectivamente.

Cuadro 1. Efecto de diferentes concentraciones de ácido salicílico, en la longitud, peso y volumen de la raíz de plántulas de maíz, 15 días después de la emergencia.

Tratamiento	Longitud (cm)	Peso (g)	Volumen (cm <sup>3</sup> )
Control	17.7±0.97 b	1.07±0.03 a	1.75±0.12 b
$10^{-6}$ M	23.0±0.93 a	1.16±0.06 a	2.00±0.06 ab
$10^{-7}$ M	21.5±0.83 ab	1.06±0.06 a	2.17±11 a
$10^{-8}$ M	18.13±1.21 b	1.10±0.12 a	1.74±0.84 b

Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de tukey a una  $P \leq 0.05$ . Cada valor es la media de 7 repeticiones.



De manera general, con los resultados obtenidos, se puede establecer que el AS afecta de manera positiva el comportamiento de la raíz de esta especie, lo que concuerda con lo ya reportado en plantas de *Glycinemax* (L.) (Gutiérrez-Coronado, 1998), *Lycopersicumesculentum* (Larqué-Saavedra *et al.*, 2010), *Triticumaestivum* (Arfan *et al.*, 2007) y *Zea mays* bajo condiciones de estrés salino (Khodary, 2004), en las cuales se apreció incrementos en la longitud, peso, perímetro y área de la raíz. Por otra parte, también coinciden con los trabajos realizados por Echeverría-Machado *et al.* (2007) en *Catharanthusroseus* y Villanueva-Couohet *al.* (2009) en *Chrysanthemummorifolium*, donde se reportan cambios benéficos en la morfología y volumen de la raíz, respectivamente. Las respuestas encontradas en el comportamiento de la raíz, podrían ser el producto de muchos de los procesos fisiológicos que son estimulados por AS (Vazirimehr y Rigi, 2014), pero particularmente puede ser atribuido al incremento en el contenido de azúcar y proteínas encontradas en la raíz y especialmente al incremento en el nivel de división celular en el meristemo apical reportados en plántulas de trigo (El Tayeb y Ahmed, 2010 y Shakirova *et al.*, 2003). El diámetro y la altura de las plantas, no se afectaron significativamente por el AS, sin embargo, en este primero, los valores disminuyeron con los tratamientos de  $10^{-6}$  y  $10^{-7}$  M, mientras que en el segundo, ocurrió todo lo contrario para las mismas concentraciones, en el tratamiento  $10^{-6}$  M estas mismas variables tuvieron un comportamiento similar al testigo. Por otra parte, la biomasa fresca total, no presentó diferencia significativa entre los tratamientos y el control, pero si, entre tratamientos, donde  $10^{-6}$  M fue mejor que el resto de las concentraciones, lo que indica que concentraciones por debajo de  $10^{-6}$  M afectan negativamente la biomasa. Al respecto Khanet *al.* (2003), reporta que no existe diferencias significativas en la altura de plántulas de maíz con concentraciones de  $10^{-3}$  y  $10^{-5}$  M, lo que concuerda con el presente experimento y por el contrario Khodary (2004) reporta diferencias significativas en la altura de planta y biomasa fresca en plantas de la misma especie con concentraciones de  $10^{-2}$  M. En otras especies tales como *Carica papaya* (Matín-Méxet *al.*, 2012), *Lycopersicumesculentum* (Larqué-Saavedra *et al.*, 2010) y *Chrysanthemummorifolium* (Villanueva-Couohet *al.*, 2009), se reportan incrementos en la altura y diámetro del tallo, contrario a lo ocurrido en el presente experimento y que concuerdan con lo reportado por Khodary (2004).

Cuadro 2. Efecto de diferentes concentraciones de ácido salicílico, en el diámetro, altura y biomasa fresca total de plántulas de maíz, 15 días después de la emergencia.

Tratamiento	Diámetro de tallo (mm)	Altura (cm)	Biomasa fresca (g)
Control	2.34±0.03 a	13.70±0.60 a	1.70 ±0.04ab
$10^{-6}$ M	2.32±0.03 a	13.33±0.40 a	1.77±0.08 a
$10^{-7}$ M	2.26±0.01 a	14.51±0.40 a	1.59±0.05 b
$10^{-8}$ M	2.27±0.04 a	14.33±0.80 a	1.50±0.05 b

Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de tukey a una  $P \leq 0.05$ . Cada valor es la media de 7 repeticiones.

El hecho de que se haya encontrado efectos positivos en la longitud, peso y volumen de raíz, pero no en altura, diámetro del tallo y la biomasa total; aunado a esto, que la presente



investigación se haya llevado a cabo en sustrato completamente inerte, sin suministro de nutrientes, da la pauta para pensar que el AS afecta principalmente raíz y, que el incremento de la masa aérea reportada en otras especies, podría ser el resultado de los cambios morfológicos a nivel radicular, que favorecen la absorción de iones esenciales para el desarrollo y crecimiento de las plantas (Guneset *al.*, 2007 y Fahad y Bano, 2012), en conjunto con el incremento de la actividad fotosintética (Khanet *al.*, 2003 y Jandaet *al.*, 2012). Este hecho podría explicar también la razón del porqué, en el experimento desarrollado en contenedores con suelo y suministro de solución nutritiva por Khodary (2004), si presento diferencias en la altura de las plantas. Es importante mencionar que sería necesario conducir nuevos experimentos que aclaren y sustenten lo ya planteado anteriormente. Los resultados encontrados confirman la importancia de esta molécula como un regulador de crecimiento vegetal y pone en evidencia su potencial para incrementar la bioproductividad (Larqué-Savedra y Martín-Mex, 2007), en esta especie y en plantas pertenecientes a la misma familia (gramíneas). A demás se reafirma que las concentraciones juegan un papel muy importante, en la inducción de los cambios morfológicos en las plantas.

## **Conclusión**

El ácido salicílico afecta positivamente la raíz de plántulas de maíz, con una concentración de  $10^{-6}$  M. Lo que lo sugiere como una tecnología potencial, para el mejor aprovechamiento de los nutrientes y agua del suelo y como una alternativa para incrementar el rendimiento en el grano.

