

Agraria

AGRARIA VOL. 6, NUMERO 1; ENERO-JUNIO DE 1990

ISSN 0186-8063



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

DIRECTORIO DE LA UAAAN

RECTOR

Ing. MS. Reginaldo de Luna Villarreal*

RECTOR INTERINO

Dr. Oswaldo García Martínez

SECRETARIO GENERAL

Ph. D. Luis Alberto Aguirre Uribell

DIRECTOR DE INVESTIGACION

Ph. D. Homero Ramírez Rodríguez

SUBDIRECTOR DE INTERCAMBIO CIENTIFICO

Ing. MS. Julián Gutiérrez Castillo

SUBDIRECTOR DE DESARROLLO DEL PERSONAL CIENTIFICO

Ing. M.C. Arturo Coronado Leza

SUBDIRECTOR DE PROGRAMACION Y EVALUACION CIENTIFICA

Ing. M.C. Gustavo Olivares Salazar

SUBDIRECTOR DE OPERACION DE PROGRAMAS

Ing. Ricardo Torres Ramos

* Hasta el 15 de mayo de 1991

AGRARIA REVISTA CIENTIFICA UAAAN. VOL. 6 NUM 1. ENERO-JUNIO 1990

AGRARIA. Es una revista científica creada para difundir los resultados de la investigación generados, preferentemente, por los maestros y alumnos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Se publica 2 veces al año, con un tiraje de 1000 ejemplares.

Comisión Editorial: Ing. Felipe Rodríguez Cano, Ing. Gustavo Villarreal Maury, Ing. Oziel Montañez González, e Ing. Julián Gutiérrez C.

La edición, diseño e impresión de esta publicación, estuvo a cargo del personal de las Subdirecciones de Difusión y Servicios de Apoyo, y de Intercambio Científico de la UAAAN. Editor: Carmen Leticia Ayala López.

CENTEOTL, Deidad de la Agricultura: es una advocación de *Chicomecóatl*, Diosa del maíz de los aztecas. La UAAAN, en su afán de rescatar los valores culturales del pasado histórico de México, ha adoptado como logotipo de esta revista a *Centéotl*, como un símbolo que evoca y reafirma nuestras raíces culturales.

Agropapia

AGRARIA VOL. 6, NUMERO 1; ENERO-JUNIO DE 1990

ISSN 0186-8063



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

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| CORRELACIONES FENOTIPICAS ENTRE CARACTERES AGRONOMICOS EN GIRASOL (<i>Helianthus annuus</i> L.). López Pérez, E.; Aguirre Bortoni, M.J.; Reyes Valdés, M.H. | 1 |
| EFFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACION G. <i>rostochiensis</i> SOBRE LOS CULTIVARES DE PAPA ALPHA Y DIAMANTE. Rodríguez Herrera, R.; Pérez Ugalde, G.; Landeros Flores, J.; Cepeda Siller, M. | 7 |
| IDENTIFICACION Y DISTRIBUCION DEL NEMATODO AGALLADOR <i>Meloidogyne</i> spp. EN EL CULTIVO DE LA PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) EN NAVIDAD, NUEVO LEON. Cepeda Siller, M; Hernández Rodriguez, S. | 15 |
| CRECIMIENTO COMPENSATORIO EN CERDOS ENTEROS DE DIFERENTES CRUZAS, CON DISTINTOS NIVELES Y FRECUENCIAS DE ALIMENTACION. Azúa Reyes, R. de L.; Torres Hernández, M.; Tijerina Rosales, V.H.; García Castillo, R. | 30 |
| INFLUENCIA DE DOS ESTACIONES DEL AÑO SOBRE LAS CARACTERISTICAS DEL SEMEN Y DIMENSIONES TESTICULARES DE TRES RAZAS DE MACHOS CABRIOS EN EL NORTE DE NUEVO LEON. Mellado Bosque, M.; Gómez Sierra, A. | 43 |
| EFFECTO DE LOS TIPOS DE VEGETACION Y SUELO SOBRE LA INFILTRABILIDAD Y LA PRODUCCION DE SEDIMENTOS EN EL SURESTE DE COAHUILA. Gutiérrez Castillo, J.; Beltrán López, S.; Zárate Lupercio, A. | 51 |
| EVALUACION DE UN INSTRUMENTO PARA ESTIMAR LA PRODUCCION DE FORRAJE EN PRADERAS DE RYE GRASS ANUAL (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.). Díaz Solís, H.; Romanos Gallegos, J.A.; González Morales, H.C.; Rodríguez Carreón, V.M. | 66 |
| ACOLCHADO DEL SUELO Y LAMINAS DE RIEGO EN EL CULTIVO DE MANZANO, VAR. GOLDEN DELICIOUS. Ruiz Berlanga, O.; Narro Farías, E.A.; Reyes López, A.; Silveyra Medina, J.S. | 77 |

CORRELACIONES FENOTIPICAS ENTRE CARACTERES AGRONOMICOS EN GIRASOL (*Helianthus annuus* L.)

Eleuterio López Pérez¹
Manuel de Jesús Aguirre Bortoni²
Manuel Humberto Reyes Valdés³

RESUMEN

Doscientas cuarenta familias de medios hermanos de girasol, derivadas de la población "Tamaulipas Selección para Alto Rendimiento" ciclo cero (TSAR-co), fueron evaluadas en un campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizado en Saltillo, Coah., México.

Dicha evaluación se llevó a cabo empleando un diseño de bloques incompletos al azar, en el año 1982. Las variables que se midieron en las parcelas experimentales fueron: días a floración, altura de planta, diámetro de capítulo, rendimiento de semilla por planta y porcentaje de aceite.

El análisis de varianza reveló variabilidad genética únicamente para el porcentaje de aceite. Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre familias para los demás caracteres evaluados.

Se obtuvieron correlaciones positivas y significativas entre rendimiento de semilla por planta y las variables días a floración, altura de planta y diámetro de capítulo.

Los resultados observados para rendimiento de semilla con porcentaje de aceite, indican que dichas variables no presentaron una relación lineal.

INTRODUCCION

El girasol (*Helianthus annuus* L.), especie originaria de América, es una de las oleaginosas más apreciadas por la calidad de su aceite para consumo humano y por las ventajas que tiene su cultivo, derivadas éstas, en gran medi-

1. Ph. D. y 3 M.C. Maestros Investigadores del Departamento de Fitomejoramiento, División de Agronomía UAAAN.
2. Tesista de Maestría

da, de la resistencia que el girasol ofrece a plagas y enfermedades así como a las condiciones de poca humedad prevalecientes en zonas áridas.

Sin embargo, el girasol requiere de mejoramiento genético tendiente a incrementar su resistencia a factores bióticos y abióticos, así como la calidad y rendimiento de su producto. A fin de lograr estos objetivos, el fitomejorador debe conocer profundamente el comportamiento de la especie, y uno de los aspectos más importantes de éste es la correlación entre los caracteres de valor económico. Esto se debe a que, dadas las interrelaciones entre las variables componentes del fenotipo, la manipulación genética de una de ellas trae consigo efectos en otros caracteres. De ahí la importancia de conocer dichas interrelaciones.

Los objetivos del presente trabajo fueron: evaluar 240 familias de medios hermanos de girasol y estimar las correlaciones fenotípicas entre cinco caracteres de importancia agronómica.

REVISION DE LITERATURA

Entre los estudios sobre asociación de caracteres agronómicos en girasol, puede mencionarse el trabajo realizado por Putt (1943) quien encontró una correlación positiva entre el rendimiento de semilla y los caracteres: días a madurez fisiológica, altura de planta y diámetro de capítulo y de tallo. Asimismo, Burns (1970) reporta haber observado un coeficiente de correlación de 0.95 entre diámetro de capítulo y rendimiento de semilla y, apoyado en este resultado, sugiere que en parcelas de girasol con depredación de semillas por pájaros, el rendimiento podría ser estimado con base en el diámetro de capítulo.

Fick (1978) reporta una correlación negativa alta entre porcentaje de aceite y peso de semilla, lo que indica que las semillas más pequeñas están asociadas con alto contenido de aceite. El mismo autor menciona que el buen desarrollo vegetativo de las plantas está correlacionado con alto rendimiento.

Por otro lado, D'Yakov (1982) encontró una correlación negativa entre el rendimiento de semilla y la duración del período de crecimiento.

Reyes (1985) construyó índices de selección para rendimiento de semilla en girasol, reporta en dicho estudio que el peso de 100 semillas puede ser un carácter importante en la selección indirecta para incrementar los rendimientos.

Por lo que respecta a la asociación entre los caracteres del girasol más importantes en cuanto a producción, es decir, al rendimiento de semilla y porcentaje de aceite, Aguilera (1989) reporta no haber encontrado correlación fenotípica o genotípica de valor significativo.

MATERIALES Y METODOS

El material biológico usado en el presente estudio estuvo constituido por 240 familias de medios hermanos de girasol, derivados de la población "Tamaulipas Selección para Alto Rendimiento" ciclo cero (TSARco) formada en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

La evaluación de dichas familias se llevó a cabo en un campo experimental de la misma Universidad, en Saltillo, Coah., en 1982. El diseño experimental utilizado fue de bloques incompletos al azar, de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + R_j + F_{ki} + (GR)_{ij} + E_{ijk}$$

donde:

i = 1,2,..., g (grupos)

j = 1,2,..., r (repeticiones)

k = 1,2,..., f (familias dentro de grupos)

Y_{ijk} = observación de la k -ésima familia anidada en el i -ésimo grupo de la j -ésima repetición.

μ = media general

G_i = efecto del i -ésimo grupo

R_j = efecto de la j -ésima repetición

F_{ki} = efecto de la k -ésima familia anidada en el i -ésimo grupo

$(GR)_{ij}$ = efecto de la interacción del i -ésimo grupo con la j -ésima repetición

E_{ijk} = error experimental

Los 240 genotipos fueron divididos en 10 grupos de 26 familias cada uno, con dos repeticiones. Las parcelas experimentales estuvieron constituidas, cada una, por un surco con longitud de 3.20 m. La distancia entre surcos fue de 0.70 m y la distancia entre plantas de 0.20 m, con lo cual se tuvo un máximo de 17 plantas en cada surco.

Las variables que se midieron en cada parcela experimental fueron las siguientes:

1. Días a floración
2. Altura de planta
3. Diámetro de capítulo
4. Rendimiento de semilla por planta
5. Porcentaje de aceite

La última variable se determinó en el Laboratorio de Análisis Químicos de la UAAAN, por medio del analizador de granos "Neotec 31EL"

Se llevó a cabo un análisis de varianza para cada uno de los caracteres estudiados y un análisis de correlación fenotípica entre cada par de variables.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se anotan los cuadrados medios obtenidos para cada variable y fuente de variación. Puede observarse que únicamente se encontraron diferencias significativas entre familias para la variable porcentaje de aceite. Esto sugiere la existencia de variabilidad genética para dicho carácter en la población estudiada.

El alto coeficiente de variación para rendimiento (56.72%) puede ser atribuido a daños causados por insectos y pájaros y a efectos derivados del muestreo.

En el Cuadro 2 se anotan las correlaciones fenotípicas entre los cinco caracteres estudiados. Puede notarse que, exceptuando al porcentaje de aceite, los tres caracteres restantes tienen una correlación positiva significativa con rendimiento de semilla. La asociación de este último carácter con días a floración sugiere que existe una tendencia a que las plantas más tardías sean más rendidoras.

Por lo que respecta a la correlación positiva entre rendimiento y altura de planta, el resultado es acorde con lo afirmado por Fick (1978) de que el buen desarrollo vegetativo está asociado con alto rendimiento de semilla. Asawa *et al.* (1977) y Varshney y Singh (1978) reportan resultados similares.

Cuadro 1. Análisis de varianza para cinco caracteres en girasol

| Fuentes de variación | Días a floración | Rendimiento (g) | Altura de planta (m) | Diámetro de capítulo (cm) | Porcentaje de aceite transformado |
|-----------------------|------------------|-----------------|----------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Grupos | 34.79 | 1046.09 | 0.08 | 8.19 | 16.83 |
| Repeticiones | 7178.37 | 11313.28 | 18.56 | 873.42 | 121.31 |
| Grupos x repeticiones | 138.41 | 1073.60 | 0.27 | 84.92 | 6.42 |
| Familias/grupos | 26.68ns | 178.12ns | 0.03ns | 6.31ns | 5.55** |
| Error | 26.08 | 151.26 | 0.03 | 6.37 | 2.59 |
| Total | 49.09 | 225.20 | 0.09 | 10.65 | 4.14 |
| X | 144.00 | 21.68 | 1.40 | 14.25 | 36.33 |
| C.V. (%) | 3.53 | 56.72 | 12.85 | 17.72 | 4.34 |

** Significativo al .01 de probabilidad
ns No significativo

Cuadro 2. Correlaciones fenotípicas entre cinco caracteres en girasol.

| | Días a floración | Altura de planta | Diámetro de capítulo | Rendimiento | Porcentaje de aceite transformado |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|-------------|-----------------------------------|
| Días a floración | --- | 0.599** | 0.421** | 0.146* | -0.159* |
| Altura de planta | --- | --- | 0.584** | 0.377** | -0.173** |
| Diámetro de capítulo | --- | --- | --- | 0.600** | -0.087 |
| Rendimiento | --- | --- | --- | --- | -0.055 |

* Significativo al .05 de probabilidad

** Significativo al .01 de probabilidad

La correlación positiva observada entre diámetro de capítulo y rendimiento resulta lógica, dado que plantas con capítulos grandes tienen un área mayor cubierta de semillas. Dicho resultado concuerda con lo observado por Burns (1970).

Como se hizo notar antes, el coeficiente de correlación entre rendimiento de semilla y porcentaje de aceite resultó no significativo, lo cual concuerda con lo reportado por Aguilera (1986).

A pesar de lo anterior, como puede verse en el Cuadro 2, el porcentaje de aceite estuvo correlacionado negativamente en forma significativa con días a floración y altura de planta, caracteres asociados con el rendimiento.

El carácter altura de planta estuvo correlacionado en forma positiva y significativa con días a floración y diámetro de capítulo. La primera correlación indica la posibilidad de tendencia de plantas altas a ser más tardías. La segunda, al tratarse de una asociación entre desarrollo vegetativo y un componente de rendimiento, viene a reafirmar lo mencionado por Fick (1978).

El carácter diámetro de capítulo estuvo correlacionado en forma positiva y significativa con días a floración. Esto indica una posible tendencia a que las plantas tardías tengan un diámetro de capítulo mayor y por lo tanto mayor rendimiento.

CONCLUSIONES

1. A excepción del carácter porcentaje de aceite, el presente estudio no presenta evidencias de variabilidad genética en la población de girasol "Tamaulipas Selección para Alto Rendimiento" ciclo cero (TSARco) para los caracteres: días a floración, rendimiento de semilla por planta, altura de planta y diámetro de capítulo.

2. El carácter rendimiento presentó correlaciones positivas y significativas con días a floración, altura de planta y diámetro de capítulo. Dichos resultados son concordantes con la literatura revisada.
3. Los caracteres rendimiento de semilla por planta y porcentaje de aceite no presentaron un coeficiente de correlación de magnitud significativa.

BIBLIOGRAFIA

- Aguilera, R. 1989. Comparación de dos índices de selección para rendimiento de semilla y porcentaje de aceite en girasol (*Helianthus annuus* L.). Tesis licenciatura. Saltillo, Coah., México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 53 p.
- Asawa, B.M., R.K. Asawa, P.S. Srivastawa and K.P.S. Somavansh. 1977. Selection indices in sunflower for yield and oil. Indian J. Agric. Sci. 47:505-507.
- Burns, R.E. 1970. Head size of sunflower as and indicator of plot yields. Agron. J. 62:651-654.
- D'Yakov, A.B. 1982. Interrelation between duration of growth and yield in sunflower. Plant Breeding Abstracts 55:884.
- Fick, G.N. 1978. Breeding and genetics. In: Sunflower, Science and Technology. The American Society of Agronomy. USA. pp. 279- 338.
- Putt, E.D. 1943. Association of seed yield and oil content with other characters in the sunflower. Sci. Agr. 23:377-383.
- Reyes, M.H. 1985. Índices de selección para rendimiento en girasol (*Helianthus annuus* L.) Tesis M.C. Saltillo, Coah., México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 54 p.
- Varshney, S.K. and B. Singh. 1978. Correlation and path- coefficient analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.) Pantnagar Journal of Research 2:147-149.

**EFFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACION
G. rostochiensis SOBRE LOS CULTIVARES DE PAPA ALPHA Y
DIAMANTE**

M.C. Raúl Rodríguez Herrera ¹
Dr. Gelacio Pérez Ugalde ²
M.C. Jerónimo Landeros Flores ³
M.C. Melchor Cepeda Siller ⁴

RESUMEN

El nemátodo dorado (*G. rostochiensis*) llega a reducir considerablemente los rendimientos, además de que su presencia es causa de medidas cuarentenarias, por lo que las pérdidas económicas pueden llegar a ser aún mayores.

En base a lo anterior, es importante observar el desarrollo de diferentes cultivares de papa bajo distintos niveles de inoculación del nemátodo, por lo que se estableció en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), durante 1986, un experimento en el cual se evaluó el desarrollo de los cultivares Alpha y Diamante reportados como susceptibles y resistentes al nemátodo dorado, respectivamente; dichos cultivares fueron inoculados con los niveles 0, 10, 100 y 1000 quistes/kg. de suelo, y se sembraron en macetas bajo condiciones de invernadero, utilizando un diseño completamente al azar con arreglo factorial.

Los resultados principales fueron: 1) el cv. Diamante presentó mayor número y peso de tubérculos que el Alpha, al sembrarse los dos clones en suelos infectados con nemátodo dorado; 2) a bajos niveles de inoculación, el nemátodo presenta las mayores tasas de reproducción, 3) en el cv. Alpha, al incrementarse los niveles de inoculación, se afectan grandemente el peso del follaje, de la raíz y de los tubérculos, mientras que en el Diamante esta reducción es menor.

1. Investigador Adjunto, Campo Experimental Río Bravo-INIFAP. Río Bravo, Tamps. Apdo. Postal. No. 172.

2. Ph. D. Maestro Investigador del Depto. de Fitomejoramiento, División de Agronomía, UAAAN
3 y 4. M.C. Maestros Investigadores del Depto. de Parasitología, División de Agronomía, UAAAN.

INTRODUCCION

El nivel de infestación del nemátodo dorado en el suelo, juega un papel importante en el grado de daño que sufren los cultivos de papa. Una de las regiones paperas en donde se ha detectado la presencia del nemátodo dorado *G. rostochiensis* es la región de Navidad, Nuevo León, en donde los agricultores utilizan diferentes productos químicos para su control.

Sin embargo, otros métodos de control pueden resultar efectivos contra este organismo, además de que resultan más baratos para los agricultores y no contaminan el ambiente. Entre estos métodos se encuentra la siembra de variedades resistentes al nemátodo dorado, las cuales, además de resistencia, deben de ofrecer calidad y buen rendimiento. Antes de recomendar alguna variedad resistente para la región, se debe probar que ésta sea resistente a la raza o patotipo existente en el área en donde se desea sembrar. Bajo este cuestionamiento, se planteó el presente trabajo cuyo objetivo principal fue evaluar el comportamiento de un cultivar susceptible (Alpha) al nemátodo dorado, el cual es ampliamente sembrado en México y un cultivar resistente (Diamante), al nemátodo dorado raza 1 bajo diferentes niveles de inoculación del nemátodo.

LITERATURA REVISADA

Las pérdidas causadas por el nemátodo dorado (*G. rostochiensis*), pueden dividirse en directas e indirectas, las primeras son ocasionadas al penetrar este organismo en las raíces, alimentándose así de la savia (Plant Pest Control División, 1969). Las pérdidas indirectas son debidas a restricciones cuarentenarias y rotaciones largas, por la capacidad que tiene la hembra de formar un quiste que protege a los huevecillos por grandes períodos de tiempo, además de que pueden diseminarse fácilmente (Camacho, 1979).

Cuando la población de nemátodos del quiste es reducida, los daños que ocasiona en los cultivos a menudo pasan inadvertidos, sin embargo, ésta puede incrementarse 10 veces en un mismo año y, a cierto nivel de infestación, las lesiones que este organismo causa en los vegetales son más visibles a causa del desbalance en la cantidad de nutrientes en el plantío, así como de la alteración de los procesos fisiológicos (Franco 1981).

La densidad de población del nemátodo juega un papel muy importante en las pérdidas de las cosechas de papa; Brown y Sykes (1983), reportan pérdidas de 6.25 ton/ha con 20 huevecillos por gramo de suelo y pérdidas hasta de 22 ton/ha con infestaciones altas. De acuerdo a lo anterior, Rodríguez (1973) consigna que la producción del cv. Alpha se redujo en un 50% cuando se inoculó con una densidad de población del nemátodo de 1500 quistes/kilogramo de suelo. Por otra parte, Huitzacua y Camacho (1979) mencionan que el nemátodo dorado se incrementó en un 624% en una variedad susceptible de papa.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se desarrolló durante 1986, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en donde se sembraron bajo condiciones de invernadero los cultivares de papa inoculados. El material biológico del nemátodo dorado, para realizar las inoculaciones, se extrajo de diferentes lotes de producción de papa de la región de Navidad, Nuevo León.

Los cultivares de papa que se emplearon fueron Alpha y Diamante; el primero es el material comercial más ampliamente sembrado en México y que se ha reportado como susceptible al nemátodo dorado; el segundo se reporta como resistente al nemátodo dorado raza 1. Los dos cultivares se sembraron en macetas con capacidad de 300 gr. de suelo, que se inocularon con 0, 3, 30 y 300 quistes, originando una densidad de 0,10,100 y 1000 quistes/kg de suelo. Se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial, las variables evaluadas fueron: altura de planta, peso y número de tubérculos, peso fresco de raíz, de follaje y total, peso seco de follaje y de la raíz, área foliar, número de foliolos y de quistes, las proporciones peso fresco del follaje/peso fresco de la raíz y peso seco del follaje/peso seco de la raíz, el índice de cosecha, eficiencia del área foliar e índice de área foliar.

En los análisis de varianza en donde se detectó significancia entre tratamientos, se procedió a realizar una prueba de comparación de medias siguiendo el método de Duncan.

RESULTADOS

Las diferencias significativas que se encontraron al realizar el análisis de varianza para cada una de las variables se muestran en el Cuadro 1, sólo en las relaciones peso fresco del follaje/peso fresco de la raíz y peso seco del follaje/peso seco de la raíz, no detectaron diferencias significativas para ninguna de las fuentes de variación.

En el Cuadro 2 se aprecia que el cv. Diamante fue más eficiente en el número y peso de tubérculos, altura de planta así como en el índice de cosecha y en el índice de eficiencia de área foliar, mientras que el cv. Alpha presentó los más altos valores para número de quistes, tasa de multiplicación, peso fresco de raíz, follaje y total, peso seco de raíz, follaje y total, número de foliolos, área foliar e índice de área foliar. Por otra parte, en el nivel de inoculación se apreció que bajo 10 quistes/kg de suelo, los cultivares presentaron los más altos valores en las variables peso fresco total, tasa de multiplicación, peso seco total e índice de área foliar (Cuadro 3).

Para la interacción de clon por densidad de inoculación, sólo se encontraron diferencias significativas para las variables peso fresco de la raíz y peso fresco total. Para las dos, el cv. Alpha, con el nivel de 10 quistes/kg de suelo, presentó los valores más altos (Cuadro 4).

Cuadro 1. Variables en donde se encontró significancia estadística de acuerdo a los ANVA, en al menos una fuente de variación

| Variables evaluadas | Fuente de variación | | |
|---------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|
| | Clones | Densidad de inoculación | Clones y densidad |
| Tasa de multiplicación | - | * | - |
| Peso seco total | ** | ** | - |
| Índice de cosecha | ** | - | - |
| Eficiencia de área foliar | ** | - | - |
| Peso de tubérculos | * | - | - |
| No. de quistes | ** | ** | - |
| Peso fresco total | ** | * | ** |
| Peso seco del follaje | ** | - | - |
| Número de tubérculos | ** | - | - |
| Peso fresco del follaje | ** | * | - |
| Peso fresco de la raíz | ** | - | * |
| Altura de planta | * | - | - |
| Número de folíolos | ** | - | - |
| Área foliar | ** | - | - |

- No significativo * Significativo al 5% de probabilidad ** Significativo al 1% de probabilidad

Cuadro 2. Prueba de separación de medias, utilizando el método de Duncan al 0.05 para dos cultivares inoculados con diferentes niveles de *G. rostochiensis*

| Variables evaluadas | Alpha | Diamante |
|---------------------------|-------|----------|
| Número de quistes | a | b |
| Tasa de multiplicación | a | b |
| Peso fresco de la raíz | a | b |
| Peso fresco del follaje | a | b |
| Peso fresco total | a | b |
| Peso seco de la raíz | a | b |
| Peso seco del follaje | a | b |
| Peso seco total | a | b |
| Número de folíolos | a | b |
| Área foliar | a | b |
| Índice de área foliar | a | b |
| Número de tubérculos | b | a |
| Peso de tubérculos | b | a |
| Altura de planta | b | a |
| Índice de cosecha | b | a |
| Eficiencia de área foliar | b | a |

Tratamientos con letras iguales son estadísticamente significativos al 5% de probabilidad.

Cuadro 3. Prueba de separación de medias utilizando el método de Duncan al 0.05 para diferentes niveles de inoculación de *G. rostochiensis* en dos cultivares de papa.

| Nivel de inoculación | Peso fresco total | Tasa de multiplicación | Peso seco total | Índice de área foliar |
|----------------------|-------------------|------------------------|-----------------|-----------------------|
| 0 | a | b | b | ab |
| 10 | a b | a | a | a |
| 100 | b | b | a b | b |
| 1000 | b | b | b | b |

Tratamientos con letras iguales son significativos estadísticamente al 5% de probabilidad.

Cuadro 4. Prueba de separación de medias utilizando el método de Duncan al 0.05 para la interacción entre clon y nivel de inoculación.

| Clon | Quistes/kg de suelo | Peso fresco de la raíz | Peso fresco total |
|----------|---------------------|------------------------|-------------------|
| Alpha | 10 | a | a |
| Diamante | 100 | b | c |
| Alpha | 0 | b c | b |
| Alpha | 100 | b c d | b |
| Diamante | 0 | b c d | c |
| Alpha | 1000 | b c d | c |
| Diamante | 10 | c d | c |
| Diamante | 1000 | d | c |

Tratamientos con letras iguales son estadísticamente significativos al 5% de probabilidad.

DISCUSION

El cultivar resistente Diamante presentó una menor tasa de multiplicación y menor número de quistes que el cultivar susceptible Alpha (Cuadro 2), este hecho concuerda con los planteamientos de Scurrah (1981), quien menciona que la siembra de una variedad resistente al nemátodo dorado es un método de control para esta plaga, menos costoso para el agricultor, no perjudica al ambiente, ayuda a reducir el peligro de diseminación de los nemátodos y a mantener la infestación dentro de los niveles tolerables de daño. Asimismo el cv. Diamante ofreció un mayor número y peso de tubérculos que el Alpha (Cuadro 2); con relación a ésto, Fassuliotis (1985) indica que las producciones comerciales de cultivares resistentes, son significativamente más grandes que la de cultivares susceptibles, cuando se desarrollan en suelos infestados por nemátodos.

Respecto a los niveles de inoculación, se pareció un aumento en las variables peso fresco total y peso seco total (Cuadro 2) en comparación al testigo, esto puede deberse a que a bajos niveles de inoculación se promueve un aumento en el peso de raíces, lo que origina que se incremente el peso de los tubérculos, resultados semejantes fueron encontrados en tomate por Landeros (1975). Por otra parte, también se encontró que la tasa de multiplicación a bajos niveles de inoculación es más alta que con niveles altos de inoculación, para Kort (1962) este incremento tiene que llegar a un máximo, desde donde tendería a decrecer.

