

# Agraria

AGRARIA VOL. 11, NUMEROS 1 y 2; ENERO-JUNIO Y JULIO\_DICIEMBRE DE 1999

ISSN 0186-8063



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRRO  
Buenavista, Saltillo., Coah., México  
[www.uaaan.mx](http://www.uaaan.mx)

## DIRECTORIO DE LA UAAAN

### RECTOR

Ing. Refugio Alberto del Campo Pérez

### SECRETARIO GENERAL

Ing. Héctor E. González Domínguez

### DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Dr. Eduardo Narro Farias

### SUBDIRECTOR DE INTERCAMBIO CIENTÍFICO

Dr. Jesús Valdés Reyna

### SUBDIRECTOR DE DESARROLLO DEL PERSONAL CIENTÍFICO

Dr. Joel Maltos Romo

### SUBDIRECTOR DE PROGRAMACIÓN Y EVALUACIÓN CIENTÍFICA

Dr. Jesús García Camargo

### SUBDIRECTOR DE OPERACIÓN DE PROGRAMAS

Ing. Luis Ángel Muñoz Romero

---

AGRARIA. REVISTA CIENTÍFICA UAAAN. VOL. 11 NÚM. 1 y 2 ENERO-JUNIO, JULIO-DICIEMBRE 1995

---

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 1 000 ejemplares.

Comité Editorial: Dr. Oswaldo García Martínez, Dr. Eduardo Narro Farias, Ing. Luis Pérez Romero, Ing. Felipe Rodríguez Cano, Dr. Jesús Valdés Reyna, Lic. Oscar Martínez Ramírez y Lic. Jesús M. Álvarez Farias., Editor asociado al comité Dr. José Espinoza Velázquez

La edición de esta publicación estuvo a cargo del personal de la Dirección de Investigación de la UAAAN e impresa bajo la supervisión del Departamento Editorial en los talleres gráficos de la UAAAN.

CENTEOTL. Deidad de la Agricultura: es una advocación de Chicomecóatl, Diosa del Malz 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. 11, NUMEROS 1 y 2; ENERO-JUNIO Y JULIO-DICIEMBRE DE 1999

ISSN 0186-8063



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRRO  
Buenavista, Saltillo., Coah., México  
[www.uaaan.mx](http://www.uaaan.mx)



## Volumen 11 Núm. 1

### Contenido

- Agr-O6 EFECTO DE LA CIANAMIDA HIDROGENADA Y EL DESPUNTE EN LA BROTACIÓN DEL MANZANO var. Rome beauty Lawspur. Alfonso Reyes López, Humberto I. Macías Hernández, Leobardo Bañuelos Herrera, Andrés Martínez Cano 1
- Agr-07 NEMÁTODOS ASOCIADOS A LA VID EN BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. Melchor Cepeda Siller, José Luis Villegas Salas, Zamela Alonso Corone, Humberto P. Macías Hernández 12
- Agr-13 ESTIMACIÓN DE HETEROSIS Y COEFICIENTES DE SENDERO PARA RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN ARROZ. Fermín Bronct Castro, Fernando Borrega Escalante, Sergio A Rodríguez Herrera, Leonardo Hernández Aragón Sathyanarayanaiah Kuruvadi 18
- Agr-97 *Meloidogyne incógnita* (raza 1) EN PAPA DE LA REGIÓN DE NAVIDAD GALEANA, NUEVO LEÓN MÉXICO Melchor Cepeda Siller 31
- Agr-19 EFECTO DE UN PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN CERDOS DE ENGORDE. Jesús M. Fuentes Rodríguez Gerardo Gloria Yeverino, Gilberto Gloria Hernández, Luis Pérez Romero 41
- Agr-23 PRODUCTIVIDAD DE UNA PRADERA DE RYE GRASS PASTOREADA CON GANADO VACUNO José Bernardo Solís G., Humberto González Morales Héctor M. Garza Cantú. 47
- Agr-24 ESTIMACIÓN DE APTITUD COMBINATORIA EN CRUZAS SIMPLES DE MAÍZ, PARA LA FORMACIÓN DE HÍBRIDOS DOBLES Jorge Luis Tijerina Castillo Humberto de León Castillo Arnoldo Oyervides García y Víctor Zamora Villa 55

## Volumen 11 Núm. 2

### Contenido

- Agr-18 DINAMICA DE ABSCISIÓN Y AMARRE DE FRUTO EN VID.  
Humberto I. Macías Hernández, Alfonso Reyes López, Fernando Borrego Escalante 67
- Agr-29 PRODUCCIÓN DE MAÍZ BAJO TRES SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA COMBINANDO LABOREO Y ESTIÉRCOL DE BOVINO.  
José Luis Lara Mireles, Eduardo A. Narro Farias, Luis Miguel Lasso Mendoza, Ma. Cristina Vega Sánchez 81
- Agr-37 TEMPERATURAS DE SECADO ARTIFICIAL Y SU EFECTO EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLA DE SORGO. Roberto Soto Ortiz, Federico Facio Parra, Leticia A. Bustamante García, Enrique Alvarado Morales, Jaime M..Rodríguez del Ángel. Sergio Dávila Cabello 97
- Agr-39 EVAPORACIÓN DE AGUA DE SUELO EN BOSQUE DE PINO ALEPO EN EL SURESTE DE COAHUILA. Julián Gutiérrez Castillot, Telma M. Arredondo Valdés 106
- Agr-41 EFECTIVIDAD DE *Bacillus subtilis* Y FUNGIBAC SOBRE *Rhizoctonia solani* Kuhn EN PAPA BAJO INVERNADERO. Rosalinda Mendoza V., J. J. Romo Cerda, F..D. Hernández C 120
- Agr-43 EFECTIVIDAD DEL CARBOSULFAN PARA EL CONTROL DEL ARADOR DEL NARANJO *Phyllocoptrupta oleivora* (Ashmead). Jorge Corrales Reynaga, Miguel A. Flores Valdez, Jerónimo Landems Flores, José Luis Villegas Salas 128
- Agr-45 HETEROSIS ÚTIL PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONÓMICAS EN GIRASOL. Edgar Guzmán Medrano, Sathyanarayanaiah Kuruvadi, Jerónimo V. Díaz 135

**EFFECTO DE LA CIANAMIDA HIDROGENADA Y EL DESPUNTE EN LA  
BROTACIÓN DEL MANZANO *var. Rome beauty Lawspur***

**HYDROGEN CYANAMID AND CUTTING BACK EFFECTS ON BUD  
BURSTING OF  
APPLE TREE *cv. Rome beauty Lawspur***

Alfonso Reyes López,  
Humberto I. Macías Hernández,  
Leobardo Bañuelos Herrera,  
Andrés Martínez Cano  
Departamento de Horticultura,  
Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro  
25315 Buenavista,  
Saltillo, Coah., México.

**RESUMEN**

Los requerimientos de horas frío del manzano (*Malus x domestica Bork* *var. Rome beauty Lawspur*) son de 1200; estos requerimientos se consideran altos y provocan brotación y floración retardada, lo que evita el daño por heladas tardías. Sin embargo, esta condición también lleva al problema de baja brotación (sólo 16%). Tratando de obtener soluciones al caso, se diseñó un experimento para aplicar cianamida hidrogenada (CH)<sup>1</sup> en dosis de 1,2,3,4 y 5% en combinación con la práctica mecánica de despunte de ramas. El trabajo se desarrolló en el campo experimental "Los Lirios", perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizado en la Sierra de Arteaga, estado de Coahuila, México. Los resultados mostraron diferencias ( $P < .01$ ) en madera de dos y tres años entre árboles tratados y el testigo, aunque no se encontró respuesta diferencial entre dosis. El tratamiento de 1% de CH mostró la brotación más alta (64.5%).

<sup>1</sup> Utilizando la presentación comercial Dormex de la compañía BASF de México.

Todos los tratamientos con CH indujeron una brotación y floración uniforme y por consiguiente un periodo de floración más compacto. El despunte no produjo diferencia alguna ( $P > .05$ ), lo cual sugiere que esta práctica se puede suprimir cuando se aplique CH para estimular brotación.