## **Bibliografía**

- Arfan M., H. R. Athar and M. Ashraf. 2007. Does exogenous application of salicylic acid through the rooting medium modulate growth and photosynthetic capacity in two differently adapted spring wheat cultivars under salt stress?. *Journal of Plant Physiology*. 164: 687-694.
- Echevarría-Machado I., R. M. Escobedo and A. Larqué-Saavedra. 2007. Responses of transformed *Catharanthus roseus* roots to femtomolar concentrations of salicylic acid. *Plant physiology and biochemistry* 45: 501-507.
- El Tayeb M. A and A. N. Ahmed. 2010. Response of wheat cultivars to drought and Salicylic acid. *Am-Euras. J. Agron.* 3: 01-07.
- Elwan M.W. M and M. A. M. El-Hamahmy. 2009. Improved productivity and quality associated with salicylic acid application in greenhouse pepper. *Scientia Horticulturae* 122: 521-526.
- Fahad S. and A. Bano. 2012. Effect of salicylic acid on physiological and biochemical characterization of maize grown in saline area. *Pak. J. Bot.* 44 : 1433-1438.
- Gunes A., A. Inal, M. Alpaslan, F. Eraslan, E. G. Bagci and N. Cicek. 2007. Salicylic acid changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. *Journal of Plant Physiology*. 164: 728-736.
- Gutiérrez-Coronado M. A., C. Trejo-López and A. Larqué-Saavedra. 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. *Plant Physiol. Biochem* 36: 563-565.
- Hayat S., Q. Fariduddin, B. Ali and A. Ahmad. 2005. Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheat seedlings. *Acta Agronómica Hungarica* 53: 433-437.
- Hayat Q., S. Hayat, M. Irfan and A. Ahmad. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and experimental botany* 68: 14-25.
- Janda K., E. Hideg, G. Szalai, L. Kovács and T. Janda. 2012. Salicylic acid may indirectly influence the photosynthetic electron transport. *Journal of Plant Physiology*. 169 : 971-978.
- Joseph B., D. Jini and S. Sujatha. 2010. Insight into role of exogenous salicylic acid on plants grown under salt environment. *Asian J. Crop Sci.* 2 : 226-235.



- Khan W., B. Prithviraj and D.L. Smith.2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Plant Physiol.* 160: 485-492.
- Khodary S.E.A.2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. *Int. J. Agri. Biol.* 6: 5-8.
- Larqué-Saavedra A., R. Martín-Mex, A. Nexticapán-Garcéz, S. Vergara-Yoisura y M. Gutiérrez-Rendón. 2010. Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 16: 183-187.
- Larqué-Saavedra, A. and R. Martín-Mex. 2007. Effects of salicylic acid on the bioproductivity of the plants. In Hayat S. y A. Ahmad (Eds), *Salicylic acid, a plant hormone*. Springer publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- López T. R., V. Camacho R. y M. A. Gutiérrez C. 1998. Aplicación de ácido salicílico para incrementar el rendimiento agronómico en tres variedades de trigo. *Terra Latinoamericana.* 16: 43-48.
- Martín-Mex R., A. Nexticapán-Garcéz and A. Larqué Saavedra. 2013. Potential benefits of salicylic acid in food production. En Hayat S., A. Ahmad y M. N. Alyemeri (Eds). *Salicylic acid*. Springer publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Martín-Mex R., A. Nexticapán-Garcéz, R. Herrera-Tuz, S. Vergara-Yoisura y A. Larqué-Saavedra. 2012. Efecto positivo de aplicaciones de ácido salicílico en el productividad e papaya (*Carica papaya*). *Rev. Mex. Cienc. Agric* 18: 1637-1643.
- Raskin I. 1992. Salicylate, a new plant hormone. *Plant Physiol.* 99 : 799-803.
- Raskin I. 1992a. Role of salicylic acid in plants. *Annu. Rev. Plant physiol. Plant Mol. Biol.* 43:439-463.
- Rivas-San vicente M. and J Plasencia.2011. Salicylic acid beyond: its role in plant growth and development. *Journal of Experimental Botany* 1: 1-18.
- Sánchez-Chávez E., R. Barrera-Tovar, E. Muñoz-Márquez, D. L. Ojeda-Barrios y A. Anchondo-Nájera. 2011. Efecto del ácido salicílico sobre biomasa, actividad fotosintética, contenido nutricional del chile jalapeño. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 17: 63-66.
- Shakirova F.M., A. R. Sakhabutdinova, M. V. Bezrukova, R. A. Fatkhutdinova and D. R. Fatkhutdinova. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science.* 164: 317-322.
- Vazirimehr R. M. and K. Rigi. 2014. Effect of salicylic acid in agriculture. *IJPAES.* 4: 291-296.
- Villanueva-Couoh E., G. Alcántar-González, P. Sánchez-García, M. Soria-Fregoso y A. Larqué Saavedra. 2009. Efecto del ácido Salicílico y dimetilsulfóxido en la floración de *Chrysanthemum morifolium* (Ramat) Kitamura en Yucatán. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 15: 25-31.





## PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA Y RENDIMIENTO DE MAÍZ BAJO RIEGO, EN LUVISOLES DEL SUR DE YUCATÁN

Tun-Dzul, J. C.<sup>1\*</sup>; Ramírez-Silva, J.H.<sup>2</sup>; Cano-González, A.J.<sup>2</sup> y Uzcanga-Pérez, N.G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Sureste. Campo Experimental Mocochoá. Km. 24.5 Antigua carretera Mérida-Motul. CP 97454. Mocochoá, Yuc.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Sureste. Dirección Regional. Calle 6 No. 398 x 13. Av. Correa Rachó. Colonia Díaz Ordaz. CP 97130. Mérida, Yuc.