En este experimento se observó que, en el cv. Alpha, al aumentar el grado de inoculación, disminuye el peso del follaje, el peso de la raíz y el peso de tubérculos, mientras que para el cv. Diamante está reducción no es tan fuerte (Fig. 1).

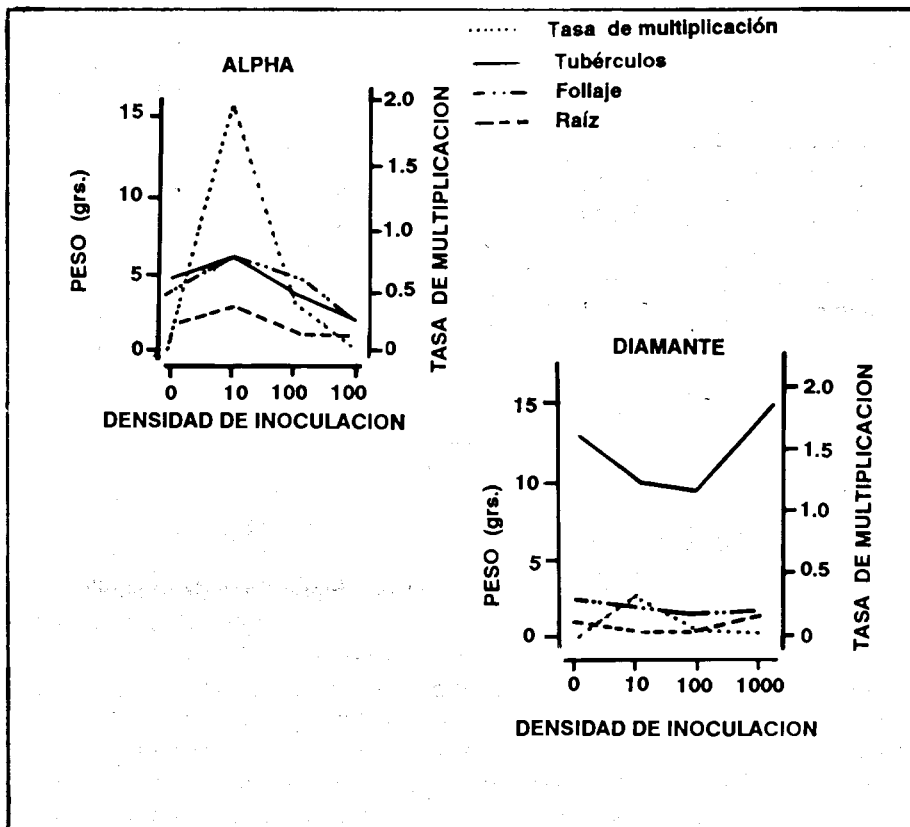


Figura 1. Efecto del nivel de inoculación sobre el peso de diferentes partes de la planta de papa en un cultivo susceptible y uno resistente a *G. rostochiensis* y la multiplicación de éste sobre los clones.

CONCLUSIONES

1. El cv. Diamante presentó mayor número y peso de tubérculos que el Alpha al sembrarse los dos clones en suelo infestado con nemátodo Dorado.
2. El nemátodo dorado presente en Navidad, N.L. tiene la más alta reproducción a niveles bajos de inoculación, por otra parte, a niveles bajos de inoculación, se incrementan el peso seco y fresco de toda la planta.
3. Al aumentar el nivel de inoculación, se afectan grandemente el peso del follaje, de raíz y de los tubérculos en el cv. Alpha, mientras que en el Diamante esta reducción es menor.

BIBLIOGRAFIA

- Brown, E.B. and G.S. Sykes, 1983. Assessment of the losses caused by potatoes by the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *Appl. Biol.* 103:271-276.
- Camacho, G., J.S. 1979. El nemátodo dorado de la papa *Globodera rostochiensis* (Woll, 1923) Mulvey y Stone 1976 Boletín de información técnica. Dirección de Sanidad Vegetal. SARH. México.
- Fassullotis, G. 1985. The role of the nematologist in the development of resistant cultivars pag. 223-240 in: J.M. Sasser and C.C. Carter (eds). *An advanced treatise on Meloidogyne*. Vol. I. Biology and Control. North Carolina State Univ. Graphics.
- Franco, J. 1981. Nemátodos del quiste de la papa *Globodera* spp. Boletín de información técnica. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.
- Huitzacua, A. M. y J.S. Camacho G. 1979. Dinámica de población del nemátodo dorado en papa y jitomate. III Reunión de Nematólogos en México. p. 7. Monterrey, N.L. México.
- Kort, J. 1962. Effects of population density on cyst production in *Heterodera rostochiensis* Woll. *Nematologica* 7:305-308.
- Landeros, F. J. 1975. Estudio de la respuesta del tomate *Lycopersicon esculentum* M. 11. inoculado con diferentes poblaciones de *Heterodera rostochiensis* Woll. (1923) (Nematodo: Heteroderidae) bajo condiciones de invernadero. Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. UANL. Monterrey, N.L. México. 57p.

Plant Pest Control Division. 1969. The golden nematode of potatoes and tomatoes. Bulletin No 361 U.S. Department of Agriculture p. 4.

Rodríguez, C., E. 1973. Estudio preliminar sobre el nemátodo dorado de la papa *Heterodera rostochiensis* Woll. (Nematodo: Heterodesidae) en México. Tesis Maestría. C.P. Chapingo, México.

Scurrah, M. 1981. Evaluación de la resistencia en papa a los nemátodos del quiste. Boletín de información técnica 10. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.

**IDENTIFICACION Y DISTRIBUCION DEL NEMATODO AGALLADOR
Meloidogyne spp. EN EL CULTIVO DE LA PAPA
(*Solanum tuberosum* L.) EN NAVIDAD, NUEVO LEON**

Melchor Cepeda Siller ¹
Salvador Hernández Rodríguez ²

RESUMEN

Actualmente, en la región de Navidad, municipio de Galeana, Nuevo León, se siembran 3,000 ha. del cultivo de papa con un rendimiento promedio de 25 ton/ha; el nemátodo agallador *Meloidogyne* spp es considerado como el que ocasiona mayores daños al cultivo, ya que reduce el valor comercial del producto por el aspecto verrugoso del tubérculo.

El presente estudio tuvo por objetivo, la identificación de especies del nemátodo agallador de raíces *Meloidogyne* spp y su distribución en la región de Navidad, municipio de Galeana, Nuevo León, México.

En base a la morfología del nemátodo, se identificó a *Meloidogyne incognita*, distribuido en dos lotes de 100 ha cada uno, en el campo agrícola experimental Navidad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) y en la propiedad del Sr. Salvador Guajardo, en el lote 8 del fraccionamiento Valles del Paraíso.

INTRODUCCION

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) es una de las principales fuentes de carbohidratos en la alimentación del pueblo mexicano. Mediante análisis químicos, se conoce que el contenido de agua del tubérculo fresco íntegro varía entre 63 y 87 %; los hidratos de carbono de 13 a 30 % (incluyendo contenido de fibra 0.17 a 3.48%); proteína entre 0.7 y 4.6 %; grasas ente 0.02 y 0.96 % y cenizas entre 0.44 y 1.9 %. Otros constituyentes incluyen azúcares, polisacáridos no amiláceos, enzimas, ácido ascórbico, otras vitaminas, sustancias fenólicas, ácidos nucleicos y otros (Hooker, 1980).

1. M.C. Maestro Investigador del Depto. de Parasitología Agrícola, Div. de Agronomía, UAAAN.
2. Tesista de Postgrado en Parasitología Agrícola

A nivel mundial, los países con más área cultivada son: la URSS, China y Polonia. En México, la superficie bajo cultivo tiende a incrementarse debido a la creciente demanda de alimentos, entre otras causas. De esta forma, se tiene que para 1978 se sembró una superficie de 69,481 ha y en 1980 81,485 ha; los principales estados productores en 1980 eran: Puebla (24 190 ha), México (19 022 ha), Veracruz (12 998 ha), Sinaloa (5 872 ha), Michoacán (3 003 ha), Chihuahua (2 700 ha), Tlaxcala (2 677 ha), Baja California Norte (1 782) y Nuevo León (1 610 ha) (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1980; Cepeda y Guerra 1983). Actualmente en Navidad, municipio de Galeana, Nuevo León, se siembran 3 000 has con un rendimiento promedio de 25 ton/ha y con un valor de la producción de \$250,000.00 por ton. El destino de la producción es para el mercado fresco e industria nacional. En 1950 se iniciaron los primeros ensayos tendientes a la explotación del cultivo de la papa en la región de Navidad; desde entonces, su cultivo se ha visto limitado por varios problemas fitosanitarios (Valenzuela, 1959; Banda, 1964). Según los agricultores y algunas investigaciones realizadas, en la región de Navidad existen altas poblaciones de fitonemátodos, entre éstos los agalladores de raíces, los cuales, aparentemente, no reducen el rendimiento pero sí el valor comercial del producto por el aspecto verrugoso del tubérculo (Pérez, 1970; Puente, 1976; García, 1986).

Dada la importancia que tiene la diagnosis correcta de este tipo de nemátodos, por razones de manejo, se consideró necesario realizar la presente investigación cuyos objetivos son:

1. Identificación de la (s) especie (s) y/o raza (s) fisiológicas de *Meloidogyne* spp., en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L).
2. Conocer la distribución del nemátodo agallador de raíces *Meloidogyne* spp, en la región de Navidad, municipio de Galeana, Nuevo León.

REVISION DE LITERATURA

Antecedentes del Nemátodo

El primer reporte sobre nemátodos formadores de agallas en las raíces es el de Berkeley, quien los descubrió en un invernadero de Inglaterra, en 1855, al estudiar las vesículas de las raíces de plantas de pepino (Christie, 1976). Según Taylor y Sasser (1978), fue Jobert, en 1878, quien al analizar árboles de café enfermos, en la provincia de Río de Janeiro, Brasil, encontró raíces con numerosas agallas, algunas de ellas terminales, otras a lo largo de la raíz y, otras, más escasas, en las raíces laterales. Las agallas terminales eran piriformes, puntiagudas y frecuentemente encorvadas.

Posición Taxonómica

La dificultad para identificar las especies es el factor que más contribuye a confundir la taxonomía del género *Meloidogyne*. Triantaphyllou y Hussey (1973) han discutido lo anterior, señalando que el estudio de la morfología y anatomía no ha sido adecuado para explicar las relaciones dentro del género. La caracterización en cuanto a morfología no ha proporcionado una definición objetiva de lo que constituye una especie de *Meloidogyne*. Experimentos y estudios citológicos recientes han demostrado que muchos miembros del género *Meloidogyne* se reproducen por partenogénesis (Triantaphyllou, 1970). Esto significa que el concepto de especie biológica no puede ser aplicado a *Meloidogyne*, o al menos, deberían hacerse algunas aclaraciones.

Según Hirschmann (1982), la posición taxonómica del género *Meloidogyne*, es la siguiente:

| | |
|--------------|---|
| Phyllum | Nemata Rudolphi, 1908 |
| Clase | Secernentea (Von Linstow, 1905). Dougherty, 1958. |
| Orden | Tylenchida Thorne, 1949. |
| Suborden | Tylenchida (Oerley, 1880) Geraert, 1966. |
| Superfamilia | Heteroderoidea (Filipjev y Stekhoven, 1941) Golden, 1971. |
| Familia | Meloidogyne (Skarbilovich, 1959) Wouts, 1973 |
| Subfamilia | Meloidogyninae Skarbilovich, 1959. |
| Género | <i>Meloidogyne</i> Goldi, 1987. |

Síntomas

Los síntomas del ataque de nemátodos fitoparásitos en la parte aérea de los vegetales, pueden confundirse con los provocados por el ataque de otros organismos, tales como insectos, hongos, bacterias, virus y aún por deficiencias nutricionales. Afortunadamente, para el caso de los nemátodos agalladores de raíces, el problema se facilita porque la mayoría de sus hospederos forman agallas que le dan un aspecto muy característico al sistema radical.

Las plantas atacadas por *Meloidogyne* spp., presentan marchitez en días cálidos y cuando las poblaciones de nemátodos son altas, las plántulas pueden morir sin presentar huellas de formación de agallas, lo que se ha comprobado con un examen al microscopio al observar docenas de hembras fijadas a la raíz por la cabeza y con sus masas de huevecillos cubiertas por partículas de suelo (Thorne, 1961).

Palacios (1970) menciona que Miller y Diedwardo investigaron que *Meloidogyne incognita*, forma agallas en las hojas de *Sideris fuscata* (Lodd) H.E. Moore, que generalmente se forman a lo largo de las venas de las hojas o en la vena central; allí se encuentra a las hembras adultas, huevecillos viables y larvas. Se presentan también células gigantes que se forman por fusión de células en el tejido vegetal de la agalla.

Especies de *Meloidogyne* que Parasitan Papa

De las especies antes citadas sólo algunas parasitan papa, aunque el número puede variar dependiendo del autor y de los problemas taxonómicos inherentes a la descripción de nuevas especies. Winslow y Willis (1972) y Hooker (1980) señalan a *M. acrita*, *M. acronea*, *M. africana*, *M. arenaria*, *M. ethiopica*, *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica* y *M. thamesi* como especies parásitas de papa cultivada; a esta lista se agrega otra especie *M. chitwoodi* descrita por Golden *et al.* (1980).

La identificación de especies de *Meloidogyne* se ha basado sobre los modelos perineales, aunque frecuentemente ésta se ha apoyado en más de 140 características diferentes que presentan estos nemátodos durante un ciclo biológico (Eisenback *et al.* 1981; Jepson 1983b, 1983c y 1983d).

A continuación se presenta la información de caracteres diagnósticos de las especies de *Meloidogyne* que parasitan papa; adaptados de Hewlett y Tarjan (1983). (Cuadros 1,2 y 3).

Cuadro 1. Descripción de especies de *Meloidogyne* que parasitan papa (tomado de Hewlett y Tarjan, 1983)

| Especies de <i>Meloidogyne</i> | Longitud del cuerpo (μ) | Juveniles | | ^a Hem./ P. Exc. | ^b Dilatación rectal |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| | | Proporción "C" | Longitud del estilete (μ) | | |
| <i>M. acrita</i> | 345-396 | 7.0-7.5 | 10-11 | ? | ? |
| <i>M. acronea</i> | 440-460 | 9.2 | 10 | ? | ? |
| <i>M. africana</i> | 380-470 | 7.3-14.3 | 12-18 | ? | ? |
| <i>M. arenaria</i> | 450-490 | 6.0-7.5 | 10 | ? | ? |
| <i>M. chitwoodi</i> | 336-417 | 7.9-9.6 | 9-10.3 | ANT | NO |
| <i>M. ethiopica</i> | 383-432 | 8.1-9.8 | 9.1-10.9 | ANT | SI |
| <i>M. hapla</i> | 331-372 | 6.8-8.0 | 10 | ? | ? |
| <i>M. incognita</i> | 360-393 | 8.0-9.4 | 10 | ? | ? |
| <i>M. javanica</i> | 340-400 | 5.8-6.6 | 10 | ? | ? |
| <i>M. thamesi</i> | 410-476 | 7.6-8.6 | 10.2-12.7 | ? | ST |

^a Posición del hemizónido en relación al poro excretor (ANT) anterior, (POS) posterior.

^b Presencia de la dilatación rectal: (SI) presente, (NO) ausente, (ST) algunas veces presente.

Cuadro 2. Descripción de especies de *Meloidogyne* que parasitan papa (tomado de Hewlett y Tarjan, 1983).

| Especies de <i>Meloidogyne</i> | Hembras | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| | Longitud del estilete (μ) | ^c p. Exc./estilete | ^d Eje del cuerpo | ^e Protuberancia posterior |
| <i>M. acrita</i> | 16 | ? | ? | ? |
| <i>M. acronea</i> | 11-13 | 14 | ? | PST |
| <i>M. africana</i> | 15 | 16-30 | ? | PST |
| <i>M. arenaria</i> | 14-16 | ? | ? | ? |
| <i>M. chitwoodi</i> | 11.2-12.5 | POS | STR | SLT |
| <i>M. ethiopica</i> | 11-15 | 15-26 | ? | ABS |
| <i>M. hapla</i> | 12-14 | ? | ? | ? |
| <i>M. incognita</i> | 15-16 | ? | ? | ? |
| <i>M. javanica</i> | 16 | ? | ? | ? |
| <i>M. thamesi</i> | 15-18 | 20-33 | ? | ABS |

^c Posición del poro excretor en relación a la base del estilete; anterior (ANT), posterior (POS), pares (EVE); o número de anillos desde el extremo anterior.

^d Posición del istmo en relación al plano medio del cuerpo que pasa a través de la vulva; istmo ligeramente desviado del plano medio (STR), istmo distante al plano medio (OFF), y justo en el plano medio (BTH).

^e Protuberancia posterior presente (PST), ausente (ABS), leve (SLT), o casi al mismo plano (BTH).

Cuadro 3. Descripción de especies de *Meloidogyne* que parasitan papa (tomado de Hewlett y Tarjan, 1983)

| Especies del <i>Meloidogyne</i> | Longitud del estilete (μ) | Machos | |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| | | Longitud de las espículas (μ) | Número de incisuras laterales |
| <i>M. acrita</i> | 20-24 | 29-34 | ? |
| <i>M. acronea</i> | 16-18 | 32-34 | ? |
| <i>M. africana</i> | 19-22 | 26-35 | 4-5 |
| <i>M. arenaria</i> | 20-24 | 31-34 | ? |
| <i>M. chitwoodi</i> | 18.1-18.5 | 26-29 | 4 |
| <i>M. ethiopica</i> | 14.4-24.1 | 28.8-36 | 4-5 |
| <i>M. hapla</i> | 17-18 | 29-31 | ? |
| <i>M. incognita</i> | 23-26 | 34-36 | ? |
| <i>M. javanica</i> | 20-21 | 30-31 | ? |
| <i>M. thamesi</i> | 20.5-28.1 | 21.6-28.1 | ? |

MATERIALES Y METODOS

Descripción del Area de Estudio

La región de Natividad, municipio de Galeana, Nuevo León (Figura 1), se localiza al oriente de la ciudad de Saltillo, Coahuila, a 84 km por la carretera 57 (México-Piedras Negras). Comprende una superficie de 7 000 ha de riego (bombeo de pozos profundos). Está situada a los 25° 00' 00" de latitud norte y 100° 32' de longitud oeste del meridiano de Greenwich y a un altura de 1 800 msnm; el clima es semicálido y semiseco-semiárido, con precipitación anual de 400 mm; el suelo es limo-arenoso, con pH 7.5 y profundidad de 35 cm, posee un lecho calcáreo de aproximadamente 15 cm. de espesor.

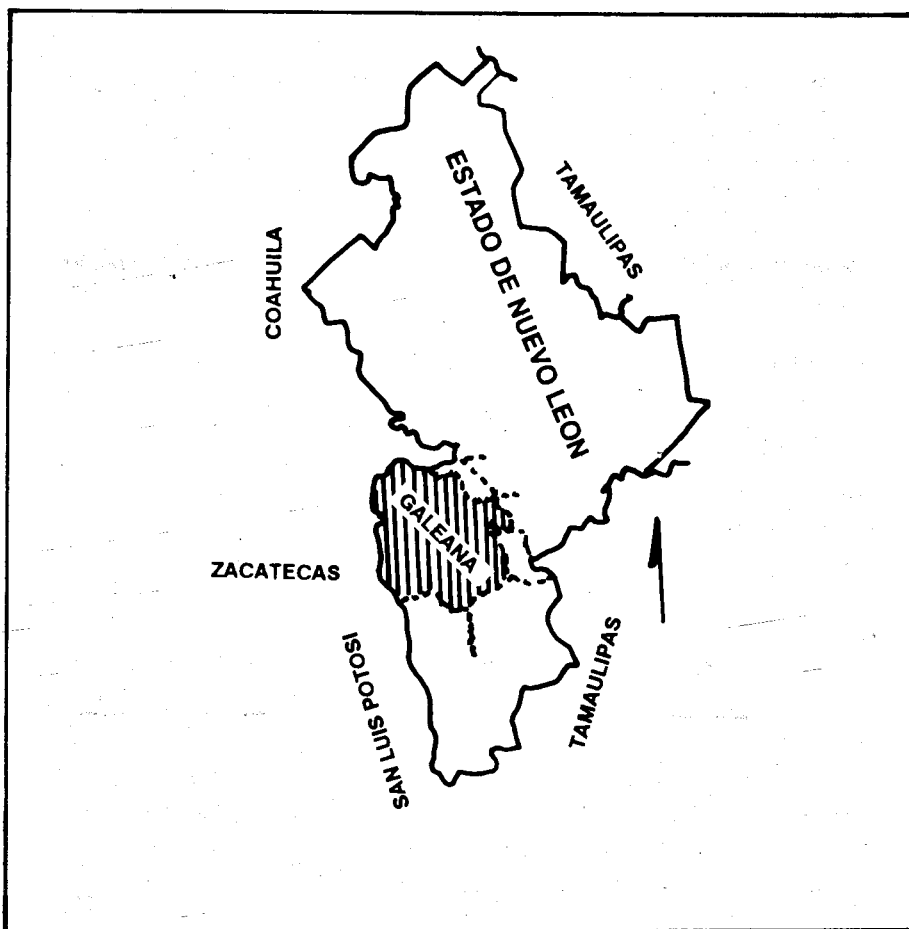


Figura 1. Ubicación del Municipio de Galeana, N.L.

Técnicas de Muestreo

Desde el inicio de las siembras de papa, en los meses de marzo a mayo de 1986, se visitó la región de Navidad con el fin de seleccionar los lotes que se estaban sembrando; el cultivo fue supervisado para observar y analizar la cosecha, la cual se realizó durante los meses de agosto a noviembre. Dado que la superficie mínima por propietario es de 100 ha, esto permitió que se hicieran varias visitas por lote al momento de la cosecha.

Durante el período de cosecha, en cada lote se seleccionaron tubérculos con síntomas de daño ocasionado por *Meloidogyne*. La muestra constaba de 10 kg de tubérculo infectado por cada 25 ha, tomados al azar y recolectados sólo en aquellos lugares donde existía tubérculo dañado. En el momento oportuno, cuando se sacaba la papa con la cosechadora, se iban recogiendo atrás de ésta las muestras, esta labor fue apoyada por los agricultores quienes, además, facilitaron el trabajo permitiendo una inspección adicional del tubérculo en los lugares de selección y lavado de la papa.

Identificación del Patógeno

La identificación se hizo básicamente tomando en cuenta la forma del modelo perineal de las hembras y la respuesta de hospederos diferenciales al ataque de *Meloidogyne* spp.

Modelos Perineales

De cada muestra de tubérculos se seleccionaron al azar 10 hembras de las cuales se obtuvo el patrón perineal según la técnica de Taylor y Netscher (1974), que a continuación se describe:

1. El tubérculo infectado se corta en rebanadas de aproximadamente un centímetro de espesor.
2. Bajo el microscopio estereoscópico y con la ayuda de agujas de disección, se extraen las membranas en forma de saco que contienen a las hembras y sus masas de huevecillos.
3. Las hembras se transfieren a ácido láctico al 45% y se cortan sobre una caja Petri de plástico, dejando sólo la parte más posterior (puede cortarse con navaja de rasurar).
4. El tejido del cuerpo se remueve cuidadosamente con la ayuda de un pelo flexible que puede ser un pelo de brocha, pestaña o aguja de bambú.
5. Nuevamente se hacen otros cortes para quitar los excedentes de cutícula y obtener sólo el modelo perineal, éste se transfiere y monta entre porta y cubreobjetos, en una gota de glicerina o lactofenol sin colorante, finalmente se sella con esmalte para uñas.

La población encontrada se identificó por comparación con las especies reportadas como parásitos de papa.

Prueba de Carolina del Norte

La prueba de hospederos diferenciales está diseñada para identificar las especies y razas fisiológicas de *Meloidogyne* más comunes y ampliamente distribuidas en el mundo, llámense *Meloidogyne incognita* (cuatro razas), *M. arenaria* (dos razas), *M. javanica* y *M. hapla*. Esta metodología se usa principalmente en la identificación de nuevas poblaciones encontradas en aquellos lugares y hospederos bajo estudio.

La identificación se hace en base a la respuesta de las plantas diferenciales a la infección por *Meloidogyne* spp.

La evaluación de la respuesta es calificada por la siguiente escala.

- 0 = Ninguna agalla o masas de huevecillos
- 1 = 1-2 agallas o masas de huevecillos
- 2 = 3-10 agallas o masas de huevecillos
- 3 = 11-30 agallas o masas de huevecillos
- 4 = 30-100 agallas o masas de huevecillos
- 5 = Más de 100 agallas o masas de huevecillos

Se consideran con signo positivo (+) calificaciones de cuatro o cinco de la escala de clasificación y con signo negativo (-) del cero al dos. Es necesario recalcar que la respuesta de la población a los hospederos diferenciales debe apoyarse en observaciones morfológicas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Prueba de hospederos diferenciales de Carolina del Norte, EUA., para la identificación de especies y razas fisiológicas de *Meloidogyne* más comunes.

| <i>Meloidogyne</i> Especies y razas | Hospederos diferenciales | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------|
| | Tabaco NC 95 | Algodón Delta pine | Chile Calif. Wonder | Sandía Charleston Grey | Cacahuete runner | Tomate Rutgers |
| <i>M. incognita</i> | | | | | | |
| Raza 1 | - | - | + | + | - | + |
| Raza 2 | + | - | + | + | - | + |
| Raza 3 | - | + | + | + | - | + |
| Raza 4 | + | + | + | + | - | + |
| <i>M. arenaria</i> | | | | | | |
| Raza 1 | + | - | + | + | + | + |
| Raza 2 | + | - | - | + | - | + |
| <i>M. javanica</i> | + | - | - | + | - | + |
| <i>M. hapla</i> | + | - | + | - | + | + |

Tabaco (*Nicotiana tabacum*), algodón (*Gossypium hirsutum*), chile (*Capsicum frutescens*), sandía (*Citrullus vulgaris*), cacahuete (*Arachis hypogaea*) y tomate (*Lycopersicon esculentum*)

Para el desarrollo del presente trabajo se escribió a la Universidad del Estado de Carolina del Norte, E.U.A., sede del Proyecto Internacional de *Meloidogyne*, solicitando el envío de la semilla de las plantas diferenciales, que fueron proporcionadas gratuitamente, salvo el tabaco, por razones fitosanitarias.

La semilla fue sembrada en macetas de polietileno de aproximadamente 3 kg de suelo de capacidad; el suelo fue desinfestado previamente con bromuro de metilo; se sembraron seis semillas de cada especie por maceta, con cinco repeticiones incluido el testigo; se tuvieron en total 25 macetas, ya que la semilla de algodón no germinó. En estado de plántula se eliminaron algunas dejando sólo tres por maceta. El experimento se desarrolló bajo condiciones de invernadero, sin embargo, éste no tenía forma de controlar las condiciones ambientales.

A los 30 días después de la siembra, se inoculó con 30 masas de huevecillos por maceta, descubriendo un poco las raíces y se evaluó a los 45 días después de la inoculación.

RESULTADOS Y DISCUSION

La población de *Meloidogyne* procedente de la región de Navidad, municipio de Galeana, Nuevo León, presenta las siguientes características:

Modelos Perineales

Se aprecia la variación de la población encontrada, observándose el arco dorsal alto y cuadro con líneas laterales inconspicuas que vienen a ser las características determinantes para la identificación específica. Las estrías son de lisas a onduladas con algunas bifurcaciones en las líneas laterales.

Las hembras poseen la típica forma esférica que caracteriza estos nemátodos. Aunque en la literatura casi nunca se hace referencia a la forma precisa de la hembra, es necesario ilustrarla debido a que éste puede auxiliar bastante en la identificación, ya que ciertas características de las especies más comunes de climas cálidos pueden traslaparse.

