

Agraria

AGRARIA VOL 18, NUMERO 1; ENERO-JUNIO DE 2002

ISSN 0186-8063



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRRO
Buenavista, Saltillo., Coah., México
www.uaaan.mx

DIRECTORIO

Dr. Luis Alberto Aguirre Uribe
Rector

M.C. Luis Lauro de León González
Director General Académico

Dr. Adalberto Benavides Mendoza
Director de Investigación

Dr. Andrés Martínez Cano
Subdirector de Programación y Evaluación

Ing. Pedro Recio del Bosque
Subdirector de Operación de Proyectos

UNIDAD LAGUNA

Dr. Esteban Favela Chávez
Subdirector de Investigación

Diseño y Formación
Miguel A. Estrada Villarreal

Comité Editorial

Dr. Miguel Angel Capó Arteaga
Editor en Jefe

Dr. Jesús Valdés Reyna
Editor Ejecutivo

Secretario de Producción
M.Ed. Víctor M. López González

Editores Técnicos

Dr. José L. Puente Manriquez
Fitomejoramiento, UL

Dr. Raúl Rodríguez García
Riego y Drenaje

Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez
Producción Animal

Colaboradores

M.C. Cecilia Burciaga Dávila
Dr. Angel Cepeda Dovala
M.C. Ricardo Cuellar Flores

La Revista Agraria es una publicación científica semestral, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con domicilio conocido en Buenavista, Saltillo, Coah., México.

http://www.uaaan.mx/DirInv/portal_agraria/portal.htm

E-mail: agraria_ne@uaaan.mx

Tel (844) 411-02-12 y 411-02-80 · Fax 411-02-11



Centéotl. Deidad azteca de la agricultura, es una advocación de Chicomecóatl, diosa del maíz. La UAAAN, en su afán de rescatar los valores del pasado histórico de México la ha adoptado como logotipo de esta revista científica, como símbolo que evoca y reafirma nuestras raíces culturales.

CONTENIDO

EFECTO DE LAS ESCORIAS Y UREA ÁCIDA BAJO DIFERENTES TIPOS DE SUELOS EN EL CULTIVO DE TOMATE	1
FERTILIZACIÓN FOLIAR EN TOMATE CON EL USO DE AGROPLÁSTICOS	27
EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS DIMENSIONAL PARA ESTIMAR BIOMASA FORRAJERA Y UTILIZACIÓN DE DAMIANA (<i>Turnera Diffusa</i> WILD.) POR BOVINOS EN BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO	45

Agropapia

AGRARIA VOL 18 NUMERO 2 ENERO-JUNIO DE 2002

ISSN 0186-8063



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRRO
Buenavista, Saltillo., Coah., México
www.uaaan.mx

EFFECTO DE LAS ESCORIAS Y UREA ÁCIDA BAJO DIFERENTES TIPOS DE SUELOS EN EL CULTIVO DE TOMATE

M.C. Javier S. Silveyra Medina¹
Idalia María Hernández Torres²,
Dr. Edmundo Peña Cervantes¹,
M.C. Ricardo Requejo López¹,
M.C. Juanita Flores Velásquez³

¹ Profesores-Investigadores UAAAN;

² Tesista de Maestría UAAAN;

³ Investigador del CIQA.

RESUMEN

Los objetivos fueron evaluar los cambios físicos y químicos de cuatro diferentes suelos, bajo la aplicación de la escoria y la urea ácida, y evaluar el desarrollo y rendimiento del cultivo de tomate, a la aplicación de escorias y urea ácida, bajo condiciones de invernadero. La investigación se llevó a cabo en dos etapas; en la primera los tratamientos se mantuvieron a capacidad de campo por un período de 48 días. En la segunda etapa, se transplantó a una edad de la plántula de 38 días. El diseño que se utilizó fue un factorial irregular, de tres por dos, alojado en un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones para cada tipo de suelo. Los niveles que se utilizaron fueron: para escoria 0, 2500, y 5000 kg ha⁻¹, y para urea ácida 0 y 500 kg ha⁻¹. Las variables que se evaluaron en el suelo fueron: Da, Ds, E, CC, PMP, pH, CE, MO, P, CIC, Ca, Mg, Na, K, Mn y Fe. Las variables en planta fueron; diámetro de tallo a los 69 días, y al final del cultivo; altura de planta a los 69 días y al final del cultivo; peso fresco, peso seco, tamaño de fruto y rendimiento. En el suelo ácido el tratamiento T2 (0 kg ha⁻¹ de escoria con 500 kg ha⁻¹ de urea ácida) obtuvo el mayor rendimiento. En el suelo salino sódico, el tratamiento T1 (0 kg ha⁻¹ de escoria con 0 kg ha⁻¹ de urea ácida) mostró el mayor rendimiento. Para el suelo calcáreo, el tratamiento T5 (5000 kg ha⁻¹ de escoria con 0 kg ha⁻¹ de urea ácida) presentó el mayor rendimiento. El tratamiento que mejor rendimiento presentó para el suelo orgánico fue el T6 (5000 (kg ha⁻¹ de escoria con 500 kg ha⁻¹ de urea ácida).

Palabras clave: *Lycopersicon esculentum* Mill, escoria, urea ácida, suelo ácido, suelo salino- sódico, suelo calcáreo, suelo orgánico.

ABSTRACT

The objectives were to evaluate the physical and chemical changes of four different soils, under the application of the slag and the acid urea and to evaluate the response, and yield, of tomato to the application of slag and acid urea, under greenhouse conditions. The investigation was carried out in two stages; in the first one, treatments were kept at field capacity by a period of 48 days. In the second stage it was performed a transplantation of 38 days old seedlings.

The design was a three by two irregular factorial one, lodged in a completely randomized design, with four repetitions for each type of ground. The used levels were: for slag 0, 2500, and 5000 kg ha⁻¹, and for acid urea 0 and 500 kg ha⁻¹. The evaluated variables on the ground were: Da, Ds, E, CC, PMP, pH, CE, MO, P, CIC, Ca, Mg, Na, K, Mn and Fe. The plant variables were; stem diameter at the 69th day, and at the end of the culture; height of plant at the 69th day and at the end of the culture; fresh weight, dry weight, size of fruit and yield. In the acid ground Treatment T2 (0 kg ha⁻¹ of slag with 500 kg ha⁻¹ of acid urea) obtained the greatest yield. In the sodic saline ground, Treatment T1 (0 kg ha⁻¹ of slag with 0 kg ha⁻¹ of acid urea) showed the greatest yield. For the calcareous ground, Treatment T5 (5000 kg ha⁻¹ of slag with 0 kg ha⁻¹ of acid urea) presented the greatest yield. The treatment that better yield presented for the organic ground was T6 (5000 (kg ha⁻¹ of slag with 500 kg ha⁻¹ of acid urea).

Key words: *Lycopersicon esculentum* Mill, slag, acid urea, acid ground, sodic saline ground, calcareous ground, organic ground.

INTRODUCCIÓN

Los diferentes tipos de suelo de acuerdo a sus características físicas y químicas, presentan diversos problemas, como son: la fijación de fósforo, entre otros elementos en formas insolubles, así como la dispersión de partículas. Una alternativa para solucionar estos problemas es el empleo de mejoradores de suelo, como las escorias, la roca fosfórica, la cal, la dolomita, compuestos de azufre, que al ser aplicados a los suelos, modifican sus propiedades físicas y químicas. Las escorias se producen en forma extensiva en Alemania, Francia, Inglaterra, Finlandia, Estados Unidos y México, entre otros países. En el caso de México en AHMSA, al nivel actual de producción de acero, la generación de escoria de convertidores es de 500,000 t/año, correspondiendo de esta cantidad 190, 000 t/año a la escoria tipo C inerte. Además se tiene escoria del tipo C sin procesar, en un total de 2,735,000 t, más la que se produce anualmente.

En la actualidad las escorias al no ser utilizadas, son focos de contaminación del medio ambiente; se presenta, por lo tanto, una necesidad de utilización de las mismas, y debido a sus características físicas y químicas, además, de sus bajos contenidos de metales pesados, y su ausencia de toxicidad, permiten su aprovechamiento, principalmente en el encalado de suelos y consecuentemente, en la disminución de la acidez y en la mejora de la productividad del suelo. Se ha encontrado que el agregar escorias, trae consigo una serie de beneficios al suelo, tales como: neutralización de la acidez de suelos ácidos, además de proporcionar nutrimentos como el fósforo, entre otros. Otra alternativa de mejorar algunas características del suelo, es el empleo de fertilizantes líquidos, entre ellos, la urea ácida, que

al ser combinada con la escoria, incrementa la disponibilidad de los nutrientes que pueda aportar la escoria.

Basándose en lo anteriormente mencionado, se plantearon los siguientes objetivos e hipótesis.

Objetivos

1. Evaluar el cambio físico y químico de cuatro diferentes suelos, bajo la aplicación de las escorias y urea ácida.
2. Evaluar el desarrollo y rendimiento del cultivo de tomate, a la aplicación de escorias y urea ácida bajo condiciones de invernadero.

Hipótesis

La aplicación de escorias y urea ácida, modificará las propiedades físicas y químicas de acuerdo al tipo de suelo, lo cual se reflejará en su productividad.

La utilización de escorias y urea ácida incrementará el rendimiento del cultivo de tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en un invernadero de alta tecnología, modelo System Stuppy 2000, localizado dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). El diseño del experimento se realizó con un factorial irregular de (3 x 2), alojado en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, donde: el factor A (escorias) con tres niveles 0, 2500 y 5000 kg ha⁻¹, el factor B (urea ácida) con dos niveles 0, y 500 kg ha⁻¹, se realizaron de la misma manera para los 4 tipos de suelos, generándose 96 unidades experimentales.

La variedad de tomate que se utilizó fue la del tipo Floradade de crecimiento determinado.

El experimento se realizó en dos etapas; en la primera los tratamientos se mantuvieron a un contenido de humedad a capacidad de campo por un periodo de 50 días, la segunda se procedió al trasplante a una edad de plántula de 38 días.

A la planta se le evaluó la altura entre otras variables, como medio para observar la respuesta del cultivo a los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades Físicas del Suelo

Densidad aparente (Da)

Al realizar el ANVA se encontró, que hubo diferencia significativa para esta variable, con urea ácida en el Suelo 1, y para escoria en el Suelo 3. Los demás tratamientos no mostraron diferencia significativa. La urea ácida presentó la media mas alta en el nivel de 500 kg ha⁻¹, con un valor de 1.30 g cm⁻³; y la mas baja en su nivel de 0 kg ha⁻¹, con 1.28 g cm⁻³, como se muestra en el cuadro 1 y en la figura 1.

Cuadro 1. Medias de tratamientos para densidad aparente (g/cm³) de los cuatro suelos.

Suelo	Escoria kg ha ⁻¹			Urea ácida kg ha ⁻¹		
	0	2500	5000	0	500	
S1	1.28	1.28	1.29	1.28	1.30	
S2	1.29	1.31	1.31	1.30	1.31	
S3	1.23	1.21	1.17	1.21	1.20	
S4	1.04	1.04	1.04	1.05	1.04	
	Interacción Escoria-Urea ácida					
	0-0	0-500	2500-0	2500-500	5000-0	5000-500
S1	1.28	1.29	1.27	1.29	1.27	1.31
S2	1.30	1.28	1.31	1.32	1.30	1.32
S3	1.23	1.24	1.23	1.18	1.16	1.19
S4	1.05	1.04	1.05	1.03	1.04	1.05

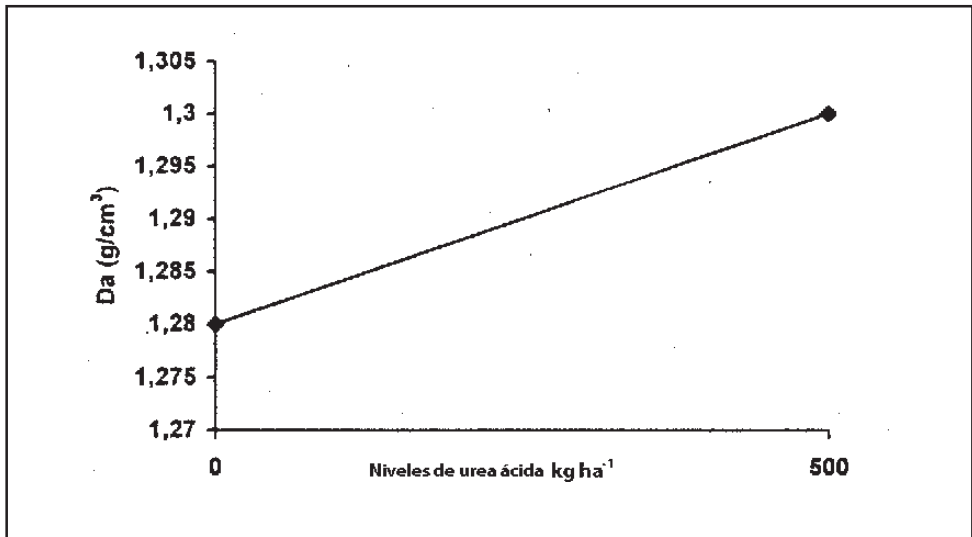


Figura 1. Densidad aparente en el Suelo uno con los niveles de urea ácida en kg ha⁻¹.