\* Autor responsable: [tun.jose@inifap.gob.mx](mailto:tun.jose@inifap.gob.mx). Calle 27-A No. 201-B x 22. Col. Chuburná de Hidalgo. Mérida, Yuc. C.P. 97205, México. +52 999 9811848

### Resumen

El rendimiento medio del maíz en Yucatán es de 0.890 ton ha<sup>-1</sup> en temporal y de 4.370 ton ha<sup>-1</sup> con riego. Los suelos con mayor potencial para el cultivo de maíz en el estado, son los Luvisoles y los Vertisoles, en los cuales, además, se pueden mecanizar las labores. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización química sobre la producción y distribución de materia seca y el rendimiento del cultivo de maíz en un suelo mecanizable. El experimento se realizó en el S.E. Uxmal, del INIFAP. Se estableció en un Luvisol ródico representativo del área productora de maíz en suelos mecanizables. Se evaluaron tres factores (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O), cada uno con cuatro niveles experimentales, igualmente espaciados; se usó el diseño San Cristóbal, en el cual se ensayan 12 combinaciones de tratamientos. Se estableció el híbrido de maíz H-520 a una densidad de 66,600 plantas por hectárea, bajo condiciones de riego. Se evaluó la producción de materia seca de hoja, tallo, fruto y total y el rendimiento de grano. Los resultados indicaron que el mejor tratamiento de fertilización fue el 150-80-100 con el cual se obtuvo el mayor rendimiento de grano (9.463 ton ha<sup>-1</sup>) y altas producciones de materia seca del cultivo de maíz H-520. También indicaron que los factores nitrógeno y potasio tuvieron poco impacto sobre las variables evaluadas ya que el fósforo determinó en mayor medida los resultados obtenidos. Todos los tratamientos superaron el rendimiento medio estatal de grano de maíz bajo riego.

### Palabras clave

Fertilización, Rendimiento, Suelos mecanizables

### Introducción

El cultivo de maíz para la producción de grano se encuentre distribuido en todo el mundo y se estima que se cultivan más de 100 millones de hectáreas anualmente. En México, es un cultivo de gran importancia, pues la superficie sembrada anualmente es de alrededor de siete millones cuatrocientos setenta mil hectáreas (SIAP, 2014). En el área tropical húmeda de México se siembra, anualmente, una superficie de 2.5 millones de ha; de las cuales un millón están



comprendidas en provincias agronómicas de buena y muy buena productividad y 100 000 ha son sembradas bajo condiciones de riego (Sierra *et al.*, 2004). En el estado de Yucatán, en el 2012, se cultivaron 140,040 ha, la gran mayoría bajo condiciones de temporal con un rendimiento medio de 0.890 ton ha<sup>-1</sup>, mientras que bajo riego solo se sembraron 6,074 ha y el rendimiento medio fue de 4.370 ton ha<sup>-1</sup>, el cual se puede considerar mediano, para las condiciones de clima y suelo del estado, ya que el potencial es mayor.

Los bajos rendimientos de este y otros cultivos en el estado se pueden explicar si se considera que solo el 4.2% de la tierra de labor está mecanizada, que del total de la superficie sembrada sólo en el 15.3% se aplican fertilizantes químicos, en el 18.6% se emplea semilla mejorada, en el 4.4% se tiene asistencia técnica y en el 65.3% se cuenta con servicios fitosanitarios (SIAP, 2012).

La mayoría de los factores del clima son favorables para este cultivo, pero el exceso de radiación y la mala distribución de la precipitación limitan los rendimientos. Otro factor limitante es el suelo, ya que en el estado más del 70% de la superficie lo ocupan los Leptosoles (suelos pedregosos y de poca profundidad), lo cual limita la mecanización de las labores agrícolas, con el consiguiente incremento del costo de cultivo. Sin embargo, en los suelos de alto potencial (Luvisoles y Lixisoles) el rendimiento está limitado por diversos factores de manejo, entre los cuales se pueden mencionar, el material genético, la baja densidad de población, la falta de fertilización y el inadecuado control de plagas.

Por otro lado, la fertilización se considera como uno de los factores controlables clave en la obtención de un mejor rendimiento en maíz, ejerciendo alta influencia sobre los componentes de rendimiento y sobre las características agronómicas (Tosquy *et al.*, 1998). Además, la producción de materia seca y la acumulación de nutrimentos por el cultivo maíz, es afectada por diferentes prácticas de manejo como tipo de labranza o fertilización nitrogenada (Timmons *et al.*, 1986). La producción de materia seca del cultivo de maíz está estrechamente vinculada con el aprovechamiento de la radiación solar incidente, de la capacidad de la planta para interceptarla y su eficiencia para transformarla y enviarla a sus diferentes órganos (Andrade *et al.*, 1993; Tanaka y Yamaguchi, 1984).

Los suelos mecanizables de la península de Yucatán (Luvisoles Y Vertisoles), representan una superficie de 559,743 y sus características físicas y químicas son similares a los de otras regiones del país; sin embargo, su comportamiento productivo no corresponde a las diagnosticadas mediante el empleo de los análisis de suelos. Por ejemplo, los Luvisoles crómicos presentan altos contenidos de arcilla, pero su comportamiento hidráulico y la capacidad de intercambio catiónico corresponden a las de un suelo arenoso (Bautista y Palacio, 2005). Además, los altos contenidos de materia orgánica reportados en los análisis químicos son muy variables y se reducen drásticamente en un lapso de tiempo muy corto, demostrando poca estabilidad en su fertilidad y productividad, condición común en zonas tropicales y sub tropicales del país en contraste con las zonas templadas en donde la actividad microbiana se reduce por las temperaturas manteniendo el nivel de materia orgánica del suelo.

Los cultivos establecidos en los suelos mecanizables de la península de Yucatán presentan una respuesta heterogénea dentro de una misma parcela, la cual se refleja de diversas maneras, siendo las más evidentes la diferencia en el crecimiento y la producción de los mismos, lo cual es un indicador de que los suelos no son homogéneos y que el manejo de los mismos requiere de un



mejor conocimiento de la heterogeneidad de su fertilidad. Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización química sobre la producción y distribución de materia seca y el rendimiento del cultivo de maíz en un suelo mecanizable.

## Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Sitio Experimental Uxmal, perteneciente al C.E. Mocochoá del CIR Sureste del INIFAP, y localizado en el Km. 175 de la carretera Campeche-Mérida (vía ruinas), ubicado en el municipio de Muna, Yuc. Se seleccionó un terreno cuya clase de suelo (Luvisol) es representativo de los suelos mecanizables del sur del estado de Yucatán.

La preparación del suelo consistió en el chapeo mecánico de la maleza, seguido de dos pasos de rastra que permitió acondicionar la superficie del suelo para la siembra del cultivo de maíz. La profundidad del suelo de la parcela experimental fue superior a 1.0 m.