La forma de la cola de los juveniles de segundo estadio ha sido considerada como característica de apoyo en la identificación. Aquí se puede observar que existe una zona hialina anchamente redondeada, sin anillos visibles, esto es, lisa. La anulación termina un poco antes de donde empieza la zona hialina. Es necesario señalar que la zona hialina está determinada por la terminación del intestino y el extremo posterior de la cola.

Con respecto a la identificación del patógeno mediante hospederos diferenciales no se obtuvo respuesta; no se presentó agallamiento en las plantas y

además, la semilla de algodón no germinó, probablemente debido a la pérdida de viabilidad, ya que todas las semillas sembradas, después de algún tiempo, se pudrieron.

En cuanto a la distribución de *Meloidogyne* spp. en la región de Navidad (Figura 2), solamente se encontró presente en el Campo Experimental Navidad, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, para el cual no estaba reportada y en el lote 8 del fraccionamiento Valles del Paraíso, propiedad del Ing. Salvador Guajardo; esto último confirma el reporte de Puente (1976) señaló a *Meloidogyne* spp. en este lugar. En ambas localidades se encontró la misma población que fue identificada como *Meloidogyne incognita*.

El estudio morfológico de la población de *Meloidogyne* encontrada en la región de Navidad, fue la principal característica de apoyo para la diagnosis. Se observó que la forma del modelo perineal de la población analizada coincide con lo descrito por Chitwood (1949), señalándolo como característica importante de *Meloidogyne incognita*. Además, Eisenback *et al* (1981), en un estudio más detallado de las cuatro especies más comunes de *Meloidogyne*, confirman lo anotado por Chitwood (1949) en lo que respecta a las características del patrón perineal de *M. incognita*.

No obstante lo señalado, los modelos perineales de *M. incognita* y *M. javanica* son muy similares, distinguiéndolos sólo las líneas laterales bien marcadas en el caso de *M. javanica* y que interrumpen las estrías a manera de un "surco" transversal muy visible y que limitan el arco dorsal y ventral. Además, una característica muy peculiar en cuanto a la forma de la hembra y que poco se toma en cuenta para el caso de identificación entre estas dos especies, es que las hembras adultas de *M. incognita* son completamente esféricas, por el contrario, las hembras de *M. javanica* son más largas que anchas. Esto, sin duda, es un carácter de apoyo cuando se está ante la disyuntiva de elegir entre ambas especies.

Jepson (1983c) consignó que la terminación de la cola de los juveniles de segundo estadio podría ser de ayuda en la diagnosis específica; la autora señala que para *M. incognita* debe observarse una zona hialina, lisa y redondeada, lo cual concuerda con las cualidades presentadas por la población de la región de Navidad. Sin embargo, se conocen dos especies que parasitan papa con las características anotadas *M. incognita* y *M. chitwoodi*, no obstante, la misma autora señala que la cola de *M. incognita* es más larga (48.7 μ) que la de *M. chitwoodi* (43.0 μ) y por el contrario la zona hialina de *M. incognita* es más corta (8.9 μ) que la de *M. chitwoodi* (11.0 μ).

De la respuesta de hospederos diferenciales no se obtuvo reacción, no obstante que la cantidad de inóculo (30 masas de huevecillos por maceta) fue mayor que la usual. Esto se atribuyó a que, durante el período de crecimiento

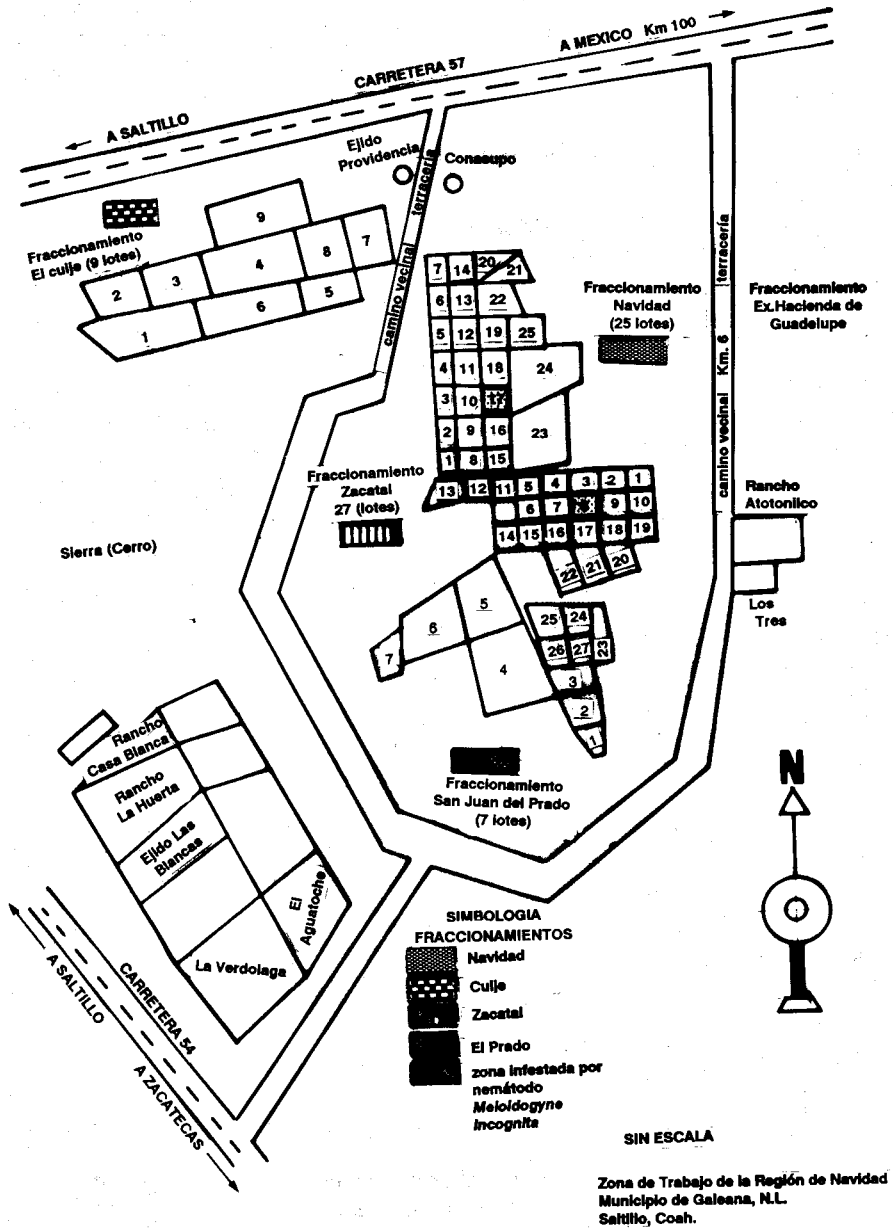


Figura 2. Distribución de *Meloidogyne incognita* en Navidad, Nuevo León.

de las plantas diferenciales en invernadero, se presentaron al principio bajas y luego altas temperaturas, ésto, sin duda, influyó en la capacidad de infección de la población de *Meloidogyne* inoculada. Es necesario aclarar que el invernadero donde se tenían las plantas no tiene forma de manejar las condiciones ambientales.

La distribución de *Meloidogyne* en la región de Navidad, por los resultados obtenidos, parece estar limitada a dos localidades; sin embargo, hay que considerar que el muestreo fue dirigido a aquellos lotes cultivados con papa, por lo que no sería raro encontrar una distribución más extensa tomando en cuenta el amplio rango de hospederos de este nemátodo, y por otro lado, la tendencia actual hacia la rotación de cultivos en aquellos lugares cultivados con papa donde anteriormente se presentaron altas infestaciones. A esto hay que agregarle las exageradas aplicaciones de pesticidas que los agricultores realizan durante el ciclo del cultivo de la papa, que pueden bajar las poblaciones de *Meloidogyne* a niveles inadvertidos.

La población encontrada en ambas localidades fue identificada como *Meloidogyne incognita* y, aunque no pudo determinar la raza fisiológica por el problema referido en cuanto a los hospederos diferenciales, los resultados son diferentes a lo reportado por Magallón (1974) quien citó haber encontrado a *M. hapla*.

CONCLUSIONES

1. Por las características morfológicas, la población de *Meloidogyne* encontrada en la región de Navidad, municipio de Galeana, Nuevo León, fue identificada como *Meloidogyne incognita*.
2. *Meloidogyne incognita* solamente se encontró en dos lotes: el de la Estación Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y en el lote 8 del fraccionamiento Valles del Paraíso, propiedad del Ing. Salvador Guajardo.

BIBLIOGRAFIA

- Banda, T.J.E. 1964. Prueba de nematicidas en el cultivo de la papa en la Región de Navidad, N.L. Tesis Profesional. Univ. de Coah., ESA Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coah., Mex. 48 p.
- Cepeda, S.M., y M. Guerra H. 1983. Revisión bibliográfica de nemátodos asociados al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Boletín, No. 13 UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah., Mex. 26 p.

- Chitwood, B.G. 1949. Root-Knot nematodes. U.A. revision of the Genus *Meloidogyne* Goeldi 1887. Proc. Helmithol. Soc. Wash. 16:90- 104. United States of America.
- Christie, R.J. 1976. Nemátodos de los vegetales: su ecología y su control 2a. Ed. Edit. LIMUSA. México. 61-86 p.
- Eisenback, J.D., H. Hirschmann, J.N. Sasser, and A.C. Triantaphyllou. 1981. A guide to the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species) with a pictorial key. The departments of Plant Pathology and Genetic North Carolina University and the United States Agency for International Development. Raleigh, North Carolina. 48 p. United States of America
- Eisenback, J.D., B. Yang, and K.M. Hartman, 1985. Description of *Meloidogyne pini*, new species, a root-knot nematode parasitic on sand pine (*Pinus clausa*), with additional notes on the morphology of *Meloidogyne megatyla* J. Nematol. 17(2):206-219. United States of America.
- García, C.J. 1986. Nemátodos asociados a la papa (*Solanum tuberosum* L.) en las regiones de Navidad, N.L. y Derramadero, Coah., Memorias. Reunión sobre investigación y análisis de la problemática de papa. UAAAN. CO-NACYT. Saltillo, Coah. Mexico. p. 153-161.
- Golden, A.M., J.H.O'Bannon, G.S. Santo, and A.M. Finley. 1980. Description and SEM observations of *Meloidogyne chitwoodi* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode on potato in the Pacific Northwest. J.Nematol. 12 (4): 319-328. United States of America.
- Hewlett, T.E. and A.C. Tarjan. 1983. Synopsis of the genus *Meloidogyne* Goldi, 1887. Nematologica 13(1): 79-102. United States of America.
- Hirschmann, H. 1982. Taxonomy of the cyst and root-knot nematodes. In: Nematology in the southern region of the United States. Southern Cooperative Series. Bulletin 276. p. 54-70. United States of America.
- Hooker, W.J. 1980. Compendium of potato diseases. Centro Internacional de la papa. 166 p. Perú.
- Jepson, B.S. 1983a. *Meloidogyne kralli* sp. (Nematode Meloidoginidae) A root-knot nematode parasitising sedge (*Carex actua* L.) Review Nematol, 6(2):239-245. France.
- . 1983b. Identification of *Meloidogyne*: a general assessment and comparison of male morphology using light microscopy, with a key to 24 species. Review Nematol. 6(2):291-309. France.

- _____ 1983c. The use of second-stage juvenile tails as an aid in the identification of *Meloidogyne* species. *Nematologica* 29:11-28. Netherlands.
- _____ 1983d. Identification of *Meloidogyne* species; a comparison of stylets of females. *Nematologica* 29:132-143. Netherlands.
- Magallón, A.J.M. 1974. Evaluación del control del nemátodo *Meloidogyne hapla* con Vidate (DPX/1410) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Región de Navidad, N. L. Tesis Profesional. Univ. de Coah. ESA. Antonio Narro Saltillo, Coah., Mex. 38 p.
- Palacios, A.S. 1970. Distribución, identificación y control químico del nemátodo nodulador de raíces (*Meloidogyne* spp.) causante de la "jicamilla" en el Estado de Morelos. Tesis Profesional. E.N.A. Chapingo, Mex. 71 p.
- Pérez, A.A.A. 1970. Evaluación de seis Insecticidas-Nematicidas sistémicos para el control del nemátodo *Meloidogyne* spp. y pulgones en la papa en la Región de Navidad, N.L. Tesis Profesional. Univ. de Coah., ESA. Antonio Narro Saltillo, Coah., Mex. 42 p.
- Puente, M.J.L. 1976. Evaluación de los nematicidas Temik (Aldicarb) y Furadan (Carbofuran) para el control del nemátodo *Meloidogyne* spp. y la comprobación de estos sobre sus efectos en el aumento de la producción en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la región de Navidad, N.L. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., Mex. 24 p.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1980. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Dirección General de Economía Agrícola pp. 177-178 México.
- Taylor, D.P., and C. Netscher. 1974. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. *Nematologica*. 20:268-269. Netherlands.
- Taylor, L.A. and J.N. Sasser. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). International *Meloidogyne* Project. A cooperative publication of the Department of Plant Pathology, North Carolina University and the United States Agency for International Development. North Carolina State University. III p. United States of America.
- Thorne, G. 1961. Principles of Nematology. McGraw-Hill Book Co. New York. 553. p. United States of America.
- Triantaphyllou, C.A., and R.S. Hussey. 1973. Modern approaches in the study of relationships in the genus *Meloidogyne* OEPP/EPPO. 9:61-63. United States of America.

Valenzuela F., M., 1959. Pruebas de rendimiento y adaptación de variedades de papa en Navidad, N.L. Tesis Profesional. Univ. de Coah. ESA Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coah. Mex. 22 p.

Winslow, D.R. and R.J. Willis. 1972. Nematode disease of potatoes In: Webster, M.J. (Ed.) Economic Nematology. Academic Press, New York. 17-48. p. United States of America.

CRECIMIENTO COMPENSATORIO EN CERDOS ENTEROS DE DIFERENTES CRUZAS, CON DISTINTOS NIVELES Y FRECUENCIAS DE ALIMENTACION

Rosa de Lourdes Azúa Reyes¹
Manuel Torres Hernández²
Víctor H. Tijerina Rosales³
Ramón García Castillo⁴

RESUMEN

Se utilizaron 139 cerdos, enteros destetados y de diferentes cruzas, para conducir este trabajo en la granja porcina de la UAAAN, en el período 1988-89, con el propósito de verificar su comportamiento en cuanto a consumo de alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y la relación costo-beneficio, bajo diferentes niveles de restricción de alimento y dos frecuencias de alimentación.

Se encontró una tendencia a mejores ganancias de peso en los cerdos restringidos que para aquéllos alimentados a libertad ($P < 0.01$). El grupo control manifestó ganancias de 0.285 kg por día; los grupos experimentales que tuvieron mejores ganancias fueron diferentes; los mejores resultados los obtuvo la restricción de 95%, alimentados una vez al día con 0.461 kg, seguido del tratamiento de 90% y una vez al día con 0.377 kg/día. En conversión alimenticia se encontró que 90% de alimento ofrecido una vez al día fue el de mejor respuesta con 1:2.3, en tanto que el de menor conversión fue el tratamiento de 100% del consumo ofrecido dos veces al día, con una relación de 1:3.9. La incidencia de diarrea fue mayor en los tratamientos de 95% del consumo total de alimento dos veces al día, con 46.6% y el grupo control con 43.3% y con 14 y 13 días de diarrea, respectivamente; el grupo control registró un alto grado de severidad en la diarrea (1.8) en tanto que los tratamientos fueron similares entre sí (1.0).

El tratamiento de 90% de alimento ofrecido una vez al día resultó como el más económico, con un ahorro del 42.9% en costos con respecto al grupo con-

1. M.V.Z. Tesista M.C. Producción Animal
2 y 3 M.C. Maestros Investigadores del Depto. Producción Animal, Div. de Ciencia Animal. UAAAN.
4. M.C. Maestro Investigador del Depto. de Nutrición Animal, Div. de Ciencia Animal. UAAAN.

trol, y el mayor costo correspondió al tratamiento de 100% de alimento dos veces al día, con un incremento en costos del 7.6% respecto del testigo.

INTRODUCCION

No obstante que el cerdo es considerado como una especie altamente eficiente en la utilización del alimento que consume, pues su conversión alimenticia fluctúa entre 3.4 a 3.6 kg de alimento por kg de carne producido, la alimentación representa el rubro más significativo en los costos totales de producción, por lo que una utilización eficiente de los recursos alimenticios significará ahorros considerables tanto para el productor como al consumidor. Una posible alternativa para lograr estos propósitos pudiera ser la reducción en el gasto de alimento restringiendo su consumo en una etapa en la que no haya efectos de- trimentales sobre el crecimiento y desarrollo armónico del animal, considerando que éstos obtendrán un crecimiento compensatorio posterior, y necesitarán un lapso de tiempo similar al requerido bajo un sistema de alimentación normal para alcanzar el peso de mercado (90 a 100 kg). La explicación para el crecimiento compensatorio puede considerarse como meramente especulativa ya que se manejan dos teorías acerca de este fenómeno, una relacionada con la curva normal de crecimiento, y la otra asociada con la degradación enzimática de aminoácidos. Sin embargo, aun cuando no existe una concepción precisa de este factor, se ha observado este efecto en distintas especies animales, incluyendo cerdos en sus diferentes etapas de producción.

Considerando estos pormenores, se llevó a cabo el presente trabajo para valorar posibles efectos de una subnutrición en la vida temprana del lechón y su respuesta compensatoria posterior, contemplando la posible utilización de esta práctica de manejo en las explotaciones porcinas comerciales.

Objetivo

El objetivo fundamental del trabajo fue evaluar el efecto de la cantidad y frecuencia de alimentación sobre las variables: a) crecimiento compensatorio del animal, b) incidencia y severidad de diarrea y c) relación costo-beneficio en cada caso.

REVISION DE LITERATURA

Crecimiento Compensatorio

Varios estudios han demostrado que el cerdo es una especie capaz de lograr un crecimiento compensatorio seguido de períodos de restricción alimenticia (Harrold y Johnson, 1976; Terry *et al.* 1980) ya que, al parecer, hay una utilización más eficiente de los nutrientes después de reanudar el consumo *ad libitum* (Prince *et al.*, 1973). Zimmerman y Khajarern (1973) explican el crecimen-

to compensatorio aduciendo que hay una mayor eficiencia en la utilización de proteína en el período de rehabilitación nutricional debido a un incremento en los niveles enzimáticos que intervienen en el metabolismo de los aminoácidos; sin embargo, Ball y Aherne (1987) y Mersmann *et al.*, (1987) consideran que este fenómeno puede estar influenciado por la curva normal de crecimiento, incrementándose en la rehabilitación nutricional la masa de carne y depositando menos grasa en la canal. Así, Gadeken *et al.* (1973) y Krancht *et al.* (1985) encontraron que restringiendo el alimento a cerdos durante el período de iniciación (5 a 25 kg) se presentaba una compensación en la ganancia de peso derivada de una alta deposición de proteína, como consecuencia de un incremento en la digestibilidad y una alta eficiencia en su utilización durante la etapa de compensación (25 a 100 kg), todo ello relacionado con una baja deposición de grasa.

Métodos de Restricción de Alimento

Los más comúnmente usados son: a) limitar el tiempo de acceso al alimento y b) limitar la cantidad de alimento ofrecido por día. La incidencia de diarreas es mayor cuando se utiliza el primer método (Ball y Aherne, 1982); sin embargo, Donker *et al.*, (1986) encontraron que restringiendo el alimento durante 4 hr. por día se lograba una mejor utilización del mismo y una menor incidencia de desórdenes digestivos.

Efectos de la Restricción de Alimento

Estudios de restricción de alimento en varias especies domésticas han mostrado una respuesta compensatoria posterior (Johnson y Sell, 1976; Kale *et al.*, 1983 y Suttie *et al.*, 1983), pero al parecer, el cerdo requiere más tiempo y cantidad de alimento para manifestar este efecto (Grandhi y Strain, 1980). La restricción del alimento en la vida temprana del lechón (cinco a 35 días de edad) puede reducir la división celular provocando retardo en el crecimiento; sin embargo, el animal puede lograr una recuperación compensatoria posterior, aunque en algunos casos pueda requerir un período de tiempo más largo para lograr el peso de mercado sin perjuicios de las características de la canal (Lodge *et al.*, 1977; Sarkar *et al.*, 1983; All y Noll, 1980; Campbell *et al.*, 1983).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se llevó a cabo en la unidad porcícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila; a una altura de 1770 msnm con temperatura media anual de 17.7°C.

Se utilizaron 139 lechones enteros de ambos sexos y diferentes cruza, destetados a los 40 días de edad y con peso similar al inicio del experimento,

mismos que fueron distribuidos al azar en ocho grupos experimentales de 15 lechones cada uno y 19 en el grupo control, alojados en corraletas de concreto con comedero de tolva y bebederos de chupón. Al destete se aplicó una vacuna anticólera y se desparasitó una semana antes del trabajo, mismo que consistió de dos fases: una de restricción alimenticia (29 días) y la otra de compensación (30 días).

Se trabajó con cuatro niveles de consumo (100, 95, 90 y 85 %) y dos frecuencias de alimentación (una y dos veces por día) ofreciéndose el alimento *ad libitum* y de manera restringida conforme a los niveles de consumo y las frecuencias de alimentación señalados.

Previo al inicio del experimento, se hizo una prueba para determinar consumo promedio y establecer las bases de restricción alimenticia de 5, 10 y 15% (Cuadro 1). Los animales fueron sometidos a un período de adaptación de siete días.

El alimento suministrado durante la fase de restricción (iniciación) contenía 16.8% de proteína cruda; durante la fase de compensación se ofreció una ración con 13.6% de proteína cruda (Cuadro 2) dándose por igual a todos los animales la misma oportunidad para consumir el alimento en esta fase.

Se midieron las variables consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, incidencia y severidad de las diarreas y la relación costo-beneficio. Se empleó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 2x4, utilizándose como tratamiento testigo la alimentación a libre acceso. El efecto de los tratamientos sobre las ganancias compensatorias se midió mediante un análisis combinado y la severidad de las diarreas a través de una prueba de Newman Kewels, tomando los valores en base a una escala subjetiva.

Cuadro 1. Cantidad de alimento (gr) ofrecido por animal por día durante la etapa de restricción.

| Tratamiento | Frecuencia | Primera semana a libre consumo | Segunda semana | Tercera semana | Cuarta semana |
|-------------|------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|---------------|
| Control | | | | a libre consumo | |
| 1 100% | una vez al día | 500 | 600 | 700 | 800 |
| 2 100% | dos veces al día | 500 | 600 | 700 | 800 |
| 3 95% | una vez al día | 475 | 570 | 665 | 760 |
| 4 95% | dos veces al día | 475 | 570 | 665 | 760 |
| 5 90% | una vez al día | 450 | 540 | 630 | 720 |
| 6 90% | dos veces al día | 450 | 540 | 630 | 720 |
| 7 85% | una vez al día | 425 | 510 | 595 | 680 |
| 8 85% | dos veces al día | 425 | 510 | 595 | 680 |

Cuadro 2. Composición de las dietas utilizadas en las fases de iniciación y crecimiento.

| Ingredientes | Iniciación (%) | Crecimiento (%) |
|---------------------------------|----------------|-----------------|
| Sorgo | 69.5 | 72.2 |
| Harina de soya | 25.0 | 15.0 |
| Alfalfa achicalada molida | 3.0 | 10.0 |
| Roca fosfórica | 1.0 | 1.5 |
| Premezcla vitaminas y minerales | 0.5 | 0.5 |
| Sal común | 0.5 | 0.5 |
| Antibióticos | 0.7 | 0.35 |
| Total | 100.7 | 100.05 |

RESULTADOS Y DISCUSION

Como se observa en el Cuadro 3, conforme se restringió la cantidad de alimento ofrecido, el consumo tendió a reducirse; encontrándose un ahorro (en cantidad de alimento) de 11.84% al alimentar a apetito (100% de consumo), 15.47% con el nivel de 95%, 1.36% con el nivel de 85% y al alimentar con el 90% la cantidad de alimento requerido se incrementó en 15.49%. Si bien los resultados no muestran efecto muy consistente en cuanto al consumo de la comida, se observó que la alimentación *ad libitum* propició un mayor consumo de alimento y que la restricción moderada se tradujo en reducción en la cantidad de alimento consumido.

Cuadro 3. Consumo de alimento (kg) y ahorro (%) estimado en los diferentes niveles y frecuencias de alimentación en cerdos en la etapa de crecimiento. UAAAN 1989.

| Tratamiento | Consumo/día | Consumo total | Ahorro (%) |
|-------------|-------------|---------------|------------|
| Control | 1.033 | 60.932 | |
| 1 100% | 0.910 | 53.720 | 11.84 |
| 2 100% | 0.910 | 53.720 | 11.84 |
| 3 95% | 1.192 | 70.372 | 15.47 |
| 4 95% | 1.192 | 70.372 | 15.47 |
| 5 90% | 0.873 | 51.507 | 15.49 |
| 6 90% | 0.873 | 51.507 | 15.49 |
| 7 85% | 1.018 | 60.106 | 1.36 |
| 8 85% | 1.018 | 60.106 | 1.36 |

Los resultados experimentales para las variables evaluadas se consignan en el Cuadro 4; podrá observarse que en la fase de restricción alimenticia la mayor ganancia diaria de peso correspondió al tratamiento 3 (alimentación una vez al día con restricción del 5% en la cantidad de alimento ofrecido) con 0.444 kg/día/animal y una conversión alimenticia del 1.66:1 en la relación alimento por ganancia, superando significativamente a todos los tratamientos ($P < .01$) incluyendo al control cuya ganancia diaria fue de 0.316 kg con una conversión alimenticia de 2.13:1; sin embargo, el ofrecer todo el alimento requerido por el animal (100%) en dos comidas al día propició las ganancias de peso más bajas (0.167 kg/día/animal) y necesitó la mayor cantidad de alimento para producir un kg de cerdo (4.9:1), valor bastante considerado si se observa el resto de los tratamientos. Las Figuras 1 y 2 muestran de manera objetiva la tendencia seguida por las variables descritas, pudiendo observarse, en el primer caso, que las mejores respuestas para ganancia diaria de peso se registraron con alimentación una vez al día; y en el segundo caso, puede verse claramente que conforme se incrementó la restricción de alimento, la tendencia fue hacia un mejoramiento en la conversión alimenticia, es decir, se requirió de menor cantidad de alimento para producir un kg de cerdo, especialmente en el caso de la alimentación en dos comidas al día.

En la fase compensatoria, misma en que los animales de todos los tratamientos recibieron alimentación a libre consumo, puede observarse que en todos los casos la ganancia diaria de peso tendió a estandarizarse con relación a la primera fase, sucediendo algo similar con la conversión alimenticia; sin embargo, las mejores ganancias de peso correspondieron a los tratamientos cuatro (dos veces al día con restricción del 5%) y tres (una vez al día en restricción del 5%) con 0.478 y 0.487 kg/animal/día y conversión de 3.86:1 y 3.95:1 respectivamente, valores significativamente diferentes ($P < .01$) al control, cuya ganancia diaria fue 0.241 kg y conversión alimenticia de 6.09:1; el resto de los tratamientos mostró valores similares entre sí para ambas variables; sin embargo, como se muestra en la Figura 3, la mejor conversión se registró con el nivel de restricción de 5% de alimento en ambas frecuencias.