En el Suelo 3 se observó que al incrementar el nivel de escoria la Da disminuye, en donde la media de tratamientos superior se presentó con el nivel de 0 kg ha⁻¹ de escoria, con un valor de 1.23 g/cm³; y la media inferior en el nivel de 5000 kg ha⁻¹ de escoria, con un valor de 1.17 .g/cm³ (Figura 2).

Para el Suelo 1 los resultados con escoria indican que al incrementar el nivel de ésta, aumenta ligeramente el valor de la Da, sin presentar significancia, debido a las características mineralógicas de la escoria.

La urea ácida mostró significancia al aumentar el nivel de este factor, incrementó la Da, debido al efecto que causa el H₂SO₄ de la urea ácida sobre la materia orgánica, provocando cambios en la estructura del suelo, misma que se ve reflejada en el cambio de esta variable.

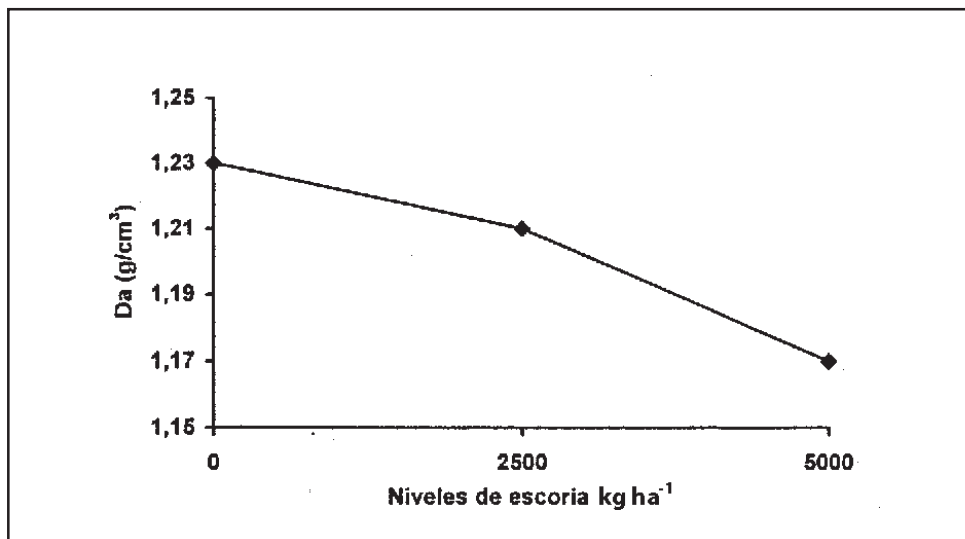


Figura 2. Densidad aparente en el Suelo 3 con los diferentes niveles de escoria en kg ha⁻¹.

Para el Suelo 2 la escoria incrementó ligeramente esta variable debido al material mineral que aporta la escoria, mientras que la urea ácida no mostró ningún efecto sobre la Da debido a que la acción del ácido sulfúrico que contiene la urea ácida solubiliza mas sales, lo que provoca un ligero aumento en la densidad.

La escoria para el Suelo 3 mostró significancia, pudiéndose apreciar que al incrementar el nivel de escoria, disminuye el valor de la Da. Esto se debe posiblemente al material encalante, y a los minerales, específicamente al calcio que contiene la escoria, el cual incrementa la cohesión del suelo, puesto que facilita la formación de agregados.

La urea ácida disminuye ligeramente el valor de la Da, posiblemente debido al contenido de H₂SO₄, que ayuda a la descomposición de la materia orgánica y a la formación

de una mejor estructura del suelo, lo cual se ve reflejado en una disminución de la Da. Esto concuerda con Dimas (1994) quien menciona que, en el cultivo de maíz, la densidad aparente disminuye con la aplicación de urea ácida, aproximadamente en 0.14 g/cm^3 en comparación con el testigo.

El Suelo 4 es el que presentó mejores características físicas y químicas, y mejor desarrollo del cultivo y desarrollo radical, esto se reflejó en una uniformidad de la densidad aparente propia de ese suelo.

Propiedades Químicas

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

Los resultados de CIC para el Suelo 1 muestran que existe diferencia significativa al 5% para escoria, en donde se visualiza la media mas alta, con el nivel de 2500 kg ha^{-1} , con un valor de $13.48 \text{ meq } 100 \text{ g}^{-1}$, mientras los otros dos niveles mostraron la media mas baja, con un valor de $11.01 \text{ meq } 100 \text{ g}^{-1}$, como se aprecia en la Figura 3, y en el Cuadro 2, donde se muestran las medias de tratamientos de los 4 suelos.

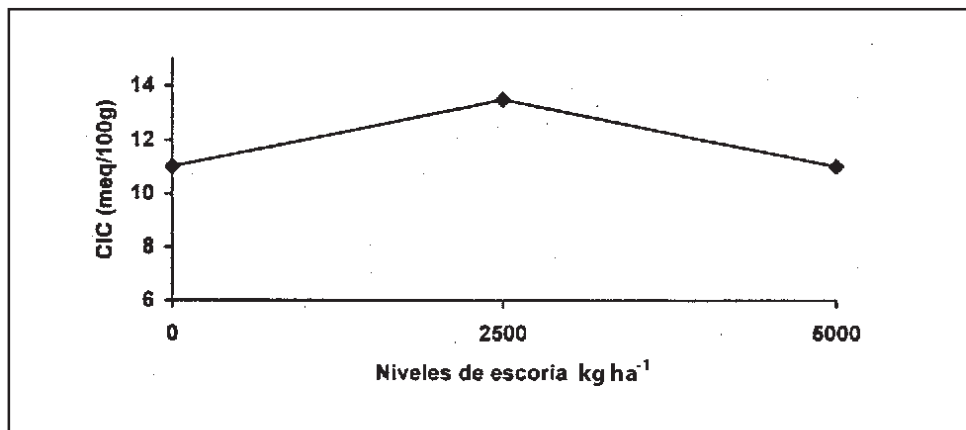


Figura 3. Comportamiento de la CIC en el Suelo 1 con la aplicación de la escoria kg ha⁻¹.

Cuadro 2. Medias de tratamientos de CIC (meq 100 g⁻¹) de los 4 suelos.

Suelo	Escoria kg ha ⁻¹			Urea ácida kg ha ⁻¹		
	0	2500	5000	0	500	
S1	11.01	13.48	11.01	12.21	11.46	
S2	13.67	14.10	12.12	13.15	13.44	
S3	29.32	34.03	29.82	29.61	32.50	
S4	37.74	38.48	35.88	37.37	37.37	
Interacción Escoria - Urea ácida						
	0-0	0-500	2500-0	2500-500	5000-0	5000-500
S1	10.64	11.38	15.09	11.88	10.89	11.13
S2	13.24	14.10	14.85	13.36	11.38	12.87
S3	25.24	33.41	33.66	34.40	29.94	29.70
S4	36.63	38.85	39.84	37.12	35.64	36.13

La interacción de la escoria con urea ácida presentó diferencia significativa al nivel de 5 %, en donde se puede apreciar que el nivel de 2500 kg ha⁻¹ de escoria, con

el nivel de 0 kg ha⁻¹ de urea ácida obtuvo la media mas alta para CIC, con un valor de 15.09 meq 100 g⁻¹ y la media menor se registró en el nivel de 0 kg ha⁻¹ de escoria, con 0 kg ha⁻¹ de urea ácida, con una media de 10.64 meq 100 g⁻¹ los resultados se presentan en la Figura 4.

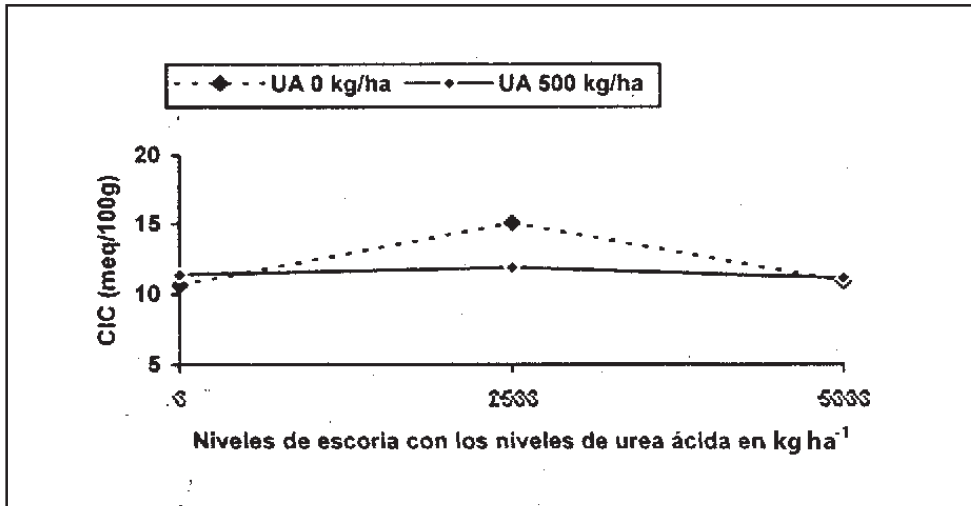


Figura 4. Comportamiento de la CIC en el Suelo 1 en la interacción de la escoria con la urea ácida en kg ha⁻¹.

La escoria presentó diferencia significativa al 5% para el Suelo 2, en donde la media de mayor valor se presentó en el nivel de 2500 kg ha⁻¹, con un valor de 14.10 meq 100 g⁻¹ mientras que el nivel de 5000 kg ha⁻¹ fue la menor, con un valor de 12.12 meq 100 g⁻¹; este valor fue mas bajo que donde no se aplicó escoria, que es el nivel de 0 kg ha⁻¹, con un valor de 13.67 meq 100 g⁻¹, como se puede apreciar en la Figura 5.

En cambio para el Suelo 3 se presentó diferencia significativa al 5 % para ambos

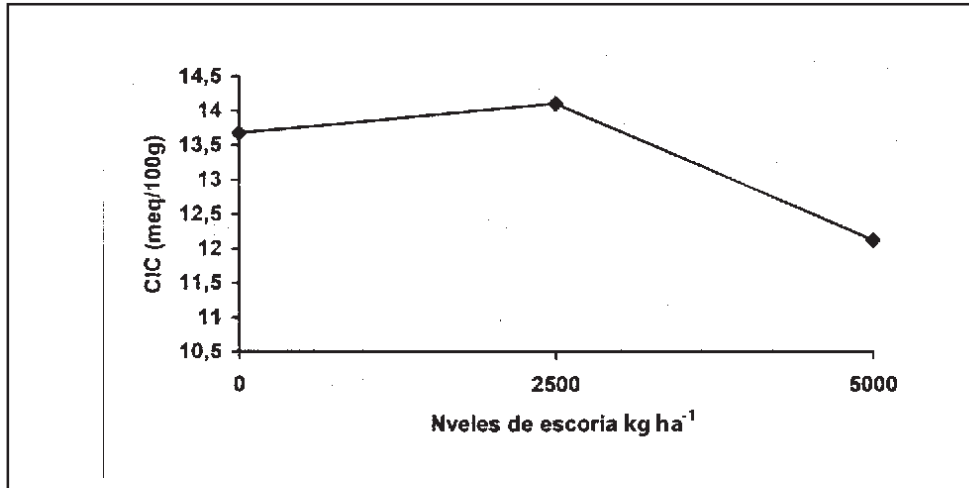


Figura 5. Comportamiento de la CIC en el Suelo 2 con la aplicación de escoria kg ha^{-1} .