**Palabras clave:** Manzano, *Malus malus*, Cianamida hidrogenada, compensador de horas frío.

### ABSTRACT

The chilling requirements for apple tree cv. Rome beauty Lawspar are in the order of 1200 hours. These high requirements reduce bud burst and delay blooming time, which may be a positive effect avoiding late frost problems, but lowering yield per tree given low bud burst (16%). In order to get an alternative to this problem, an experiment was undertaken during the winter period of 1989-1990 and the spring of 1990 at the Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro Fruit Plant Experimental Station "Los Lirios", at the Sierra de Arteaga, state of Coahuila, Mexico. It was designed to test the effectiveness of hydrogen cyanamid (HC) to overcome the problem; the traits were five HC concentrations (1,2,3,4 and 5 %), and No-HC as the control, combined with cutting back and no pruning. The results indicated traits differences ( $P < .01$ ) in 2 and 3 years old woody branches although the response among doses was similar; the 1% treatment induced the highest bud burst with 64.5%. For all HC traits bud burst was more uniform, suggesting that blooming time can also be uniform. The cutting back and pruning showed no effects. From these results can be stated that HC was sufficient to improved bud burst.

**Key words:** Apple tree, *Malus malus*, hydrogen cyanamid, chilling requirements.

### INTRODUCCIÓN

En México se cultivan 66,352 ha de manzano (*Malus x doméstica* Bork). Las entidades federativas con mayor producción son Chihuahua, Durango, Coahuila y Zacatecas (UNIFRUT, 1990). Las variedades establecidas en orden de importancia, son Golden delicious, Red delicious y Rome beauty.

La variedad Rome beauty es el frutal de mayores requerimientos de horas frío, ya que necesita de 1200 para obtener una buena brotación y por ende, una buena producción (De Ravel, 1970). Esta variedad se cultiva en las zonas productoras de Chihuahua y Coahuila, regiones donde puede presentarse heladas al principio de la Primavera (heladas tardías). La combinación de estas condiciones permiten que Rome beauty pueda escapar a las últimas heladas (Reyes, 1979) ya que comúnmente florece entre los meses de abril y mayo.

La Rome beauty del tipo Lawspur presenta retrasos en la floración y tiende a producir en forma lateral, lo cual aumenta las expectativas de rendimiento en comparación con Rome beauty estándar. Estas dos características la sitúan como una variedad de amplio futuro en las zonas donde actualmente se produce (Hilltop, 1986).

En la Sierra de Arteaga, Coah., se observa un promedio de 800-1000 unidades frío acumuladas (Del Real, 1982); con esta condición se esperaría una brotación reducida pero económicamente aceptable; sin embargo, se ha observado que la brotación y floración de la Rome beauty en la región señalada, se ubica en el reducido intervalo de 10 a 15 por ciento (Cervantes, 1990).

En zonas productoras con faltantes de horas frío, durante las últimas cuatro décadas, se han utilizado reguladores de crecimiento sobre el manzano (Erez, 1987). En México, a estos reguladores se les denomina compensadores de frío, ya que de alguna forma compensan el frío que el árbol no acumuló en forma física. Uno de los productos que se ha utilizado es la Cianamida hidrogenada (Reyes, 1992). Este compensador de frío actúa de tal modo que incrementa la brotación y provoca una floración uniforme, en dosis de 2 ó 2.5% (Petri, 1988; Thomson, 1988).

El objetivo del presente trabajo es medir la efectividad de la Cianamida hidrogenada como compensador de frío, en cinco concentraciones, buscando la dosis óptima, y combinándola con la práctica de despunte.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo durante los años de 1989-1990, en el campo experimental "Los Lirios", propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el cual se encuentra ubicado a 2 km al sur del poblado Los Lirios, municipio de Arteaga, Coah. Dicho campo se localiza a los 25° 23' longitud Norte y 100° 04' latitud Oeste y una altura de 2200 m.

El clima, según la clasificación de García de Miranda (1981) corresponde a uno semiseco, invierno benigno; la precipitación media anual de 352 mm y la temperatura mínima oscila entre los 3 y 5°C bajo cero, con una media anual de 13.8°C. Se utilizaron árboles de tres años de edad, de la variedad Rome beauty Lawspur; el diseño experimental aplicado fue un bloque al azar, en el cual la estratificación fue respecto a vigor y altura de los árboles; la unidad experimental fue de un árbol, cinco repeticiones por tratamiento.

Se utilizó Cianamida hidrogenada, la cual tiene la presentación comercial denominada Dormex, que contiene 49% del ingrediente activo. Las dosis del producto comercial utilizadas fueron de 1,2,3,4 y 5%. En todas las presentaciones se agregó el adherente Bionex (1 cc L<sup>-1</sup> de agua). El segundo factor evaluado fue el despunte, para lo cual, dentro de cada árbol, se practicaron cortes a 5 cm en cinco ramas, dejando intactas a otras cinco.

Los datos obtenidos fueron el porcentaje y dinámica de brotación en madera de 1,2 y 3 años, respectivamente, tanto en ramas despuntadas como en no despuntadas. La dinámica de brotación se evaluó cada 15 días a partir de yemas plateadas, hasta que se detectó que los brotes anuales no crecían más, lo cual se observó el 12 de junio.

El método de evaluación de horas frío utilizado fue el Damota (citado por Ruck, 1975) que consiste en la aplicación de la ecuación:  $Y=485.1-28.5 Xi$ , en la cual Y corresponde a horas frío acumuladas y Xi es la temperatura media mensual. El cálculo del frío acumulado se contabilizó durante los meses de noviembre y diciembre de 1989, enero y febrero de 1990. La fuente de datos utilizada fue el registro diario de las temperaturas mínimas y máximas de la caseta meteorológica ubicada en el mismo campo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de la Cianamida hidrogenada (CH) en la brotación de madera de dos y tres años resultó positivo ( $P<.01$ ). La comparación de medias (Duncan,  $\alpha=0.05$ ) permitió observar que todos los tratamientos con CH son estadísticamente iguales pero diferentes al testigo (Se muestra solamente Fig. 1 por la similitud de los resultados). Este aspecto, en el caso de madera de dos años, fue similar al obtenido en el cultivar Fuji bajo condiciones de Brasil y Perú (Petri, 1981; Thornton, 1988).

La falta de respuesta a CH observada en madera de un año es difícil de interpretar, ya que en variedades como la Golden y Red delicious la brotación auspiciada por este compensador de frío es más alta en madera de un año (González, 1972). Es probable que en la variedad Rome beauty Lawspur, la madera de un año requiera de mayores dosis de Cianamida y aplicaciones con un mes antes de brotación, pues se ha observado en trabajos similares que dosis de 3 a 5% propiciaron incrementos en 20% de brotación (Cervantes, 1990).

Uno de los aspectos interesantes a subrayar (Figura 1) es que en la dosis de 1% en ramas no despuntadas se detectó la más alta brotación (64.5%), superior a la dosis más alta en 13%. La posible explicación de que no se observara un incremento en brotación de acuerdo a dosis como normalmente ocurre (González, 1991), es que la aplicación de la CH se hizo en el momento previo a la brotación. La indicación que la dosis de 1% fue la mejor se debe a que la aplicación del producto se realizó con el criterio de 15 días antes de brotación, cuando la planta se estaba preparando para brotar, lo cual se asocia con un incremento en el nivel de respiración de las yemas (Wang y Faust, 1988), considerando por ello que el producto actuó en el momento fisiológico adecuado.