El análisis combinado de ambas fases, mostró que el tratamiento tres (alimentación una vez al día con restricción del 5%) con ganancia diaria de 0.461 kg fue el mejor para esta variable, situándose su conversión alimenticia también entre las mejores con 2.84:1, significativamente mejor que el tratamiento testigo ($P < .01$) cuyos valores fueron 0.282 y 2.73:1 para ganancia diaria y conversión alimenticia respectivamente; los valores más bajos para ambas variables se detectaron en el tratamiento de alimentación dos veces al día y 100% de alimento con 0.247 kg y 3.93:1 kg de alimento por kg de cerdo producido. Los resultados mostraron claramente la compensación lograda en todos los tratamientos posteriores a la restricción de alimento, coincidiendo con Gadeken *et al.* (1983), Angelova *et al.* (1985) y Zivkovic *et al.* (1983) quienes señalan que la compensación que sigue a la fase restrictiva en el alimento, es debido a una al-

Cuadro 4. Ganancia diaria promedio (G.D.P.), conversión alimenticia (C.A.), y promedio de ambas variables (P.T.C.) en el análisis combinado, para los diferentes niveles y frecuencias de alimentación en cerdos en crecimiento. UAAAN, 1989.

| Tratamiento | Fase de restricción | | Fase de compensación | | Experimento total | |
|--------------------------------|---------------------|-----------|----------------------|-----------|-------------------|---------|
| | G.D.P. (Kg) | C.A. (Kg) | G.D.P. (Kg) | C.A. (Kg) | G.D.P. | C.A. |
| Control (libre consumo) | 0.316* | 2.130 | 0.241** | 6.088** | 0.282** | 3.729 |
| 1 Una vez al día (100%) | 0.372 | 1.930 | 0.377 | 3.167 | 0.374 | 2.498 |
| 2 Dos veces al día (100%) | 0.167** | 4.917** | 0.336 | 3.677 | 0.247 | 3.925** |
| 3 Una vez al día (Rest. 5%) | 0.444** | 0.667** | 0.478 | 3.950 | 0.461** | 2.839 |
| 4 Dos veces al día (Rest. 5%) | 0.240 | 2.790 | 0.487** | 3.859 | 0.357 | 3.743 |
| 5 Una vez al día (Rest. 10%) | 0.313 | 1.921 | 0.442 | 2.693 | 0.377 | 2.353** |
| 6 Dos veces al día (Rest. 10%) | 0.208 | 3.811 | 0.468 | 2.602** | 0.355 | 2.749 |
| 7 Una vez al día (Rest. 15%) | 1.301 | 1.941 | 0.364 | 4.165 | 0.332 | 3.119 |
| 8 Dos veces al día (Rest. 15%) | 2.286 | 2.058 | 0.459 | 3.285 | 0.365 | 2.848 |

** Significancia estadística (P<0.01)

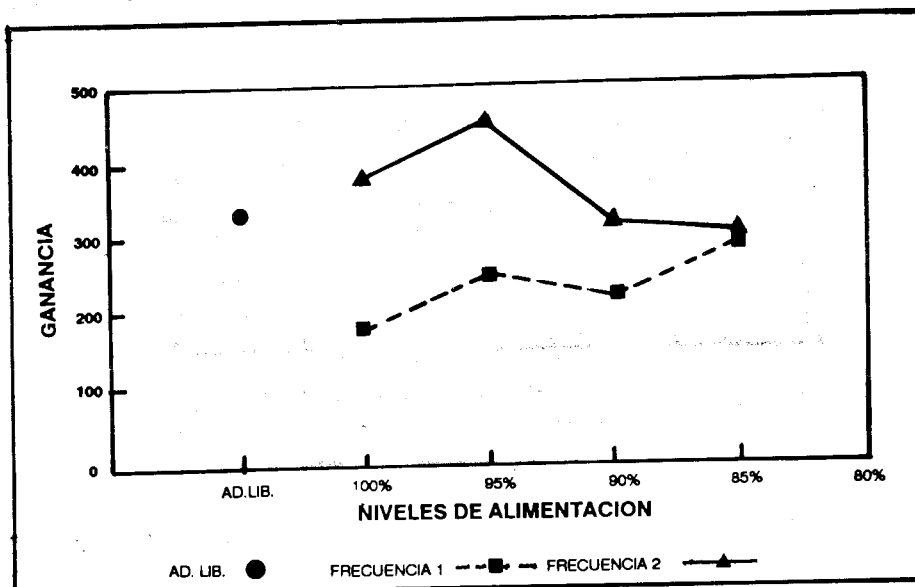


Figura 1. Ganancia diaria de peso (kg) en la fase de restricción en cerdos en crecimiento.

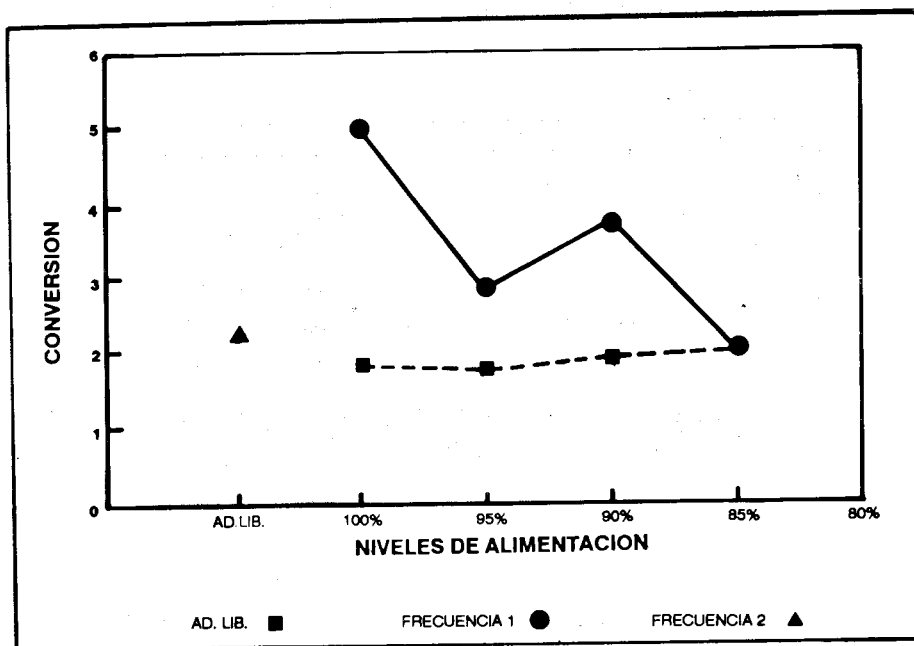


Figura 2. Conversión de alimento en la fase de restricción alimenticia en cerdos en crecimiento.

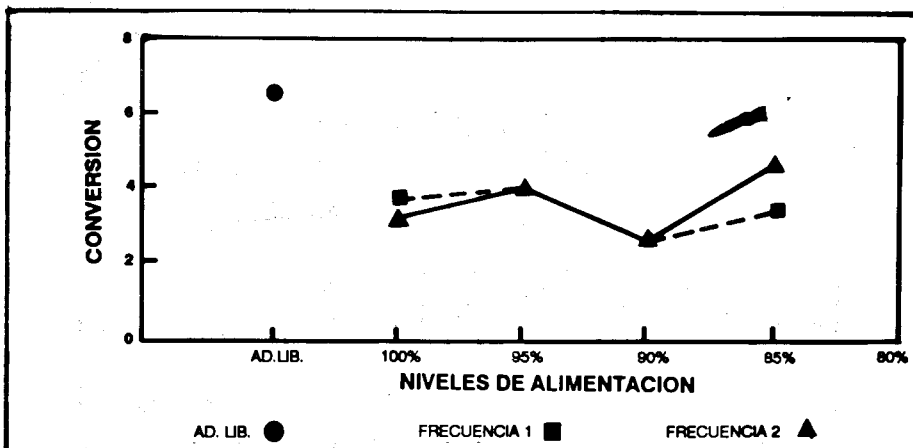


Figura 3. Conversión de alimento en la fase de compensación en cerdos en crecimiento.

ta disposición de proteína, como consecuencia de un incremento en la digestibilidad y alta eficiencia en su utilización. Como se observará en la Figura 4, la mejor respuesta se obtuvo al alimentar a los cerdos una vez al día, logrando la mejor conversión al nivel de 90% de alimento (10% de restricción), observándose, además, que los cerdos alimentados a libre consumo fueron menos eficientes que los alimentados de manera restringida en la primera fase de su desarrollo.

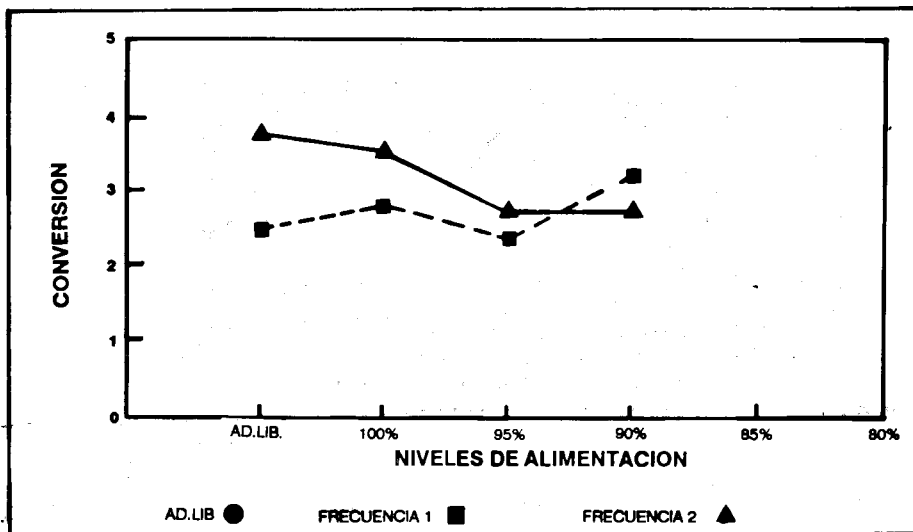


Figura 4. Conversión de alimento durante el experimento completo en cerdos en crecimiento.

Respecto a la incidencia de las diarreas (Cuadro 5), medidas por el número de evacuaciones durante los primeros 30 días del experimento, se observa que los tratamientos con mayor incidencia fueron el 8 (15% de restricción y alimentación una vez al día) con 46.6% y el grupo control con 43.3% y con 14 y 13 días de diarrea respectivamente. En cuanto a la seriedad del problema, todos los tratamientos, excepto el grupo control, mostraron el mismo grado de severidad, medida en una escala subjetiva de uno a cuatro, en este caso el grupo control alcanzó un valor de 1.8 (alta severidad), contra 1.0 de los tratamientos cuatro y siete (heces normales); lo cual concuerda con lo señalado por Ball y Aherne (1987) en el sentido de que la respuesta en la diarrea quizá se deba a un incremento en la digestibilidad, implicando que el total de nutrientes no digeridos, disponibles para el crecimiento bacteriano, se vean reducidos en los tratamientos con restricción de alimento.

Finalmente, en lo concerniente a costo-beneficio se encontró que el tratamiento 5 (90% del consumo una vez al día) alcanzó el mayor ahorro con relación al grupo control, con 43%; en tanto que el mayor costo fue para el tratamiento 2 (100% dos veces al día) que alcanzó un incremento de 7% con respecto al grupo control.

Cuadro 5. Incidencia y severidad de las diarreas en cerdos en crecimiento, con diferentes niveles y frecuencia de alimentación. UAAAN. 1989.

| Tratamiento | Incidencia | | Severidad* |
|-------------|------------|------|------------|
| | Días | % | |
| Control | 13 | 43.3 | 1.83** |
| 1 | 4 | 13.3 | 1.23 |
| 2 | 8 | 25.6 | 1.46 |
| 3 | 6 | 20.0 | 1.20 |
| 4 | 1 | 3.3 | 1.03 |
| 5 | 7 | 23.3 | 1.33 |
| 6 | 7 | 23.3 | 1.23 |
| 7 | 1 | 3.3 | 1.03 |
| 8 | 14 | 46.6 | 1.50 |

* Escala subjetiva utilizada con rango de 1 a 4

** Significancia estadística (P < .01)

CONCLUSIONES

1. Los cerdos de 10 a 25 kg de peso vivo, sometidos a un período de restricción alimenticia moderada, tendieron a ser más eficientes en ganancia diaria de peso y conversión alimenticia que sus similares alimentados *ad libitum*.
2. Se encontró efecto compensatorio en el desarrollo y crecimiento en los animales con restricción moderada de alimento, en la etapa de rehabilitación nutricional (alimentados a libre consumo)
3. Los desórdenes digestivos que generalmente ocurren en la etapa postdestete, fueron menos severos bajo un régimen de restricción moderada de alimento, e incluso en algunos casos no hubo problemas de diarrea.
4. Se logró un ahorro considerable (36% del costo del alimento) con la reducción del 10% en el alimento ofrecido por animal.

BIBLIOGRAFIA

- All, G.L. and Noll. 1990. Effects of restricted intake during the first three weeks of life in subsequent performance and carcass composition of pigs. *J. Anim. Sci.* 51(1):182, Abstract. United States of America.
- Angelova, L., K. Sanckev, D. Mircheva and G. V"lchev. 1985. Study on compensatory growth of intensively reared pigs for fattening. *Zhivotnov" dni Nauky. Can. Jour. Anim. Sci.* 62(9): 907-913. Canada.
- Ball, R.O. and F.X. Aherne. 1982. Effect of the diet complexity and feed restriction on the incidence and severity of diarrhea in early weaned pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 62(9):907-913. Canada.
- _____. 1987. Influence of dietary nutrient density, level of feed intake and weaning age on young pigs. I. Performance and body composition. *Can. J. Anim. Sci.* 67(4):1093-1103. Canada.
- Campbell, R.C., M.R. Taverner and D.M. Curic. 1983. The influence of feeding level from 20 to 45 kg live weight on the performance and body composition of female and entire male pigs. *Anim. Prod.* 36(2): 193-199. Great Britain.

- Donker, R.A., R.L. Hartog, R.W. Brascamp, J.W.M. Marks, G.L. Noordewier and G.A.J., Buiting. 1986. Restriction of feed intake to optimize the overall performance and composition of pigs. *Livestock production Sci.* 15(4):353-365. France.
- Gadeken, D., H. Boheme and H.J. Oslage. 1983. Protein and energy metabolism in growing pigs as influenced by compensatory growth. *Archiv Fur Tierernahrung* 33(2-3):125-140. German Federal Republic.
- Grandhi, R.R. and H. Strain. 1980. Evaluation of two methods of feed restriction for growing-finishing hogs. *Can. J. Anim. Sci.* 60(1):149-158. Canada.
- Harrold, R.L. and J.N. Johnson. 1976. Compensatory growing efficiency in swine. *J. Anim. Sci.* 42(5):1355. Abstract. United States of America.
- Johnson, R.L. and J.L. Sell. 1976. Compensatory growth can restricted feeding be an economical tool for turkey producers. *Anim. Nutri. Healthy*, 31(8):13-15. United States of America.
- Kale, K.M., A.F. Deshumkh and I.G. Chavan. 1983. Effect of feeding restricted amounts of wole milk on the growth on Sindhl cow calves. *Biol. Abstr.* 76(1):27. United States of America.
- Krancht, W., W. Matzke, H.O. Ohle, K. Ender, E. Otto, M. Exner and O. Erleben. 1985. Effect of compensatory growth in fattening pigs. *Tierernahrung and Futtrenung.* 14:181-189. German Democratic Republic.
- Lodge, G.A., N.K. Sarkar and D.W. Friend. 1977. Hyperplastic and hypertrophic growth in brain, liver and muscle of undernourished suckled pigs. *J. Anim. Sci.* 45(6):1346-1352. United States of America.
- Mersmann, H.J., M.D. MacNeil, S.L. Seideman, and W.C. Pond. 1987. Compensatory growth in finishing pigs after feed restriction *J. Anim. Sci.* 64:752-764. United States of America.
- Prince, T.J., S.E. Jungst and D.L. Kuhlers. 1983. Compensatory responses to short-term feed restriction during the growing period in swine. *J. Anim. Sci.* 56(4):846-852. United States of America.
- Sarkar, N.K., G.A. Lodge W. and J.I. Elliot. 1983. The effects of under nutrition of suckled pigs on sub-sequent growth body composition after nutritional rehabilitation. *J. Anim. Sci.* 57(1):34-42. U.S.A.
- Suttie, J.M., E.D. Coodall, K. Pennie and R.N.E. Kay. 1983. Winter food restriction and summer compensation in red deer stags, *British. J. Nutr.* 50(3):713-747. Great Britain.

- Terry, J.P., D.L. Kyhlers and S.B. Jungt. 1980. Compensatory responses to feed restriction during the growing period. J. Anim. Sci. 51(1):14 Abst. United States of America.
- Zimmerman, R. and S. Khajerern. 1973. Starter protein nutrition and compensatory responses in swine. J. Anim. Sci. 36(1):198-194. United States of America.
- Zivkovic, B., T. Jelic and V. Anastasijevic. 1983. Possible compensation of growth in pigs in the finishing phase of fattening. Stocarstvo. 37(5-6):199-203, Yugoslavia.

INFLUENCIA DE DOS ESTACIONES DEL AÑO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SEMEN Y DIMENSIONES TESTICULARES DE TRES RAZAS DE MACHOS CABRÍOS EN EL NORTE DE NUEVO LEÓN

Miguel Mellado Bosque ¹
Alejandro Gómez Sierra ²

RESUMEN

Se colectaron, en los meses de julio y octubre, eyaculados de 38 machos cabríos Nubios, 9 Alpinos y 8 Granadinos mantenidos en semiestabulación. Las dimensiones testiculares de estos animales también fueron registradas. De las características del semen estudiadas, solamente la motilidad de los espermatozoides se vió afectada por el mes de colección (7 unidades más baja en julio; $P < .05$). El diámetro testicular fue mayor en junio ($P < .05$). No se observaron diferencias entre razas en cuanto a características del semen o dimensiones testiculares. Se concluyó que, a diferencia de latitudes más al norte, las características del semen de los machos cabríos de las razas anteriores, mantenidos bajo un buen plano nutricional, varían muy poco del verano al otoño en el norte del país.

INTRODUCCION

El uso de machos cabríos de razas lecheras, en hatos de cabras criollas, es una práctica extendida entre una gran proporción de los caprinocultores del norte de México. Debido a que en algunas áreas del norte del país no se tienen bien establecidas las épocas de empadre, particularmente en zonas donde las fluctuaciones de forraje no son tan severas, se utilizan sementales de razas lecheras, en ocasiones, en épocas en que su capacidad reproductiva se ve menguada por la susceptibilidad de estos animales al fotoperíodo. La inhabilidad de los testículos de machos cabríos de razas lecheras, de funcionar normalmente durante los meses calurosos o de fotoperíodo más prolongado, pudiera ser una causa importante de baja fertilidad en algunos hatos de la región. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar si las características del semen y dimensiones testiculares de machos cabríos Nubios, Alpino, Francés y Granadinos son afectados durante el verano y otoño en el noreste del país.

1. Ph. D. Maestro Investigador, Depto. Producción Animal. Div. Ciencia Animal. UAAAN.
2. M.V.Z. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UANL.

REVISION DE LITERATURA

En latitudes alejadas del Ecuador, el libido, las características del semen y la calidad del semen congelado de machos cabríos de razas lecheras se ven marcadamente afectados por las estaciones del año. En general, el volumen del eyaculado es mayor en el verano y otoño, encontrándose el volumen más bajo en la primavera (Nelson *et al.*, 1987; Sinha *et al.*, 1981; Gutiérrez 1979; Eaton y Simmons *et al.* 1952; Phillips *et al.*, 1943). La concentración de espermatozoides sigue una tendencia opuesta y se registra el mayor número de ellos por ml en la primavera y verano, reduciéndose después en el otoño e invierno (Eaton y Simmons, 1952; Phillips *et al.*, 1943; Muhuyi *et al.*, 1982). La motilidad de los espermatozoides, el porcentaje de espermatozoides vivos y normales, así como la calidad del semen congelado, son mejores durante la estación reproductiva natural de las cabras (otoño- invierno temprano), reduciéndose estos atributos durante el período de anestro (de febrero a agosto; Corteel, 1976; Muhuyi *et al.*, 1982; Greyling y Grobbelaar, 1983).

En regiones tropicales y subtropicales, tanto las características del semen como el libido de machos cabríos de razas criollas, no son afectados por las estaciones del año (Mittal y Ghosh 1985; Mittal, 1986; Chemineau, 1986).

MATERIALES Y METODOS

Area de Estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro de Fomento Pecuario del Gobierno de Nuevo León, ubicado en Vallecillo, N.L. (26° 42'N, 95° W). La precipitación anual es en promedio de 518 mm y la altura sobre el nivel del mar de 270 m.

Animales. Se utilizaron 38 machos cabríos Nubios, 9 Alpino Franceses y 8 Granadinos. Los animales eran mantenidos en praderas de pasto Bermuda durante cinco horas diarias. Todos los animales eran conducidos a sus corrales en las tardes donde recibían heno de diversos forrajes además de concentrado. Asimismo se proporcionaban sales minerales *ad libitum*.

Como los sementales eran prestados regularmente a caprinocultores aledaños al centro (hatos previamente checados por presencia de cabras con brucelosis), todos los machos cabríos eran sometidos a pruebas de brucelosis periódicamente. Los animales sospechosos de estar infectados se eliminaban inmediatamente.

Colección de datos. La circunferencia escrotal y longitud de los testículos fueron medidos con una cinta métrica flexible. El diámetro testicular fue determinado con un Vernier. El peso testicular fue estimado usando la siguiente

ecuación desarrollada por Notter *et al.* (1981): $\text{Peso testicular} = 0.131 + \text{circunferencia escrotal (cm)} \cdot 1.90 + \text{diámetro testicular (cm)} \cdot .88$. Todas las mediciones fueron tomadas en julio y octubre, el mismo día de la colección del semen.

El semen fue colectado en julio y octubre, utilizando un electroeyaculador, y su volumen fue registrado inmediatamente después de la colección usando para esto tubos de ensaye graduados.

Para la determinación de la motilidad del semen, una gota de éste se mezcló con un diluyente a base de leche descremada, observándose luego el semen diluido en el microscopio, manteniendo la temperatura del portaobjetos a 37°C.

La proporción de espermatozoides vivos y muertos se determinó a través de la observación al microscopio de espermatozoides teñidos con nigrosin-azul de metileno. Para la determinación del porcentaje de células morfológicamente normales, se observan individualmente, con una magnificación de 400 aumentos, 200 espermatozoides teñidos.

Análisis de los resultados. Las variaciones estacionales de las características del semen y dimensiones testiculares, así como las diferencias entre razas con respecto a los parámetros anteriores fueron analizados utilizando un análisis de varianza en dos sentidos. Se probó, además, la interacción época de colección por raza.

RESULTADOS

Las características del semen y las medidas testiculares de los machos cabríos Nubios, Alpino Franceses y Granadinos se presentan en el Cuadro 1. El Cuadro 2 contiene las características del semen y dimensiones testiculares de los eyaculados colectados en julio y octubre. El volumen del eyaculado no se vió afectado por la época de colección ni tampoco fue diferente entre razas. No hubo diferencia entre razas en el porcentaje de células motiles, sin embargo, esta característica fue afectada por el mes de colección (siete unidades más baja en el verano, $P < .05$). La concentración de espermatozoides por ml y el total de células espermáticas por eyaculado no fueron influenciadas por el mes de colección. Estos atributos tampoco fueron diferentes entre razas.

Aproximadamente el 95% de los espermatozoides en los eyaculados de las tres razas de machos cabríos fueron de morfología normal y aproximadamente el 90% de ellos estaban vivos. Las anomalías más comunes observadas fueron cabezas normales sin cola y espermatozoides con colas dobladas o en espiral (Cuadro 3). No se detectaron diferencias significativas entre estaciones o razas para el porcentaje de células vivas o normales.

Cuadro 1. Dimensiones testiculares y características del semen de machos cabríos, Nubios, Alpinos-Franceses y Granadinos (épocas de colección mezcladas) en el norte de Nuevo León.

| Variables | Nubios (N = 38) | | Alpinos (N = 9) | | Granadinos (N = 8) | |
|--------------------------------------|--------------------|------|--------------------|------|-----------------------|------|
| | Media | D.E. | Media | D.E. | Media | D.E. |
| Diam. Test. (cm) | 5.2 | 0.5 | 5.0 | 0.7 | 4.9 | 0.5 |
| Circ. Escrotal (cm) | 26.1 | 1.5 | 25.4 | 2.0 | 26.0 | 1.4 |
| Peso Test. (g) ^a | 282 | 49 | 260 | 63 | 259 | 43 |
| Vol. del eyac. (ml) | 1.3 | 0.7 | 1.1 | 0.5 | 1.5 | 0.6 |
| Motilidad de esp. (%) | 64 | 18 | 67 | 19 | 71 | 13 |
| Conc. esp./ml (10 ⁶) | 2126 | 1169 | 2115 | 671 | 1799 | 953 |
| Espermat. totales (10 ⁶) | 2880 | 1485 | 2751 | 1601 | 2923 | 196 |
| Espermat. normales (%) | 91 | 13 | 95 | 3 | 96 | 4 |
| Espermat. vivos (%) | 82 | 24 | 90 | 24 | 90 | 8 |

^a Peso testicular estimado de acuerdo a la siguiente ecuación:
 Peso testicular = .131 + circ. escrotal (cm) 1.90 + diámetro testicular (cm) .88
 (Notter *et al.*, 1981).

Cuadro 2. Dimensiones testiculares y características del semen de machos cabríos de 3 diferentes razas (razas mezcladas) en julio y octubre en el norte de Nuevo León.

| Variables | Julio | | Octubre | |
|-----------------------------------|-------|------|---------|------|
| | Media | D.E. | Media | D.E. |
| Diam. Test. (cm) | 5.2 | 0.5 | 4.9 | 0.6 |
| Circ. Escrotal (cm) | 26.1 | 1.6 | 25.6 | 1.5 |
| Peso test. (g) ^a | 280* | 48 | 255 | 45 |
| Vol. del eyac. (ml) | 1.3 | 0.43 | 1.3 | 0.56 |
| Mortalidad de esp. (%) | 61* | 17 | 68 | 19 |
| Conc. esp./ml (10 ⁶) | 2122 | 933 | 1863 | 1286 |
| Espermat. tot. (10 ⁶) | 2859 | 1992 | 2560 | 2143 |
| Espermat. normales (%) | 90 | 15 | 95 | 6 |
| Espermat. vivos (%) | 87 | 23 | 93 | 25 |

^a Peso testicular estimado de acuerdo a la siguiente ecuación:
 Peso testicular = .131 + circ. escrotal (cm) 1.90 + diámetro Testicular (cm) .88 (Notter *et al.*, 1981). * P < .05

Cuadro 3. Anormalidades de espermatozoides de machos cabríos, Nubios, Alpinos y Granadinos en semen colectado en julio y octubre en el norte de Nuevo León.

| Anormalidades | Julio | | | | | |
|------------------------|--------------------|------|--------------------|------|-----------------------|------|
| | Nubios (N = 38) | | Alpinos (N = 9) | | Granadinos (N = 8) | |
| | Media | D.E. | Media | D.E. | Media | D.E. |
| Cabezas sin cola (%) | 5.2 | 0.5 | 5.0 | 0.7 | 4.9 | 0.5 |
| Cola quebrada (%) | 26.1 | 1.5 | 25.4 | 2.0 | 26.0 | 1.4 |
| Cola en espiral (%) | 282 | 49 | 260 | 63 | 259 | 43 |
| G. Citoplasmáticas (%) | 0.41 | 0.88 | 0.31 | 0.88 | 0.08 | 0.2 |

| | Octubre | | | | | |
|------------------------|----------|------|---------|------|---------|------|
| | (N = 35) | | (N = 6) | | (N = 7) | |
| Cabezas sin cola (%) | 3.0 | 3.7 | 0.71 | 0.49 | 0.37 | 0.38 |
| Cola quebrada (%) | 0.47 | 0.78 | 1.9 | 3.1 | 0.91 | 1.73 |
| Cola en espiral (%) | 0.78 | 1.58 | 0.5 | 0.71 | 0.42 | 0.76 |
| G. Citoplasmáticas (%) | 0.31 | 0.59 | 0.27 | 0.41 | 0.11 | 0.3 |

El diámetro y peso testicular variaron significativamente ($P < .05$) con el mes en que se tomaron las medidas, ambas características fueron menores en octubre. No se detectaron diferencias significativas en las medidas testiculares entre ninguna de las razas.