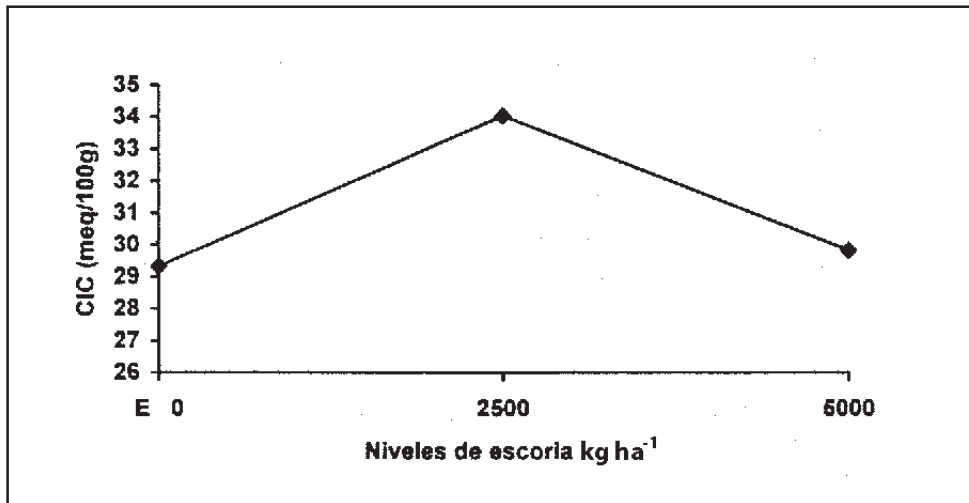


Figura 6. Comportamiento de la CIC en el Suelo 3 con la aplicación de escoria kg ha^{-1} .

factores (escoria y urea ácida), y sus interacciones. Para escoria, la media mas alta se presentó en el nivel de 2500 kg ha⁻¹, con una media de 34.03 meq 100 g⁻¹, en tanto que la media de menor valor, se registró en el nivel de 0 kg ha⁻¹, los datos se muestran en la Figura 6.

Se puede apreciar que con la aplicación de 500 kg ha⁻¹ de urea ácida, se presentó la media más alta con 32.50 meq 100 g⁻¹, los resultados se pueden observar en la Figura 7.

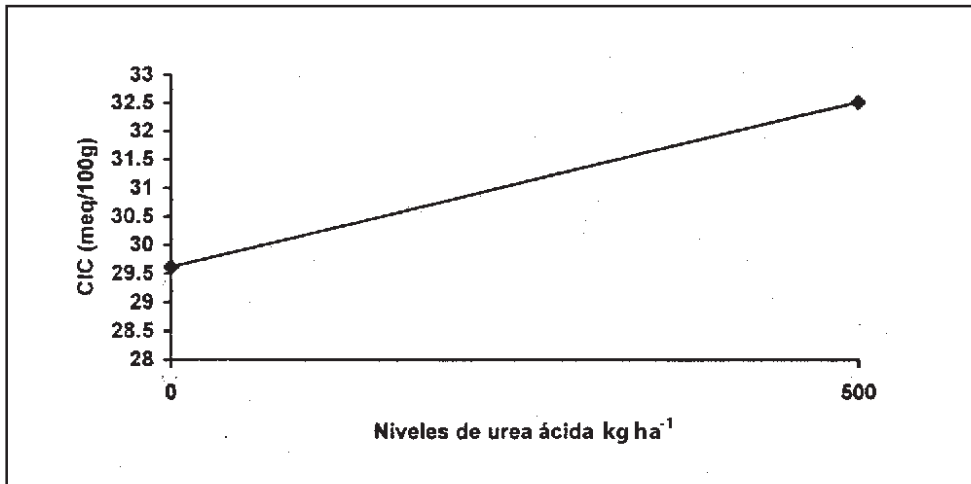


Figura 7. Comportamiento de la CIC en el Suelo 3 con la aplicación de la urea ácida kg ha⁻¹.

Para la interacción de la escoria con la urea ácida, la media de tratamientos mayor se presentó en el nivel de 2500 kg ha⁻¹ de escoria, con el nivel de 500 kg ha⁻¹ de urea ácida, con un valor de 34.40 meq 100 g⁻¹, y la media inferior en el nivel de 0 kg ha⁻¹ de

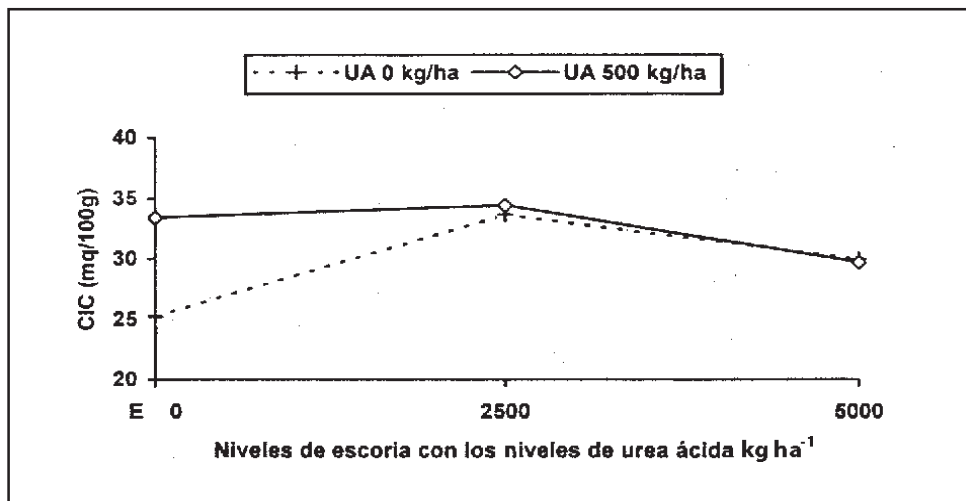


Figura 8. Comportamiento de la CIC en el Suelo 3 en la interacción de la escoria con la urea ácida en kg ha^{-1} .

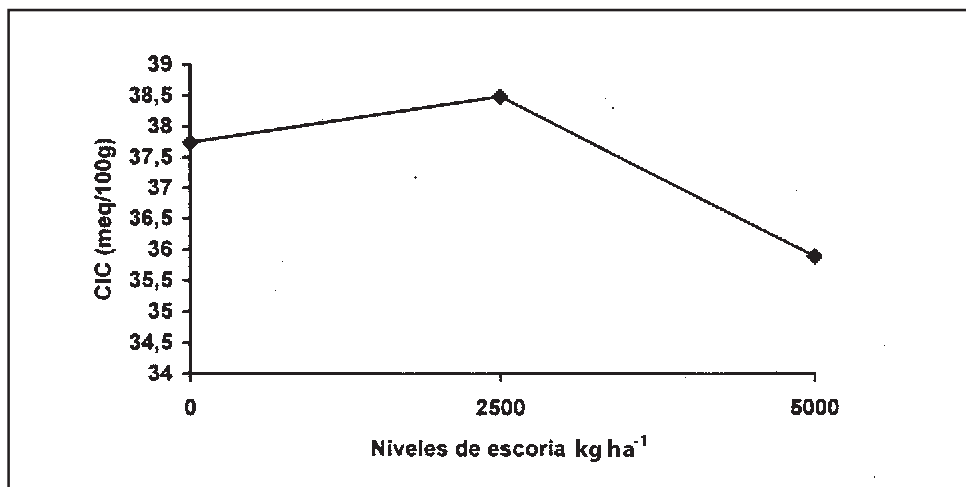


Figura 9. Comportamiento de la CIC en el Suelo 4 con la aplicación de escoria kg ha^{-1} .

escoria, con el nivel de 0 kg ha⁻¹ urea ácida con 25.24 meq 100 g⁻¹, los resultados se muestran en la Figura 8.

En el Suelo 4 se registró diferencia significativa para escoria y la interacción con el otro factor, no así para urea ácida. Para la escoria el mayor valor de la media de tratamientos se presentó en el nivel de 2500 kg ha⁻¹, con una media de 38.48 meq 100 g⁻¹, y la menor en el nivel de 5000 kg ha⁻¹ con media de 35.88 meq 100 g⁻¹, (Figura 9).

En la interacción de la escoria con la urea ácida el nivel de 2500 kg ha⁻¹ de escoria con el nivel de 0 kg ha⁻¹ de urea ácida, presentó la media más alta con 39.84 meq 100 g⁻¹, mientras que se presentó la más baja en el nivel de 5000 kg ha⁻¹ con el nivel de 0 kg ha⁻¹ de urea ácida, con 35.64 meq 100 g⁻¹, (Figura 10).

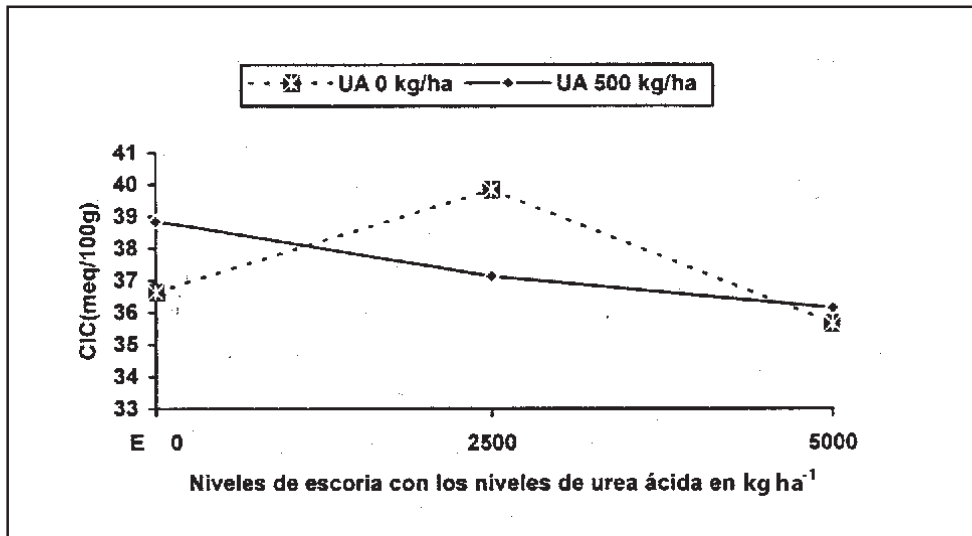


Figura 10. Comportamiento de la CIC en el Suelo 4 en la interacción de la escoria con la urea ácida.

La escoria presentó una respuesta positiva en el nivel de 2500 kg ha⁻¹ para los 4 suelos, este ligero incremento se debe a un efecto indirecto, la escoria de acuerdo a sus características químicas, provoca algunas reacciones que favorecen la descomposición de la materia orgánica, de esta manera se generan mas sitios de intercambio. Algo similar ocurre con la urea ácida, la acción del ácido sulfúrico que contiene la misma, provoca una descomposición de la materia orgánica. Lo anterior coincide con Ponette *et al.* (1991), quienes citan que la escoria con otros mejoradores, incrementa la CIC a una profundidad de 40-60 cm. Estos incrementos también concuerdan con Formoso *et al.* (1993), los cuales mencionan que al fertilizar pastos con 3 t/h⁻¹ de escoria, presentaron una disminución en el contenido de Al cambiante, y un aumento de los contenidos de Ca y Mg en el complejo de cambio, lo cual incrementa la CIC del suelo, y decrece el valor de sodio cambiante.

Fósforo

Al realizar el ANVA para P se presentó diferencia significativa al 5 % para escoria, en el Suelo 1, no así para el otro factor y sus interacciones, tampoco para los otros suelos. En el Suelo 1 se aprecia que en el nivel de 2500 kg ha⁻¹ se registró el mayor valor con una media de 27.83 ppm y el menor en el nivel de 5000 kg ha⁻¹ con 23.58 ppm, (Figura 11 y Cuadro 3).

Cuadro 3. Medias de tratamientos para P(ppm) de los 4 suelos.