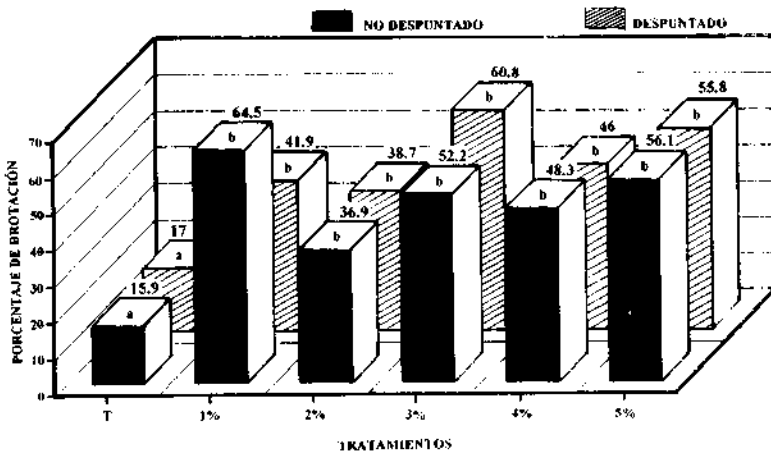


Figura 1. Efecto de las diferentes dosis de dormex y el despunte en madera de 2 años (columnas con la misma letra son iguales estadísticamente).

La aplicación de la Cianamida hidrogenada cerca de la fecha de brotación (estado de puntas plateadas) es importante, ya que si se aplica al mes o antes, la brotación tiende a adelantarse con la posible consecuencia de una helada tardía durante floración (González, 1991).

La dinámica de brotación (Núm. de yemas abiertas en función de fecha) fue más rápida en los árboles tratados con Cianamida (Fig.2), ya que para el 8 de mayo (se inició el 1° de mayo) los tratamientos presentaban una brotación de 15 a 25% mientras que el testigo sólo tenía 3%. Este aspecto es muy importante desde el punto de vista productivo, pues al aumentar la velocidad de brotación se hace más compacto el periodo de floración, lo cual aumenta las posibilidades de polinización (Reyes, 1977).

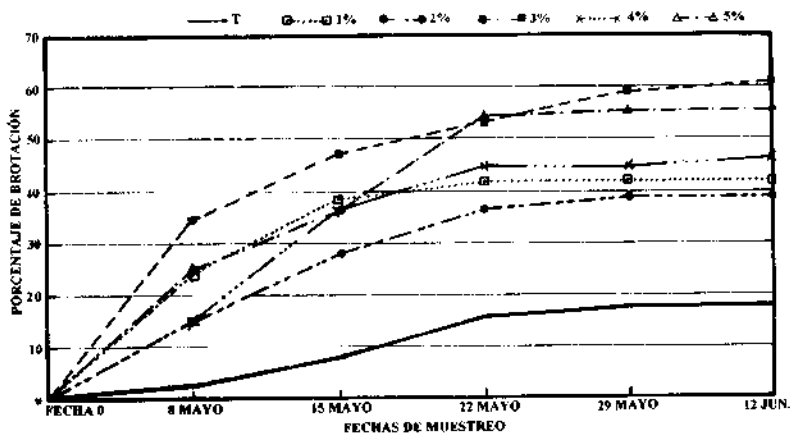


Figura 2. Dinámica de brotación durante diferentes fechas (madera de dos años).

Durante el tiempo previo a la aplicación del compensador (nov., dic., ene, feb.) se acumularon 848 horas frío; la mayor acumulación ocurrió durante el mes de enero (Fig. 3).

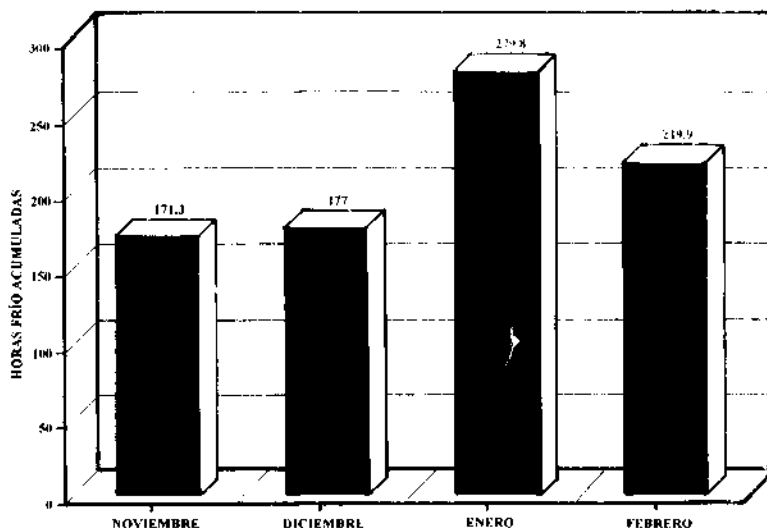


Figura 3. Acumulación de horas frío durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.

La brotación en los árboles testigos fue de 15.9% y 17% en los casos de no-despunte y despuntado, respectivamente (Fig.1) el cual es muy bajo si se considera que el mínimo comercial es de 60%, y que durante el invierno previo se acumuló el 70.6% del frío que requiere esa variedad. Esta baja brotación puede explicarse señalando la calidad del frío acumulado, ya que en la Sierra de Arteaga se presentan temperaturas bajas durante la noche, inclusive menores de 0°, mientras que durante el día se tienen temperaturas altas hasta de 20°C (Reyes, 1976), lo cual causa que se reste el frío acumulado durante la noche. Richardson *et al.* (1974) establecen que temperaturas arriba de 16°C reducen las horas frío acumuladas, razón por la cual sugiere que aunque se detecte alta acumulación de horas frío, se aplique Cianamida hidrogenada para asegurar brotación adecuada.

El análisis de varianza del despunte y el no-despunte permitió concluir ( $P > .05$ ) sobre la ineficacia de esta práctica. En la Figura 4 puede apreciarse que el número de yemas estimuladas a brotar entre tratamientos fue muy similar. Estos resultados se cotejaron al contabilizarse el total de las yemas de todos los tratamientos despuntados y no-despuntados (Figura 5). Se encontró, inclusive mucha similitud entre ambos tratamientos en el número de yemas brotadas, que fueron 397 y 384, respectivamente.

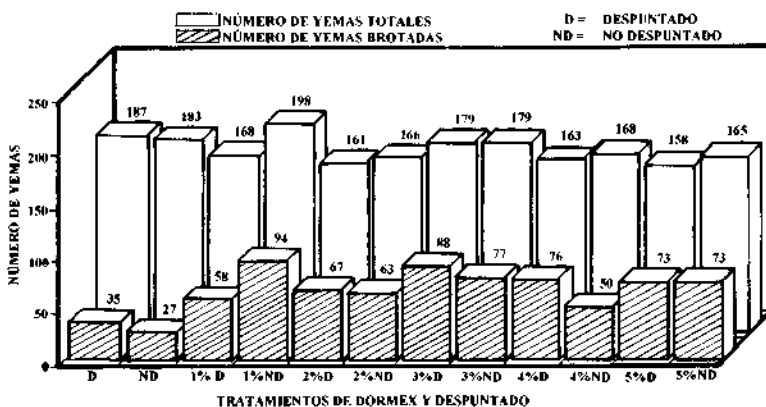


Figura 4. Efecto de las diferentes dosis de dormex en el despunte en el número de yemas brotadas.

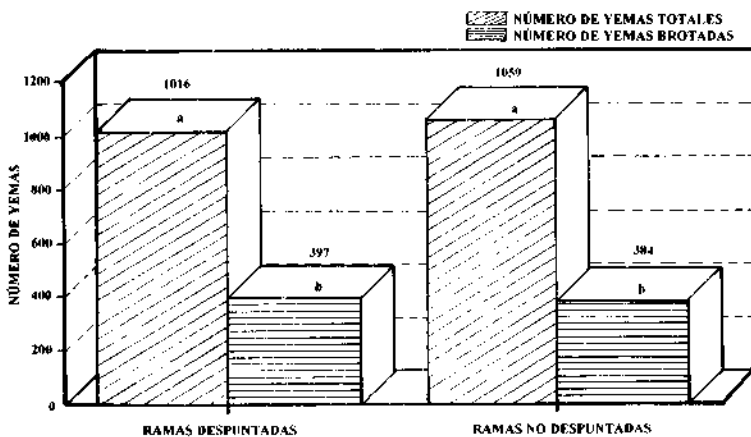


Figura 5. Efecto del despunte y el no despunte en el número de yemas brotadas (Columnas con la misma letra son iguales estadísticamente).