DISCUSION

No se observaron variaciones estacionales significativas en el volumen del eyaculado y concentración de espermatozoides, lo cual implica que tanto la actividad de las glándulas accesorias como la actividad espermatogénica, no fueron afectadas por el mes de colección. Estos resultados difieren marcadamente de otros estudios llevados a cabo en latitudes más al norte y con machos cabríos de razas lecheras (Eaton y Simmons, 1952; Nelson *et al.*, 1987; Cor-teel, 1981). Empadres con sementales Nubios en el verano han sido frecuentemente observados por el autor en el noreste de México, lo cual corrobora la capacidad sexual de los machos cabríos Nubios durante la época del año de más horas luz. En el caso de los sementales Alpino-Franceses, la ausencia de variaciones estacionales en las características del semen causa sorpresa, pues su estacionalidad reproductiva en latitudes más al norte es marcadamente más pronunciada que la raza Nubia.

Aunque no se incluyó la medición del libido de los animales. estos datos sugieren que existe un efecto geográfico en la actividad reproductiva de los machos cabríos Alpinos, los cuales a latitudes más al norte, tienden a reducir o suspender su actividad sexual durante las épocas de máximo fotoperíodo.

La única diferencia significativa en las características del semen entre épocas de colección fue la motilidad de las células espermáticas, la cual se incrementó siete unidades de junio a octubre. Este resultado concuerda cercanamente con datos de Corteel (1976), Sinha *et al.* (1979) y Nelson *et al.*, (1987) quienes también han reportado mayor motilidad del semen en el otoño en comparación con épocas más calientes del año. Diferente a otros reportes (Eaton y Simmons, 1952; Phillips *et al.*, 1943), la época de colección no tuvo influencia sobre el porcentaje de espermatozoides normales.

El diámetro testicular fue significativamente menor en octubre. La diferencia, sin embargo fue sólo de 0.35 cm, lo cual es menor que la variación reportada por Chemineau (1986) en machos cabríos criollos en el Caribe. El autor anterior no encontró diferencias significativas entre estaciones para este atributo, aunque el número de animales en el trabajo de Chemineau fue mucho menor que el número de machos cabríos utilizados en el presente estudio.

No existieron diferencias en las características del semen entre razas a pesar de la diferencia de tamaño entre ellas. El semen en este estudio se colectó con el electroeyaculador, debido a la falta de respuesta de los sementales a la vagina artificial, aún cuando eran estimulados con una cabra en celo. Se presume, sin embargo, que la aparente falta de interés de los machos cabríos por la hembra se debió a la falta de entrenamiento de los sementales a la colección del semen con vagina artificial, más que a la falta de libido.

CONCLUSIONES

Considerando que sólo una característica del semen fue afectada por la época de colección (motilidad de células espermáticas), la calidad del semen de machos cabríos de las razas Nubia, Alpino- Francés y Granadino, mantenidos bajo buenas condiciones alimenticias, prácticamente no fue afectada por las condiciones ambientales prevalecientes en el Norte de Nuevo León durante julio y octubre. Las características de semen entre estas razas de machos cabríos fueron similares.

El efecto ambiental sobre las características del semen de las razas Nubia y Alpino-Francés parece diferir de acuerdo a la latitud en que se encuentren los animales.

BIBLIOGRAFIA

- Corteel, J.M. 1976. Variations de la motilité et de la fécondance des spermatozoïdes de bouc. Ann. Zootech. 25:567-571.
- Corteel, J.M. 1981. Collection, processing and artificial insemination of goat semen. In Goat Production, ed. by C. Gall. Academic press. New York, N.Y. P 171-191.
- Chemineau, P. 1986. Sexual behavior and gonadal activity during the year in the tropical Creole meat goat. II. Male mating behavior, testis diameter, ejaculate characteristics and fertility. Reprod. Nutr. Develop. 26. 453-460.
- Eaton, O.N., and V.L. Simmons. 1952. A semen study of goats. Am. J. Vet. Res. 13:537-544.
- Greyling, J.P.C. and J.A.N. Grobbelaar. 1983. Seasonal variation in semen quality of boer and angora goat rams using different collection techniques. S. African J. Anim, Sci. 13:250-252.
- Gutiérrez, J. 1979. Comportamiento y eficiencia reproductiva en cabras en la región central del estado de Chihuahua. Centro de Inv. y Fom. Pecuario, México. Boletín. 17.
- Mittal, J.P. and P.K. Ghosh. 1985. Characteristics of Parbatar breed of goat from Rajasthan desert. Indian J. Anim, Sci. 55:673-678.
- Mittal, J.P. 1987. Male reproductive characteristics of indigenous and crossbred goats under indian arid zone. Indian J. Anim. Sci. 57:158-161.
- Mittal, J.P. 1986. Reproductive characteristics of indigenous and crossbred bucks maintained under desert conditions. Indian J. Anim. Sci. 56: 688-692.
- Muhuyi, W., E.Z. Drobni, E.A. Nelson and T.Y. Lin. 1982. Season breed and age influences on production and freezability of dairy goat semen. Proc. 3th Int. Conf. on Goat Prod. and Disease. Tucson, Arizona, Jan. 10-15, p. 283.
- Nelson, E.A., D.L. Kooyman, T.Y. Lin, and E.S. Fonda. 1987. Effect of season on ejaculate characteristics in the dairy goat. Proc. IV Int. Conf. on Goats. Brasilia, Brazil, p. 1528.
- Notter, D.R., J.R. Lucas and F.S. McClaugherty. 1981. Accuracy of estimation of testis weight from *in situ* testis measures in ram lambs. Theriogenology 15:227-234.

- Phillips, R.W., R.G. Schott, O.O. Eaton and V.L. Simmons. 1943. Seasonal variations in the semen of sheep and goats. *Cornell Vet.*33:227-235
- Sinha, N.K., G.M. Wani and K.L. Sahni. 1979. Effect of seasons and age on seminal attributes of Jamuna paribucks. *Indian Vet. J.* 58:96 3-965.
- Sinha, N.K., G.M. Wani and K.L. Sahni. 1981. Effect of seasons and age on seminal attributes of Jamunapari bucks. *Indian Vet. J.* 58:963-965.

EFFECTO DE LOS TIPOS DE VEGETACION Y SUELO SOBRE LA INFILTRABILIDAD Y LA PRODUCCION DE SEDIMENTOS EN EL SURESTE DE COAHUILA.

Julián Gutiérrez Castillo¹
Sergio Beltrán López²
Alejandro Zárate Lupercio³

RESUMEN

Dentro de los ecosistemas de pastizal, los procesos de infiltración y producción de sedimentos juegan un papel muy importante, por lo tanto, el conocimiento de ambos procesos es crítico para un efectivo manejo de las áreas de agostadero. El objetivo del presente estudio consiste en determinar el efecto de los tipos de suelo y vegetación sobre la infiltrabilidad y la producción de sedimentos.

La investigación se realizó en el Rancho Los Angeles en los meses de marzo y abril de 1988. Para cumplir con el objetivo planteado se utilizó un simulador de lluvias del tipo formadores de gota, con el cual se simuló un lluvia de 13.75 cm/hr sobre cinco parcelas de 1 m², con el fin de estimar la infiltrabilidad, la concentración y la producción de sedimentos en sitios de pastizal mediano abierto, de pastizal amacollado y de matorral micrófilo y en sitios ocupados por suelos del orden Molisol, Aridisol y Entisol. Para comparar los datos obtenidos para los tipos de vegetación, se utilizó un análisis de varianza en un diseño completamente al azar y para los datos de suelo, se utilizó un análisis de covarianza en un diseño completamente al azar teniendo como covariable el porcentaje de suelo desnudo. Los resultados muestrales señalan que la mayor infiltrabilidad se presenta en el pastizal mediano abierto, mientras que la concentración y la producción de sedimento fue mayor en matorral micrófilo. En el caso de los tipos de suelo no se encontraron diferencias significativas de ambos procesos entre los suelos evaluados. Concluyendo que el tipo de vegetación influye más en la infiltrabilidad y la producción de sedimentos que las características del suelo.

1. Ing. M.S. Maestro-Investigador del Depto. de Recursos Naturales Renovables. Div. de Ciencia Animal. UAAAN.

2 y 3. Tesistas de Maestría en Manejo de Pastizales. UAAAN.

INTRODUCCION

El hombre, a través de los años y con algunas actividades tales como la agricultura nómada, el apacentamiento desordenado, los incendios forestales y la explotación desmedida de los bosques ha causado grandes disturbios a los ecosistemas, lo cual ha originado que la mayor parte de las especies vegetales consideradas como buenas productoras de forraje se encuentren casi totalmente extinguidas en los pastizales del norte del país.

Como resultado de dicho manejo, se han producido también algunas alteraciones al balance del agua de dichas comunidades vegetales y en particular, a algunos procesos hidrológicos que determinan la disponibilidad de agua para las plantas. Con la pérdida de la cubierta vegetal, el suelo ha quedado expuesto a la erosión, por cuyo motivo, en épocas recientes, se ha perdido una gran cantidad de él; además, sin protección vegetal, la redistribución de la precipitación dentro de las cuencas hidrológicas ha dejado de existir al no presentarse el proceso de intercepción y el flujo de agua en ramas y troncos de las especies arbóreas y arbustivas; por otro lado, al presentarse un impacto directo de las gotas de lluvia, el suelo se ha compactado dando como resultado que el agua proveniente de la precipitación no pueda infiltrarse, por lo cual, durante la temporada de lluvias, es frecuente observar grandes cantidades de escurrimiento superficial fluyendo sobre las áreas de drenaje.

Es conveniente mencionar también que, debido a la complejidad de los ecosistemas de pastizales, se hace necesario estudiar sus principales componentes en forma aislada para comprender los procesos que en ellos ocurren e integrarlos posteriormente para poder interpretar mejor el comportamiento del ecosistema; los principales componentes de dichos ecosistemas son el ciclo de minerales, el flujo de energía, la sucesión vegetal y el ciclo hidrológico.

Dentro de los ecosistemas de pastizal los procesos de infiltración y de producción de sedimentos tienen un efecto muy importante; el primero de ellos, al ser el proceso que define la disponibilidad de agua para los vegetales y el segundo, al ser la causa de pérdida de nutrientes que pueden utilizar las plantas. Estos dos procesos se ven afectados por una gran cantidad de factores relacionados con características de la precipitación, de las condiciones de la cubierta vegetal y las propiedades del suelo.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio consiste en determinar la infiltrabilidad y la concentración y la producción de sedimentos en tres tipos de vegetación y tres unidades de suelo del Rancho Los Angeles.

REVISION DE LITERATURA

El conocimiento de los procesos hidrológicos básicos en los ecosistemas de pastizal es crítico para un efectivo manejo de las cuencas hidrológicas ocupadas por pastizales. La infiltración es un proceso fundamental que influye gran-

demente en la hidrología de los pastizales, por lo tanto, el conocimiento de los factores que determinan la infiltración es de suma importancia (Wilcox *et al.*, 1988). El área donde se encuentran localizados los pastizales del norte de México se caracteriza por las lluvias convectivas que producen la mayoría de los escurrimientos superficiales y la erosión del suelo, por ello, el estudio de los factores que afectan la infiltración es clave para un mejor manejo del ecosistema.

El término infiltración se define como el proceso por medio del cual el agua entra al suelo y debe ser considerado como un proceso estrictamente superficial; una vez que el agua entra al suelo el término que debe ser utilizado para referirse al movimiento del agua es el de percolación. La tasa de infiltración (Linsley *et al.*, 1975) se define como la cantidad de agua que es absorbida por el suelo por unidad de tiempo, mientras que a la tasa máxima que puede entrar en un suelo en un punto en particular y bajo una serie de condiciones dadas, se le llama capacidad de infiltración.

Aunque el término capacidad de infiltración es en la actualidad el más utilizado cuando se habla de infiltración, Hillel (1980) señala las desventajas de usar este término, ya que es un vocablo que implica un aspecto meramente extensivo (alguien se refiere a la capacidad de una presa para mencionar su volumen total) y no se refiere a un aspecto intensivo (refiriéndose a una tasa de flujo en términos de volumen por unidad de área y tiempo) lo cual es más adecuado para expresar un flujo. Este autor ha propuesto el término "infiltrabilidad" para designar al flujo de agua que entra al suelo cuando el agua, a presión atmosférica, se encuentra disponible sobre la superficie del suelo, este término evita la contradicción de extensividad-intensividad que existe cuando se utiliza el de capacidad de infiltración.

Cuando no existe cubierta vegetal en un área de drenaje, se pueden presentar dos aspectos; en primer lugar, las gotas de agua que provienen de la precipitación golpean directamente al suelo, por lo cual éste es desprendido fácilmente y queda expuesto a la erosión; en segundo lugar, debido a la intensidad con que se presenta la precipitación y al no haber cubierta vegetal, el agua no se infiltra presentándose los escurrimientos superficiales que arrastran el suelo produciendo sedimentos en la parte baja de las áreas de drenaje. (Branson *et al.*, 1981; Gutiérrez y Dueñez, 1988).

Según Mitchell y Bubenzer (1980) la erosión del suelo debe definirse como la cantidad total de suelo que es retirado por la acción dispersante de las gotas de lluvia o por el escurrimiento superficial y debe diferenciarse de los términos pérdidas de suelo lo cual consiste en el suelo desprendido en un terreno y "producción de sedimentos" que es la pérdida de suelos depositada aguas abajo en un punto en que está en evaluación dicha pérdida. En otras palabras, debe entenderse que el total de las cuencas hidrológicas presentan irregularidades en su relieve provocando que dentro de ellas se presente tanto la

erosión como la sedimentación, por lo cual, la erosión, en ciertos puntos de la cuenca, difiere de la pérdida de suelos, ya que a menudo ocurre mayor sedimentación en las depresiones con lo cual se reduce la producción de sedimentos real de la cuenca hidrológica.

A través del tiempo se han estado utilizando diversos métodos para estimar la infiltración y la producción de sedimentos en áreas naturales, destacando el uso de los simuladores de lluvia en los últimos años (Gutiérrez y De Luna, 1989). El método de simulación de la lluvia es en la actualidad la técnica más aceptada por los investigadores en hidrología de pastizales, debido a que brinda la oportunidad de controlar las características de la lluvia que se simula y su tiempo de aplicación. Neff (1979) señala que la simulación de la lluvia es una técnica para aplicar agua en parcelas pequeñas de una manera similar a la lluvia natural con el fin de obtener en forma rápida y eficiente los datos necesarios para investigaciones de infiltración, escurrimientos, intercepción, pérdidas de suelo y producción de sedimentos.

En las últimas décadas, el proceso de infiltración ha sido estudiado en los pastizales de otros países con el objeto de conocer los diversos factores que determinan la infiltrabilidad de los suelos de dichos ecosistemas y la influencia que tienen las diferentes prácticas de apacentamiento que a los mismos se aplican. Las tasas a las cuales penetra el agua en el suelo dependen de muchos factores, entre los cuales Wood y Blackburn (1981) señalan a los factores fisiográficos, climáticos, edáficos y principalmente a los vegetativos.

Varios investigadores han estudiado la infiltrabilidad entre comunidades de plantas, por ejemplo, Box (1961) estimó la infiltración en suelos desnudos, suelos cubiertos con pastizal y suelos cubiertos con arbustos en cuatro comunidades y concluye que la infiltrabilidad es mayor cuando los suelos están cubiertos por gramíneas, seguidos por los suelos cubiertos por arbustos y finalmente, los suelos desnudos. Lyford y Qashu (1969) determinaron los efectos de la vegetación desértica sobre la infiltración, encontrando que en áreas abajo de los arbustos o adyacentes a éstos la infiltrabilidad fue tres veces más alta que la obtenida en áreas desnudas. Gutiérrez *et al.* (1979) en un estudio llevado a cabo en el norte de Zacatecas, en el cual incluyeron cuatro asociaciones vegetales, no encontraron diferencias estadísticas en la infiltrabilidad de las asociaciones *Dasylium-Agave*, *Agave-Parthenium* y *Atriplex-Sporobulus*, sin embargo, la infiltración fue mucho menor en la asociación *Larrea-Flourensia*.

La mayoría de los investigadores coinciden en señalar que las características de la vegetación son el principal factor que controla la infiltrabilidad en un sitio, Pluhar *et al.* (1986) encontraron que la infiltrabilidad es mayor en comunidades de pastizal amacollado que en áreas de pastizal mediano abierto y señalan que la principal variable que define esta diferencia es la cantidad de suelo desnudo, Thurow *et al.* (1986) realizaron un estudio en áreas con mato-

rral de encino, pastizal amacollado y pastizal mediano abierto encontrando que la infiltrabilidad está definida principalmente por el mantillo orgánico.

Después de la cubierta vegetal, las propiedades que presentan los suelos de las zonas áridas y semiáridas tienen gran influencia sobre la infiltración, tal como lo señala Wilcox *et al.* (1988); por tal motivo, los estudios de los factores de suelo que influyen sobre la infiltrabilidad se han estado aumentando en áreas de pastizal; Meewing y Packer (1976) aseguran que la razón por la cual la cubierta favorece la infiltración, es debido a que reduce la cantidad de superficie de suelo que es sellada por las partículas arcillosas. Tromble *et al.* (1979) analizaron la infiltrabilidad en tres tipos de suelo que sustentaban vegetación arbustiva, de pastizales y sin vegetación, encontrando que los suelos de textura fina son los que presentan menor infiltrabilidad. Rauzi y Smith (1973) evaluaron la infiltrabilidad en tres tipos de suelo, básicamente migajones arenosos con diferente posición fisiográfica y niveles de profundidad; encontraron que al inicio de un evento de precipitación la infiltrabilidad es afectada principalmente por el tipo de suelo.

Wilcox *et al.* (1988) encontraron que la infiltrabilidad de áreas montañosas está correlacionada negativamente con la cantidad de piedras que contiene el suelo y en estas áreas la profundidad del suelo es un factor limitante para la infiltración. Blackburn (1975) reporta que las características morfológicas del suelo, especialmente el contenido de arcilla y de materia orgánica, influyen en la infiltrabilidad de los suelos semidesérticos.

Beven y Germann (1982) mencionan que la macroporosidad del suelo ayuda grandemente a determinar la infiltrabilidad, mientras que Wood y Blackburn (1981) atribuyen las diferencias en infiltración a la estabilidad de los agregados que presentan los tipos de suelo de las planicies.

Cuando la intensidad de la precipitación excede la infiltrabilidad de un suelo a cualquier tiempo de dicho evento, se tiene un exceso de agua por unidad de superficie que provoca el escurrimiento superficial (Branson *et al.*, 1981); este proceso hidrológico es un elemento primario de la erosión hídrica y favorece el transporte de sedimentos a través de los cauces de un área de drenaje (Gutiérrez y Dueñez, 1989). El proceso de producción de sedimentos involucra dos fases de la erosión (Mitchell y Bubenzer, 1980), primero el desprendimiento de las partículas del suelo y segundo el transporte de las partículas desprendidas.

Los factores que afectan la producción de sedimentos se pueden incluir en cuatro grandes grupos; factores climáticos, edáficos, fisiográficos y de vegetación; en relación con el último, debe señalarse que la producción de sedimentos está muy relacionada con el tipo de cubierta vegetal (Gutiérrez y De Luna, 1989). Wood y Blackburn (1981) evaluaron la producción de sedimentos en

sitios de planicies arcillosas con áreas cubiertas por mezquite y en los espacios entre plantas de pastizal amacollado y pastizal mediano abierto, encontrando mayor producción de sedimentos en el área de pastizal mediano abierto cuando se comparó con las áreas de mezquite y ligeramente mayor a las áreas de pastizal amacollado.

Osborn *et al.* (1978) al estudiar la producción de sedimentos, encontraron que dicha producción varió significativamente debido a las diferencias de cobertura vegetal presentándose valores 10 veces mayor en áreas con cubierta de arbustivas que en aquéllas dominadas por pastizales. Thurow *et al.* (1986) evaluaron la producción de sedimentos encontrando que la producción está altamente relacionada con la biomasa total área y la cobertura vegetal que presentan las diversas comunidades. La producción de sedimentos está fuertemente influenciada por la interacción de la biomasa en pie y del contenido de materia orgánica en el suelo (Brock *et al.*, 1982) por ello, en áreas con altas densidades de vegetación, se reduce considerablemente esa producción.

En el estudio de la producción de sedimentos un aspecto que debe considerarse de manera importante son las propiedades físicas que presentan los tipos de suelos, ya que las mismas ayudan a definir a dicho proceso. En un trabajo realizado por Wood y Blackburn, (1981) en planicies onduladas, se encontró que las variables de suelo que determinan en mayor grado el arrastre y depósito de los sedimentos, son la estabilidad de los agregados, el contenido de materia orgánica y la densidad aparente del suelo. McGinty *et al.* (1979), al estudiar el efecto de la profundidad del suelo en la producción de sedimentos en sitios con suelos someros, intermedios y profundos, concluyen que no existe diferencia estadística entre las tres profundidades utilizadas en el estudio, pero encontraron que en suelos profundos existe una producción ligeramente menor de sedimentos.

Brock *et al.*, (1982) encontraron que la producción de sedimentos está definida en un gran porcentaje por la estabilidad de los suelos, el contenido de humedad del mismo y el porcentaje de suelo desnudo. Sánchez (1984), trabajando en diferentes sitios de pastizal, encontró que las variables de suelo más fuertemente correlacionadas con este proceso son el contenido de humedad, el microrrelieve del suelo y el contenido de pedregosidad en el suelo.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el Rancho Demostrativo Los Angeles, en el Sureste de Coahuila, el cual se encuentra situado en un clima BSokw(e'), con un régimen de lluvias de verano, en cuya época se presenta alrededor del 85% de la precipitación observándose el resto principalmente en los meses de diciembre y enero; la precipitación media anual es aproximadamente de 480 mm;

la temperatura media anual es de 14.3°C, existiendo oscilaciones moderadas todo el año; la evaporación potencial media en el año es de aproximadamente 1800 mm.

Vásquez (1973) reporta siete tipos de vegetación para el Rancho Los Angeles en función de la forma de vida, cobertura, tamaño, forma y textura de las hojas; siendo éstos: pastizal mediano abierto, pastizal amacollado, matorral rosetófilo, izotal, matorral esclerófilo, bosque aciculifollo y matorral de sotol con pastos amacollados. Seis unidades taxonómicas de suelos son reportadas por Valdés *et al.*, (1986), cuatro incluidas dentro del orden de los Molisoles, una entre los Aridisoles y una más entre los Entisoles; en general, los suelos del valle y del pie de monte poseen un horizonte superficial rico en materia orgánica, mientras que los suelos de laderas y montañas presentan afloramientos rocosos y en ocasiones una capa delgada de suelo de color oscuro.

Para cumplir con el objetivo planteado en el presente estudio se utilizaron tres tipos de vegetación siendo estos: 1) pastizal mediano abierto de *Bouteloua gracilis*, *B. curtipendula*, *Buchloe dactyloides* y *Leptochloa dubia* con suelos profundos del valle; 2) pastizal amacollado de *Bouteloua curtipendula*, *Stipa clandestina*, *Aristida* spp. y *Muhlenbergia glauca* con suelos poco profundos y pedregosos del pie de monte; y 3) matorral micrófilo de *Flourensia cernua*, *Parthenium incanum*, *Opuntia imbricata*, *Buchloe dactyloides* y *Bouteloua gracilis* localizados en suelos de poca pendiente y someros.

Los tipos de suelo que se incluyeron en el presente estudio son: a) suelo del orden Molisol, familia Calcixerol aridico arcilloso montmorillonítico térmico, suelos profundos de origen aluvial con horizonte superficial oscuro, arcilloso y rico en materia orgánica; b) suelo del orden Aridisol de la familia Cambortid vértico franco arcilloso montmorillonítico térmico, suelos poco profundos de origen aluvio-coluvial horizonte superficial oscuro, rico en materia orgánica y textura franca; y c) suelo del orden Entisol de la familia Ustortens lítico franco térmico, suelo sin horizonte de diagnóstico con gran afloramiento rocoso y textura franca.

Para estimar la infiltrabilidad y la producción de sedimentos se utilizó un simulador de lluvias basado en los principios y características del diseño reportado por Blackburn *et al.* (1974), (Figura 1). Las pruebas se realizaron en el mes de marzo y abril de 1988, haciéndose corridas en suelo húmedo, estas corridas fueron realizadas en sitios humedecidos 24 horas antes aproximadamente durante una hora, cubriéndose el sitio con polietileno blanco durante ese lapso; la simulación de la lluvia se llevó a cabo aplicando una intensidad de 13.75 cm/hr en cinco parcelas de 1 m² para cada tipo de vegetación y de suelo por un período de 33 minutos. En cada corrida de la lluvia se estimó el escurrimiento superficial cada cinco minutos, a excepción de la primera lectura que se realizó a los tres minutos de iniciado el experimento; las tasas de infiltración se estima-

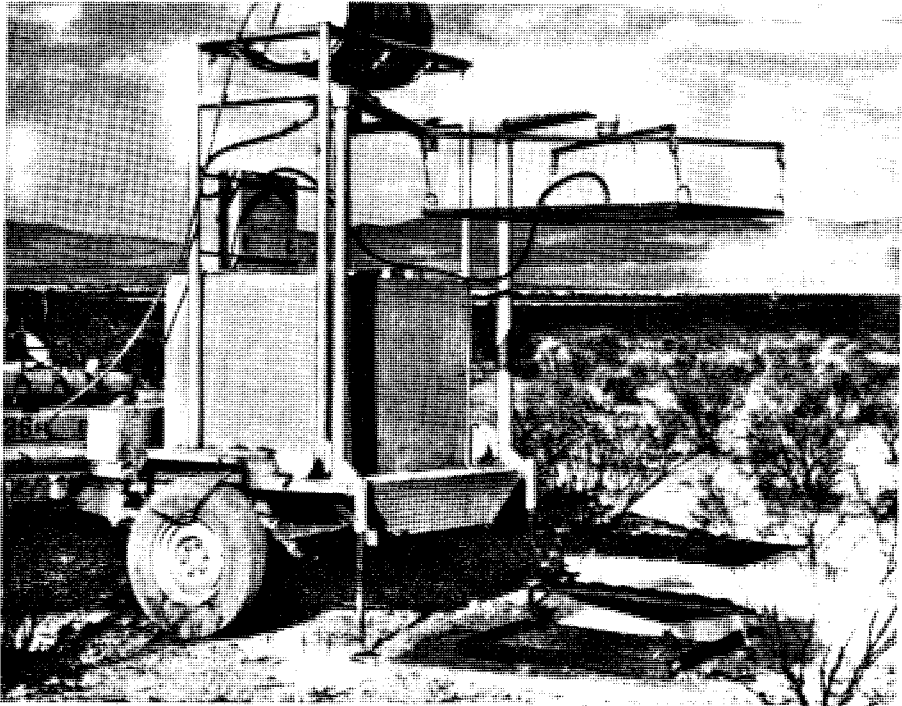


Figura 1. Simulador de lluvias modificado del diseño reportado por Blackburn et al. (1974).

ron como la diferencia entre la lluvia simulada y el escurrimiento obtenido en cada período. Para el cálculo de la producción de sedimentos se tomó una muestra de 1 lt. del total del escurrimiento recolectado durante la prueba, para posteriormente, en el laboratorio, separar y determinar la concentración y producción de sedimentos.