Suelo	Escoria kg ha^{-1}			Urea ácida kg ha^{-1}	
	0	2500	5000	0	500
S1	24.31	27.83	23.58	24.72	25.76
S2	56.32	66.02	57.22	57.35	62.36
S3	49.35	53.85	52.4	52.25	51.48
S4	185.25	167.75	164.77	163.13	182.05

Interacción Escoria – Urea ácida

	Interacción Escoria – Urea ácida					
	0-0	0-500	2500-0	2500-500	5000-0	5000-500
S1	23.01	25.62	28.07	27.58	23.08	24.07
S2	55.8	56.85	60.65	71.4	55.6	58.85
S3	47.4	51.3	57.05	50.65	52.3	52.5
S4	172.75	197.75	158.5	177	158.15	171.4

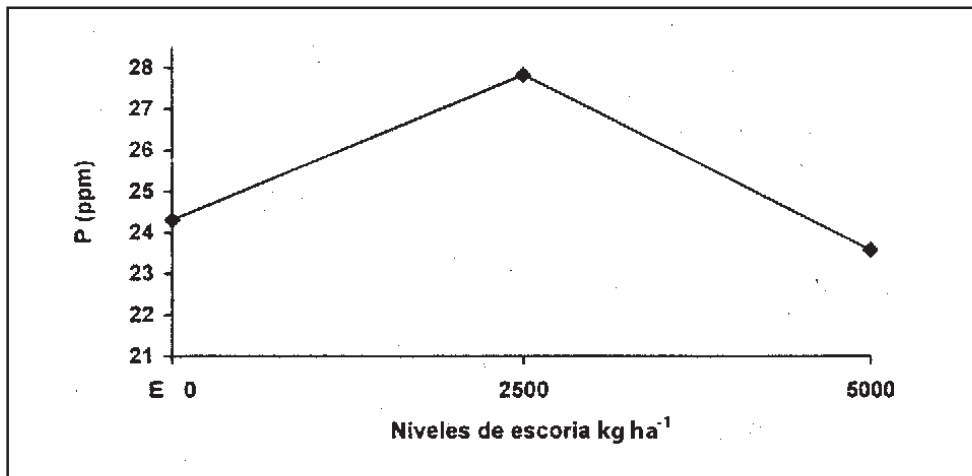


Figura 11. Contenido de P (ppm) en el Suelo 1 con los diferentes niveles de escoria kg ha^{-1}

El Suelo 1 fue el que presentó diferencia significativa para esta variable, el P que proporcionó la escoria, probablemente se encuentra disponible debido al pH del suelo. Esto coincide con Steffens (1987) que menciona que con el análisis de suelo, se demostró que la aplicación de escoria básica, incrementa el contenido de cal, H_2O y P extractable del suelo. En los cuatro tipos de suelos el nivel de escoria de 2500 kg ha^{-1} fue el que proporcionó más P que el nivel de 5000 kg ha^{-1} , este nivel mostró un efecto negativo, debido al alto contenido de material encalante de la escoria, y éste, probablemente incrementa la fijación del P, respecto a la urea ácida en el nivel de 500 kg ha^{-1} que incrementó ligeramente la disponibilidad de P de manera no significativa, debido probablemente al contenido de H_2SO_4 que contiene la urea, este es utilizado en la recuperación de suelos salinos, facilitando la disponibilidad de los nutrimentos.

Materia Orgánica (MO)

El Suelo 1 mostró diferencia significativa al 5 %, sólo para escoria, en el Suelo 3 se presentó diferencia en la interacción de los dos factores, en tanto que en el Suelo 4, se registraron diferencias con la escoria y la interacción de ésta con la urea ácida, y sólo en el Suelo 2, no se presentaron diferencias.

La escoria obtuvo la media de tratamientos mas alta en el nivel 2500 kg ha^{-1} , con un valor de 1.59 %, y la media mas baja en el nivel de 0 kg ha^{-1} , con un valor de 1.24 %, los resultados se muestran en la Figura 12 y en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Medias de tratamientos para materia orgánica (%) de los 4 suelos.

Suelo	Escoria kg ha ⁻¹			Urea ácida kg ha ⁻¹	
	0	2500	5000	0	500
S1	1.24	1.59	1.54	1.43	1.48
S2	1.30	1.39	1.37	1.33	1.37
S3	0.83	0.87	0.91	0.87	0.87
S4	6.37	6.02	5.68	5.82	6.07

	Interacción Escoria - Urea ácida					
	0-0	0-500	2500-0	2500-500	5000-0	5000-500
S1	1.18	1.29	1.59	1.59	1.52	1.56
S2	1.35	1.25	1.39	1.38	1.26	1.49
S3	0.75	0.91	0.93	0.81	0.92	0.90
S4	5.73	6.53	6.17	5.88	5.56	5.81

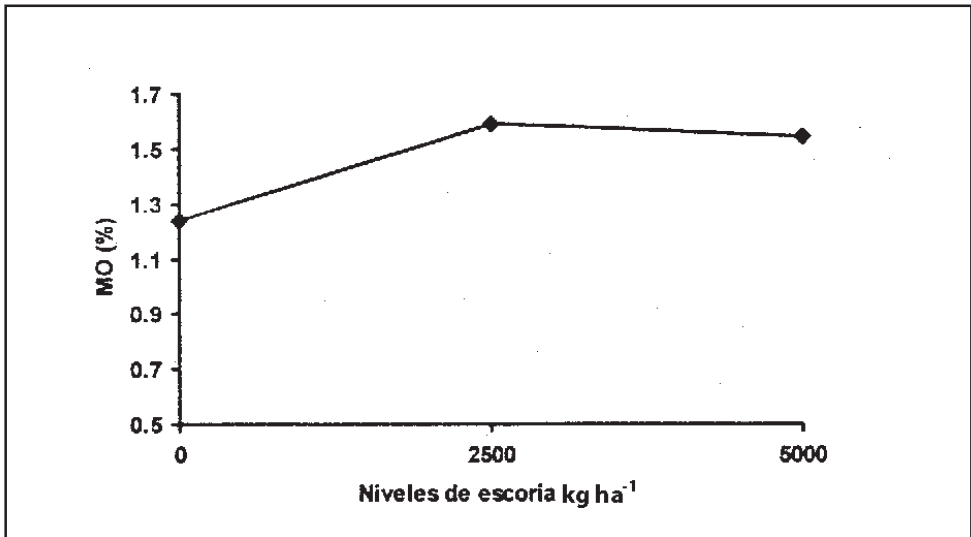


Figura 12. Contenido de materia orgánica (%) en el Suelo 1 con la aplicación de los diferentes niveles de escoria kg ha⁻¹

La interacción de escoria con urea ácida en el Suelo 3, mostró que la media de tratamientos mas alta se presentó en el nivel de 2500 kg ha⁻¹ de escoria con el nivel de 0 kg ha⁻¹ de urea ácida, con un valor de 0.93 %, seguida por el nivel de 5000, kg ha⁻¹ de escoria con el nivel de 0 kg ha⁻¹ de urea ácida, con un valor de 0.92 %, y la media mas baja en el nivel de 0 kg ha⁻¹ de escoria con el nivel de 0 kg ha⁻¹ de urea ácida, con un valor de 0.75 %, los resultados se pueden apreciar en la figura 13.

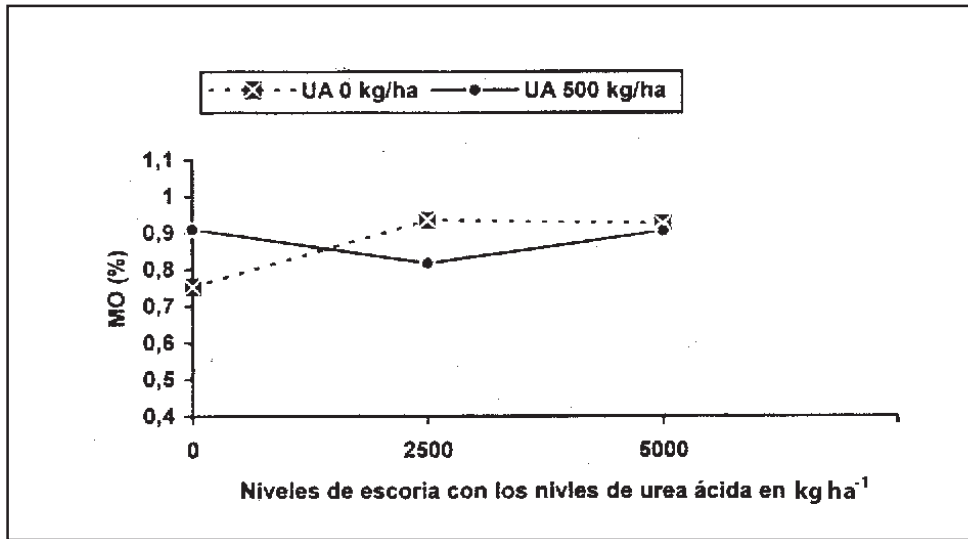


Figura 13. Contenido de materia orgánica (%) en el Suelo 3 en la interacción de la escoria con la urea ácida kg ha⁻¹.

Al ser aplicada en el Suelo 4 la escoria disminuye el porcentaje de materia orgánica; la mejor media de tratamientos se presentó al nivel de 0 kg ha⁻¹ de escoria, con un valor de 6.13 %, y la menor en el de 5000 kg ha⁻¹ con un valor de 5.68 %, (Figura 14).

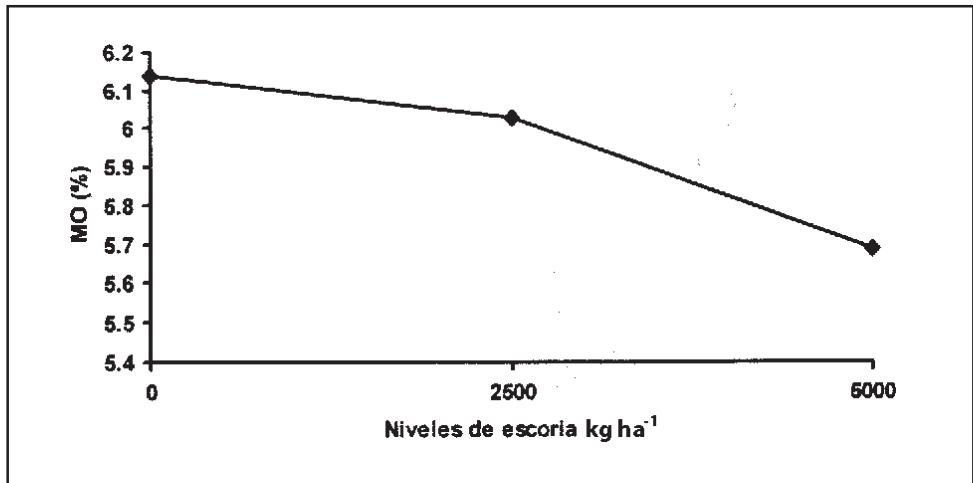


Figura 14. Contenido de materia orgánica (%) en el Suelo 4 con la aplicación de los diferentes niveles de escoria kg ha⁻¹.

La interacción de escoria con urea ácida en este mismo suelo, muestra la misma tendencia que en su forma individual, en donde se puede apreciar que la media superior se presentó en el nivel 0 kg ha⁻¹ de escoria con el nivel de 500 kg ha⁻¹ de urea ácida, con un valor de 6.53 %, y la inferior el nivel de 5000 kg ha⁻¹ de escoria, con el nivel de 0 kg ha⁻¹ de urea ácida con un valor de 5.56 %, (Figura 15).

En los Suelos 1, 2 y 3, la aplicación de escoria presentó una respuesta positiva, debido a los elementos que aporta la escoria, que favorecen la descomposición de la materia orgánica, haciendo mas disponible los nutrientes para el cultivo, lo que conlleva a una mayor producción de raíces, mismas que al descomponerse incrementan la materia orgánica.