Para estudiar los tres factores (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O) y sus cuatro niveles experimentales, igualmente espaciados (Cuadro 1), se usó el diseño San Cristóbal (Rojas, 1979), en el cual se ensayan 12 combinaciones de tratamientos. Las combinaciones de tratamientos (Cuadro 2) se arreglaron en un diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental tuvo una superficie de 20 m<sup>2</sup>. El cultivo indicador fue el maíz, cuya siembra manual se realizó el 22 de enero del 2014, bajo condiciones de riego por goteo (cinta de riego) ya que se estableció en la época de sequía. Se utilizó el material híbrido H-520, el cual es de grano blanco dentado y adaptado a las condiciones del trópico mexicano. La distancia entre hileras de cultivo fue de 1.0 y entre plantas de 30 cm, colocando dos plantas por golpe, para una densidad de 66,600 plantas por hectárea. Las variables evaluadas fueron la producción de materia seca de hoja, tallo, fruto y total y el rendimiento de grano.

El manejo agronómico del cultivo se hizo de acuerdo con las recomendaciones que para la región ha generado el INIFAP, aunque la densidad de siembra y el arreglo topológico empleados son algo poco común para el estado.

Cuadro 1. Descripción de los factores y niveles experimentales del diseño San Cristóbal.

Factor	Niveles de factor (kg ha <sup>-1</sup> )			
	0	1	2	3
Experimental	0	1	2	3
Nitrógeno (N)	0	75	150	225
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0	40	80	120
Potasio (K <sub>2</sub> O)	0	50	100	150

## Resultados y Discusión

El suelo en el cual se estableció el experimento es un Luvisol ródico, calcáreo, con pH neutro (6.8), conductividad eléctrica < 2.0 dS m<sup>-1</sup>, rico en materia orgánica (3.2%), alta capacidad de intercambio catiónico (> 25 meq 100g<sup>-1</sup>), textura Arcillosa y profundo (> 1.0 m). el análisis de extracto saturado indican una alta disponibilidad de nitratos (6.0 meq L<sup>-1</sup>) y cobre (3.7 mg kg<sup>-1</sup>), mediana disponibilidad de fosfatos (2.2 mg kg<sup>-1</sup>), potasio (1.9 meq L<sup>-1</sup>), calcio (6.9 meq L<sup>-1</sup>) y



magnesio ( $3.8 \text{ meq L}^{-1}$ ), y baja disponibilidad de sulfatos ( $2.4 \text{ meq L}^{-1}$ ), hierro ( $2.7 \text{ mg kg}^{-1}$ ), zinc ( $0.3 \text{ mg kg}^{-1}$ ), manganeso ( $3.6 \text{ mg kg}^{-1}$ ) y boro ( $0.3 \text{ mg kg}^{-1}$ ), de tal manera que se puede decir que la fertilidad inicial del suelo fue de media a alta, lo cual se reflejó en los resultados que se presentan y discuten a continuación.

### Efecto de la fertilización sobre la producción de materia seca.

En el Cuadro 2 se presenta el efecto de los tratamientos de fertilización evaluados sobre la producción y distribución de la materia seca del cultivo de maíz H-520. Al realizar el análisis estadístico se encontraron diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ) para la producción de materia seca de la hoja, el tallo y la materia seca del total de la planta, pero no se encontró diferencia significativa ( $\alpha=0.05$ ) para el caso del fruto. Se puede observar que en los tres casos que presentaron significancia, el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento 3 (0-80-0), seguido del tratamiento 8 (150-80-100). La diferencia en cuanto a la cantidad de fertilizantes aplicados en estos tratamientos es muy evidente; sin embargo, esa diferencia no se refleja en la magnitud de los resultados. También se puede apreciar que aunque, en la mayoría de los casos, el mejor tratamiento fue el 1 (0-0-0), las diferencias observadas tampoco son de fuertes, lo que indica que las condiciones iniciales del suelo y la heterogeneidad de mismo propiciaron estos resultados. El análisis de cada uno de los factores por separado indicó que el factor que tuvo mayor impacto sobre los resultados obtenidos fue el fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), ya que explica en mayor proporción los resultados obtenidos, mientras que los otros dos factores contribuyeron poco.

Cuadro 2. Efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio sobre la producción de materia seca y el rendimiento de grano del cultivo de maíz H-520. Muna, Yuc. 2014.

No. de Trat.	Dosis del nutrimento ( $\text{kg ha}^{-1}$ )			Producción de materia seca ( $\text{ton ha}^{-1}$ )				Rend. ( $\text{ton ha}^{-1}$ )
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Tallo	Hoja	Fruto	Total	
1	0	0	0	2.706 ab	2.234 b	9.804 a	14.745 b	6.379 c
2	150	0	0	2.832 ab	2.736 ab	12.549 a	18.117 ab	8.328 ab
3	0	80	0	4.004 a	3.409 a	12.101 a	19.513 a	8.481 ab
4	150	80	0	2.567 b	2.338 b	10.951 a	15.856 ab	8.173 ab
5	0	0	100	2.056 b	2.794 ab	11.208 a	16.058 ab	8.561 ab
6	150	0	100	2.832 ab	2.775 ab	10.737 a	16.345 ab	7.352 bc
7	0	80	100	2.444 b	3.096 ab	11.804 a	17.344 ab	8.791 ab
8	150	80	100	3.142 ab	3.078 ab	12.407 a	18.628 ab	9.463 a
9	75	40	50	2.627 b	2.451 ab	12.128 a	17.207 ab	9.333 a
10	225	40	50	2.303 b	2.169 b	10.828 a	15.301 b	8.532 ab
11	75	120	50	3.238 ab	2.610 ab	11.388 a	17.237 ab	8.562 ab
12	75	40	150	2.481 b	2.414 ab	11.036 a	15.931 ab	8.704 ab

### Efecto de la fertilización sobre el rendimiento de grano.

En el Cuadro 2 también se presenta el efecto de los tratamientos de fertilización evaluados sobre el rendimiento de grano del híbrido de maíz H-520. Al realizar el análisis estadístico se encontraron diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ) entre los tratamientos aplicados, siendo los tratamientos 8 (150-80-100) y 9 (75-40-50) los mejores, y estadísticamente iguales,



con 9.463 y 9.333 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente, a pesar de que el primero representa el doble de la dosis de fertilización aplicada. El menor rendimiento (6.379 ton ha<sup>-1</sup>) se obtuvo con el tratamiento 1 (0-0-0); sin embargo, este rendimiento superó por mucho al rendimiento medio obtenido para maíz bajo riego en el estado (4.370 ton ha<sup>-1</sup>), lo cual puede estar relacionado estrechamente con el material genético empleado. El análisis de los factores estudiados indicó también que el factor que tuvo mayor impacto sobre los resultados obtenidos fue el fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), ya que explicó en mayor proporción los resultados obtenidos, mientras que el nitrógeno y el potasio no contribuyeron sustancialmente.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en el experimento indican que el mejor tratamiento de fertilización para la producción de grano de maíz fue el 150-80-100, con el cual también se obtuvieron buenas producciones de materia seca.