Para evaluar el efecto de los tipos de vegetación sobre la infiltrabilidad y la concentración y la producción de sedimentos en los diferentes tiempos de observación y considerando que los tratamientos se encontraban descansando sobre suelos con las mismas características, se utilizó un análisis de varianza en un diseño completamente al azar de acuerdo a lo propuesto por Ostle (1983), y siguiendo al mismo autor, se realizó una prueba de medias de Tukey. Con el fin de evaluar el efecto de los tipos de suelo sobre la infiltrabilidad y la concentración y producción de sedimentos en los diversos períodos de tiempo definidos, se realizó un análisis de covarianza en un diseño completamente al azar, de acuerdo a la metodología propuesta por Ostle (1990) y Steel y Torrie (1985), teniendo como covariable al porcentaje de suelo desnudo.

RESULTADOS Y DISCUSION

La infiltrabilidad inicial encontrada en los tres tipos de vegetación no son estadísticamente diferentes (Figura 2), lo anterior quizás debido a que dicha propiedad fue estimada como la diferencia entre la lluvia simulada y el escurrimiento recolectado, sin tomar en consideración la lluvia interceptada por la vegetación, ni la detención del agua por el microrrelieve del suelo; al respecto, Tromble *et al.*, (1979) y Thurow *et al.*, (1986) señalan que al inicio de una lluvia las características y cobertura de la superficie determinan las tasas de infiltración inicial.

Por lo anterior, debe mencionarse que la infiltrabilidad inicial esté quizás un poco sobreestimada en alguno de los sitios, por lo cual, las diferencias que se observan entre el pastizal mediano abierto y los otros tipos de vegetación pudieran ser mayores.

A partir de los 18 minutos en que la infiltrabilidad se vuelve más o menos constante y hasta el final de la prueba, se pueden observar diferencias estadísticas entre el pastizal mediano abierto y el matorral micrófilo, sin embargo, durante todo el estudio, el pastizal amacollado no se presentó diferente con res-

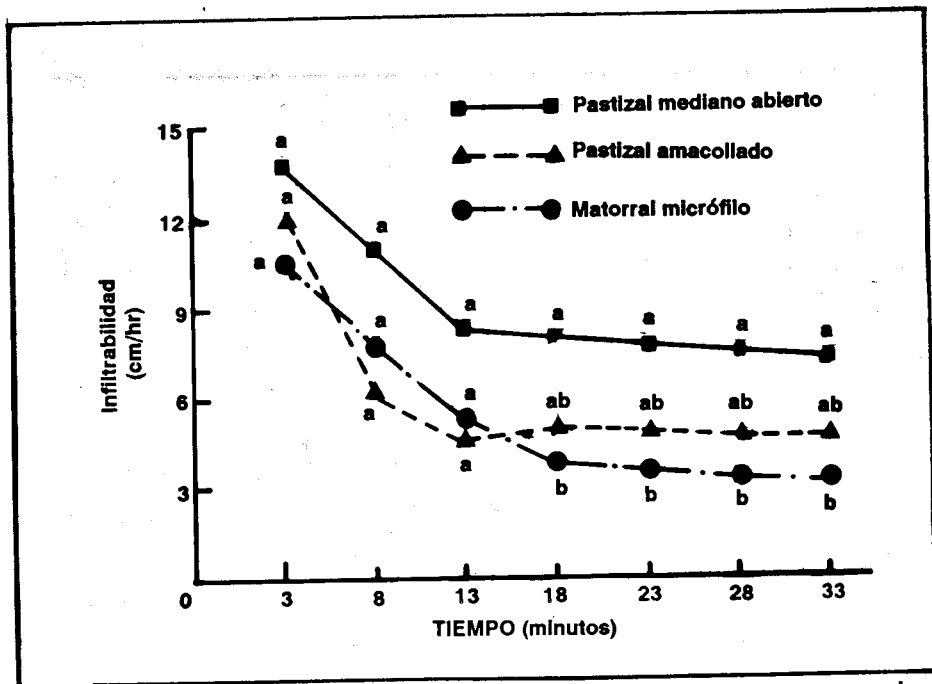


Figura 2. Infiltrabilidad (cm/hr) a diferentes intervalos de tiempo en suelos húmedos ocupados por tres tipos de vegetación del Rancho Los Angeles. Abril, 1988.

pecto a los otros tipos tratados. Los valores altos de infiltrabilidad encontrados en esta investigación concuerdan con lo reportado por Box (1961), quien señala que la infiltración es mayor en áreas cubiertas con gramíneas que en terrenos con arbustivas; los resultados concuerdan también con lo reportado por Gutiérrez *et al.*, (1979), McGinty *et al.*, (1979) y Wilcox *et al.*, (1988) quienes afirman que la cobertura que presentan las áreas de pastizal ayudan a tener una mayor infiltrabilidad en cualquier sitio.

El análisis estadístico realizado a los datos de infiltrabilidad de los tres tipos de suelo, muestra que esta propiedad no es diferente entre dichos suelos a ningún tiempo (Figura 3), sin embargo, se puede observar que, salvo la infiltrabilidad observada a los ocho minutos de iniciado el trabajo, los suelos del orden Entisol presentan mayores tasas de infiltración seguidos por los suelos del orden Ardisol y finalmente los suelos del orden Molisol. La semejanza encontrada puede ser explicada por la cubierta vegetal, similar en los tres tipos de suelo; a que presentan cierta homogeneidad en cuanto a cobertura aérea y basal y a que algunos factores de suelo que son señalados por Beven y Germann (1982), Blackburn (1975), Brock *et al.* (1982), Gutiérrez y De Luna (1989), McGinty *et al.* (1979) y Wilcox *et al.* (1988) como importantes en la determinación de la infiltración, tales como la densidad aparente, la materia orgánica; la pendiente del terreno y el contenido de humedad al momento de la prueba presentaban poca variación.

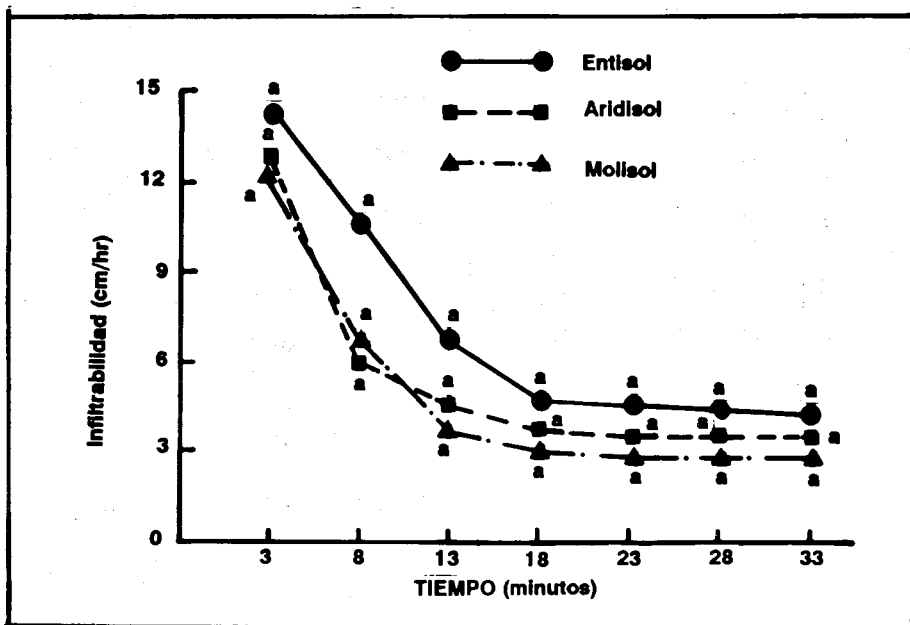


Figura 3. Infiltrabilidad (cm/hr) a diferentes intervalos de tiempo en tres tipos de suelos húmedos ocupados por pastizal mediano abierto en el Rancho Los Angeles.

En relación con la concentración de sedimentos encontrados en los escurrimientos superficiales producidos durante las pruebas, se puede observar en la Figura 4, que la mayor concentración se presentó en el matorral micrófilo, con un valor de 4.55 gr/lt, seguido por el escurrimiento generado en el pastizal amacollado con 2.59 gr/lt y finalmente el pastizal mediano abierto con 1.76 gr/lt; lo cual hace que se observe una diferencia estadística entre el matorral y el pastizal mediano abierto. Esta diferencia es explicable por la poca cubierta basal y aérea presentada por el matorral micrófilo lo cual deja descubierto al suelo y susceptible para ser arrastrado por el escurrimiento, a diferencia de la mayor cobertura basal exhibida por los pastizales, lo cual concuerda con lo señalado por Osborn *et al.* (1978), McGinty *et al.* (1979) y Wilcox *et al.* (1988).

En la Figura 5 se pueden observar las diferentes concentraciones de sedimentos producidos por los tres tipos de suelo en estudio, observándose que no presentan ninguna diferencia significativa, ya que los valores encontrados fueron de 1.88 gr/lt en orden Molisol, 0.91 gr/lt en el orden Aridisol y 0.55 gr/lt

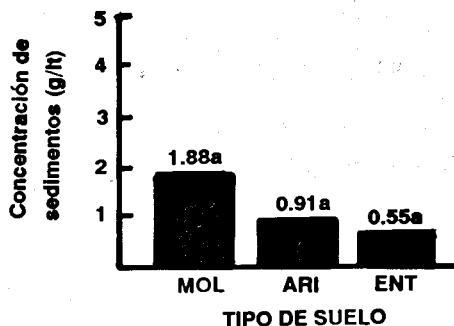
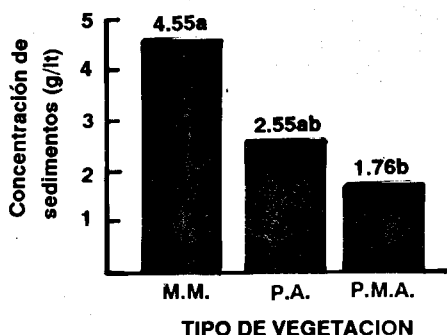


Figura 4. Concentración de sedimentos (g/lt) en suelos húmedos de matorral micrófilo (M.M.), pastizal amacollado (P.A.) y pastizal mediano abierto (P.M.A.) en el Rancho Los Angeles. Abril, 1988.

Figura 5. Concentración de sedimentos (g/lt) en suelos húmedos del orden Molisol (MOL), Aridisol (ARI) y Entisol (ENT) ocupados por pastizal mediano abierto en el Rancho Los Angeles. Abril, 1988.

en el orden Entisol. La no existencia de diferencias estadísticas se explica por la cobertura similar de pastizal mediano abierto en los tres sitios, ya que, como lo menciona Blackburn (1975), Thurow *et al.* (1986) y Sánchez (1984), la cobertura vegetal juega un papel más importante en la producción de sedimentos que las propiedades mismas del suelo.

La producción de sedimentos totales del matorral micrófilo fue estadísticamente superior al registrado por el pastizal mediano abierto, mientras que el pastizal amacollado no presentó diferencia significativa con los otros tipos de vegetación (Figura 6); los valores encontrados son del orden de 2282 kg/ha en el matorral micrófilo, 969 kg/ha en el pastizal amacollado y 489 kg/ha en el pastizal mediano abierto. Resultados similares son reportados por Osborn *et al.* (1978) y concuerdan con lo señalado por Branson *et al.*, (1981) y Mitchell y Bubenzer (1980), quienes afirman que la protección que brinda la cubierta vegetal es definitiva en la producción de sedimentos.

Finalmente, en la Figura 7 se representan los resultados encontrados para la producción de sedimentos en los tipos de suelo estudiados, observándose que tampoco en este parámetro existe diferencia entre los suelos del Rancho Los Angeles cuando son cubiertos por el mismo tipo de vegetación; un valor de 960 kg/ha se encontró en el orden Molisol, 468 kg/ha en el Aridisol y 223 Kg/ha en el orden Entisol.

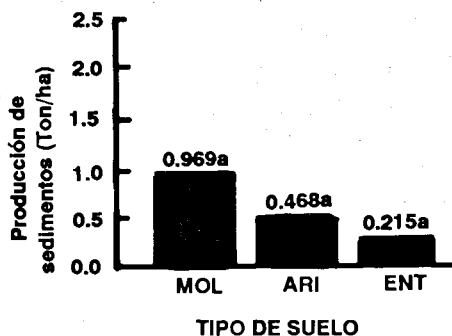
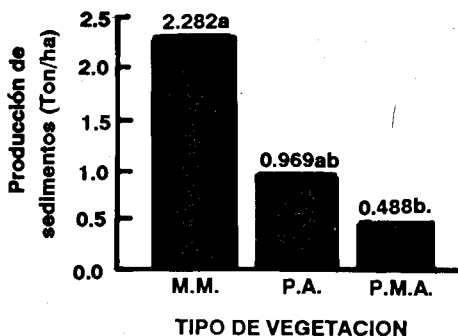


Figura 6. Producción total de sedimentos, (ton/ha) en suelos húmedos de matorral micrófilo (M.M.), Pastizal amacollado(P.A.) y Pastizal Mediano Abierto (P.M.A.) en el Rancho Los Angeles. Abril, 1988.

Figura 7. Producción total de sedimentos (kg/ha) en suelos húmedos del orden Molisol (MOL), Aridisol (ARI) y Entisol (ENT) ocupados por pastizal mediano abierto en el Rancho Los Angeles. Abril, 1988.

CONCLUSIONES

1. La infiltrabilidad que presentan los suelos cubiertos por pastizal mediano abierto, pastizal amacollado y matorral micrófilo al inicio de un evento de lluvia, no son estadísticamente diferentes.
2. El pastizal mediano abierto es estadísticamente diferente en su infiltrabilidad al matorral micrófilo después de 18 minutos de iniciada una lluvia.
3. El tipo de suelo no influye estadísticamente en la infiltrabilidad de un sitio cuando es cubierto por el mismo tipo de vegetación.
4. La concentración y la producción total de sedimentos del matorral micrófilo presenta valores estadísticamente diferentes a un pastizal mediano abierto pero no a un pastizal amacollado.
5. La concentración y la producción total de sedimentos no difiere estadísticamente entre los suelos del orden Molisol, Aridisol y Entisol cuando son ocupados por pastizal mediano abierto.

BIBLIOGRAFIA

- Beven, K. and P. Germann. 1982. Macropores and water flow in soils. *Water Resour. Res.* 18:1311-1325.
- Blackburn, W.H. 1975. Factors influencing infiltration and sediment production of semiarid rangelands in Nevada. *Water Resour. Res.* 11:929-937.
- Blackburn, W.H.; R.O. Meewing and C.M. Skau. 1974. A mobile infiltrometer for use on rangelands. *J. Range Manage.* 27:322-323.
- Box, T.W. 1961. Relationships between plants and soil of four range plants communities in South Texas. *Ecology* 42:794-810.
- Branson, F.A.; G.F. Gifford; K.C. Renard and R.H.F. Headley. 1981. *Rangeland Hydrology*. A publication of the Society for Range Management. Kendall/Hunt Publishing Co. 340p. U.S.A.
- Brock, J.H.; W.H. Blackburn and R.H. Haas. 1982. Infiltration and sediment production on a deep hardland range site in North Central Texas. *J. Range Manage.* 35(2):195-198.

- Gutiérrez, C., J.; F.M. Smith y J.G. Medina T. 1979. Caracterización hidrológica de la Cuenca San Tiburcio, Zacatecas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Monografía Técnico Científica. 5(4):212-327. Saltillo, México.
- Gutiérrez C., J. y J. Dueñez A. 1988. Relación tasas de infiltración-edad de la plantación en la zona reforestada Zapalinamé. Agraria. Revista Científica. 4(2):169-180. Saltillo, México.
- Gutiérrez C., J. y M. De Luna R. 1989. Infiltración y producción de sedimentos en un área reforestada con *Pinus halepensis* Mill. Agraria, Revista Científica. 5(2). En prensa. Saltillo, México.
- Hillel, D. 1980. Applications of soil physics. Academic Press. New York, N.Y. 385p U.S.A.
- Linsley, R.K.; M.A. Kohler and J.L.H. Paulhus. 1975. Hydrology for engineers. McGraw-Hill Book Co. New York. N.Y. 482 p. U.S.A.
- Lyford, F.P. and H.K. Qashu. 1969. Infiltration rates as affected by desert vegetation. Water Resour. Res. 5:1373-1376 U.S.A.
- McGinty, W.A.; F.E. Siemens and L.B. Merrill. 1979. Influence of soil, vegetation and grazing management on infiltration rate and sediment production of Edwards Plateau rangeland. J. Range Manage. 32:33-37. U.S.A.
- Mitchell J.K. y G.D. Bubenzer. 1980. Estimación de pérdidas de suelo. En: Kirkby M.J. and R.P.C. Morgan (Comps). Editorial Limusa. pp. 35-88. México.
- Meewing, R.O. and P.E. Packer. 1976. Erosion and runoff on forest and rangelands. In: Proc. Watershed Management on range and forest lands. Utah State University. Water Res. Lab. Logan, Utah. pp 15-22 U.S.A.
- Neff, E.L. 1979. Why rainfall simulation? In: USDA: (Ed). Proceedings of the rainfall simulators workshop. Science reviews and manuals. ARM-W-10. U.S.A.
- Osborn, H.B.; J.R. Simanton and K.G. Renard. 1978. Sediment yields of rangeland. Proceedings of the first international rangeland Congress. pp. 329-330 U.S.A.
- Ostle, B. 1965. Estadística aplicada. Editorial Limusa. 629 p. México.
- Pluhar, J.J.; R.W. Knigh and R.K. Heltschmidt. 1987. Infiltration rates and sediment production as influenced by grazing systems in the Texas rolling plains. J. Range Mange. 40(3): 240-243. U.S.A.

Rauzi, F. and F.M. Smith. 1973. Infiltration rates: three soils with three grazing levels in Northeastern Colorado. *J. Range Manage.* 26(2):126-129. U.S.A.

Sánchez, B., C. 1984. Effects of livestock grazing and exclusion on infiltration rates and sediment yields for different range sites on El Plateado Watershed, Zacatecas, México. Ph. D. Dissertation New Mexico State University. Las Cruces, New Mexico. U.S.A. 156 p.

Steel, G.D. y J.H. Torrie. 1985. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. Segunda Edición. McGraw-Hill Co. Bogotá, Colombia. 622 p.

Thurow, T.L.; W. H. Blackburn and C.A. Taylor. 1986. Hydrologic characteristics of vegetation types as affected by livestock grazing systems in Edwards plateau Texas. *J. Range Manage.* 39(6):505-508. U.S.A.

Tromble, J.M.; K.G. Renard y A.P. Tatcher. 1979. Infiltración del agua en tres complejos de suelo-vegetación de pastizales. *Selecc. del J. Range Manage.* 2(4):210-213. México.

Valdés O., L.F.; F.J. Sifuentes R.; A. Ilizaliturri V.; J. Gutiérrez C. y L.A. Natividad B. 1986. Levantamiento semidetallado de suelos en el Rancho Los Angeles. En: Gutiérrez C., J. (Ed.) *Manejo de Pastizales. Memorias del Segundo Congreso Nacional*. DRNR-UAAAN Saltillo, Coah., México. pp 146-150. 146- 150.

Vásquez A.R., 1973. Plan inicial de manejo de agostaderos en el Rancho Demostrativo Los Angeles. Tesis profesional. ESAAN-UAC. Saltillo, Coah., México. 113 p.

Wilcox, B. P.; M.K. Wood and J.M. Tromble. 1988. Factors influencing infiltrability of semiarid mountain slope. *J. Range Manage.* 41 (3):197-206 U.S.A.

Wood, M.K. and W.H. Blackburn. 1981. Sediment production as influenced by livestock grazing in Texas Rolling Plains. *J. Range Manage.* 4(3):228-231. U.S.A.

**EVALUACION DE UN INSTRUMENTO PARA ESTIMAR LA PRODUCCION
DE FORRAJE EN PRADERAS DE RYE GRASS ANUAL
(*Lolium multiflorum* Lam.)**

Heriberto Díaz Solís¹
Jorge A. Romanos Gallegos²
Humberto C. González Morales³
Víctor M. Rodríguez Carreón⁴

RESUMEN

El presente trabajo se realizó para determinar la eficiencia de un instrumento mecánico que denominaremos "plato descendente" (rising plate meter) en la estimación de la cantidad de materia seca presente por unidad de superficie en praderas de Rye Grass anual (*Lolium multiflorum* Lam.) Se utilizaron 4 densidades de siembra (20, 40 60 y 80 kg SPV/ha) y 2 dosis de nitrógeno (60 y 120 kgN/ha) a la siembra. Además, se evaluaron dos criterios para la selección de la altura de la que se debe soltar el plato (altura constante; y altura variable dependiente de la altura de las plantas).

Se encontró que tanto las densidades de siembra como el nivel de nitrógeno aplicado a la siembra, no afectan el grado de ajuste ni los valores del modelo que relaciona la variable dependiente cantidad de materia seca (kg M.S./ha) y la variable independiente altura a la que quedó el plato del suelo (1:0.5 cm). En cambio, resultó un mejor ajuste al soltar el plato de una altura constante (55 cm del suelo) que al utilizar alturas variables ($r = 0.98$, $r = 0.93$, respectivamente). Las relaciones por etapa de crecimiento después del corte tampoco difieren del modelo general. El modelo que relaciona kg de materia seca por hectárea (Y) con la altura que reporta el plato (X) es: $Y = 103.75 (X)$; $r = 0.98$; $n = 864$. El modelo que relaciona la acumulación de materia seca (kg/ha) (Y) y los días después del corte (X) es:

$$Y = 5000 \cdot 1 - e^{-0.54 x}$$

1 y 3 Maestros Investigadores Depto. Recursos Naturales, UAAAN.
2. Tesista de la Carrera de Ingeniero Agrónomo en Zootecnia
4. Estudiante Postgrado Especialidad Producción Animal

INTRODUCCION

El método más común para determinar la producción de forraje, tanto a nivel experimental como comercial, ha sido el de corte, secado y pesado de áreas conocidas. Sin embargo, esto requiere del desperdicio de forraje y la inversión de tiempo y otros recursos, lo cual es aún más notorio cuando se trabaja con praderas intensivas donde, por razones productivas y necesidades de manejo se utilizan rotacionalmente y se debe determinar la disponibilidad de forraje de una división dada antes de cada pastoreo, para definir el tiempo de ocupación que se deberá tener para cumplir con objetivos específicos. El método del plato descendente no requiere de corte, secado, ni pesado, para estimar en forma confiable la disponibilidad de materia seca por unidad de superficie en praderas de Rye grass anual.

El objetivo de este trabajo fue la determinación del grado de relación entre la altura a la que queda el plato del suelo y la cantidad de materia seca por hectárea bajo diferentes densidades de siembra, nivel de fertilizante nitrogenado que se aplica y tiempo después del corte.

REVISION DE LITERATURA

Reppert *et al.* (1963) señalan que es importante conocer la producción de forraje al relacionarla con efectos de cualquier tratamiento como: fertilización, riegos, sistemas de apacentamiento, etc., así como con la respuesta animal. Por su parte el Soil Conservation Service (SCS) (1976) indican que la producción de forraje puede servir para determinar la capacidad de carga animal y, como información de referencia, a la investigación; sin embargo, cuando esta estimación se obtiene por el método tradicional de corte, secado y pesado, requiere demasiado tiempo para obtener la información precisa (Farías y Thomas, 1984).

Son varios los métodos que se han diseñado como alternativas al método de corte. Estos varían desde la simple estimación visual (Hutchinson *et al.*, 1972; Haydock y Shaw, 1975), mediciones de altura (Whitney, 1974) hasta el de aparatos electrónicos (Campbell, *et al.*, 1962; Neal y Neal, 1973). La desventaja de la estimación visual, es la necesidad de entrenamiento del observador, y la de los métodos electrónicos, el costo del aparato y la susceptibilidad a ser dañado.

Los principios que rigen a este método, surgen a raíz de las investigaciones de Alexander, *et al.*, (1962) quienes utilizaron una lámina de cartón [mientras que Shrivastava *et al.* (1969) utilizaron una caja del mismo material]. Su técnica consistía en arrojar el instrumento y medir las alturas promedio de cada lado. En estos trabajos se encontró una correlación consistente entre aquellas medidas y la producción de materia seca presente en una pradera. Más tar-

de, Powell (1974); Castle (1976) y Bransby *et al.* (1977) aplicaron el principio con aparatos calibrados e instrumentos simples. Uno de los instrumentos más prometedores es el descrito por Castle (1976) que consiste en una varilla de acero con graduaciones cada 5 cm; en la varilla van insertados dos discos de aluminio de 175 gr esta unidos entre sí, los cuales se deslizan sobre la varilla; ésta se coloca verticalmente y se sueltan los discos desde 125 cm del suelo y se toma la altura a la que quedaron los discos en la graduación de la varilla. Santillán *et al.* (1979) denominan a esto técnica de caída libre.

Earle y McGowan (1979) diseñaron un instrumento similar que posee un contador acumulativo de altura a la que queda el disco del suelo, y otro contador que registra el número de veces que se deja caer el disco de forma que, al terminar el muestreo, sólo se divide la altura acumulada entre el número de veces que se dejó caer el disco y se obtiene la altura promedio, evitando la necesidad de un anotador. Los mismos autores concluyen que este instrumento es rápido y efectivo y Scrivner *et al.* (1986) agregan que es simple de operar, ligero, durable y no destructivo.

Stockdale y Kelly (1984) compararon el plato descendente con el método de prueba simple de capacitancia electrónica de Vickery *et al.* (1980) en evaluaciones antes y después del pastoreo de vacas lecheras. Antes del pastoreo, presentaron coeficientes de variación semejantes, 12.7% para el plato y 13.3% para el electrónico. Sin embargo, el método electrónico fue menos variable después del pastoreo que el plato, con 15.4% y 21.8% respectivamente.

El instrumento que utilizaron Stockdale y Kelly (1984) consistía de un plato cuadrado 0.1 m² que ejercía una presión de 5.0 kg/m² y graduación en la varilla de 1:0.5 cm. La precisión del plato encontrada por Earle y McGowan (1979); Stockdale (1984) y Stockdale y Kelly (1984) fueron similares, con coeficientes de variación de 12.9, 12.7 y 12.2%, respectivamente.

MATERIALES Y METODOS

El Instrumento

Detalle de Construcción

El plato consiste de una lámina cuadrada de aluminio calibre 20, de 30 cm por lado y una perforación central de 1.8 cm de diámetro; en esa parte lleva soldado un tubo de aluminio de 2.54 cm de diámetro y 30 cm de longitud. El plato con el tubo tienen un peso de 316 g que equivale a los 4 kg/m² recomendados por Earle y McGowan (1979) y corren sobre una varilla cilíndrica de aluminio de 1.6 cm de diámetro y 145 cm de largo, graduada en unidades de 0.5 cm; iniciando 30 cm sobre la base (Figura 1).