La carencia de efectos del despunte tiene implicaciones económico-reproductivas relevantes, básicamente en cuanto a la entrada a producción y carga de fruta en el árbol, por la siguiente razón: la poda de despunte se efectúa con el propósito de inhibir la dominancia apical y estimular la brotación lateral (Martín, 1987); por lo tanto, al brotar las yemas laterales por efecto del despunte, se activa el vigor de la planta, o sea, se estimula el crecimiento de brotes vegetativos; éstos a su vez, reducen la diferenciación floral, reduciendo en consecuencia a la proporción de yemas florales el año siguiente (Brunner, 1990). En contraparte, cuando no se despunta, las yemas que brotan tenderán a diferenciarse, lo cual provoca que el árbol cargue más fruta o que los árboles jóvenes entren anticipadamente a producir.

### CONCLUSIONES

La brotación se incrementó significativamente con aplicaciones de Cianamida hidrogenada (CH). La dosis de 1% aplicada 15 días antes de iniciar floración, fue la que mayor respuesta tuvo propiciando 64.5% de brotación, casi tres veces más que el testigo. La poda de despunte no resulta necesaria si se aplica CH para estimular la brotación.

### LITERATURA CITADA

- Brunner, T. 1990. Physiological fruit tree training for intensive growing. Akadémiai Kiadó, Budapest. p45.
- Cervantes G., J.N. 1990. Efecto de la Cianamida hidrogenada en la brotación del manzano cv. Rome beauty. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila, México. 44p.
- De Ravel, G.D. 1970. Variedades Mexicanas de Manzano. De. Oikos-tav. 91p.
- Del Real L.,J.I. 1982. Métodos de evaluación del periodo de descanso en manzano bajo las condiciones de Arteaga Coah. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila. México. 92p.
- Erez, A. 1987. Chemical control of budbreak. Hort. Science. 22:1240-1243.

- García de Miranda, E. 1981 Modificadores al sistema de clasificación climática de Koeppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) Offnet Larios, S.A. 105p. México.
- González Y., A.C. 1972. Control de los efectos de los inviernos benignos en manzano (*Malus silvestris* Mill) para la región de Navidad, N.L. Tesis Licenciatura. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, Nuevo León. México. 89p.
- González M.,H. 1991. Dosis y tiempo de aplicación de la Cianamida hidrogenada en manzano, en los cultivares Golden y Red delicious. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 26p.
- Hilltop. 1986. Orchard and Nurseries Inc. Catalog and Handbook. Yakima, Wa. 47p.
- Martín, G.G. 1987. Apical dominance, mechanisms of rest and dormancy. XXII Int. Hort.Cog. Davis, CA. Am. Soc. Hort. Sci. 22:833-844.
- Pretri, J.C. 1988. Quebra de dominancia en maceieras. Informe Investigación S.K.W. Trostbarg. Alemania. 26p.
- Reyes L., A. 1976. Uso de un sistema de enfriamiento por evaporación de agua en el cultivo de manzano (*Malus silvestris* Mill.) en la sierra de Artega, Coah. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 70p.
- Reyes L., A. 1977. Informe técnico de investigación de frutales. Campo Agrícola Experimental Sierra de Chihuahua. INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas) México. 94 p.
- Reyes L., A. 1992. Primer Simposium técnico de manejo de frutales caducifolios para la producción fuera de temporada. Asociación de Productores de Durazno del estado de Michoacán. Morelia, Michoacán. México. p4.
- Richardson, A.E., S.D. Seeley, D.R. Walker. 1974. A model for estimating of rest for Red haven and Elberta peach trees. Hort. Sci. 9(4):331-332.

- Ruck, H.C: 1975. Deciduous fruit tree cultivars for tropical and sub-tropical regions. FAO. Commonwealth Agricultural Bureaux. England. p 90.
- Thornton, J. 1988. First experience in Peru with Hydrogen Cyanamide (Dormex) in apples, *Acta Horticulturae*. (232) 116.
- UNIFRUT. 1990. Situación actual y perspectivas de la fruticultura nacional Confederación Nacional de Fruticultura. Chihuahua, Chih. México. 105p.
- Wang, S.Y., M. Faust. 1988. Metabolic activities during dormancy and blooming of deciduous fruit tree. *Israel J. Bot.* 3:227-243.

**NEMÁTODOS ASOCIADOS A LA VID EN BUENAVISTA, SALTILLO,  
COAHUILA, MÉXICO**

**NEMATODES IN A VINEYARD LOCATED AT BUENAVISTA, SALTILLO,  
COAHUILA, MEXICO**

Melchor Cepeda Siller,  
José Luis Villegas Salas,  
Zamela Alonso Corona,  
Humberto I. Macías Hernández  
Departamento de Parasitología,  
Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro.  
25315 Buenavista,  
Saltillo, Coahuila, México.

**RESUMEN**

Con la finalidad de determinar los nemátodos asociados a distintas variedades de vid (*Vitis vinifera* L.), plantadas en huertos del Campo Experimental El Bajío de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se practicaron muestreos en sitios de 18 variedades de vid para vino y 17 para mesa. Los géneros *Rhabditis*, *Xiphinema*, *Aphelenchoides*, *Rotylenchus*, *Helicotylenchus* y *Dorylaimus* fueron los que se presentaron con mayor frecuencia en las variedades para vino Rubi-red, Sauvignon Vert, Grenache, Tinta Cao y Tinta Madeira. Los nemátodos *Rotylenchus*, *Rhabditis*, *Xiphinema*, *Ditylenchus*, *Aphelenchus* y *Helicotylenchus* fueron los géneros presentes en las variedades de vid para mesa: Beauty Seedless, Losse Perlette, Berlinkka, Calmeira V-10, Almeira, Black Monukka, Rosa de Perú, Málaga Roja, Exótica y Olivette Blanche.

**Palabras clave:** *Vitis vinifera*, nemátodos, géneros, México.

**ABSTRACT**

A field sampling to determine the genera of nematodes associated to 18 grapevine and 17 table grapes varieties in a phenologic vineyard (*Vitis vinifera* L.) located at El Bajío, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Mexico. The genera *Rhabditis*, *Xiphinema*, *Aphelenchoides*, *Rotylenchus*,

*Helicotylenchus* and *Dorylaimus* were the ones with higher frequencies in the wine varieties Rubi-red, Souvingnon Vert, Grenache, Tinta Cao and Tinta Madeira; whereas, the nematodes *Rotylenchus*, *Rhabditis*, *Xiphinema*, *Ditylenchus*, *Aphelenchus* and *Helicotylenchus* were present in the table grapes varieties Bauty Seedless, Losse Perlette, Berlínka, Clameira V-10, Almeira, Black Monukka, Rosa de Peru, Malaga Roja, Exotica and Olivette Blanche.

**Key words:** *Vitis Vinifera*, nematodes, genera, Mexico.

## INTRODUCCIÓN

La vid en México, con fines comerciales, alcanza notoriedad a partir de 1945; las principales zonas productoras se localizan en Sonora, Aguascalientes, Comarca Lagunera, Baja California, Parras, Coah., Delicias, Chih. y Guanajuato. El consumo de los racimos es como fruta de temporada, uva pasa y, mayormente, para la elaboración de vinos.

Los nemátodos fitoparásitos son plagas que afectan el desarrollo de la vid; el daño directo ocurre en el sistema radical de las plantas por la inyección de secreciones salivales, incluyendo encimas, que produce el animal mientras se alimenta. Esta situación afecta de modo tal a la planta que le produce la muerte o debilitamiento de yemas y puntas de raíz, formación de lesiones y degradación de tejidos, todo esto con o sin la ayuda de metabólicos tóxicos en el sistema (Agrios, 1985).

Los nemátodos detectados en vid corresponden, en su mayoría, a los géneros *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Tylenchulus*, *Criconemoides*, *Pratylenchus*, *Xiphinema* y *Trichodorus*; unos ectoparásitos y otros endoparásitos, pero todos producen un daño específico y de diferente magnitud de acuerdo a la variedad afectada, e.g. la var. Thompson Seedless que es grandemente dañada por especies del nemátodo de los nódulos *Meloidogyne*.