Los niveles de nitrógeno y potasio tuvieron poco efecto sobre las variables evaluadas, pues los niveles de fósforo fueron determinantes en la respuesta obtenida.

Los resultados también indican que la producción de maíz en Yucatán puede incrementarse de manera importante combinando un material genético con alto potencial de rendimiento con el buen manejo del riego y la fertilización.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al INIFAP el financiamiento del proyecto “Manejo integral de la heterogeneidad de los suelos mecanizables de la península de Yucatán”, cuyos resultados son motivo de este documento.

## Bibliografía



- Andrade, F.; S.A. Uhart, and M.I. Frugone. 1993. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize: shade vs. plant density effects. *Crop Science*, 33:482-485.
- Báez, G.A. D; P. Chen; M. Tiscareño-López. and R. Srinivasan. 2002. Using satellite and field data with crop growth modeling to monitor and estimate corn yield in Mexico. *Crop Science* 42(6):1943-1949.
- Bautista, F. y G. Palacio (Eds.) 2005. Caracterización y manejo de los suelos de la península de Yucatán: Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología. 282 p.
- Karlem, D.L. and .R. Camp.1985. Row spacing, plant population, and water management effect on corn in the Atlantic Coastal Plain. *Agronomy Journal*. 77:393-398.
- Rojas, B.A. 1979. Análisis estadístico del diseño San Cristóbal con tres factores. SARH. INIA. Tems didácticos No. 7. México, D.F. 17p.
- Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP). 2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). <http://www.siap.gob.mx/>.
- Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP). 2014. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). <http://www.siap.gob.mx/>.
- Sierra M., M.; F. Márquez S.; R. Valdivia B.; H. Córdoba O.; R. Lezama G. y A. Pescador R. 2004. Uso de probadores en la selección de líneas para formar híbridos de maíz (*Zea mays* L.), *Agric. Téc. Méx.* 30(2):169-181.
- Timmons, D.R., T. M. CrosbieE, R. M. Cruse, D. C. Erbach and K. N. Potter. 1986. Effect of tillage and corn hybrids on N, P, and K uptake at different growth stages. *Maydica*. 31:279-293.
- Tosquy-Valle, O.H.; R. de la Garza-Garza, G. Castañón-Nájera y R. Morones-Reza. 1998. Fertilización edáfica y densidades de población para producción de semilla de líneas de maíz. *Agric. Téc. en México* 24: 111-119.



## INCREMENTO EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ FORRAJERO CON MICORRIZAS Y ESTIÉRCOL BOVINO SOLARIZADO

Luna-Anguiano J<sup>1\*</sup>, López-Martínez JD.<sup>2</sup> Salazar Meléndez E<sup>2</sup>., García-Galindo O<sup>1</sup>., Urbina Martínez MA<sup>3</sup>., Salazar-Sosa E<sup>2</sup> y Trujillo-Herrada U<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Universidad Politécnica de Gómez Palacio. Carretera El Vergel-La Torreña. Km 0820. Ej. El Vergel, Gómez Palacio, Dgo, Méx.

<sup>2</sup> Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

<sup>3</sup> Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Periférico y carretera a Santa Fe s/n. Col. Valle verde, Torreón Coahuila. C.p. 27000

<sup>4</sup> Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria (SEP-DGETA), Secretaría de Educación Media Superior (SEMS), Brigada de Educación para el Desarrollo Rural (BEDR #48), Fco. I. Madero Coahuila, Méx.

\* Autor responsable: [jluna@upgop.edu.mx](mailto:jluna@upgop.edu.mx); Ejido San Felipe, Municipio de Gómez Palacio Dgo., C.P. 35118, Tel. 87 12 75 25 77.

### Resumen

En la parte centro norte de México el aumento de ganado para la producción de leche ha provocado una mayor demanda de consumo de forraje de maíz, sin embargo no existen variedades o híbridos que cuenten con la calidad y cantidad necesaria de este alimento y menos que cuenten con una tendencia hacia la agricultura orgánica. El objetivo del presente estudio es generar una tecnología de producción orgánica de maíz forrajero. En 2012 se evaluaron 4 tratamientos de estiércol solarizado (EBS) con 0,20, 40 60 y 80 Mg de estiércol respectivamente más un testigo se fertilización química (F.Q.) y micorrizas. Se estableció un diseño de bloques al azar con arreglo en franjas y cuatro repeticiones. Se fertilizo con la dosis de 200-150-00 de nitrógeno (N), fosforo (P) y potasio (K) respectivamente, con una densidad de 133, 340 p ha<sup>-1</sup>. Se midió materia seca total (MST), materia verde total (MVT) y en suelo se midieron la conductividad eléctrica (CE), potencial de hidrogeno (pH), materia orgánica (MO) y nitratos (NO<sub>3</sub>). Se encontraron diferencias en la producción mostrando la mayor producción la dosis de 80 Mg ha<sup>-1</sup> de EBS, y no mostrando diferencia estadística entre micorrizas y sin micorrizas tanto en el rendimiento de MVT Y MST.

**Palabras clave:** estiércol, solarización y micorrizas

### Introducción

En la parte centro norte de México, se encuentra la principal cuenca lechera del país, en la región conocida como Comarca Lagunera, la cual comprende parte de los estados de Coahuila y Durango Los maíces y sorgos producidos en la Comarca Lagunera como fuente de forraje, juegan un papel importante, ya que de ambos se siembran entre 22 y 26 mil hectáreas por año en los ciclos de primavera-verano. El cultivo de maíz se caracteriza por tener una gran adaptabilidad a las condiciones climáticas, un ciclo fenológico relativamente corto y propiedades esquilmanes, por lo que se ha empleado como modelo en diferentes investigaciones y como cultivo sucesor en los sistemas de rotaciones de cultivo (Verissimo, 2003). El estiércol bovino ha sido utilizado durante mucho tiempo como fuente de materia orgánica (MO) y nutrimentos importantes. Entre los nutrimentos que aporta se encuentra el