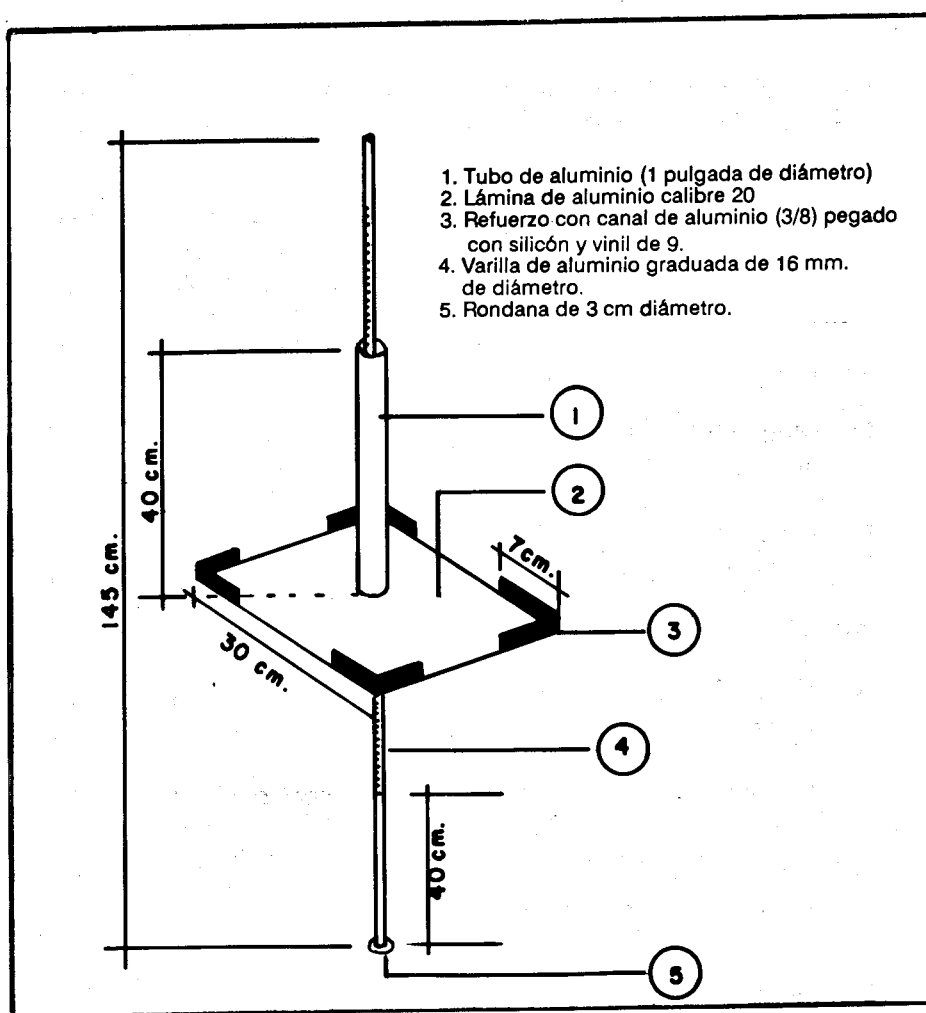


Figura 1. Dibujo del instrumento.

Funcionamiento

Se coloca la base de la varilla de aluminio en el sitio de muestreo y se sostienen el plato y el tubo sobre la varilla a 55 cm del suelo; se dejan caer libremente sobre el pasto y se registra la altura a la que quedó el plato del suelo. Se deben hacer repeticiones de altura del plato en la pradera y su número depende de la precisión deseada. La altura media de un cierto número de unidades de muestra se substituye en la ecuación previamente generada para las condiciones particulares de la pradera a fin de obtener la estimación de kg de materia seca por hectárea.

Metodología

Se trabajó con Rye grass anual (*Lolium multiflorum* Lam) variedad Oregon en el terreno denominado El Bajío, dentro del Campo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Se utilizaron ocho parcelas de 5.5 x 2.5 m, sembradas el 15 de octubre de 1988 durante su primer rebrote, en los meses de febrero y marzo de 1990. Las parcelas se sembraron en cuatro densidades de siembra (20, 40, 60 y 80 kg S.P.V./ha) con dos dosis de nitrógeno a la siembra (60 y 120 kg N/ha). Se sembró al boleto tapando con ramas y se regó a capacidad de campo cada 15 días. Después del 1er. corte, se fertilizó con la fórmula 50-00-00 en todas las parcelas.

Se realizaron nueve fechas de muestreo a intervalos de cuatro días con inicio seis días después del corte. En cada parcela y fecha de muestreo se tomaron 24 lecturas del plato además del corte secado y pesado del forraje bajo el plato. En 12 de estas lecturas se soltó el plato de una altura constante de 55 cm sobre el suelo y en las 12 restantes se consideró la altura del pasto y se mantuvo una carrera constante del plato con relación al contacto con el pasto pero variable con respecto al suelo (altura variable).

Para el análisis estadístico se utilizó la regresión lineal simple forzada al origen cuyo modelo es:

$$Y = bX; \quad \text{Donde:} \quad \begin{array}{l} Y = \text{kg de materia seca por hectárea} \\ X = \text{Lectura del plato (1:0.5 cm).} \\ b = \text{Pendiente de la línea de regresión} \end{array}$$

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de la Densidad de Siembra y la Fertilización a la Siembra

No se observaron efectos de la densidad de siembra sobre la precisión del instrumento ni sobre la pendiente de la recta (Cuadro 1).

En cuanto al tipo de caída, es mayor el error típico de Y y menor el coeficiente de correlación en el caso de caída variable. Se esperaba en este trabajo que la relación resultara mejor en el caso de caída variable, ya que al mantener una carrera constante, al considerar la altura de las plantas, era de esperarse que la fuerza de contacto fuera igual y lo único que hiciera variar la altura a la que queda el plato fuera la cantidad de materia seca presente. Estos resultados que contradicen lo esperado pueden haberse debido a errores de estimación de la altura de las plantas o al situar el plato en la altura de la que debía soltarse en cada caso (Cuadro 2 y Figura 2).

Cuadro 1. Relación de la altura del plato (X) y la producción de materia seca/ha (Y) para cuatro densidades de siembra en el caso de caída constante(a) y caída variable(b).

| a) | | | | | | |
|----------|-----|---|--------|------|--------|-----------------|
| Densidad | n | a | b | r | EE Y | Ecuación |
| 20 kg/ha | 216 | 0 | 103.68 | 0.98 | 205.11 | $Y = 103.68(X)$ |
| 40 kg/ha | 216 | 0 | 103.73 | 0.98 | 205.11 | $Y = 103.73(X)$ |
| 60 kg/ha | 216 | 0 | 103.85 | 0.96 | 277.25 | $Y = 103.85(X)$ |
| 80 kg/ha | 216 | 0 | 103.71 | 0.98 | 204.24 | $Y = 103.71(X)$ |
| b) | | | | | | |
| 20 kg/ha | 216 | 0 | 109.76 | 0.92 | 469.89 | $Y = 109.76(X)$ |
| 40 kg/ha | 216 | 0 | 111.09 | 0.91 | 489.33 | $Y = 111.09(X)$ |
| 60 kg/ha | 216 | 0 | 110.61 | 0.93 | 437.90 | $Y = 110.61(X)$ |
| 80 kg/ha | 216 | 0 | 111.63 | 0.92 | 517.26 | $Y = 111.63(X)$ |

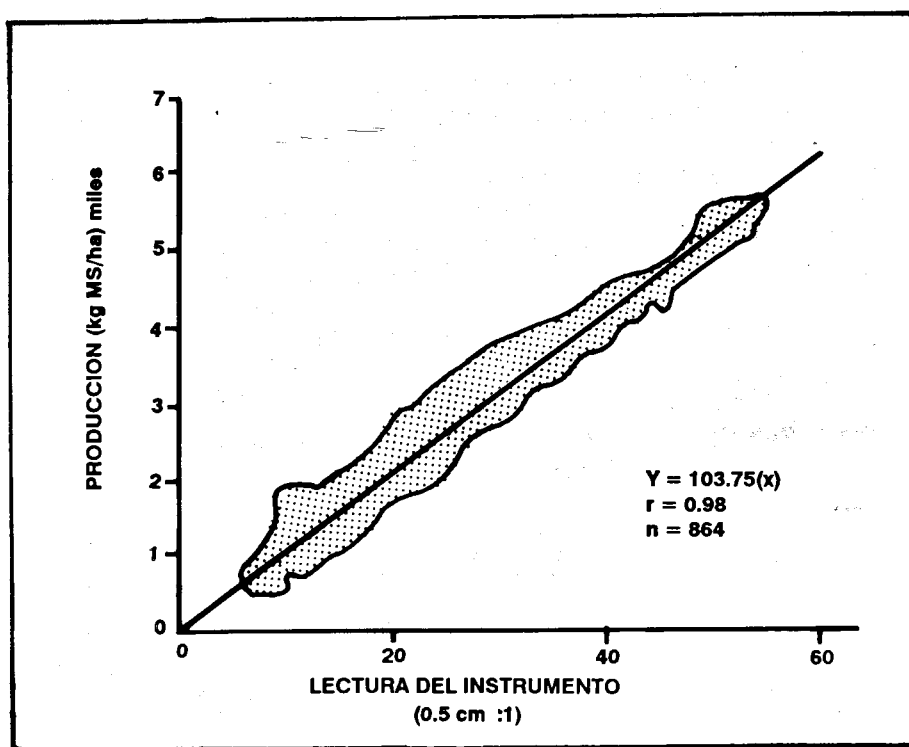


Figura 2. Diagrama de dispersión y línea de regresión ajustada para el caso de caída constante.

Cuadro 2. Relación entre la altura que registra el plato (X) y la producción de materia seca por hectárea (Y) para los dos tipos de caída.

| Caída | n | a | b | r | EEY | Ecuación |
|-----------|-----|---|--------|------|--------|-----------------|
| Constante | 864 | 0 | 103.73 | 0.98 | 223.61 | $Y = 103.75(X)$ |
| Variable | 864 | 0 | 110.79 | 0.92 | 479.23 | $Y = 110.79(X)$ |

Con un instrumento similar al del presente trabajo y utilizando la caída constante, algunos autores han encontrado coeficiente de correlación similares. Stockdale y Kelly (1984), con Rye grass perenne, obtuvieron un valor de 0.97 y con la misma especie pero en diferentes épocas Michel y Large (1983) encontraron 0.96 (marzo-junio) y 0.94 (junio-septiembre). Stockdale (1984) encontró un 0.84 para Rye grass perenne y 0.98 para *Paspalum dominant*. Scrivner *et al.* (1986) encontraron coeficientes de correlación de 0.87, 0.92, 0.96, 0.97 y 0.93 para los primeros cinco meses del año respectivamente.

Estimación de la Producción de Forraje en Diferentes Etapas del Rebrote

En el Cuadro 3 se presentan las ecuaciones específicas de cada evento de muestreo a partir del sexto día de rebrote.

En este cuadro se observa que el error típico de Y disminuye a medida que avanza la etapa del rebrote, lo que se puede deber a 2 razones: a) La homogeneidad que produce el avance del rebrote con relación a las etapas inmediatas al corte, o b) los residuos de tallos lignificados inmediatamente después del corte.

Cuadro 3. Relación de la altura del plato (X) y la producción de materia seca (Y) cada 4 días después del corte.

| Días | n | a | b | r | EEY | Ecuación |
|------|----|---|--------|------|--------|-----------------|
| 6 | 96 | 0 | 94.82 | 0.95 | 205.65 | $Y = 94.82(X)$ |
| 10 | 96 | 0 | 121.45 | 0.96 | 204.13 | $Y = 121.45(X)$ |
| 14 | 96 | 0 | 108.73 | 0.95 | 248.74 | $Y = 108.73(X)$ |
| 18 | 96 | 0 | 105.90 | 0.97 | 172.49 | $Y = 105.90(X)$ |
| 22 | 96 | 0 | 102.23 | 0.98 | 141.28 | $Y = 102.23(X)$ |
| 26 | 96 | 0 | 104.24 | 0.98 | 153.03 | $Y = 104.24(X)$ |
| 30 | 96 | 0 | 102.69 | 0.98 | 121.81 | $Y = 102.69(X)$ |
| 34 | 96 | 0 | 102.19 | 0.98 | 113.24 | $Y = 102.19(X)$ |
| 38 | 96 | 0 | 100.93 | 0.98 | 89.96 | $Y = 100.93(X)$ |

En la Figura 3a se puede observar la diferencia entre la estimación de la cantidad de materia seca mediante la ecuación general para caída constante del Cuadro 2 y, el uso de las ecuaciones específicas para cada fecha de muestreo durante el rebrote. La diferencia es muy pequeña, por lo que se puede asumir que el uso de una sola ecuación $Y = 103.75(x)$ es suficiente para estimar adecuadamente la cantidad de materia seca, independientemente de la etapa del rebrote. En la Figura 3b se observa la pequeña diferencia entre la estimación con el uso de la ecuación general y los valores de materia seca observadas por corte en cada fecha de evaluación.

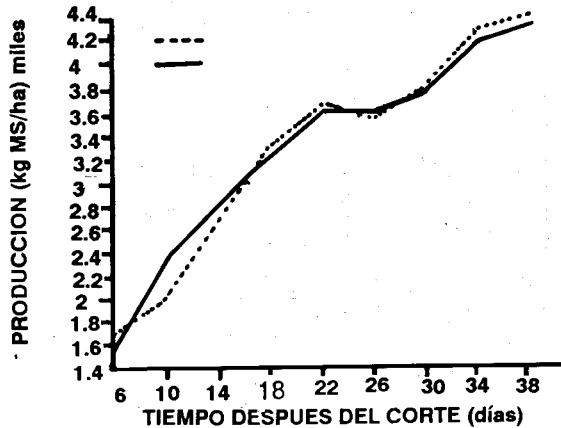


Figura 3a. Relación entre la producción de forraje estimado mediante la ecuación general y las ecuaciones específicas para cada etapa de muestreo.

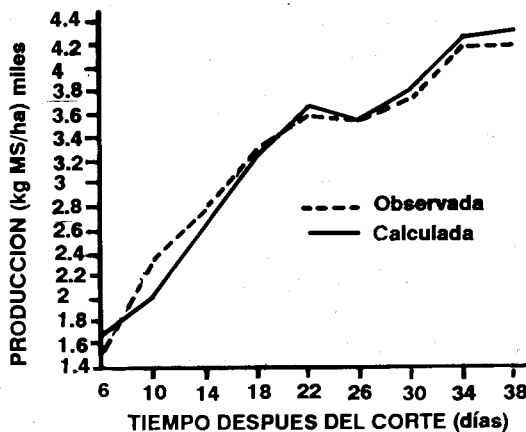


Figura 3b. Producción de Rye grass estimada con la ecuación general de caída constante del Cuadro 5 y la producción observada.

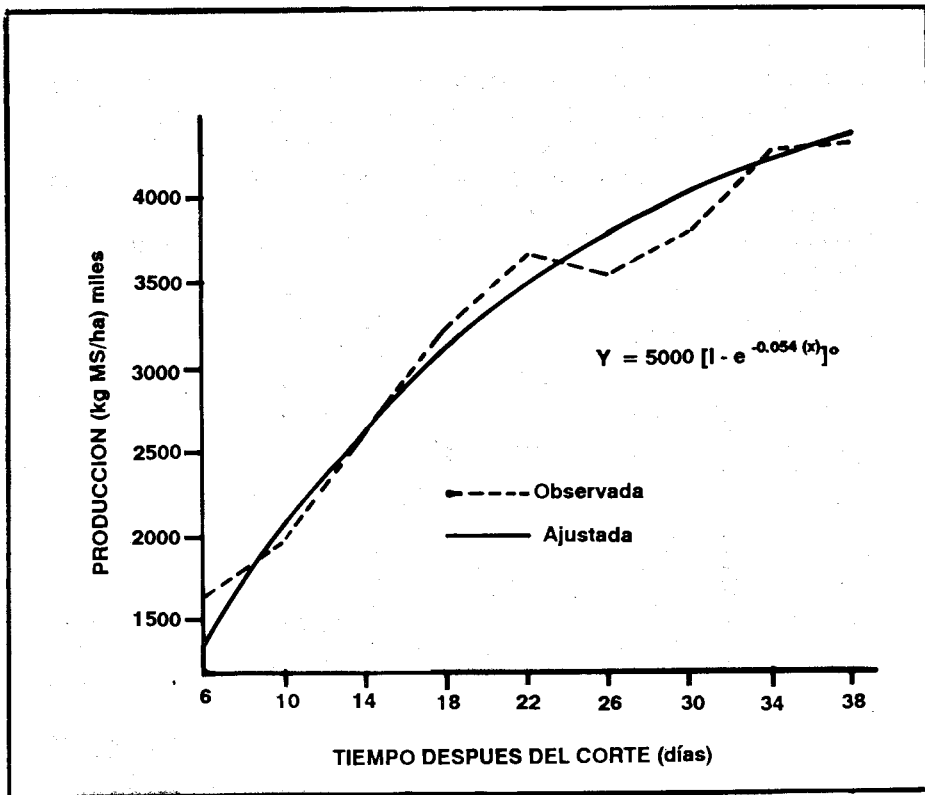


Figura. 4. Curva de crecimiento de Rye grass ajustada y estimada por la ecuación general.

Finalmente, utilizando una ecuación citada por Landsberg (1976) como útil para describir el crecimiento foliar y el avance de las yemas del manzano hacia la dormancia, se presenta en la Figura 4 el crecimiento de la pradera ajustado.

CONCLUSIONES

1. Existe una relación lineal positiva y significativa entre la altura que reporta el instrumento y la cantidad de materia seca presente por unidad de superficie.
2. Al dejar caer el plato de una altura constante, se mejora la relación señalada que cuando se utilizan alturas de caída variables.
3. Tanto la densidad de siembra como la fertilización a la siembra, no afectan la relación altura-peso de este método.

4. La etapa vegetativa de la población no influye en la estimación de la producción de forraje del instrumento.
5. El plato descendente es eficiente en la estimación de la curva de crecimiento de esta especie.

BIBLIOGRAFIA

- Alexander, C.M., J.T. Sullivan, and D.E. McCloud. 1962. A method for estimating gorge yield. *Agron. J.* 54:468-469.
- Bransby, D.I., A.G. Matches and G.F. Krause. 1977. Disk Meter for Rapid Estimation of Herbage Yield in Grazing Trials. *Agron. J.* 69:393-396.
- Campbell, A.G., D.S.M. Phillips and E.D. O' Reilly, 1962. An electronic instrument for pastur yield estimation, *J. Br. Grassl. Soc.* 17:89.
- Castle, M.E. 1976. A simple disc instrument for estimating herbage yield. *J. Br. Grassl. Soc.* 31:37.
- Earle, D.F. and A.A. McGowan. 1979. Evaluation and calibration of an automated rising plate meter for estimating dry matter yield of pasture. *Aust. J. Exp. Agr. Anim. Husb.* 19:337-343.
- Farías, J.M. y N. Thomas. 1984. Evaluación de un discómetro para estimar la producción de forraje de Ballico anual (*Lolium multiflorum* Lam.). Centro universitario Matanzas, Cuba, *Pastos y forrajes* 7:215-228.
- Haydock, N.P. and N.H. Shaw. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Aust. J. Exp. Agr. Anim. Husb.* 15:663.
- Hutchinson, K.J., R.W. McLean and B.A. Hamilton. 1972. The Visual Estimation of Pasture Availability Using Standard Pasture Cores. *J. Br. Grassl. Soc.* 27:29-34.
- Neal, D.L. and J.L. Neal. 1973. Uses and Capabilities of Electronic Capacitance Instrument for Estimating Standing Herbage. *J. Br. Grassl. Soc.* 28:81-89.
- Powell, T.L. 1974. Evaluation of a weighted disc meter for pasture yield estimation on intensively stocked dairy pasture. *New Zeland J. of Exp. Agr.* 2:237.
- Reppert, J.N. R.H. Hughes and D.A. Duncan. 1963. Herbage yield and its correlation with other plant measurements. *Range Research Methods*. USDA. Forest Service. Misc. Pub. 540.

- Santillan, P.A., WR. Ocumpaugh and G.O. Hatt. 1979. Estimating forage yield with a disk. Meter. Agron. J. 71:71-74
- Scrivner, J., D.M. Center and M.B. Jones. 1986. A rising plate meter for estimating production and utilization, J. Range Manage. 39:475-477.
- Shrivastava, J.P., D.A. Miller and J.A. Jacob. 1969. Estimating alfalfa yield. Agron. J. 61:649-651.
- Stockdale, C.R. 1984. Evaluation of techniques for estimating the yield of irrigated pastures intensively grazed by dairy cows. 2 The rising plate meter. Aust. J. Agr. Anim. Husb. 24:305-311.
- Stockdale, C.R. and K.B. Kelly. 1984. A comparison of a rising plate meter and an electronic capacitance meter for estimating the yield of pastures grazed by dairy cows. Grass and Forage Science. 39:391-394.
- Soil Conservation Service (SCS). 1976. National Range Handbook USDA. Washington D.C. USA.
- Vickery, P.J., I.L. Bennet and G.R. Nicol. 1980. An improved electronic capacitance meter for estimating herbage mass. Grass and Forage Science. 35:247-252.
- Whitney, A.S. 1974. Measurement of Foliage Height and its Relationships to Yield of two Tropical Forage Grasses. Agron. J. 66:334-336.

ACOLCHADO DEL SUELO Y LAMINAS DE RIEGO EN EL CULTIVO DE MANZANO, VAR. GOLDEN DELICIOUS

Octavio Ruiz Berlanga¹
Eduardo A. Narro Farías²
Alfonso Reyes López³
Javier S. Silveyra Medina⁴

RESUMEN

Con el propósito de encontrar alternativas factibles para reducir los problemas de demanda evapotranspirativa y baja asimilación de algunos nutrimentos por el manzano en suelos alcalinos, durante los ciclos de producción 1987 y 1988 se estudiaron seis tratamientos de acolchado de suelo y dos láminas de riego en manzanos "Golden Delicious" sobre patrón MM 109 en la sierra de Artega, Coahuila.

En ambos ciclos, el potencial hídrico del suelo fue mayor en los tratamientos de rastrojo, grava, polietileno negro y con la lámina alta de riego. El contenido de materia orgánica y nitrógeno en el suelo se incrementó con los acolchados orgánicos y con la lámina de riego alta, pero este último tratamiento causó lixiviación de potasio, boro, además de cationes y aniones solubles en el suelo.

La concentración de calcio foliar se incrementó con el estiércol caprino en 1987. Las concentraciones de fósforo, calcio, magnesio y boro en las hojas disminuyeron con la lámina alta de riego. La densidad de raíces, incremento de sección transversal del tronco, longitud de brotes, rendimiento total, eficiencia en rendimiento y la producción de frutos categoría extra y primera, fue más alta en los tratamientos de acolchado y con la lámina de riego mayor.

El polietileno negro ejerció un control efectivo sobre el crecimiento de malezas.

1. Tesista de Maestría en Suelos

2 y 4. Ph. D. y M.C. Maestros Investigadores del Depto. de Suelos, Div. de Agronomía, UAAAN.

3. Ph. D. Maestro Investigador del Depto. de Horticultura, Div. de Agronomía, UAAAN.

En 1988, el peso y volumen por fruto fueron más altos con la lámina de riego mayor, pero la firmeza y el contenido de azúcares fue superior con la lámina baja.

INTRODUCCION

En la región sureste de Coahuila, una de las principales zonas productoras de manzana en México, la precipitación pluvial y la lámina de riego tradicional son insuficientes para abastecer la demanda hídrica del manzano y sus suelos alcalinos generan una baja eficiencia en la asimilación de algunos nutrimentos, problemas que, junto con la competencia de las malezas sobre el cultivo, limitan el desarrollo y producción de este frutal. La aplicación de láminas de riego adecuadas al cultivo y el uso de materiales de cobertura de suelo, son alternativas viables de solución a estos problemas.

Hipótesis

1. El acolchado del suelo y una lámina de riego mayor que la tradicional, generan cambios en las características del suelo y una mayor eficiencia en uso de agua y aprovechamiento de los nutrimentos del suelo en el cultivo del manzano.
2. Los acolchados con estiércoles y residuos vegetales aportan nutrimentos vegetales al suelo, e incrementan su disponibilidad para los árboles de manzano.

Objetivos

1. Aumentar la eficiencia en el uso de agua y mejorar el desarrollo y rendimiento del cultivo de manzano.
2. Evaluar el efecto de varios materiales de acolchado y dos láminas de riego sobre cambios en características edáficas, control de malezas y desarrollo y rendimiento del cultivo de manzano.

LITERATURA REVISADA

Uno de los principales efectos del acolchado de suelo, tanto con materiales orgánicos como inorgánicos, es reducir las pérdidas de agua por evaporación y mantener la humedad del suelo durante más tiempo, con una mayor disponibilidad para las plantas (Russell, 1961; Gavande, 1972; Baver *et al.*, 1980; Marshall y Holmes, 1979 y Narro, 1987). La evaporación del agua del suelo requiere de agua suficiente en el estrato superficial y que exista un gradiente de presión de vapor, así como también que el medio tenga la capacidad para dejar pasar el vapor (Narro, 1987).

El acolchado orgánico incrementa la actividad microbiológica del suelo, modifica el nivel de nutrimentos disponibles y mantiene o eleva el contenido de materia orgánica. Bajo condiciones de labranza mínima, tiene un efecto favorable sobre las características físicas del suelo (Campbell, 1978).

Manzanos desarrollados con acolchado de suelo fueron más grandes y produjeron rendimientos entre 18 y 24% más altos que los árboles sin este tratamiento (Stojanowska, 1988). Landsberg y Jones (1981), señalan que manzanos bien regados, incrementan su crecimiento y producción en relación a los que sufren déficit hídrico. Narro-Farías (1976) reporta en maíz una fuerte asociación entre la nutrición nitrogenada y el programa de riego; señala que encontró deficiencia de nitrógeno en plantas con riego muy limitado, mientras que plantas bien regadas no presentaron esta deficiencia.

MATERIALES Y METODOS

Sitio Experimental

La fase experimental de este trabajo se realizó durante los ciclos de producción 1987 y 1988 en una huerta cercana al poblado de San Antonio de las Alazanas, en Arteaga, Coah. La precipitación y temperatura media anual de este lugar son de 500 mm y de 17° C. El suelo, según la FAO, es una rendzina petrocálica.

Material Vegetativo

Se seleccionaron árboles de manzano "Golden Delicious" sobre patrón MM 109, de cinco años de edad, de acuerdo a su diámetro de tronco y se agruparon en tres clases, que constituyeron las tres repeticiones del diseño experimental.

Descripción de Tratamientos

Se estudiaron seis materiales de acolchado en combinación con dos láminas de riego. Cada material se esparció uniformemente sobre el suelo de los cajetes, de 2 x 2 m y se cubrió con una ligera capa de tierra para evitar el arrastre por el viento. Los tratamientos de riego fueron láminas de 5 y 10 cm aplicadas durante cada riego. Estas láminas se proporcionaron por dos diferentes emisores de microaspersión. La cantidad aplicada y la clave de los tratamientos se presentan en el Cuadro 1.

Diseño Experimental

Los 12 tratamientos se estudiaron en un diseño factorial combinatorio en bloques al azar, con tres repeticiones.

Cuadro 1. Tratamientos de acolchado y riego en manzano evaluados. San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coah., 1987 - 88.

| Clave | Tratamiento | Cantidad |
|-------|----------------------|-------------------------|
| | Acolchado | |
| T | Testigo sin acolchar | |
| EB | Estiércol bovino | 16 kg/árbol |
| EC | Estiércol caprino | 16 kg/árbol |
| R | Rastrojo picado* | 12 kg/árbol |
| G | Grava | 85 kg/árbol |
| P | Polietileno negro | 4 m ² /árbol |
| | Riego | |
| LB | Lámina baja | 5 cm |
| LA | Lámina alta | 10 cm |

* De maíz

Variables Medidas

Características Físicas del Suelo

Se evaluaron el potencial hídrico (ψ), la temperatura, la densidad aparente y la resistencia a la penetración. La temperatura se midió en 1987 y la resistencia a la penetración en 1988. Con las curvas de retención de humedad y los datos de porcentaje gravimétrico de humedad de los estratos 0-30, 30-60 y 60-90 cm, se calculó el potencial hídrico del suelo. La densidad aparente se midió en muestras de suelo tomadas bajo el área de acolchado, con un extractor de núcleos. La temperatura del suelo se midió con un termómetro eléctrico y la resistencia a la penetración con un penetrómetro de percusión, previamente calibrado; se determinó el número de golpes necesarios para penetrar estratos de 10 cm hasta llegar a 80 cm de profundidad. El número de golpes en cada caso fue transformado a unidades de presión.