Los nemátodos parásitos dañan a las plantas al alimentarse sobre o dentro de las raíces, lo cual inhibe el crecimiento y desarrollo normal del sistema radical, afectando así la absorción de agua y nutrimentos por la planta.

En los viñedos de la costa de Hermosillo, Son., Lee (1969) encontró los géneros asociados *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Xiphinema*, *Dorylaimus*, *Aphelenchoides*, *Trichodorus*, *Aphelenchus*, *Tylenchus* y *Longidorus*. Para la misma costa de Hermosillo, Ramírez y Jiménez (1987) listan 14 géneros de nemátodos asociados a la vid, destacando la frecuencia de *Meloidogyne* y

*Xiphinema*. Por su parte, Christie (1976) menciona que los nemátodos que afectan a la vid son especies de los géneros *Pratylenchus*, *Tylenchus* y *Xiphinema*.

Arias (1992) informa de investigaciones realizadas en las regiones productoras de vid en España, identificando 37 especies de nemátodos asociados; los endoparásitos sedentarios más frecuentes son: *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita*, *M. thamesi*; los endoparásitos migratorios: *Pratylenchus penetrans* y *P. vulnus*; semiendoparásitos: *Rotylenchulus reniformis* y *Tylenchus semipenetrans*; ectoparasitos sedentarios: *Macroposthonia xenoplax*, *Gracilacus peratica* y *Pratylenchus spp.*; y los ectoparásitos migratorios, especialmente los transmisores de virus, *Xiphinema index* y *X. italicae*.

En este trabajo se presenta la identificación de géneros de nemátodos encontrados asociados a variedades de vid en el huerto fenológico establecido en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), punto geográfico situado a 25°22'41" latitud Norte y 101°00'00" longitud Oeste.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Con la ayuda de un mapa relativo a la ubicación de las variedades en el viñedo, se procedió a levantar las muestras respectivas, siguiendo técnicas comunes de muestreo en esos casos (Cepeda, 1983); la profundidad de muestreo fue 30 cm, la distancia del tallo a la toma de muestra fue de 30 cm; las muestras obtenidas de una misma variedad se mezclaron y de ésta se reservaron 2 kg en una bolsa de polietileno buscando conservar la humedad del suelo. Las bolsas debidamente etiquetadas se trasladaron al laboratorio de nematología de la UAAAN, cada muestra por variedad fue procesada mediante la técnica de embudo de Baermann propuesta por Barker *et al.* (1969). Los nemátodos obtenidos fueron observados bajo el microscopio estereoscópico y posteriormente al microscopio compuesto para su identificación taxonómica basados en las claves propuestas por Fortuner y Luck (1987).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados pueden agruparse en dos capítulos, uno incluye a los nemátodos asociados a las variedades de uvas para vino, indicando en cada caso la frecuencia que se encontró para cada género (Cuadro 1); el otro incluye los nemátodos asociados a las variedades de uva para mesa (Cuadro 2).

**Cuadro 1. Nemátodos asociados a las variedades de vid para vino. Buenavista, Saltillo, Coah., México, 1992.**

Variedad de vino	Género											Total	%
	Rh	Do	Xi	Mo	Ps	Di	Ty	Ro	He	Ap	Ae		
1. Grenache	*		*		*	*		*	*	*	*	8	73
2. Palomino	*	*						*	*	*	*	6	54
3. Burger	*	*	*					*	*			5	45
4. Tinta Cao	*	*	*		*			*		*	*	7	64
5. Rubi-Red	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	10	91
6. Feher Szagos	*		*	*					*	*		5	45
7. Tinta Madeira	*		*	*	*			*	*	*		7	64
8. Sauvignon Vert	*	*	*	*				*	*	*	*	8	73
9. Colombard	*	*	*		*					*		5	45
10. Souzao			*					*		*		3	27
11. Garignane	*			*				*	*	*		5	45
12. Royalty	*	*	*	*				*	*	*		7	64
13. A. Boucchet	*	*	*		*			*	*	*		7	64
14. Zinfandel	*	*	*		*			*	*			6	54
15. Early Riesling	*				*			*	*	*	*	6	54
16. Salvador	*	*	*			*	*	*		*	*	7	64
17. Chenin Blanc	*	*	*			*	*	*	*	*	*	8	73
Total	16	11	14	5	8	4	3	13	14	14	8		
%	94	65	82	29	47	24	18	76	82	82	47		

Rh=Rhabditis; Do=Doryaimus; Xi=Xiphinema; Mo=Mononchus; Ps=Psilenchus; Di=Ditylenchus; Ty=Tylenchorhynchus; Ro=Rotylenchus; He=Helicotylenchus; Ap=Aphelenchus; Ae=Aphelenchoides.

Los nemátodos detectados en las variedades viníferas pertenecen a una gama de géneros, que incluye nemátodos no parásitos: *Rhabditis*; nemátodos depredadores: *Mononchus*; nemátodos vectores de virus: *Xiphinema*; y los de importancia por su condición parasítica, los géneros *Aphelenchus*, *Ditylenchus*, *Rotylenchus*, *Helicotylenchus* y *Aphelenchoides*.

En los muestreos realizados en las variedades de uva para mesa, también se encontraron nemátodos no parasíticos como *Rhabditis*; depredadores, como *Mononchus*; vectores virales, como *Xiphinema*; y, entre los fitopatogénicos, los géneros *Rotylenchus*, *Ditylenchus*, *Aphelenchus*, *Helicotylenchus*.

**Cuadro 2. Nemátodos asociados a las variedades de vid para mesa. Buenavista, Saltillo, Coah., México, 1992.**

Variedades de mesa	Género										Total	%
	Rh	Do	Xi	Mo	Ps	Di	Ro	He	Ap	Ae		
1. Kivier	*	*	*			*	*		*		6	60
2. Ferlette	*		*		*	*	*		*		6	60
3. Tokay	*	*	*			*	*		*		6	60
4. Almeira	*	*			*	*	*	*	*	*	8	80
5. Beauty Seedless	*	*	*		*	*	*	*	*	*	9	90
6. Losse Perlette	*	*	*		*	*	*	*	*	*	9	90
7. Black-Rose	*		*			*	*	*	*		6	60
8. Italia	*		*				*	*		*	5	50
9. Malaga Roja	*		*			*	*		*	*	6	60
10. Berlinkka	*	*	*		*	*	*		*	*	8	80
11. Exótica	*	*	*			*	*	*	*	*	8	80
12. Black Monukka	*		*			*	*	*	*		6	60
13. Cardinal	*	*	*			*	*	*	*	*	8	80
14. Thompson Seedless	*		*			*	*		*	*	6	60
15. Olivette Blache	*	*				*	*	*	*		6	60
16. Calmeira V-10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10	100
17. Rosa de Perú	*		*		*	*	*	*	*	*	8	80
18. Early Muscat	*	*	*		*	*	*	*			7	70
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>11</b>		
<b>%</b>	<b>100</b>	<b>61.1</b>	<b>89</b>	<b>6</b>	<b>44</b>	<b>94</b>	<b>100</b>	<b>66.6</b>	<b>88</b>	<b>61</b>		

Rh=Rhabditis; Do=Dorylaimus; Xi=Xiphinema; Mo=Mononchus; Ps=Psilenchus; Di=Ditylenchus;; Ro=Rotylenchus; He=Helicotylenchus; Ap=Aphelenchus; Ae=Aphelenchoides.

### CONCLUSIONES

Los géneros de nemátodos detectados en el huerto fenológico de la UAAAN en vides vinateras fueron: *Rhabditis*, *Xiphinema*, *Aphelenchus*, *Rotylenchus*, *Helicotylenchus* y *Dorylaimus*. Las variedades más infestadas fueron: Rubi-red, Sauvignon Vert, Grenache, Tinta Cao, Tinta Madeira. En cuanto a los nemátodos de mayor frecuencia en las variedades de uvas para mesa fueron: *Rotylenchus*, *Rhabditis*, *Xiphinema*, *Ditylenchus*, *Aphelenchus* y

*Helicotylenchus*, en las variedades Bauty Seedless, Losse Perlette, Berlinkka, Calmeira V-10, Almeira, Black Monukka, Rosa de Perú, Málaga Roja, Exótica y Olivette Blanche.