nitrógeno, el cual es un nutrimento escaso en las zonas áridas, tal como lo es la Comarca Lagunera. Al respecto, se considera que la MO es un importante indicador de la calidad del suelo y de la sustentabilidad de la agricultura. Lo cual permite plantear una posibilidad de su utilización en la agricultura, de ahí la importancia de utilizar este desecho de la industria lechera en la producción de maíz forrajero reduciendo la utilización de productos químicos, costos de producción e índices de contaminación. Dos de los tipos de tratamiento de estiércol más importantes son el compostaje y la solarización (Ruiz *et al.*, 2007), ya que con estos métodos es posible obtener productos o sustratos inocuos, que pueden ser utilizados de manera segura en la producción de alimentos. Además del estiércol solarizado, la utilización de hongos micorrizcos arbusculares (HMA), juegan un papel importante en las actividades agrícolas ya que estos hongos tienen una amplia gama de especies cultivares con las cuales forman una simbiosis mutualista entre estas, por lo cual podemos considerar a los HMA como parte fundamental para la sustentabilidad y sostenibilidad de los ecosistemas, en este sentido, el objetivo principal del trabajo de investigación es generar una tecnología de producción orgánica de maíz forrajero para la región lagunera.

### **Materiales y métodos**

El experimento se realizó en el ciclo de primavera-verano del año 2012, en la región Mexicana conocida como la Comarca Lagunera, localizada en la parte central del norte de México. El sitio de estudio fue el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (CAE-FAZ-UJED). Este sitio se ubica en el Km. 28 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, a inmediaciones del ejido Venecia, Mpio. de Gómez Palacio, Dgo. México. La región se encuentra entre los paralelos 24° 22' 12" y 26° 47' 24" de latitud Norte y los meridianos 102° 15' 36" y 104° 45' 36" de longitud oeste de Greenwich a una altitud de 1120 msnm (García, 1981).

### **Variables evaluadas y análisis estadístico**

Las características del suelo que fueron evaluadas son las siguientes: conductividad eléctrica (CE), pH, materia orgánica (MO) y nitratos (NO<sub>3</sub>). Estas variables se midieron a dos profundidades del suelo: 0-20 y 20-40 cm respectivamente. Estas variables fueron evaluadas antes y después del experimento. En el cultivo se evaluó el rendimiento de forraje verde y seco.

### **Tratamientos**

Se establecieron parcelas de 3 m de ancho por 4 m de largo; para evaluar los tratamientos siguientes: Factor A (Micorrizas) A1= sin micorrizas y A2= con micorrizas, Factor B (niveles de estiércol bovino solarizado), B1 = 0 Mg ha<sup>-1</sup>, B2 = 20 Mg ha<sup>-1</sup>, B3 = 40 Mg ha<sup>-1</sup>, B4 = 60 Mg ha<sup>-1</sup> y B5= 80 Mg ha<sup>-1</sup> y B6= fertilización química con la dosis recomendadas para esta región por el Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), de 200-150-00 kg ha<sup>-1</sup> de N, P y K respectivamente. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en franjas y cuatro repeticiones.

### **Aplicación de estiércol bovino solarizado**

Se aplicó un mes antes de la siembra de acuerdo a las dosis señaladas para cada tratamiento. La tabla 1 muestra las características químicas del estiércol bovino solarizado.



**Tabla 1. Características químicas del estiércol bovino solarizado utilizado en el experimento.**

Propiedades	Unidades	Valor	Propiedades	Unidades	Valor
P	%	1,23	Zn	mg kg <sup>-1</sup>	356
K	%	2,95	Mn	mg kg <sup>-1</sup>	540
Ca	%	5,27	Cu	mg kg <sup>-1</sup>	211
Mg	%	0,74	B	mg kg <sup>-1</sup>	128
Na	%	0,59	N total	%	1,73
Fe	mg kg <sup>-1</sup>	6050			

En la tabla 2 se observan los resultados del análisis químico del suelo antes de que fuera establecido el experimento.

**Tabla 2. Análisis físico-químico del suelo antes de establecer el cultivo.**

Propiedades del suelo	Metodología	Unidades	Valor
Ph	Pasta de Saturación		7.9
C.E	Pasta de Saturación	dSm <sup>-1</sup>	2.4
Materia Orgánica	Walkley y Black	%	1.6
Nitratos	Ácido salicílico	mg kg <sup>-1</sup>	6

Se utilizó la variedad San Lorenzo, y se realizaron las siguientes labores en el sitio: barbecho a una profundidad de 30 cm, un rastreo antes de la aplicación de estiércol y después se procedió a incorporar el estiércol, de acuerdo a la distribución de las dosis señaladas por los tratamientos, y se procedió a la instalación del sistema de riego por goteo. La siembra se realizó el 4 de abril de manera manual en suelo seco. Se utilizó una distancia entre surcos de 50 cm entre hileras y 15 cm entre plantas, considerando la distancia entre surcos como surcos estrechos.

## Resultados y discusión

### El potencial hidrogeno (pH)

En la tabla 2 se observan los resultados del análisis físico y químico del suelo antes de que fuera establecido el experimento. En el análisis de varianza se encontró diferencia estadística únicamente en la primera profundidad con una ( $P > F$  de 0.0237), en la figura 1 podemos observar los valores para el pH después de la cosecha a dos profundidades, donde los valores oscilaron entre 7.6 y 7.9 para la primera profundidad (0-20 cm) y valores de 7.4 a 7.7 para la segunda profundidad (20-40 cm). López *et al.*, (2001), menciona que la aplicación de abonos orgánicos como estiércol bovino, caprino y composta principalmente, elevan el contenido de Nitrógeno (N), Fosforo (P) y Calcio (Ca), pero no presenta cambios significativos en el pH, CE, Mg, Na y K.