Con la aplicación de urea ácida se favorece la descomposición de la materia orgánica, debido al H₂SO₄ presente en la misma, dependiendo del tipo de suelo. Estos

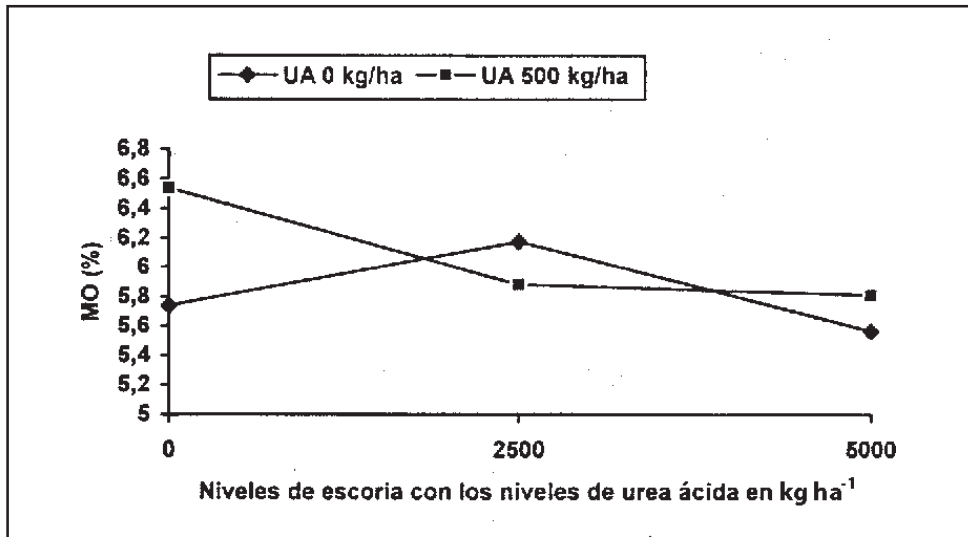


Figura 15. Contenido de materia orgánica (%) en el Suelo 4 en la interacción de la escoria con la urea ácida en kg ha⁻¹.

resultados concuerdan con lo mencionado por Formoso *et al.* (1993), quienes reportaron que las escorias producen una mayor disponibilidad de la materia orgánica y una mayor asimilación del P y K en cereales.

En el Suelo 4 al aplicar escoria se observó un efecto negativo, debido probablemente al incremento de la actividad microbiana (la cual entra en competencia por el N) generada por el material que aporta la escoria y la descomposición de la materia orgánica, que incrementan la urea ácida. En este suelo se generó una mayor producción, lo que requiere una mayor extracción de nutrimentos del suelo, disminuyendo por lo tanto esta variable. Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con los reportados por Osorio (1997), quien menciona que con la aplicación de escoria BOF C2 inerte en la etapa de cosecha de

maíz, los contenidos de materia orgánica presentaron un decremento de más del 50 % en comparación con la etapa de floración.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos durante esta investigación, se presentan las siguientes conclusiones:

1. La aplicación de escorias modifica las propiedades físicas y químicas de los suelos evaluados, y cambios en el cultivo de la siguiente manera:

- En el suelo ácido se incrementa: CIC, MO, CE y Mn. Se disminuye: CC, P, K, Na, Fe.

- En el suelo salino sódico se incrementa: CIC, Mn. Decece Fe.

- En el suelo calcáreo se incrementa: EP y CIC. Disminuyen: Da, CE, Mg y Fe.

- En el suelo orgánico se incrementa: PMP y CIC. Se disminuyen: MO, pH, CE y Fe, diámetro de tallo y altura de planta al final.

2. La aplicación de urea ácida modifica las propiedades físicas y químicas, de acuerdo al tipo de suelo, además de cambios en el cultivo en la forma siguiente:

- En el suelo ácido se incrementa: Da, Mn, peso fresco y peso seco. Se disminuye: EP y Na.

- En el suelo calcáreo se incrementa: CIC, CE, Mn y altura de planta a los 69 días. Disminuye el rendimiento.

- En el suelo orgánico se incrementa: Mn y peso fresco. Se disminuye: pH.

LITERATURA CITADA

- Dimas A., J.M. 1994. Efecto de fertilizantes líquidos ácidos en maíz, cebada y triticale bajo condiciones de invernadero. Tesis licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México.
- Formoso A., F. López., N. Balcázar., F. Medina., J. Ruiz de Lobera y J.I. Larburu. 1993. Utilización agrícola de escorias del convertidor de oxígeno, Memorias del XV Simposium Nacional de Siderurgia, Morelia, Mich., México.
- Osorio T., M. 1997. Uso de escorias BOF C2 inerte y materia orgánica en el cultivo de maíz (*Zea maíz* L.). Tesis de maestría UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México.
- Ponette, Q., R. Frankart., W. Poma R. and C. Petit. 1991. Effects of mineral amendments on the physico-chemical properties of a brown acid soil in a beech stand in Belgian Ardennes. Universite de Louvain, Place Croix du Sud 2, B - 1348 Louvain la Neuve, Belgium. *Pedologie*. 41:1, 89-100.
- Steffens, D. 1987. Influence of long-term application of different P-fertilizers on phosphate availability in rhizosphere of rape. *Soils and Fertilizer*. German Federal Republic. 150:2, 75-80.

FERTILIZACIÓN FOLIAR EN TOMATE CON EL USO DE AGROPLÁSTICOS

José Luis Woo Reza
Rómmel de la Garza Garza
José Hernández Dávila
Regino Morones Reza

Departamento de Suelos,
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

RESUMEN

Con el objeto de evaluar fertilizantes completos y mezclas en relación a la masa foliar, en el cultivo de tomate, bajo condiciones de agroplásticos, se estableció este trabajo, durante el ciclo primavera-verano 1995, en el Campo Experimental de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), bajo un diseño de bloques al azar en parcelas divididas, con cuatro repeticiones. Las fuentes estudiadas fueron: seis fertilizantes completos y seis mezclas, evaluándose además, tres intervalos de aplicación cada 5, 10 y 15 días. Los resultados muestran que, para la calidad de fruto mediano, la mejor mezcla fue el Superfos + Agro-k, con 19.27 %, para fruto grande y extragrande los fertilizantes Foltron plus y Foligro con 10.05 y 9.61 %, respectivamente. Los resultados indican que los intervalos de 5 y 10 días son estadísticamente iguales entre sí, donde el intervalo de 5 días presenta un rendimiento total mayor, en comparación al de 15 días, con una producción experimental de 82.094 t ha⁻¹, teniéndose una disminución del rendimiento total de 19.46 y 18.65 %, con 5 y 10 días de intervalo respectivamente. Los tratamientos de mayor producción fueron: el 10 (Grofol aplicado cada 5 días), produciendo 133.28 t ha⁻¹, el 2 (Nitrofoska aplicado cada 10 días), y el 8 (Foltron plus aplicado cada 10 días) con 127.23 y 126.65 t ha⁻¹) respectivamente. Los de menor producción fueron: el 18 (Cosmocel aplicado cada 15 días), el 30 (Superfos + Agro-k aplicado cada 15 días) y el 36 (Superfos + Poliquel M. aplicado cada 15 días) con 58.15, 65.51 y 70.60 t ha⁻¹, respectivamente.

Palabras clave: *Lycopersicon esculentum* Mill, fertilizantes completos y mezclas, aplicación foliar, rendimiento, intervalos de aplicación, tomate.

ABSTRACT

This work was performed with the aim of evaluating complete fertilizers and mixtures as related to foliar mass in tomato, under agro-plastic conditions. It was settled during the cycle spring-summer 1995, at the Experimental Field of Horticulture of the University Agrarian Antonio Narro (UAAAN), under a randomized blocks design in divided parcels, with four repetitions. Six complete fertilizers and six mixtures were studied, evaluating in addition, three intervals of application every 5, 10 and 15 days. The results show that, for the quality of medium sized fruit, the best mixture was Superfos + Agro-k, with 19,27 %, for great and extragreat fruit the best were Foltron plus and Foligro fertilizers with 10,05 and 9,61 %, respectively. The results indicate that the intervals of 5 and 10 days yield statistically equal results, where the interval of 5 days presents a greater total efficiency, in comparison to the one of 15 days, with 82.094 an experimental production of $t\ ha^{-1}$, having a diminution of the total efficiency of 19.46 and 18.65 %, with 5 and 10 days of interval respectively. The treatments of greater production were: number 10 (Grofol applied every 5 days), producing $133.28\ t\ ha^{-1}$, number 2 (Nitrofoska applied every 10 days), and number 8 (Foltron plus applied every 10 days) with 127.23 and $126.65\ t\ ha^{-1}$ respectively. Those of smaller production were: number 18 (Cosmocel applied every 15 days), number 30 (Superfos + Agro-k applied every 15 days) and number 36 (Superfos + Poliquel M. applied every 15 days) with 58.15, 65.51 and $70.60\ t\ ha^{-1}$, respectively.

Key words: *Lycopersicon esculentum* Mill, complete fertilizers and mixtures, foliar application, yield, intervals of application, tomato.

INTRODUCCIÓN

Es bien conocido que uno de los problemas de tipo económico-social de más difícil solución, con el que han de enfrentarse los países de todo el mundo, es el relativo a la agricultura. Los progresos técnicos, la competencia agresiva en los mercados mundiales y el alza de precios, obligan a los agricultores a enfrentarse con las realidades económicas. En México, el cultivo de tomate tiene importancia no sólo como generador de divisas, sino también por la elevada derrama económica que genera, además, proporciona mano de obra a una gran masa de trabajadores estacionales del campo. El sector agrícola se ve obligado a realizar esfuerzos para encontrar la mejor solución a problemas tan diversos como: nutrición, producción, rendimiento, precocidad, comercialización, ahorro de mano de obra y de energía, lucha contra las inclemencias del tiempo, escasez de agua, etc. Es por eso que en la era moderna, el uso de los plásticos en la agricultura no podía ser una excepción y la plasticultura, ciencia joven de no más de 30 años. Por otra parte, la utilización de la fertilización foliar, ha logrado resultados prácticos para incrementar los rendimientos, ya que los nutrimentos que existen en el suelo, muchas veces, se encuentran fijados y no están disponibles para los cultivos.

Se cultivó tomate var. Blazer, con el objetivo de evaluar a nivel semicomercial, el acolchado de suelos con películas plásticas en General Terán, Nuevo León; el trasplante se realizó del 26 al 29 de marzo de 1984, con una densidad de 10,000 plantas/h. Se utilizó plástico negro opaco de 50 micras (m) de espesor. La fertilización inicial fue de

400 kg t ha⁻¹ de triple 17 y una fertilización complementaria de 400 kg ha⁻¹ de sulfato de amonio, en dos aplicaciones. Los resultados muestran una anticipación a cosecha de 9 días con el uso de películas plásticas, con relación al método tradicional de cultivo. El rendimiento fue de 23.306 t ha⁻¹ para el acolchado, y de 17.073 t ha⁻¹ para el testigo. En cuanto al ahorro de agua, éste fue inferior en 1500 m³ en suelo acolchado, así como un ahorro en labores de cultivo de 3 deshierbes y un aporque (Ibarra y Rodríguez, 1991).

Los mismos autores, al establecer un cultivo de tomate var. Floradade en el Valle de Culiacán, realizaron el trasplante el 24 de noviembre de 1984, bajo un marco de plantación de 1.5 x 0.3 m, lo cual permitió una densidad de población de 22,222 plantas/ha. Utilizaron película negra de 37.5 m de espesor, y una fertilización inicial de 1700 kg ha⁻¹ de triple 17, y una complementaria de 300 kg ha⁻¹ de urea más 3 kg de elementos menores, y observaron en sus resultados un incremento en el rendimiento exportable de 7.242 t ha⁻¹ y de 3.532 t ha⁻¹ para el mercado nacional, en los tratamientos acolchados.

Los beneficios por efecto de acolchado fueron: rendimiento 36.786 t ha⁻¹ (24.750 para exportación y 11.306 para mercado nacional), mientras que en el testigo se obtuvieron 25.012 t ha⁻¹ (17.508 para exportación y 7.504 para mercado nacional), así como un ahorro de 800 m³ de agua, las labores de deshierbe se redujeron en un 12.13 % y los jornales dedicados al riego en un 20 % con respecto al testigo.

Ibarra y Rodríguez (1991) mencionan que para evaluar el comportamiento de 6 cultivares de tomate bajo acolchado de suelos y macrotúnel, se efectuó el trasplante el 14 de diciembre de 1981 a doble hilera, en camas de 1.6 m de separación y 0.4 m entre

plantas (densidad de 3.1 plantas/m²). Como material de cubierta se utilizó PVC calibre 600 y PE calibre 720, en tanto que para acolchado se utilizó PE negro y transparente. La fertilización se hizo en banda, de acuerdo a la dosis 120-60-38 y se aplicaron 10 riegos por gravedad. Las variedades evaluadas fueron ACE 55 VF, President 012-127, Duke, Emperor, Count II y President 012-382, encontrándose que se obtuvo mayor producción bajo cubierta de PVC y con la variedad Count II con 8.976 kg m⁻³, se logró un adelanto a inicio de cosecha de 14 y 17 días, con respecto al testigo, que registró 121 días. Se observó que con el uso de macrotúneles, se puede obtener producción fuera de temporada, ya que durante las fechas de inicio de cosecha bajo cubierta, se llevaba a cabo la temporada de trasplante tradicional en la región.