### LITERATURA CITADA

- Agrios N., G. 1985. Fitopatología. 1a. Edición. Ed. Limusa. México, D.F.
- Arias, M. 1992. Los nemátodos en vid. Resúmenes de la XXIV Reunión Anual de ONTA. Lanzarote, Islas Canarias, España, p117.
- Barker, K.R., C. J. Nausbaum, L.A. Nelson. 1969. Seasonal population dynamics of selected plants-parasitic nematodes as measured by Therre extraction procedures. J. Nematology 1(3): 232-239.
- Cepeda, S., M. 1983. Prácticas de Nematología Agrícola. Boletín núm. 4. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. 32p.
- Christie, J.R. 1976. Nemátodos de los Vegetales, su Ecología y Control. Ed. Limusa. México, D.F. 275 pp.
- Fortuner, R., Michel Luck. 1987. A reappraisal of *Tylenchina* (Nemata). Chap.6. The family Belonolaimidae Whitehead, 1960. Revue Nematol. 10(2): 183-202.
- Lee, R., 1969. Muestras de viñedos de la región de Hermosillo para la determinación del nemátodo *Xiphinema index* Thome y Allen, vector de la virosis de la vid "hoja de abanico". Tesis Licenciatura. Escuela de Agricultura, Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.
- Ramírez A., J.A., M. Jiménez L. 1987. Identificación y cuantificación de nemátodos fitoparásitos asociados a la vid en la costa de Hermosillo, Sonora. XIV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, Morelia, Michoacán, México. p134.

## ESTIMACIÓN DE HETEROSIS Y COEFICIENTES DE SENDERO PARA RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN ARROZ

### HETEROSIS AND PATH ANALYSIS FOR YIELD AND ITS COMPONENTS IN RICE

Fermín Orona Castro<sup>1</sup>,  
Fernando Borrego Escalante<sup>2</sup>,  
Sergio A. Rodríguez Herrera<sup>2</sup>,  
Leonardo Hernández Aragón<sup>1</sup>,  
Sathyanarayanaiah Kuruvadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Investigadores del Programa de Arroz. Campo Experimental Zacatepec, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Zacatepec, Morelos. México.

<sup>2</sup>Programa de Posgrado en Fitomejoramiento. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 25315 Buenavista, Sotillo, Coahuila. México.

#### RESUMEN

En el ciclo primavera-verano de 1993, se establecieron 27 genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo condiciones de riego-transplante en el Campo Experimental de Zacatepec, Morelos. Con los objetivos de evaluar la variabilidad de 14 caracteres cuantitativos, estimar tres diferentes formas de heterosis, comparar correlaciones fenotípicas y cálculos sobre coeficientes de sendero. Los análisis de varianza realizados a progenitores, híbridos y al grupo formado por ambos tipos de genotipos mostraron diferencias ( $P < .05$ ) para todas las características evaluadas: longitud de panícula, número de panículas por planta, peso de panículas por planta, número de granos por panícula, número de granos llenos, peso de mil granos, altura de planta y días a madurez. Los progenitores RHS 852 y Morelos A-92 exhibieron los más altos rendimientos de grano, y las F1 de las cruces (Champlotón A-80 x Morelos A-92) y (Sureste A-90 x CAEZ 118) fueron los híbridos más rendidores. Se observó heterosis positiva significativa en los híbridos (Champlotón A-80 x Morelos A-92) y (RHS 883 x Chiapas A-84); la heterobeliosis positiva únicamente la mostró la segunda cruce. Se observaron correlaciones positivas ( $P < .05$ ) entre rendimiento y caracteres como: días a madurez, número de tallos y panículas por planta, peso de panículas por planta, peso de granos por panícula, número de granos y granos llenos por panícula.

El número de tallos por planta manifestó el mayor efecto directo hacia el rendimiento en el análisis de sendero realizado a los 27 genotipos, no así en los híbridos por separado, donde el número de panículas mostró los efectos directos e indirectos más altos. Se observaron diferencias significativas entre los progenitores e híbridos, aunque los más rendidores de éstos fueron estadísticamente iguales a los progenitores que manifestaron los más altos rendimientos.

**Palabras clave:** *Oryza sativa* L., híbridos, heterobeltiosis, correlaciones fenotípicas.

### ABSTRACT

An assay to evaluate the performance of 27 genotypes of rice (*Oryza sativa* L.) under irrigation conditions was undertaken at Zacatepec state of Morelos in Central-South Mexico, during spring-summer, 1993. The objectives of this work were: 1) to evaluate variability in quantitative traits; 2) to estimate three kinds of heterosis; and 3) to compare phenotypic correlations and path analysis. The parental, hybrids and group of genotypes analysis of variance showed statistical differences for practically all traits but mainly yield, panicle length, plant height, days to maturity, numbers of panicles per plant, grains per panicle, whole grains and weight of thousand grains. The genotype with highest yield were RHS 852, Morelos A-92 and crosses (Champton A-80 x Morelos A-92) and (Sureste A-90 x CAEZ 118). A true positive heterosis was documented for hybrids (Champton A-80 x Morelos A-92) and (RHS 883 x Chiapas A-84); positive heterobeltiosis was only shown in the last cross. Positive correlations were observed among yield and the others main traits listed above. The number stems per plant had the highest direct effect for yield when path analysis was carried on the 27 genotypes but it was the trait number of panicle per plant the main character for direct and indirect effects for individual hybrids. True differences were detected between parents and hybrids although these were not superior in grain yield than the best parent.

**key words:** *Oryza sativa* L., hybrids, heterobeltiosis, phenotypic correlations.

## INTRODUCCIÓN

En México, el arroz es uno de los granos básicos alimenticios de su población; esta gramínea ocupa el cuarto lugar, después del maíz, trigo y frijol, tanto en superficie como en volumen de producción.

La importancia social y económica de este cultivo en el país se refleja en las estadísticas de 1992, que señala 111,000 ha cultivadas, de las cuales 79,000 fueron bajo sistema de riego y 22,000 en condiciones de temporal; la media de rendimiento fue de 4.2 t ha<sup>-1</sup> (SARH, 1992). Se estima que cerca de doce millones de personas dependen económicamente en forma directa o indirecta del arroz, a través de la mano de obra que ocupa el cultivo en el campo, así como en el proceso de molienda en la industria de la transformación.

En la República Mexicana, el cultivo del arroz tiene una amplia distribución, gran parte de las tierras dedicadas a la producción se encuentran en los estados costeros; por el Océano Pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas, por el Golfo de México desde Tamaulipas hasta Quintana Roo. Otros estados productores de este cereal son San Luis Potosí en el Noreste y Morelos, Puebla y México en el Centro.

Los progresos alcanzados en el mejoramiento genético del arroz en México, antes del período 1988-1994, se habían logrado básicamente con la introducción, selección e hibridación de genotipos aceptables, para lo cual había sido considerado su rendimiento, tipo de planta moderno, y grano con buena calidad industrial y culinaria, caracteres básicos en las distintas zonas de producción de este cereal en el país; de igual forma, se han tomado en cuenta el número de tallos, longitud de panícula, tamaño y forma del grano, la reacción a enfermedades, etc. Actualmente, estos caracteres han estado vigentes para la selección de las mejores variedades, considerando éstas de acuerdo a su índice de cosecha. La mayoría de las variedades generadas a la fecha, se han liberado tomando en cuenta los parámetros anteriores, donde los fitomejoradores han tenido éxito.