Características Químicas del Suelo

Estas variables se evaluaron en tres fechas de muestreo en los dos ciclos de estudio: marzo de 1987 y noviembre de 1987 y 1988. Los datos obtenidos en la primer fecha se consideraron como los valores iniciales para cada tratamiento. Se evaluó el contenido de materia orgánica (Walkey-Black), nitrógeno (Kjeldhal), fósforo (Olsen) y potasio (cobaltinitrito).

Cobertura de Malezas

El porcentaje de cobertura de malezas se evaluó por el método del transecto. Dentro del área de acolchado se colocaron tres transectos de un metro cada uno, para contar las malezas.

Contenido de Nutrimentos en Hojas

El contenido de nutrimentos en las hojas se determinó en muestras foliares tomadas de la parte media de los crecimientos del año, ubicados en la porción media de los árboles. El muestreo se hizo 15 días antes de la cosecha en los dos ciclos de estudio. Las muestras se lavaron en varias soluciones y se analizaron por absorción atómica para obtener sus concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, fierro, zinc, manganeso, cobre y boro.

Contenido Vegetal y Producción

Las variables de crecimiento evaluadas en los árboles fueron sección transversal del tronco y longitud de brotes. La sección transversal se obtuvo de la medición de la circunferencia de la porción del tronco a 35 cm sobre la superficie del suelo. Los valores de circunferencia se transformaron en unidades de superficie mediante la aplicación de la ecuación de un círculo para conocer el área de la sección transversal. La longitud de brotes se midió con una regla graduada. Se seleccionaron cinco brotes del año en cada unidad experimental, de los cuales cuatro estuvieron orientados hacia cada punto cardinal y ubicados en la periferia de la copa de los árboles y uno en el centro. La producción se cuantificó como rendimiento total en kilogramos de fruto por árbol.

RESULTADOS Y DISCUSION

Variables Físicas del Suelo

Potencial Hídrico

El Cuadro 2 muestra el potencial hídrico promedio obtenido bajo los tratamientos, durante los dos ciclos. El estiércol caprino fue el tratamiento de acolchado que mantuvo los potenciales hídricos más negativos en los estratos 0-30 y 30-60 cm; una situación similar se presentó con el estiércol bovino en el estrato 60-90 cm. El rastrojo y la grava presentaron los potenciales más altos en todos los estratos. De los tratamientos de riego, la mayor lámina mostró los potenciales hídricos más altos en los tres estratos durante los dos ciclos de estudio. Estos resultados fueron estadísticamente significativos. En 1988, los estiércoles, principalmente el caprino, disminuyeron el potencial hídrico del suelo debido a que generaron mayor cobertura de malezas, la cual correlacionó positivamente con la reducción del potencial hídrico en el estrato 0-30 ($r =$

Cuadro 2. Potencial hídrico promedio (MPa) de los tres estratos del suelo bajo los tratamientos de acolchado y riego durante los dos ciclos de estudio.

| Ciclo | Tratamiento | Estrato de suelo (cm) | | | |
|----------|-------------|-----------------------|-----------|-----------|----------|
| | | 0-30 | 30-60 | 60-90 | |
| 1987 | | | Acolchado | | |
| | T | -0.73 a | -0.15 b | -0.16 abc | |
| | EB | -0.67 abc | -0.19 a | -0.24 ab | |
| | EC | -0.68 ab | -0.49 ab | -0.32 a | |
| | R | -0.45 e. | -0.11 b | -0.08 c | |
| | G | -0.5 de | -0.11 b | -0.08 c | |
| | P | -0.6 bcd | -0.12 b | -0.23 abc | |
| | DMS 0.05 | 0.338 | 0.128 | 0.153 | |
| | | | | Riego | |
| | LB | -0.65 | -0.26 | -0.22 | |
| | LA | -0.56 | -0.14 | -0.16 | |
| | 1988 | | | Acolchado | |
| | | T | -0.23 b | -0.06 b | -0.22 ab |
| EB | | -0.23 b | -0.08 ab | -0.31 a | |
| EC | | -0.49 a | -0.24 a | -0.1 ab | |
| R | | -0.28 b | -0.06 b | -0.05 b | |
| G | | -0.27 b | -0.04 b | -0.05 b | |
| P | | -0.14 b | -0.04 b | -0.09 ab | |
| DMS 0.05 | | 0.173 | 0.176 | 0.236 | |
| | | | | Riego | |
| LB | | -0.34 | -0.14 | -0.22 | |
| LA | | -0.21 | -0.04 | -0.05 | |

T: testigo sin acolchar R: rastrojo picado LB: lámina baja
 EB: estiércol bovino G: grava LA: lámina alta
 EC: estiércol caprino P: polietileno negro

0.527). Landsberg y Jones (1981), señalan que la densidad de raíces de plantas herbáceas es más alta que la del manzano, por lo que consumen parte importante del agua destinada al cultivo.

Temperatura

Los valores de temperatura del suelo en el ciclo 1987 se presentan en el Cuadro 3. No hubo diferencia estadística significativa entre tratamientos, pero bajo acolchado inorgánico la temperatura fue ligeramente más alta que en los

Cuadro 3. Temperatura, densidad aparente y resistencia a la penetración en el estrato 0-10 del perfil del suelo bajo los tratamientos de acolchado y riego durante los dos ciclos de estudio.

| Tratamiento | Temperatura | D. Aparente | Resistencia a la penetración (MPa) | |
|-------------|--------------|------------------------------|------------------------------------|-------|
| | (°C) 1987 | (g/cm ³) 1987 | 1987 | 1988 |
| Acolchado | | | | |
| T | 20.08 | 1.19 | 1.22 | 1.134 |
| EB | 19.42 | 1.21 | 1.19 | 0.938 |
| EC | 19.26 | 1.25 | 1.21 | 0.980 |
| R | 19.74 | 1.17 | 1.24 | 0.981 |
| G | 20.39 | 1.28 | 1.25 | 1.045 |
| P | 20.38 | 1.17 | 1.20 | 0.978 |
| Riego | | | | |
| LB | 20.03 | 1.23 | 1.21 | 1.018 |
| LA | 19.73 | 1.20 | 1.23 | 1.000 |

demás tratamientos en un rango de 0.31 a 1.13°C. Esto se debió a que la grava y el polietileno tienen una capacidad calorífica mayor y a que el contenido de humedad en el suelo se mantuvo alto, y su conductividad térmica se incrementó, como señalan Baver *et al.* (1980).

Los estiércoles tuvieron las menores temperaturas por su bajo contenido de humedad y mayor cobertura de malezas, la cual presentó correlación negativa ($r = 0.512$) con la temperatura del suelo. Una mayor cubierta vegetal intercepta más energía radiante del sol y reduce el calentamiento del suelo (Baver *et al.* 1980).

Densidad aparente

No hubo diferencia significativa entre tratamientos. La grava presentó los valores más altos y la densidad bajo este tratamiento fue 5% más alta que el testigo, lo cual probablemente fue causado por la aglomeración de las partículas de gravilla con el suelo o debido al pisoteo del terreno durante la medición de las variables de crecimiento de los árboles.

La densidad aparente disminuyó con los estiércoles hacia el final del segundo ciclo. En 1988 la densidad aparente correlacionó negativamente con el contenido de materia orgánica, lo que explica el comportamiento de los estiércoles, los cuales incrementaron el contenido de materia orgánica del suelo en este ciclo.

Resistencia a la Penetración

No hubo diferencia significativa entre tratamientos. En los primeros 10 cm de suelo los acolchados orgánicos tuvieron las menores resistencias, debido a su mayor contenido de materia orgánica, el cual correlacionó negativamente ($r = -0.5$) con la resistencia a la penetración en este estrato.

En los estratos más profundos la lámina de riego alta disminuyó más la resistencia a la penetración en comparación con la menor lámina, ya que mantuvo un mayor contenido de humedad en el suelo, como se muestra en la Figura 1.

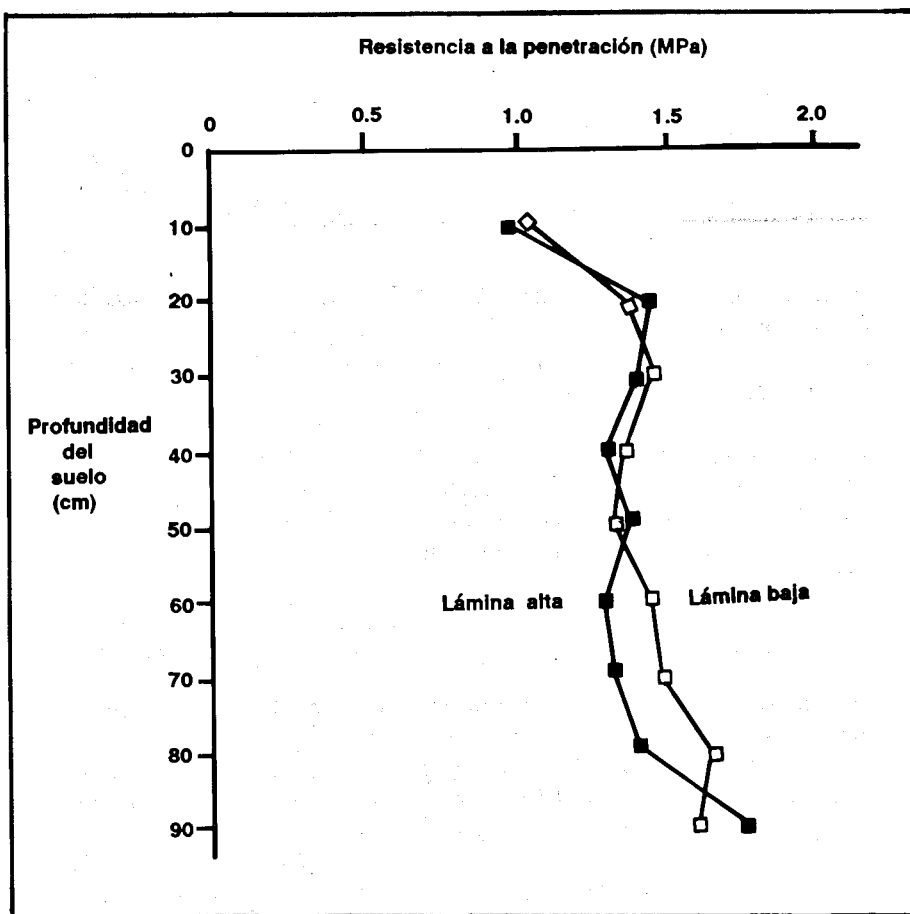


Figura 1. Resistencia del suelo a la penetración de una sonda de prueba. Los datos son promedio en los tratamientos de riego en el ciclo 1988. San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila.

Variables Químicas

En el Cuadro 4 se presentan los incrementos de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio en el suelo, bajo los tratamientos estudiados durante los dos ciclos.

Materia Orgánica

Los acolchados orgánicos, principalmente el estiércol bovino, mantuvieron los mayores incrementos al final del ciclo 1987 y en el total. El estiércol bovino generó incrementos de 22 a 50% más altos que los demás tratamientos. La mayor lámina de riego presentó los incrementos más elevados al final del ciclo 1987 y en el total, en comparación con la menor lámina.

Cuadro 4. Incrementos de materia orgánica (M.O.), nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) bajo los tratamientos de acolchado y riego durante los dos ciclos de estudio.

| Tratamiento | Inc. de M.O. (%) | | | Inc. de N (%) | | |
|-------------|-------------------|-------|--------|------------------|---------|--------|
| | 1987 | 1988 | Total | 1987 | 1988 | Total |
| Acolchado | | | | | | |
| T | 0.14 | 0.5 | 0.64 | -0.021 | -0.044 | 0.023 |
| EB | 0.38 | 0.46 | 0.84 | 0.004 | 0.1 | 0.104 |
| EC | 0.26 | 0.43 | 0.69 | -0.002 | 0.09 | 0.088 |
| R | 0.26 | 0.31 | 0.57 | -0.002 | 0.058 | 0.056 |
| G | 0.07 | 0.55 | 0.62 | -0.011 | 0.044 | 0.033 |
| P | -0.14 | 0.77 | 0.56 | -0.01 | 0.046 | 0.036 |
| Riego | | | | | | |
| LB | 0.04 | 0.57 | 0.61 | -0.01 | 0.062 | 0.052 |
| LA | 0.28 | 0.46 | 0.74 | -0.005 | 0.082 | 0.077 |
| Tratamiento | Inc. de P (kg/ha) | | | Inc. de K (Kg/h) | | |
| | 1987 | 1988 | Total | 1987 | 1988 | Total |
| Acolchado | | | | | | |
| T | -14.36 | 16.05 | 1.69 | 248.75 | -266.11 | -17.36 |
| EB | -18.59 | 7.6 | -10.99 | 439.66 | -202.47 | 237.19 |
| EC | -12.67 | 8.03 | -4.64 | 416.52 | -289.25 | 127.27 |
| R | -22.81 | 6.76 | -16.05 | 242.97 | 98.35 | 341.32 |
| G | -10.99 | 8.87 | -2.12 | 231.4 | -225.61 | 5.79 |
| P | -17.32 | 15.21 | -2.11 | 17.35 | 34.72 | 52.07 |
| Riego | | | | | | |
| LB | -9.16 | 12.11 | 2.95 | 314.31 | -178.37 | 135.94 |
| LA | -23.09 | 8.72 | -14.37 | 217.9 | -105.1 | 112.80 |

Nitrógeno

Los acolchados orgánicos, y en especial los estiércoles, presentaron los mayores incrementos de nitrógeno al final del ciclo 1988 y en el total, lo cual se debió a la aportación de este elemento a través de estos materiales. La mayor lámina de riego tuvo los incrementos más altos de nitrógeno en el suelo, ya que presentó los mayores incrementos de M.O.

Fósforo

Los incrementos de fósforo en el suelo fueron menores bajo los tratamientos de acolchado orgánico, pues promovieron densidades radicales más altas, de malezas principalmente, lo que generó un mayor consumo de fósforo. La lámina alta de riego generó la misma tendencia al promover un enraizamiento mayor que la lámina baja.

Potasio

Los acolchados orgánicos presentaron los mayores incrementos de potasio. Los estiércoles sufrieron reducciones apreciables de este elemento en 1988 por el lavado del suelo. La lámina baja presentó un incremento total más alto debido a que la lixiviación de potasio fue menor que con la mayor lámina.

Cobertura de Malezas

El Cuadro 5 muestra el porcentaje de cobertura de malezas obtenido en los dos ciclos de estudio. Los estiércoles y la grava mantuvieron los porcentajes más altos que los demás tratamientos y el polietileno negro el más bajo. Con los estiércoles predominaron las especies de hoja ancha y en la grava, los pastos. La cobertura de malezas correlacionó positivamente con el incremento de materia orgánica ($r = 0.788$) y potasio en el suelo ($r = 0.865$) en 1987 y con el

Cuadro 5. Cobertura de malezas (%) bajo los tratamientos de acolchado y riego durante los dos ciclos de estudio.

| Tratamiento Acolchado | Malezas (%) | | Tratamiento Riego | Malezas (%) | |
|-----------------------|-------------|-------|-------------------|-------------|-------|
| | 1987 | 1988 | | 1987 | 1988 |
| T | 70.02 | 73.36 | LB | 70.80 | 79.03 |
| EB | 85.87 | 99.20 | LA | 75.33 | 77.93 |
| EC | 89.86 | 92.47 | | | |
| R | 72.84 | 70.50 | | | |
| G | 88.76 | 87.62 | | | |
| P | 21.15 | 24.73 | | | |

incremento de nitrógeno ($r = 0.607$) en 1988. Los tratamientos de riego no mostraron diferencias significativas en los dos ciclos y no se encontró correlación con el potencial hídrico del suelo.

Variables del Cultivo

Contenido Mineral en las Hojas

Solamente en 1987 los tratamientos de acolchado mostraron diferencias significativas en el contenido foliar de calcio, como se muestra en el Cuadro 6. Respecto a los demás elementos, no generaron respuestas en los dos ciclos. En ese año y en el promedio, los acolchados orgánicos principalmente el estiércol caprino, presentaron los mayores contenidos de calcio, ya que aportaron este elemento durante su descomposición e incrementaron la capacidad de intercambio catiónico del suelo.

En 1988, el contenido de fósforo, calcio, magnesio y boro en las hojas de manzano disminuyó con la lámina de riego mayor, a causa, probablemente, del lavado del suelo de algunos de estos elementos, o debido a un mayor consumo por las raíces de plantas herbáceas. El contenido de zinc aumentó y se asocia con el hecho de que el calcio en las hojas, el cual inhibe su absorción, fue más bajo en este año, como se muestra en el Cuadro 7.

Sección Transversal del Tronco y Longitud de Brotes

Los resultados de incremento de la sección transversal del tronco y la longitud de brotes se presentan en el Cuadro 8. Durante los dos ciclos los tratamientos de acolchado mostraron los mayores incrementos en la sección transversal del tronco en relación al testigo. Sin embargo, respecto a la longitud de brotes no mostraron diferencias significativas. En los dos ciclos la lámina de riego mayor mantuvo el incremento más alto de la sección transversal del tronco y la longitud de brotes más grande que en la lámina baja. Ambas variables co-

Cuadro 6. Contenido de calcio (%) en las hojas de manzano bajo los tratamientos de acolchado en los dos ciclos de estudio.

| Tratamiento | 1987 | 1988 | Promedio |
|-------------|------|------|----------|
| T | 1.09 | 1.33 | 1.21 |
| EB | 1.2 | 1.42 | 1.31 |
| EC | 1.25 | 1.4 | 1.33 |
| R | 1.21 | 1.4 | 1.31 |
| G | 1.08 | 1.44 | 1.26 |
| P | 1.02 | 1.31 | 1.17 |

Cuadro 7. Contenido de nutrimentos en las hojas de manzano bajo los tratamientos de riego durante los dos ciclos de estudio.

| Ciclo | Trat. | Macroelementos (%) | | | | |
|-------|-------|--------------------|-------|------|------|------|
| | | N | P | K | Ca | Mg |
| 1987 | LB | 2.39 | 0.16 | 2.46 | 1.11 | 0.28 |
| | LA | 2.37 | 0.155 | 2.15 | 1.18 | 0.21 |
| 1988 | LB | 2.44 | 0.147 | 1.2 | 1.45 | 0.26 |
| | LA | 2.42 | 0.135 | 1.48 | 1.31 | 0.22 |

| | | Microelementos (ppm) | | | | |
|------|----|----------------------|--------|------|-------|-------|
| | | Fe | Mn | Zn | Cu | B |
| 1987 | LB | 78.5 | 104.94 | 19.0 | 11.33 | 29.94 |
| | LA | 74.7 | 100.44 | 11.7 | 11.66 | 29.75 |
| 1988 | LB | 61.5 | 123.4 | 16.0 | 6.8 | 35.7 |
| | LA | 62.9 | 126.5 | 18.2 | 8.1 | 31.7 |

Cuadro 8. Incremento total de la sección transversal del tronco y longitud de brotes total bajo los tratamientos de acolchado y riego en los dos ciclos de estudio.

| Tratamiento | Incremento de sección transversal (cm ²) | | Longitud de brotes (cm) | |
|-------------|--|-------|-------------------------|-------|
| | 1987 | 1988 | 1987 | 1988 |
| | Acolchado | | | |
| T | 9.54 | 12.75 | 56.11 | 23.19 |
| EB | 10.25 | 13.36 | 50.01 | 25.3 |
| EC | 11.55 | 15.11 | 54.26 | 26.06 |
| R | 11.3 | 14.23 | 53.94 | 26.8 |
| G | 11.03 | 13.44 | 56.7 | 24.11 |
| P | 13.55 | 14.56 | 52.98 | 24.96 |
| | Riego | | | |
| LB | 10.66 | 11.62 | 50.71 | 17.54 |
| LA | 11.74 | 16.2 | 57.28 | 32.64 |

rrrelacionaron positivamente con el potencial hídrico de los estratos más profundos del suelo. Landsberg y Jones (1981) mencionan que el crecimiento vegetativo se incrementa con el aumento en el suministro de agua.

Cuadro 9. Rendimiento total y acumulado (kg/árbol), bajo los tratamientos de acolchado y riego en los dos ciclos de estudio.

| Tratamiento | 1987 | % | 1988 | | Acumulado | % |
|-------------|-------|--------|-----------|-------|-----------|-------|
| | | | | % | | |
| | | | Acolchado | | | |
| T | 1.736 | 0 | 4.217 | 0 | 5.953 | 0 |
| EB | 1.47 | -15.32 | 5.233 | 24.09 | 6.703 | 12.59 |
| EC | 4.029 | 132.08 | 6.913 | 63.93 | 10.942 | 83.8 |
| R | 3.68 | 111.98 | 5.433 | 28.83 | 9.113 | 53.08 |
| G | 2.696 | 55.29 | 6.15 | 45.83 | 8.846 | 48.59 |
| P | 1.987 | 14.45 | 5.563 | 31.92 | 7.55 | 26.82 |
| A. General | 2.772 | 59.7 | 5.858 | 38.92 | 8.631 | 44.98 |
| | | | Riego | | | |
| LB | 2.733 | 0 | 5.663 | 0 | 8.395 | 0 |
| LA | 2.466 | -9.77 | 5.507 | -2.75 | 7.974 | -5.01 |

(%) Porcentaje respecto al testigo.

Rendimiento Total

No se observó diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, los acolchados mostraron mayores rendimientos que el testigo, como se indica en el Cuadro 9. El estiércol caprino presentó los rendimientos más altos en los dos ciclos de estudio y en el acumulado. Entre láminas de riego no se encontró diferencia significativa, aunque la lámina baja resultó ligeramente superior que la alta, quizá debido a la competencia más fuerte entre el crecimiento vegetativo y el fruto bajo este último tratamiento.

CONCLUSIONES

1. El acolchado del suelo generó cambios en las características físicas del suelo, los cuales dependieron del material de cobertura utilizado. Los estiércoles redujeron ligeramente la densidad aparente y la resistencia a la penetración de los primeros 10 cm de suelo, mientras que la grava los incrementó. El rastrojo, la grava y el polietileno negro, mantuvieron alto el contenido de humedad y el potencial hídrico del suelo. La grava y el polietileno negro causaron un ligero aumento en la temperatura del suelo. La lámina alta redujo la resistencia a la penetración en el estrato 60-90.
2. Las características químicas del suelo fueron alteradas por el acolchado de suelo con materiales orgánicos y por la lámina de riego. Los estiércoles incrementaron el contenido de materia orgánica y de nitrógeno y redujeron el contenido de fósforo. El rastrojo favoreció el aumento de potasio en el suelo. La lámina alta, en el año de mayor precipitación, disminuyó el contenido de potasio por el lavado del suelo.

3. El polietileno negro fue el único tratamiento de acolchado que ejerció un control efectivo sobre el crecimiento de malezas. Los estiércoles generaron el mayor crecimiento de malezas de hoja ancha.
4. El estiércol caprino incrementó el contenido de calcio en las hojas de manzano. La lámina alta de riego, en el año de mayor precipitación, disminuyó el contenido foliar de potasio, calcio, magnesio y boro. Sin embargo, en el año con precipitación normal, no tuvo efecto sobre la mayoría de ellos y, en el caso de potasio y calcio, los incrementó en relación a la lámina baja.
5. Los tratamientos de acolchado, principalmente el polietileno negro, favorecieron los mayores incrementos de la sección transversal del tronco. La lámina alta de riego generó el mayor incremento en la sección transversal del tronco y en el año de alta precipitación causó casi el doble de crecimiento de los brotes del año que la menor lámina.
6. Los tratamientos de acolchado, en general, incrementaron de 40 a 60% el rendimiento total en relación al testigo. Los mayores rendimientos respecto al testigo (64 - 132%) se obtuvieron con el estiércol caprino. La lámina alta generó un rendimiento total ligeramente menor que la lámina baja, probablemente asociado con una mayor competencia entre el crecimiento vegetativo y el fruto.

BIBLIOGRAFIA

- Baver, L.D., W.H. Gardner, y W.R. Gardner. 1980. Física de suelos. UTEHA. México-México.
- Campbell, C.A. 1978. Soil organic carbon, nitrogen, and fertility. En: "Soil organic matter". (M. Schnitzer and S.U. Khan. Eds.) Elsevier Scientific Publishing. Netherlands. pp. 173-265.
- Gavande, S.A. 1972. Física de suelos. Principios y aplicaciones. Limusa-Wiley. México.
- Landsberg, J.J. and H.G. Jones. 1981. Apple orchards. En: Water deficits and plant growth. (Ed. by T.T Kozlowski). Vol 6. Academic Press. New York. pp. 419 - 469.
- Marshall, T.J. and J.W. Holmes. 1979. Soil physics. Cambridge University Press. Great Britain.

Narro-Farías, E. 1976. Evolution of dry matter distribution and yield of maize (*Zea mays*, L) as affected by water stress under field conditions. Ph.D. dissertation, University of California, Davis.

Narro-Farías, E. 1987. Física de suelos con enfoque agrícola. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah.

Russell, W. 1961. Soil conditions and plant growth. Longman, London.

Stojanowska, J. 1988. The influence of mulching with perforated black foil on growth and bearing of apple trees. Hort. Abs. 58 (9): 597.

Colaboradores

**Diseño y formación: Profr. Francisco Esquivel S.
Tipografía: Ma. Fidela Aguirre Valdés y Ma. Elena Cháirez Cabrera
Corrección: Norma E. Sánchez G.**

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| CORRELACIONES FENOTIPICAS ENTRE CARACTERES AGRONOMICOS EN GIRASOL (<i>Helianthus annuus</i> L.). López Pérez, E.; Aguirre Bortoni, M.J.; Reyes Valdés, M.H. | 1 |
| EFEECTO DE DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACION <i>G. rostochiensis</i> SOBRE LOS CULTIVARES DE PAPA ALPHA Y DIAMANTE. Rodríguez Herrera, R.; Pérez Ugalde, G.; Landeros Flores, J.; Cepeda Siller, M. | 7 |
| IDENTIFICACION Y DISTRIBUCION DEL NEMATODO <i>Meloidogyne</i> spp. EN EL CULTIVO DE LA PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) EN NAVIDAD, NUEVO LEON. Cepeda Siller, M; Hernández Rodríguez, S. | 15 |
| CRECIMIENTO COMPENSATORIO EN CERDOS ENTEROS DE DIFERENTES CRUZAS, CON DISTINTOS NIVELES Y FRECUENCIAS DE ALIMENTACION. Azúa Reyes, R. de L.; Torres Hernández, M.; Tijerina Rosales, V.H.; García Castillo, R. | 30 |
| INFLUENCIA DE DOS ESTACIONES DEL AÑO SOBRE LAS CARACTERISTICAS DEL SEMEN Y DIMENSIONES TESTICULARES DE TRES RAZAS DE MACHOS CABRIOS EN EL NORTE DE NUEVO LEON. Mellado Bosque, M.; Gómez Sierra, A. | 43 |
| EFEECTO DE LOS TIPOS DE VEGETACION Y SUELO SOBRE LA INFILTRABILIDAD Y LA PRODUCCION DE SEDIMENTOS EN EL SURESTE DE COAHUILA. Gutiérrez Castillo, J.; Beltrán López, S.; Zárate Lupercio, A. | 51 |
| EVALUACION DE UN INSTRUMENTO PARA ESTIMAR LA PRODUCCION DE FORRAJE EN PRADERAS DE RYE GRASS ANUAL (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.). Díaz Solís, H.; Romanos Gallegos, J.A.; González Morales, H.C.; Rodríguez Carreón, V.M. | 66 |
| ACOLCHADO DEL SUELO Y LAMINAS DE RIEGO EN EL CULTIVO DE MANZANO, VAR. GOLDEN DELICIOUS. Ruiz Berlanga, O.; Narro Farías, E.A.; Reyes López, A.; Silveyra Medina, J.S. | 77 |