### La Conductividad Eléctrica

En los suelos arcillosos que son regados mediante sistemas presurizados no permiten la posibilidad de un lavado de sales, por lo cual en las primeras profundidades se encuentra el mayor contenido de estas, la conductividad eléctrica mostro diferencia en la primer profundidad con una  $P > F$  de 0.043 según anova, en la figura 2 la conductividad eléctrica muestra los valores más altos en los tratamientos de estiércol solarizado, mostrando el valor más bajo la fertilización química con un valor de 3.1 dSm<sup>-1</sup>, en la primera profundidad, sin embargo para la

segunda profundidad todos los tratamientos se muestran estadísticamente iguales pero con valores menores a la primera profundidad y mayores a el análisis inicial  $2.4 \text{ dSm}^{-1}$ . Quiroga *et al.*, (2011), realizo un estudio en macetas donde concluye que a medida que aumenta la dosis de estiércol también aumenta el contenido de sales en el suelo y esto repercute en los rendimientos de materia seca. Soria *et al.*, (2001), mencionan en su investigación con excretas líquidas de cerdo bajo un proceso de digestión anaeróbica que las bacterias en un biodigestor tipo FAO 95, los microorganismos consumen las sales minerales disueltas en el agua y sustrato y reporta como resultados que al medir la CE inicial tuvo un valor de  $5.8 \text{ dSm}^{-1}$  y se redujo en 29.65% al terminar el proceso con  $4.08 \text{ dSm}^{-1}$ .

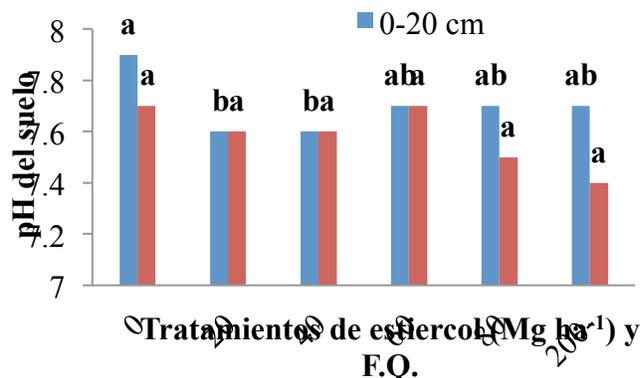


Figura 1. pH del suelo a dos profundidades entre tratamientos de estiércol. CAE-FAZ-UJED-DICAF.2012.

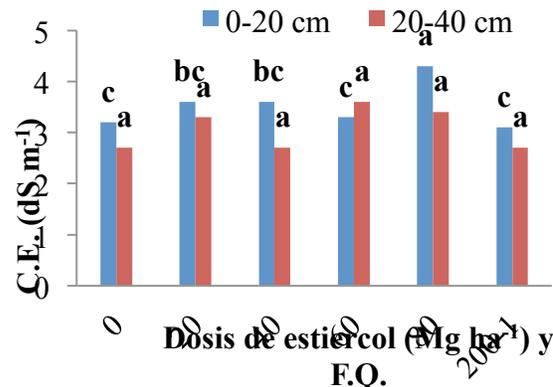


Figura 2. C.E. del suelo a dos profundidades entre tratamientos de estiércol. CAE-FAZ-UJED-DICAF. 2012.

### La Materia Orgánica

La capa arable de los suelos de la región oscila entre los 25 y 35 cm, en este estrato de suelo se encuentra el mayor contenido de materia orgánica, el ANOVA muestra la diferencia en profundidad con una  $Pr > F$  de 0.0035. La figura 3 muestra que en la primera profundidad la dosis de  $80 \text{ Mg ha}^{-1}$  de estiércol solarizado presento los valores más altos de materia orgánica con 2.5 % y la dosis de  $60 \text{ Mg ha}^{-1}$  de estiércol solarizado con 2.3 %, para la segunda profundidad los mayores valores se obtuvieron en la dosis de  $40 \text{ Mg ha}^{-1}$  de estiércol solarizado con un 2.5 % y el resto de los tratamientos e incluso el testigo presentaron valores mayores a la fertilización química que mostro un valor de 2.2%. Fitzpatrick (1996) señala que la mayoría de los suelos contienen 1.6% de MO, o menos pero en suelos muy áridos; el porcentaje baja a menos de uno, pero en suelos donde se ha aplicado estiércol consecutivamente en dosis de más de  $100 \text{ Mg ha}^{-1}$  la concentración puede alcanzar 5% o más (Salazar *et al.*, 1998).

### Nitratos

La cantidad de nitratos presentes en el suelo dependen de la cantidad de estiércol aplicado al suelo y debido a su alta solubilidad permite que estos sean fácilmente lixiviables esto explica por qué en ambas profundidades existe presencia de nitratos según el anova se encontró una  $Pr > F$  de 0.0419 para la profundidad primera y una  $Pr > F$  de 0.0357 para la segunda profundidad, por tal razón, la figura 4 muestra el contenido de nitratos en el suelo donde en ambas profundidades se manifiestan los valores más altos en la dosis mayor de



estiércol solarizado con valores de 32.8 y 37.9 mg kg<sup>-1</sup> para la primera y segunda profundidad respectivamente, lo cual coincide con (Vázquez-Vázquez *et al.*, 2011), quienes concluyen que el tratamiento de 80 Mg ha<sup>-1</sup> de estiércol solarizado aumentó significativamente los valores de MO y contenido de nitratos respecto a los tratamientos de menor cantidad de estiércol y de fertilizante químico (testigo). El estrato de suelo de 20-40 cm muestra valores mayores a la primera profundidad, lo cual se explica por la alta lixiviación del ion, en ambas profundidades los valores más bajos se presentan en los testigos cero aplicación y fertilizante químico.

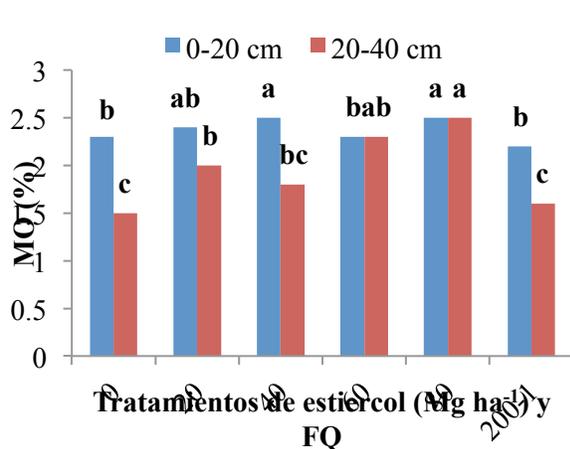


Figura 3.- Materia Orgánica del suelo a dos profundidades entre tratamientos de estiércol. CAE-FAZ-UJED.DICAF.2012.