No obstante lo anterior, en México existe poca información sobre aspectos de estimación de diferentes formas de heterosis en arroz, originada de cruces que involucren variedades mexicanas con variedades del International Rice Research Institute (IRRI) con sede en Filipinas, o del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) con sede en Colombia. Por lo tanto, a través de esta investigación se evaluaron trece variedades, doce híbridos directos y dos variedades locales de arroz. Bajo las siguientes hipótesis: 1) Existe variabilidad en las diferentes

características cuantitativas de progenitores e híbridos; 2) Existe heterosis para diferentes características agronómicas en cruzamientos entre progenitores; 3) Existen correlaciones positivas y significativas entre diferentes características agronómicas de progenitores y sus híbridos; 4) Existe similitud entre los componentes del rendimiento en los progenitores e híbridos de cruzamientos en este cereal.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó durante el ciclo primavera-verano de 1993, bajo condiciones de riego, en el Campo Experimental del Centro de Investigaciones de la Región Centro del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (CIRCE-INIFAP) sita en Zacatepec, Morelos.

Los genotipos que se incluyeron en esta investigación fueron proporcionados por la sección de Mejoramiento Genético de Arroz del Programa Arroz de dicho campo, los cuales consistieron de trece progenitores, doce híbridos directos y dos líneas avanzadas de riego que fueron utilizadas como testigo (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Relación de materiales genéticos de arroz incluídos en este trabajo.**

Variedades y Líneas	Híbridos
1. Champotón A-80	16. Champotón A-80 x Morelos A-92
2. Morelos A-92	17. Amistad 82 x CAEZ 113
3. Amistad 82	18. Sureste A-90 x CAEZ 118
4. CAEZ 113	19. RHS 883 x CAEZ 115
5. CAEZ 115	20. RHS 852 x CAEZ 118
6. CAEZ 118	21. RHS 901 x CAEZ 118
7. Culiacán A-82	22. RHS 810 x CAEZ 113
8. RHS 810	23. RHS 810 x CAEZ 118
9. RHS 852	24. Amistad 82 x RHS 852
10. RHS 883	25. RHS 852 x CAEZ 113
11. RHS 901	26. Culiacán A-82 x Chiapas A-84
12. Sureste A-90	27. RHS 883 x Chiapas A-84
13. Chiapas A-84	
14. CAEZ 401-111-84 (t)	
15. CAEZ 433-211-2-84 (t)	

(t)=testigo.

Los materiales fueron sembrados en almácigos el 19 de Marzo, 1993, continuándose con las fertilizaciones en esta etapa de plántula hasta su trasplante, el cual se realizó a 25 días de edad de las plántulas, colocándoles en surcos de 3 m cada 25 cm y con una separación de 30 cm entre hileras.

Durante el ciclo vegetativo de los genotipos en estudio, se llevaron a cabo las prácticas de control de malezas, fertilización y manejo del agua de acuerdo a las recomendaciones del campo experimental "Zacatepec", hasta llegar a su madurez fisiológica, previa a la fase de cosecha.

La cosecha se realizó a los 160 días después de siembra de la semilla en los almácigos y a los 135 días después del trasplante.

El experimento fue establecido bajo el diseño experimental de bloques al azar con dos repeticiones. La unidad experimental la constituyó un surco de 3 m de longitud separado 30 cm de los demás surcos, pero la unidad experimental útil estuvo constituida por cinco plantas en cada genotipo.

Las variables evaluadas fueron: días a floración (DFL), días a madurez (DMZ), número de tallos por planta (NTP), número de panículas por planta (NPP), altura de planta (AP), longitud de panícula (LP), peso de panícula por planta (PPP), peso de grano por parcela (PGP), peso de grano por panícula (PGE), número de granos por panícula (NGP), número de granos llenos por panícula (NGLL), número de granos vanos por panícula (NGV), peso de 1000 granos (PMG), rendimiento por planta (Rend).

Se realizaron los siguientes análisis de varianza (ANVA): ANVA general de rendimiento para progenitores e híbridos, ANVA para 14 caracteres de los progenitores, ANVA para los 14 caracteres de los híbridos; además de estimación de heterosis, heterobeltiosis y heterosis útil para los híbridos con base en una variedad de riego y otra de temporal.

Con el fin de determinar el grado de asociación entre las diferentes variables bajo estudio, se estimaron coeficientes de correlación simple.

Se realizó un análisis de coeficientes de sendero mediante la metodología propuesta por Dewey y Lu (1959).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de los ANVA, tanto para Rendimiento ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ) como las otras 14 características evaluadas, mostraron diferencias estadísticas ( $P < .01$ ). Lo primero era de esperarse debido a la amplia diversidad genética y procedencia geográfica de los progenitores, ya que se incluyeron líneas avanzadas generadas para resistencia horizontal a *Pyricularia* y sequía, variedades liberadas para condiciones de riego, así como para condiciones de temporal, diferentes ciclos vegetativos y tipos (porte) de planta, variedades originadas en diferentes partes del país y en el extranjero.

De lo anterior se deriva la identificación de varios genotipos promisorios para hibridación y selección, materiales superiores para explotarse bajo riego, temporal o ambas condiciones. Es conveniente señalar que no obstante lo encontrado en los análisis, existe la posibilidad de la influencia de factores no controlados sobre las variables de estudio, esto debido al tipo de diseño utilizado, insuficiente disponibilidad de semilla de los materiales genéticos para más repeticiones y a efectos ambientales ejercidos sobre los caracteres evaluados. A la vez, el sistema de siembra por trasplante pudo haber influido en la no detección de significancia en algunas variables, ya que dentro del terreno las condiciones de siembra son heterogéneas.

En la comparación de medias generales, principalmente en Rend, se observó que los progenitores presentaron diferencias muy significativas; esta comparación resulta importante pues los genotipos seleccionados no poseen el mismo orden de importancia. En relación al rendimiento de los híbridos, las diferencias muy contrastantes se originaron en parte por esterilidad de panículas, situación atribuible al gran crecimiento de los híbridos, cuya energía la ocuparon en desarrollarse vegetativamente y no en llenado de grano; asimismo, las diferencias contrastantes en PMG observadas en los genotipos menos rendidores, se atribuye al tamaño del grano, pues en estos casos el tipo de grano es alargado extra-grande y de peso superior al de aquéllos que mostraron mayor cantidad de granos llenos pero de grano alargado-mediano.

Los cálculos de heterosis para Rend (Cuadro 2) indican que únicamente dos híbridos, F1 de las cruzas (Champotón A-80 x Morelos A-92) y (RHS 883 x Chiapas A-84) tuvieron valor positivo y donde el incremento en el rendimiento puede ser atribuido a la heterosis positiva mostrada en las variables: NTP, NPP, PGP, y NGLL y a una reducción o heterosis negativa en altura de planta. La falta de heterosis positiva en la mayoría de los híbridos es atribuido a la alta esterilidad de las panículas y al bajo peso de las mismas; por otro lado, parece contrastante encontrar heterosis positiva en variables componentes de rendimiento pero

negativa en el rendimiento global, esto es atribuido a la forma y tamaño del grano, como se mencionó anteriormente, ya que algunos materiales tienen tipos de grano alargado grande, con mayor peso.

**Cuadro 2. Comparación de cuatro diferentes tipos de heterosis para rendimiento de híbridos de arroz bajo riego.**

Híbrido	He	Hb	Hu <sup>1</sup>	Hu <sup>2</sup>
Champotón A-80 x Morelos A-92	727a	-1209	-1209	2663
Sureste A-90 x CAEZ 118	-756	-5023	-5023	1151
RHS 883 x Chiapas A-84	2083a	225	-8416	4544

1 = Utilización de una variedad de riego como estimador; 2 = Utilización de una variedad de temporal como estimador; Valor DMS al 0.05 de significancia=2278.5; Híbridos con las mismas literales son estadísticamente iguales. He=Heterosis; Hb=Heterobeltiosis, Hu=Heterosis útil.

Todo esto coincide con lo señalado por varios investigadores como Xu *et al.* (1989) quienes enfatizan que el rendimiento de grano es frecuentemente bajo, por la alta esterilidad de las panículas en los híbridos; Singh y Kumar (1973) citan que el rendimiento de arroz es el producto de número de tallos, número de panículas, porcentaje de granos fértiles y peso del grano, aunque señalan que es esta variable la razón del incremento significativo en el rendimiento, coincidiendo esto con lo reportado por Wong (1982).