García (1980) cita que ante la certeza de la nutrición vegetal, rociando la parte aérea de los cultivos con soluciones acuosas de sustancias alimenticias, se está desarrollando la técnica de la fertilización foliar, donde las experiencias prueban que la absorción comienza a los 4 segundos de haber rociado las hojas con la solución nutritiva, la cual es absorbida con mayor velocidad y en mayor proporción que al abonar el suelo.

Tooverly (1982) señala que el peso de la cosecha de una superficie determinada dedicada a cierto cultivo, depende del número de plantas sembradas por unidad de superficie, del número de frutos por planta y del peso de los frutos. El primer factor está influenciado por el tipo de planta, se deduce fácilmente en este caso que las variedades de tomate de porte más pequeño, pueden sembrarse mucho más próximas que las que son altas y frondosas. El número de frutos por planta, depende, de la cantidad de racimos y del número de frutos de cada uno de éstos; los caracteres de la inflorescencia y el número de frutos, se ven

modificados por la temperatura, y la luz existentes durante el desarrollo. El peso de los frutos, para que lleguen a ser al menos del tamaño medio normal del genotipo utilizado, depende del número de lóculos y del peso de cada uno de éstos; algunos materiales poseen frutos biloculares y otros poseen multiloculares, además también depende de la nutrición de la planta y de los cuidados que se lleven a cabo en las prácticas de manejo en todo el ciclo del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló durante el ciclo primavera-verano de 1995. Se realizó a un costado del actual Departamento de Horticultura, situado en la parte del bajo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la cual se localiza a una latitud norte de 25° 22' y una longitud oeste de 101°00', con una altura de 1742 msnm (Mendoza, 1983)

Los tratamientos fueron generados a combinación de los niveles de dos factores:

Factor A. fertilizantes (Parcela Grande)

	Tratamiento	Formulación	Dosis
A ₁	Bayfolan (F1)	24-13-13	3 kg ha ⁻¹
A ₂	Nitrofoska foliar (F1)	10-4-7-0.2	4 L ha ⁻¹
A ₃	Foltron plus (F1)	10-20-5	3 L ha ⁻¹
A ₄	Grofol (F1)	20-30-10	2 kg ha ⁻¹
A ₅	Foli-Gro (F1)	20-30-10	3 kg ha ⁻¹
A ₆	Cosmosel (FI)	20-30-10	3 kg ha ⁻¹
A ₇	Lobi 44 + Agro-k (MP)	44-0-0+0-32-53	2+2 kg ha ⁻¹
A ₈	Lobi 44 + K-Fol (MP)	44-0-0+0-20-55	2+2 kg ha ⁻¹
A ₉	Lobi 44 + Poliquel (Multi) (MP)	44-00-00+zn(4) Fe(3), +s(3), Mg(1)	2 kg ha ⁻¹ 2 L ha ⁻¹
A ₁₀	Superfos + Agro-k (MP)	12-60-0+0-32-53	2+2 kg ha ⁻¹
A ₁₁	Superfos + K-fol (MP)	12-60-0+0-20-53	2+2 kg ha ⁻¹
A ₁₂	Superfos + Poliquel (Multi) (MP)	12-60-0+Zn(4), Fe(3) Fe(3), +s(3), Mg(1)	2 kg ha ⁻¹ 2 L ha ⁻¹

Factor B. Intervalo de Aplicación (Parcela chica)

B ₁	5 días
B ₂	10 días
B ₃	15 días

F.I. = Fertilizante individual

M.P.= Mezcla de productos fertilizantes

Para este trabajo de investigación se alojaron los tratamientos en un diseño experimental de bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas; donde la parcela grande correspondió a los productos fertilizantes (seis individuales y seis mezclas de fertilizantes), y la parcela chica, fue el intervalo de aplicación (cada cinco, diez, y quince días), evaluándose cuatro repeticiones por tratamiento, dando un total de 36 combinaciones y 144 unidades experimentales.

La superficie que se utilizó en cada repetición fue de 54 m², por lo que cada tratamiento ocupó una superficie de 0.90 m², siendo que la superficie experimental fue de 32.4 m² por repetición, y el resto de la superficie fue ocupada por plantas que sirvieron como orilleras (entre cada tratamiento, había una planta intermedia).

Los análisis de varianza fueron procesados en computadora, para después determinar la diferencia significativa al 1 y al 5 % en el ANVA, para determinar la significancia se utilizó la prueba de DMS (diferencia mínima significativa), además de obtener sus coeficientes de variación.

Características Evaluadas

Fueron evaluadas la calidad de fruto, el rendimiento total, y su dinámica nutrimental de macronutrientes y micronutrientes.

Fertilización

No se realizó ninguna aportación de fertilizantes al suelo, ya que se aplicó todo el fertilizante vía foliar; de los 11 fertilizantes, seis individuales y seis mezclas; por lo que se hicieron mezclas de los cinco fertilizantes incompletos, con el propósito de aplicar tanto macronutrientes, como micronutrientes, y los fertilizantes individuales se aplicaron solos.

La cosecha se realizó en forma manual. El criterio de cosecha fue considerado cuando en la parte apical del fruto se formaba una figura de estrella, o también al cambiar de color verde, a verde amarillento; en ese momento el fruto está en su madurez fisiológica

(Sánchez, 1980).

El cuadro siguiente muestra el número de cortes y las fechas en que se llevaron a cabo.

Corte	Fecha
1	14—08—95
2	19—08—95
3	25—08—95
4	01—09—95
5	07—09—95
6	12—09—95
7	21—09—95

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar las muestras de tomate en la concentración de sus elementos, los resultados obtenidos de los análisis de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, zinc, cobre, manganeso y sodio, en hojas de tomate, con la aplicación de fertilizantes foliares completos y mezclas, en cinco muestreos realizados a los 55, 70, 85, 100 y 115 días después del trasplante (ddt), nos indican que la concentración de todos estos elementos, se registraron por encima del nivel crítico del tomate, para cada uno de ellos. Además se observó, que para la aplicación foliar a intervalos de 5, 10 y 15 días, en general para los tres intervalos, a medida que avanza en edad la hoja de tomate, la concentración de estos elementos disminuye, siendo que los muestreos 4 y 5 (100 y 115 días después del trasplante), son los más apropiados para realizar un diagnóstico nutrimental.

En cuanto a calidad de fruto de tamaño mediano, se observa que hay significancia para los productos utilizados, mientras que para intervalos de aplicación e interacción, no hay significancia. Lo que significa que lo único que influye en la producción de fruto de esta calidad, son los productos. Y se observa que el tratamiento que más fruto de esta calidad produce, es el Superfos + Agro-k, con 19.27 %, y el que menos porcentaje muestra es el Superfos + K—fol, con 15.07.

Prueba de comparación de medias de los productos, para la variable calidad de fruto mediano en porcentaje, en el cultivo de tomate. UAAAN, 1995.

Productos	Media	
10	19.27	a
7	18.77	ab
8	18.52	ab
2	18.02	abc
1	17.77	abc
3	17.20	abcd
5	16.77	bcd
12	16.45	bcd
6	16.36	bcd
9	16.34	bcd
4	15.82	cd
11	15.07	d

DMS(.05)=2. 4699

Para el fruto de tamaño grande se observa que no hay significancia para productos utilizados, intervalo de aplicación e interacción, lo que quiere decir, que esta calidad de fruto lo puede producir cualquier producto, a cualquiera de los tres intervalos de aplicación,

y para fruto de calidad extra grande, se puede apreciar, que hay diferencias altamente significativas para productos utilizados, y significancia para la interacción, mientras que para los intervalos de aplicación, no existe significancia. Lo quiere decir que son los productos los que influyen en la producción de frutos de esa calidad.

Prueba de comparación de medias de los productos para la variable calidad de fruto extra grande en porcentaje, en el cultivo de tomate. UAAAN, 1995.

Productos	Media
5	9.11 a
4	7.15 ab
3	6.56 bc
2	5.96 bcd
1	5.81 bcd
11	5.45 bcd
8	5.10 bcd
7	4.25 cd
10	4.24 cd
12	4.15 cd
6	3.92 d
9	3.87 d
DMS(.01)=2.5141	

En lo que se refiere a la interacción, productos x intervalos de aplicación, muestra significancia, es decir que es aquí donde se muestran las diferencias entre los productos utilizados con los intervalos de aplicación.

Prueba de comparación de medias de las interacciones para la variable calidad de fruto extra grande en porcentaje, en el cultivo de tomate. UAAAN, 1995.

Interacción	5 días	10 días	15 días
1	5.57 abc	6.09 abc	5.77 bcd
2	4.81 bc	5.87 abc	7.22 b
3	6.20 abc	6.73 ab	6.47 bc
4	7.94 ab	5.80 abc	7.71 ab
5	8.76 a	7.63 a	10.93 a
6	6.70 abc	3.22 cd	1.85 ef
7	6.33 abc	1.32 d	5.11 bcde
8	7.03 abc	6.53 abc	1.70 f
9	5.03 bc	0.82 d	5.75 bcd
10	6.06 abc	4.10 bcd	2.57 def
11	7.28 abc	6.98 ab	2.08 ef
12	4.23 c	4.69 abc	3.55 cdef

DMS (. 05) = 3.337

Rendimiento total

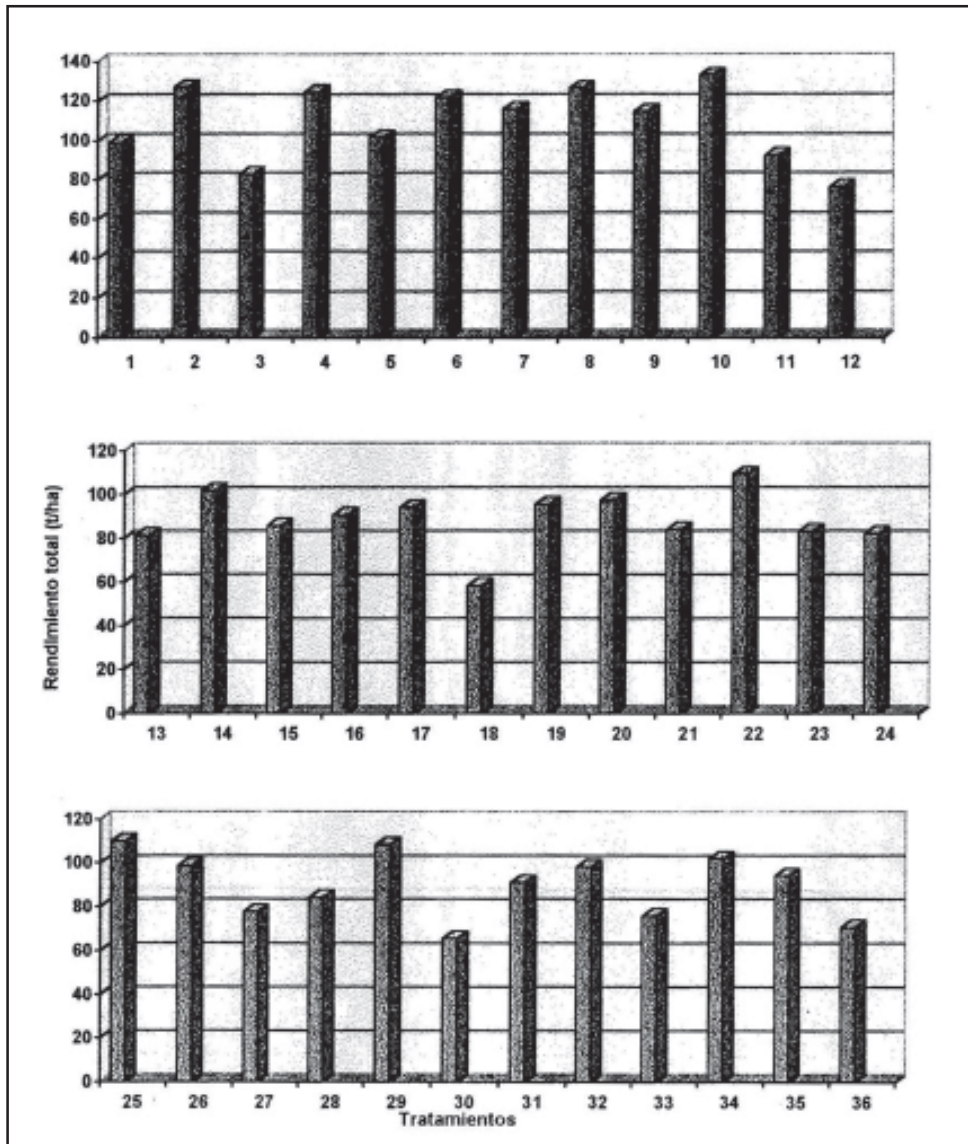
Al considerar los valores de producción de tomate en $t\ ha^{-1}$, y el ANVA correspondiente para esta variable, se puede observar, que para los diferentes productos (factor A) no hay diferencias significativas, así como para la interacción de A x B. En cuanto a intervalos de aplicación (factor B), presenta diferencias altamente significativas, por lo tanto, se realizó la comparación de medias con la prueba de DMS al 1 %, y los resultados indican que los intervalos de aplicación de 5 y 10 días son iguales entre si, aunque el intervalo de aplicación de 5 días, presenta un rendimiento un poco mayor. El intervalo de aplicación de 15 días, es estadísticamente diferente a los ya mencionados, con una producción de $82.92\ t\ ha^{-1}$, es decir, hay una disminución del rendimiento total, en