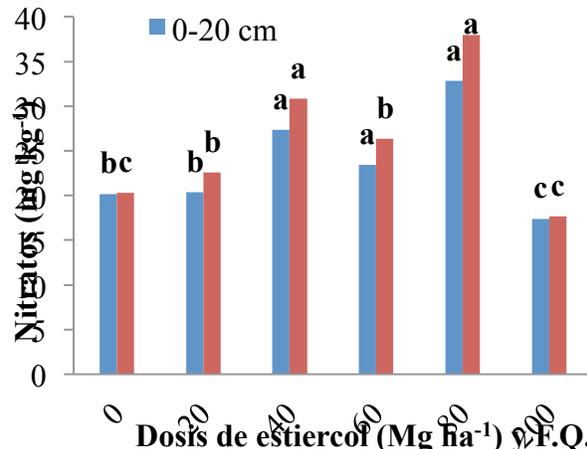


Figura 4. Nitratos del suelo a dos profundidades entre tratamientos de estiércol. CAE-FAZ-UJED, 2012.

### Rendimiento

En la variable rendimiento tanto de materia verde como de materia seca el anova presento valores con una Pr>F de 0.0050 para la M.V. y 0.0001 para la M.S., de esta manera se aprecia en la figura 5, el mayor rendimiento de M.V. se encontró en la dosis de 80 Mg ha<sup>-1</sup> de estiércol solarizado con 88.5 Mg ha<sup>-1</sup> de M.V. el resto, de los tratamientos junto con el testigo se mostraron estadísticamente iguales con valores desde 62 hasta 71.75 Mg ha<sup>-1</sup>, sin embargo estos tratamientos superan lo reportado por (Reta *et al.*, 2004), donde mencionan que la producción media regional de forraje verde es de 45 hasta 60 Mg ha<sup>-1</sup> de forraje verde. Por su parte (Salazar *et al.*, 2009), encontró rendimientos superiores a 100 Mg ha<sup>-1</sup> de forraje verde con aplicaciones de estiércol a dosis altas de (120 y 160 Mg ha<sup>-1</sup>) de forraje fresco. Ramírez-Seañez (2012), por su parte menciona en un trabajo con algodónero que a medida que se reduce la distancia entre surcos y se aumenta la densidad poblacional, se incrementa los rendimientos unitarios y la cantidad de biomasa producida por área.

El rendimiento en M.S., (figura 5), mostro diferencias en todos los tratamientos siendo la dosis de 80 Mg ha<sup>-1</sup> de estiércol solarizado la que obtuvo el mayor rendimiento con 30.99 Mg ha<sup>-1</sup> de M.S., seguido de las dosis de 60 y 40 Mg ha<sup>-1</sup> de estiércol solarizados siendo estos estadísticamente iguales con valores de 25.1 y 24.8 Mg ha<sup>-1</sup> de M.S., la dosis de 20 Mg ha<sup>-1</sup> de estiércol alcanzo un rendimiento de 22.3 Mg ha<sup>-1</sup> de M.S., la fertilización química y el testigo reportan 17.36 y 18.17 Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente. Por su parte (Montemayor *et al.*, 2012) obtuvo incrementos de M.S. en maíz en dos sistemas de riego con aumentos del 41 % en sistema de riego por goteo y 33 % más con pivote central con respecto al riego por gravedad.

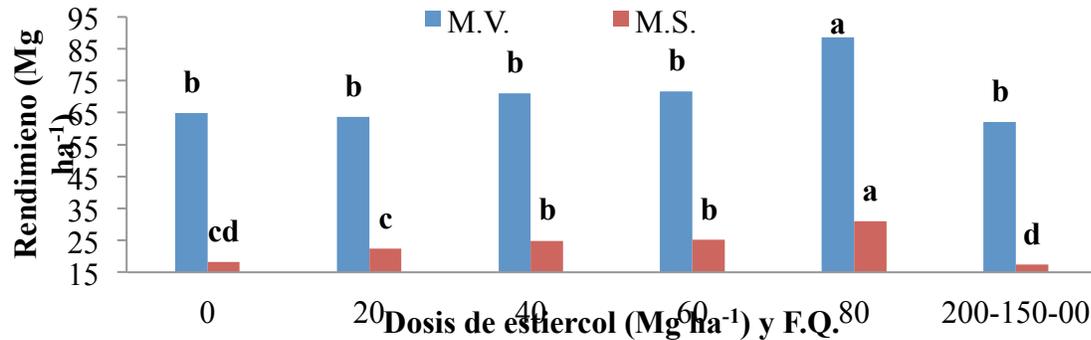


Figura 5. Rendimiento de forraje en materia verde y seca en los tratamientos de estiércol. CAE-FAZ-UJED. 2012.

### CONCLUSIONES

No se encontró diferencia estadística entre franjas de micorrizas y sin micorrizas, pero si se muestran diferencias estadísticas entre los tratamientos de estiércol, el testigo y la fertilización química.

Las dosis de 80 Mg ha<sup>-1</sup> de estiércol aplicado produce el mayor rendimiento de materia verde y materia seca.

### BIBLIOGRAFÍA

- Fitzpatrick, E. A. 1996. Introducción a la ciencia de los suelos. Editorial Trillas. México, D. F.
- García E. (1981). Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Ed. UNAM México, p. 1-12.
- López M, JD; Díaz A, E; Martínez E, R y Valdez C, RD. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Terra, (México) 19:293-299.
- Salazar S, E; Lindemann C, W; Cárdenas E, M and Christensen B, N. 1998. Nitrogen mineralization and distribution through the root zone in two tillage systems under field conditions. Terra 16: 163-172.
- Salazar S, E, Trejo E, HI; Vázquez V, C; López M, JD; Fortis H, M; Zuñiga T, R; y Amado Á, JP. 2009. Distribución de nitrógeno disponible en suelo abonado con estiércol bovino en maíz forrajero. Terra Latinoamericana, (México) 27: 373-382.
- Soria F, MDJ; Ferrera C, R; Barra J, E; González G, A, Santos J, T; Gómez L, B y Pérez G, P. 2001. Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. Terra, 19:353-362.
- Vázquez V, C; García H, JL; Salazar S, E; López M, JD; Valdez C, RD; Orona C, I; Gallegos R, MA y Preciado R, P. 2011. Aplicación de estiércol solarizado al suelo y la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). Revista Chapingo Serie Horticultura 17(Especial 1): 69-74, 2011
- Verissimo L, A. 2003. Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería. Cereales. Maíz. Editorial Oceano. Barcelona, p. 309-318.