comparación con el intervalo de aplicación de 5 y 10 días de 19.46 y 18.65 %, respectivamente. Las diferencias entre los intervalos de aplicación indican que las plantas necesitan el suficiente alimento en la forma, tiempo y cantidad adecuada para crecer sanas y producir los máximos rendimientos.

Comparación de medias en rendimiento total para intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.

Intervalo	Media	
Aplicación c/5 Días	102.9646	a
Aplicación c/10 Días	101.9319	a
Aplicación c/15 Días	82.9252	b
	DMS(.01) = 18.6901	

Si se considera al rendimiento por unidad de superficie, como una de las principales variables, se hace necesario mencionar que los tratamientos 10, 2 y 8 son los que más producción obtuvieron. Así por ejemplo, el tratamiento 10 aplicado cada 5 días, que produce 133.28 t ha⁻¹, seguido por los tratamientos 2, aplicado cada 10 días, y el 8, aplicado cada 10 días, con 127.23 y 126.65 t ha⁻¹, respectivamente. Por el contrario, los de menor producción son los tratamientos 18, aplicado cada 15 días, 30 aplicado cada 15 días y el 36, aplicado cada 15 días, con 58.15, 65.51 y 70.60 t ha⁻¹, respectivamente. Con lo anterior se puede decir que los productos fertilizantes completos son mejores que las mezclas, al menos para la producción.



Comportamiento numérico para la interacción productos: intervalos de aplicación en t ha⁻¹. UAAAN 1995

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos y la discusión correspondiente, se concluye lo siguiente:

Se cumplieron los objetivos e hipótesis planteados en la aplicación de fertilizantes completos y mezclas, y el uso de agrolásticos, donde se obtuvo la dinámica de los macro y micronutrientes, calidad de fruto, e intervalo de aplicación para el cultivo de tomate.

Se observa que casi en su totalidad, la concentración foliar de los elementos, se registró por encima del nivel crítico del tomate, por lo cual no se tuvieron problemas con deficiencias.

En los muestreos 4 y 5 (100 y 115 días después del trasplante), se notó una decadencia en la concentración de la mayoría de los elementos, ya que se encuentran por encima del nivel crítico o por debajo de los mismos, esto indica, que en estas fechas se puede realizar el muestreo de diagnóstico.

Los mejores tratamientos para calidad de fruto, fueron la mezcla de fertilizante Superfos + Agro-k, para fruto mediano, y para fruto grande y extra grande, fueron los fertilizantes completos Foltron plus y Foligro, respectivamente.

El mejor intervalo de aplicación para todas las evaluaciones fue el de 10 días.

Con el estudio realizado y la información bibliográfica revisada, se deduce que la fertilización foliar es una herramienta más para la nutrición de la planta, y que ésta actúa más rápidamente que la fertilización al suelo, pero se sugiere seguir haciendo más investigación sobre esto y combinarlo con el uso de agrolásticos.

LITERATURA CITADA

García, F. J. 1980. Fertilización agrícola. Segunda edición. Editorial AEDOS. México, D.F.

Ibarra, J.L y P.A. Rodríguez. 1991. Acolchado de suelos con películas plásticas. Editorial Limusa.
Primera edición. México, D.F.

Mendoza, H.J.M. 1983. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata a la
UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Sánchez L.A. y R. Saucedo. 1980. Informes de investigación del Programa de Tomate.
Temporada 1979-80. Inédito. Campo Agrícola Experimental del Valle de
Culiacán, CIAPAN, INIA, SARH. México.

Toovery, F.V. 1982. Producción comercial de tomate. Manuales de Técnica Agropecuaria.
Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España.

**EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS DIMENSIONAL PARA ESTIMAR
BIOMASA FORRAJERA Y UTILIZACIÓN DE DAMIANA (*Turnera
diffusa* Wild.) POR BOVINOS EN BAJA CALIFORNIA
SUR, MÉXICO**

Eduardo Aizpuru García
Salvador Fuentes Rodríguez
Luis Lauro de León González
Juan Ricardo Reynaga Valdés

Departamento de Recursos Naturales Renovables
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el método de análisis dimensional para estimar la biomasa de la damiana (*Turnera diffusa* Wild.), y su utilización por bovinos en un rancho ganadero de Baja California Sur. Se utilizaron un total de 7 variables independientes (medidas dimensionales para predecir 4 variables dependientes (biomasa), evaluando los modelos lineal ($Y = a + bX$), multiplicativo ($Y = aX^b$), exponencial ($Y = \exp(a + bX)$), y logarítmico ($Y = a + \ln X$). Los resultados del análisis de regresión simple, muestran que el modelo con mejor ajuste para la estimación de la biomasa en el área sin uso, fue el multiplicativo, siendo para BT y Bh, las variables asociadas, el DCM con r^2 de 0.5346 y 0.5330, y CAM con 0.3907 y 0.3923, con valores de FEE de 0.46; mientras que para la Br y Bt, asociado con las variables DBM y CBM con r^2 de 0.4357; 0.4357 y 0.5165; 0.5562, respectivamente, y con valores de FEE de 0.53. Para el área con apacentamiento, el mejor modelo fue el logarítmico, con las mismas variables, aunque con menores coeficientes de determinación. La variable altura, resultó ser la peor variable predictora para todos los modelos.

Por la que respecta al análisis de regresión múltiple, éste muestra mejoras importantes en términos de coeficientes de determinación, y FEE que la regresión simple. Los modelos que resultaron tener mejor ajuste para todas las biomásas (BT, Br, Bt y Bh), tanto en el área sin, y con apacentamiento, fueron el multiplicativo y exponencial, con coeficientes de determinación de 0.9935, 0.9648; 0.9649, 0.9505; 0.9904, 0.9546; 0.9650, 0.8114, respectivamente; y valores de FEE que van de 0.00 a

0.14, asociando combinaciones de variables: DBM, DCM, CBM, CAM, área y volumen. En general con la eliminación del intercepto a la línea de ecuación, se obtuvieron mejores coeficientes de determinación.

Los resultados de utilización en términos de las variables dependientes evaluadas, muestran que en promedio la BT de la planta fue utilizada en 32.78 %, mientras que con respecto a Bt, Br y Bh, la utilización fue de 32.08, 11.82 y 60.49 %. En cuanto a las variables independientes, la utilización en base a altura, fue de 45.70 %, mientras que con respecto a DBM, DCM, CBM y CAM, la utilización experimentó valores de 7.50, 37.42, 15.80 y 58.32 %. La utilización en base a área y volumen, presentaron los mayores valores con 61.78 y 73.63 %.

Se concluye, que el análisis dimensional, permitió estimar la biomasa y utilización de la damiana, a partir de medidas dimensionales de manera rápida y confiable, con el uso de modelos múltiples multiplicativos y exponenciales, antes que modelos simples. Finalmente, en aquellas áreas donde las condiciones para determinar producción y utilización imponen limitantes para el uso de otras metodologías tradicionales, es posible utilizar el Método de Análisis Dimensional con buenos resultados, sobre todo en comunidades de arbustivas, que presentan características similares a la especie evaluada en este estudio.

Palabras clave: análisis dimensional, análisis de regresión, análisis de correlación, estimación de biomasa, utilización, *Turnera diffusa* Wild., matorral arborescente

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the Dimensional Analysis Method to estimate biomass production of the damiana (*Turnera diffusa* Wild.) and its utilization by cattle in Baja California Sur, Mexico. Seven independent variables (dimensional measures) were used to predict 4 dependent variables (biomass evaluating the linear models ($Y = a + bX$), multiplicative ($Y = aX^b$), exponential ($Y = \exp(a + bX)$) and logarithmic ($Y = a + b \ln X$). The results of the Simple Regression Analysis show that the model with better adjustment for the estimate of biomass in the area with no use was the multiplicative, being for BT and Bh the associated variables the DCM with r^2 of 0.5346 and 0.5330 and CAM with 0.3907 and 0.3923 with values of EEE of 0.46; while for the Br and Bt associated with the variable DBM and CBM with r^2 of 0.4357; 0.4357 and 0.5165; 0.5562 respectively and with values for EEE of 0.53. For the grazing area the best model was the logarithmic one with the same variable, though with smaller coefficients of determination. The variable height turned out to be the worst predictor variable for all the models. Therefore the Multiple Regression Analysis showed more important improvements in terms of coefficient determination and EEE than the Simple Regression Model. The models showing a better adjustment for all biomass (BT, Br, Bt and Bh both in the area without and with grazing) were the multiplicative and exponential ones, with coefficients of determination of 0.9935, 0.9648, 0.9649, 0.9505; 0.9904, 0.9546, 0.9650, 0.8114, respectively; and values of EEE that go from 0.00 to 0.14 for associating variable combinations: DBM, DCM, CBM, CAM, Area and Volume. Generally, with the elimination of the

intercept to the equation line, were obtained better coefficients of determination. The utilization results in terms of the evaluated dependent variables show that, in average, the BT of the plant was used in 32.78 % while with respect to Bt Br and Bh the utilization was of 32.08. 11.82 and 60.49 %. Concerning the independent variables the utilization in base to height was of 45.70 % while with respect to DBM, DCM. CBM and CAM the utilization experienced values of 7.50, 37.42, 15.80 and 58.32 %. The utilization in base to Area and Volume presented the greater values with 61.78 and 73.63 %.

It may be concluded that the Dimensional Analysis permitted to estimate biomass and utilization of the damiana from dimensional measures in a fast and reliable way with the use of multiplicative and exponential multiple models better than from simple models. Finally, in those areas where the conditions to determine production and utilization impose limitations for the use of other traditional methodologies, it is possible to use the Dimensional Analysis Method with good results, namely in communities of shrubs that present characteristics similar to those evaluated in this study.

Key Words: dimensional analysis, regression analysis, correlation analysis, biomass estimation, usage, *Turnera diffusa* Wild., arborescent scrub

INTRODUCCIÓN

En muchos ecosistemas de zonas áridas y semiáridas, la disponibilidad de forraje está fuertemente limitada por condiciones climáticas y edáficas, que ocasionan que la

alimentación del ganado, tanto para el ganado doméstico, como para el silvestre, se base principalmente en el ramoneo de plantas arbustivas (Rutherford, 1979 y Adams *et al.*, 1985). Sin embargo, existe poca información sobre los niveles de producción y utilización que dichas arbustivas pueden soportar, razón por la cuál es importante su cuantificación (Clerc *et al.*, 1987). Los enfoques de estudio que se han utilizado son diversos, sobresaliendo aquellos no destructivos, y que ocupen poco tiempo, tal como el análisis dimensional, el cual establece una relación entre medidas de la planta fácilmente obtenibles, y su biomasa (Azócar *et al.*, 1981; Ludwig *et al.* 1975).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el Método de Análisis Dimensional, para estimar la biomasa de la damiana, y su utilización por bovinos, en un rancho ganadero de Baja California Sur, México, bajo condiciones extensivas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un área representativa del matorral arborescente, y excluida del apacentamiento por bovinos, utilizando una muestra de 56 arbustos, aleatoriamente seleccionados, mediante un muestreo sistemático. Cada planta seleccionada fue caracterizada, midiéndoles la altura, diámetro basal medio (DOM), diámetro de copa medio (DCM), cobertura basal media (CBM), cobertura de copa media (CCM), área y volumen, siendo utilizadas como variables independientes (Uresk *et al.*, 1977; Azócar *et al.*, 1981; Clerc *et al.*, 1987; Rittenhouse y Sneva, 1977). Las variables dependientes evaluadas fueron:

biomasa radicular (Br), de tallo (Bt), de hoja (Bh), y total (Bt). Posteriormente, otra muestra de 56 plantas fue seleccionada en la misma área, las cuales fueron localizadas, identificadas y caracterizadas, de la misma manera indicada anteriormente. El área con apacentamiento, recibió una carga animal de 1.2 unidades animales por hectárea durante un mes, con el fin de determinar la utilización del arbusto. Al final del apacentamiento, solamente 42 plantas de las previamente marcadas, fue posible relocalizarlas, mismas que se volvieron a medir, para finalmente ser cosechadas, y determinar así los valores de las variables en estudio (Ludwig *et al.*, 1975; Azócar *et al.*, 1981).

Los modelos de predicción de la biomasa evaluados fueron: lineal ($Y = a + bX$), multiplicativo ($Y = aX^b$), exponencial ($Y = \exp(a + bX)$), y logarítmico ($Y = a + b \ln X$), como los utilizaron Murray y Jacobson, 1982; Ludwig *et al.*, 1975; Clerc *et al.*, 1987; Azócar *et al.*, 1981. Se llevaron a cabo análisis de correlación, análisis de regresión simple y múltiple (Edwards, 1976 y Draper y Smith, 1966), y comparaciones de medias de cada variable, con la finalidad de determinar la combinación de variables y modelos que mejor estimen la biomasa, y su aplicación, para determinar utilización, de acuerdo a la fórmula propuesta por Ferguson y Marsden (1977). Los criterios utilizados para seleccionar el mejor modelo fueron; el coeficiente de determinación (r^2), y el error estándar de la estimación (EEE). El paquete de aplicación estadístico Stat Graphics fue utilizado para realizar los cálculos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indican diferencias significativas ($P < 0.05$), en mediciones pre y post-apacentamiento, sobre las variables en estudio, presentando amplios rangos en sus valores, indicando una alta variabilidad en el arbusto, con excepción de las variables Br, DBM y CBM. Valores en estos rangos fueron reportados por Cavazos (1987) en orégano, y Ludwig *et al.* (1975) en arbustos de talla pequeña, como *Ephedra torreyana*, *Xanthocephalum sarothrae* y *Zinnia acerosa*, similares en tamaño y forma a la damiana. Tanto en el área con y sin apacentamiento, el más alto valor de correlación se encontró entre las variables BT y Bt (0.87 y 0.99), sin embargo, para las demás variables, el uso ocasionó un efecto negativo; mientras que en variables independientes, los más altos valores fueron encontrados entre aquellas que definen la parte aérea del arbusto (DBM, CBM, DCM, CAM, área y volumen), con valores de 0.92 a 0.98, teniendo la utilización un impacto positivo. Por lo que respecta a la correlación entre variables dependientes e independientes en el área sin utilización, menores valores fueron encontrados (0.60 y 0.57), mientras que con uso, se obtuvo una reducción en sus valores y aun negativos (-0.33 y -0.27). Estos resultados indican, que el uso ejerce un efecto negativo en el grado de relación de las variables dependientes, y dependientes-independientes, pero positivo, para las variables independientes. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Azócar *et al.* (1981), quien encontró coeficientes de correlación altos, de 0.91, 0.91 y 0.90, cuando relacionaba la Bt, Bh y BT, con la altura por perímetro en un área sin utilización.

Los resultados del análisis de regresión simple muestran que el modelo con mejor

ajuste para la estimación de la BT y Bh en el área sin uso, fue el multiplicativo ($Y = aX^b$), asociado con las variables DCM y CAM, con valores de r^2 de 0.5346; 0.5330 y 0.3907; 0.3923, respectivamente, y con los mas bajos valores de EEE (0.46). Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Ludwig *et al.* (1975), quienes encontraron que en general las relaciones para volumen, tienden a ser lineales, mientras que para el área, tienden a ser curvilíneos. Por su parte, Rittenhouse y Sneva (1977), encontraron que el mejor modelo fue el multiplicativo (0.90) cuando se utilizó con medidas de diámetro, para estimar biomasa de hoja en *Artemisia tridentata* var. *wyomingensis*. Por lo que respecta al área con apacentamiento, el modelo con mejor desempeño fue el logarítmico, con las mismas variables que el modelo anterior, aunque con menor coeficiente de determinación para BT (0.0849 y 0.0849), y Bh (0.0282 y 0.0308). El análisis de varianza para cada uno de los modelos, fueron significativos al 95 % de nivel de confianza. La altura resultó ser la peor variable para estimar BT y Bh en todos los modelos evaluados, tanto en el área sin y con apacentamiento, similar a lo que encontró Cavazos (1987).

Algo similar como en el caso con las variables anteriores, el modelo multiplicativo ($Y = ax^b$), fue el que presentó mejores coeficientes de determinación, para la estimación de Br y Bt en el área sin uso, pero asociado con DBM y CBM; es decir, variables que definen la parte basal del arbusto, con r^2 de 0.4357; 0.4357 y 0.5165, 0.5562, respectivamente; aunque en la predicción de la Bt, al utilizar variables que definen la parte aérea del arbusto, tales como DCM, CAM, área y volumen, los r^2 presentaron similares coeficientes de determinación. De igual forma, valores de EEE mas bajos fueron encontrados (0.53), similares a los encontrados por Rittenhouse y Sneva (1977) en *Artemisia tridentata*,

utilizando variables como: diámetros, altura y área (0.86), con el modelo multiplicativo. Los mayores coeficientes de determinación obtenidos en el área usada con apacentamiento, fueron para el modelo logarítmico, con las variables DBM y CBM en ambas variables. La variable altura, resultó ser la peor variable predictora, para todos los modelos cuando se evaluó en el área sin y con uso, que con el resto de las variables evaluadas. En las 2 áreas, el análisis de varianza de los modelos resultó significativo ($P < 0.05$).

Por lo que respecta al análisis de regresión múltiple, éste muestra mejoras importantes en términos de coeficientes de determinación y EEE, que la regresión simple. Los modelos que resultaron tener mejor ajuste para todas las biomásas (BT, Br, Bt y Bh), tanto en el área sin y con apacentamiento, fueron el multiplicativo y exponencial, con valores en r^2 de 0.9935, 0.9648; 0.9649, 0.9505; 0.9904, 0.9546; 0.9650, 0.8114, respectivamente, y valores de EEE, que van de 0.00 a 0.14 modelos asociados, con diferentes combinaciones de las variables analizadas: DBM, DCM, CBM, CAM, área y volumen. En general, con la eliminación del intercepto a la línea de ecuación, se obtuvieron mejores coeficientes de determinación. Resultados similares a los obtenidos en este trabajo, fueron reportados por Rittenhouse y Sneva (1977) en *Artemisia tridentata*, cuando asociaron en modelos multiplicativos variables como las usadas aquí.

Por último, los resultados de utilización en términos de las variables dependientes evaluadas, muestran que en promedio la BT de la planta fue utilizada en 32.78 %, mientras que con respecto a Bt, Br y Bh, la utilización fue de 32.08. 11.82 y 60.49 %. En cuanto a las variables independientes la utilización en base a altura fue de 45.70 %, mientras que con respecto a DBM. DCM, CBM y CAM, la utilización experimentó valores de 7.50.

37.42. 15.80 y 58.32 %. La utilización en base a área y volumen, presentaron los mayores valores con 61.78 y 73.0 %. Estos resultados concuerdan con los reportados por otros autores para especies arbustivas similares a los evaluados en este estudio.

CONCLUSIONES

Se concluye que el análisis dimensional permitió estimar la biomasa y utilización de la damiana a partir de medidas dimensionales, de manera rápida y confiable (coeficientes de determinación y R^2), utilizando variables tales como DBM y DCM, para predecir la BT y Bt; DCM, DCM, área y volumen para la Bh; y DBM y CBM para la Br, con el uso de modelos múltiples multiplicativos y exponenciales, antes que modelos simples. Finalmente, en aquellas áreas donde las condiciones para determinar producción y utilización, imponen limitantes para el uso de otras metodologías tradicionales, es posible utilizar el Método de Análisis Dimensional con buenos resultados, sobre todo, en comunidades de arbustivas, que presentan características similares a la especie evaluada en este estudio.

LITERATURA CITADA

Adams, R.R.; C. Duane S. y R.A. Dávalos A. 1985. Compendio de las actividades pecuarias en el estado de Baja California Sur. Tesis Licenciatura. UABCS. Área Interdisciplinaria de Ciencias Agropecuarias. Depto. de Zootecnia. La Paz,

BCS. 157 p.

- Azócar. P.C.; A. Mancilla M. y H. Silva R. 1981. Método de estimación de la fitomasa útil de *Atriplex repanda*. Phil. Universidad de Chile. Coquimbo. Chile. Avances en Producción Animal. 6(1):21-28.
- Cavazos, D.J.R. 1987. Modelo para predecir producción de orégano (*Lippia berlandieri*) en poblaciones naturales en Jalisco, México. En: Reunión sobre Estrategias de Clasificación y Manejo de Vegetación Silvestre para la Producción de Alimentos en Zonas Áridas. University of Arizona, Tucson, Az. 1 2-16 oct. 1 1987. p. 39-44.
- Clerc, R.V.; P. Azócar C. y J. Díaz S. 1987. Relación entre parámetros alométricos y fitomasa forrajera de incienso (*Flourensia thurifera*, Mol.) D.C. Universidad de Chile. Coquimbo. Chile. Avances en Producción Animal. 12(1-2):27-33.
- Draper. N.R. and H. Smith. 1966. Applied regression analysis. John Wiley and Sons, New York. U.S.A.
- Edwards, A.L. 1976. An Introduction to linear regression and correlation. W. H. Freeman and Company. San Francisco. U.S.A. p.p. 213.
- Ferguson. R.B. and M.A. Marsden. 1977. Estimating overwinter bitterbrush utilization from twig diameter-length-weight relations. J. of Range Management. 30(3):231 - 236. U.S.A.
- Ludwig. J.A.; J.F. Reynolds and P.D. Whitson. 1975. Size-biomass relationships of several Chihuahuan Desert Shrubs. Am. Midl. Nat. 91:451-461.
- Murray, R.B. and M.Q. Jacobson. 1982. An evaluation of dimension analysis for predicting shrubs biomass. J. of Range Management. 35(4):151-151. U.S.A.
- Rittenhouse, L.R. and F.A. Sneva. 1977. A technique for estimating big sagebrush production. J. of Range Management 30(1):68-70. U.S.A.

Rutherford, M.C. 1979. Plant-based techniques for determining available browse and browse utilization: A Review. *The Botanical Review*. 45(2):203-228. U.S.A.

Uresk, D.W., R.O. Gilbert and W.H. Rickard. 1977. Sampling big sagebrush for phytomass. *J. of Range Management*. 30(4):311-314. U.S.A.

Esta publicación se elaboró en la Dirección de Investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; se concluyó el mes de octubre de 2005 y se publica en formato PDF optimizado para impresión, y para su distribución por medios ópticos (1000 discos compactos) y electrónicos (vía Internet).



CONTENIDO

EFFECTO DE LAS ESCORIAS Y UREA ÁCIDA BAJO DIFERENTES TIPOS DE SUELOS EN EL CULTIVO DE TOMATE	1
FERTILIZACIÓN FOLIAR EN TOMATE CON EL USO DE AGROPLÁSTICOS	27
EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS DIMENSIONAL PARA ESTIMAR BIOMASA FORRAJERA Y UTILIZACIÓN DE DAMIANA (TURNERA DIFFUSA WILD.) POR BOVINOS EN BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO	45