La única heterobeltiosis positiva fue la cruce RHS 883 x Chiapas A-84; la explicación a esto es que el rendimiento de la F1 de esta cruce superó al mejor progenitor que fue Chiapas A-84, de quien el híbrido heredó el potencial de rendimiento, aunque de bajo nivel. Por lo anterior, se puede deducir que utilizando esta variedad como progenitor y buscando otra con alto potencial de rendimiento, se podrían obtener buenos resultados, debido a lo observado en número de tallos y número de panículas por planta; también se encontró alta esterilidad en la panícula y el peso de grano por parcela fue el más bajo de los 12 híbridos. Al respecto Reddy y Nerkar (1991) señalan que la heterobeltiosis encontrada por ellos fue muy baja para la longitud de panícula y número de granos llenos por panícula, muy baja y negativa en altura de planta y peso de mil granos, situación que fue encontrada en esta investigación; Tongmin y Xinggui (1991) reportaron un rango de heterobeltiosis en el intervalo 2 a 246%; en este trabajo fue de 225%, situación coincidente.

En heterosis útil estimada sobre una variedad de riego no hubo ningún híbrido que superara a la variedad comercial Morelos A-92, por lo tanto puede definirse que no existió en estos cruzamientos un potencial de rendimiento alto para superar a dicha variedad. Por otro lado, cuando este parámetro se estimó

con una variedad de temporal (Champlotón A-80) la progenie de la cruce (Champlotón A-80 x Morelos A-92) la superó notablemente; en este caso, puede atribuirse al potencial de rendimiento donado por ambos progenitores, pues el rendimiento de F<sub>1</sub> fue estadísticamente igual a los mejores genotipos en estudio.

Referente a la heterosis útil, Sahai *et al.* (1987) citan que observaron heterosis útil en todos los híbridos evaluados en las variables: vigor vegetativo precoz, número de tallos por planta y longitud de panícula, pero fue negativa en días a floración y altura de planta; en rendimiento encontraron 72.5%; asimismo, Virmani y Edwards (1983) citan que estudios realizados en IIRI detectaron 34% de heterosis útil. Algunas de estas situaciones coinciden con los resultados de este trabajo.

En las correlaciones fenotípicas genotípicas y en especial la de rendimiento (Cuadro 3), se observó que no todos los caracteres en este estudio siguen un patrón definido en cada cruce; sin embargo, y considerando las cruces realizadas en el tipo de siembra por transplante, es preciso analizar la altura de planta, puesto que siendo cruces para riego y temporal, ésta es determinante ya que con tanta humedad se observó una tendencia al acame; en este caso, la altura de planta se correlacionó positivamente con el rendimiento en híbridos y en el análisis grupal, ya que en los progenitores la correlación con rendimiento fue negativa. La tendencia en híbridos fue la de mantener altura de planta intermedia, es decir, no igualaron la altura de sus progenitores.

**Cuadro 3. Correlaciones fenotípicas estimadas en 10 características agronómicas con el rendimiento de los progenitores, híbridos y en grupo.**

Variables	Correlaciones con rendimiento		
	Progenitores	Híbridos	Grupos
Días a madurez	0.4254**	0.6139**	0.5849**
Tallos por planta	0.6555**	0.4849**	0.5389**
Paniculas por planta	0.6624**	0.4992**	0.5318**
Altura de planta	0.2276	0.0582	0.2412
Longitud de panícula	-0.7210	0.2063	-0.1418
Peso panícula por planta	0.7129**	0.6767**	0.7674**
Peso grano por panícula	0.7177**	0.6813**	0.7679**
Granos por panícula	0.4681**	0.7853**	0.6741**
Granos llenos	0.5868**	0.7624**	0.7074**
Peso de mil granos	0.4254**	0.5563**	-0.5479**

\*\* significativo al 0.01 de probabilidad.

Por otro lado, y en general para los tres análisis de correlación, el rendimiento fue atribuido a NTP, NPP, PPP, PGE, NGP y NGLL; en peso de mil granos, los tres análisis indican asociación negativa con rendimiento, estos resultados difieren a lo señalado por Suarez *et al.* (1989) quienes citan que el peso de mil granos se relacionó positivamente con el rendimiento; Patnaik *et al.* (1991) señalan que algunos componentes del rendimiento no influyen positivamente en él, cosa que difiere con la mayoría de los investigadores citados y lo encontrado en esta investigación; en este sentido, Ram (1992) reporta que los coeficientes de correlación fenotípica del rendimiento con número de tallos por planta, fue positivo y significativo.

El carácter número de tallos presenta correlación fenotípica con rendimiento en los tres análisis, lo cual indica que es un componente de primer orden en el rendimiento; estos resultados coinciden con lo reportado por Robledo (1989) quien trabajando con maíz en riego y temporal, encontró que los tallos juegan un papel importante como zonas de reserva de la planta.

Si se considera un sistema de transplante comercial, este es realizado de tal forma que las plantas no siguen un patrón definido de plantación por lo que las plantas se colocan aproximadamente entre 25 y 30 cm, pero nunca se tiene una distancia igual, ya que la siembra es al azar; debido a lo anterior se puede establecer que, en realidad, no hay mayor número de tallos a menos que se deje un mayor espaciamiento entre plantas; bajo estas condiciones agronómicas, sí se pueden esperar altos rendimientos.

En términos generales, las correlaciones obtenidas difieren en cuanto a que hayan sido estimadas en diferentes materiales; sin embargo, como ya se mencionó, el carácter número de tallos por planta es una componente importante y constante en los tres análisis realizados; esto asegura que si una selección preliminar se llevara a cabo, se podría iniciar a partir de este carácter hasta que el límite lo imponga la competencia por luz.

De acuerdo con Tusonada (1965) el concepto de "planta tipo" en arroz ha sido puesto en boga por los mejoradores del cereal, entendiéndose como tal a las variedades de porte bajo a intermedio. Este cambio en la arquitectura de las plantas ameritan el conocimiento de la influencia directa o indirecta de los caracteres de la planta y la panícula hacia el rendimiento; este aspecto es de suma importancia en la selección de genotipos para este carácter.

Lo anterior lo proporcionan los coeficientes de sendero; en el presente estudio éstos difieren en relación al tipo de cruza entre los diferentes progenitores, es decir, la influencia de los componentes difieren en intensidad.

En forma general, se encontró que los componentes del rendimiento no siempre tendrán efectos con la misma influencia que su correlación fenotípica con el rendimiento. Esto es explicado por las vías indirectas por las que influye un determinado carácter en el efecto final del rendimiento, y a las correlaciones entre los otros caracteres y el mismo rendimiento.

Mediante la técnica de los coeficientes de sendero (Cuadro 4) se determinó que el número de panículas por planta, número de tallos por planta y peso de granos por panícula, son componentes de primer orden para obtener altos rendimientos, por lo que resulta factible que la selección de genotipos con un potencial de rendimiento alto, podría iniciarse a partir de los caracteres: número de tallos y número de panículas por planta. Al respecto, Calixto *et al.* (1975) reporta que en trigo, también pudo realizarse la selección fenotípica tomando en cuenta como criterio de selección la longitud de espiga; otros componentes principales para incluirse en la selección son: peso de panícula por planta y peso de grano por panícula, esto al finalizar el ciclo del cultivo, dirigiendo la selección hacia potencial de rendimiento. Respecto al análisis de sendero, Zhang (1991) señala que con la utilización de este tipo de análisis pueden desarrollarse nuevos

**Cuadro 4. Análisis de coeficientes de sendero para el rendimiento y sus componentes en 27 genotipos de arroz bajo riego. Zacatepec, Morelos.**

	DMZ	NTP	NPP	AP	LP	PEP	PGE	NGE	NGL	PMG	REND
DMZ	<u>-0.034</u>	0.400	-0.231	0.012	0.006	0.288	0.196	-0.117	0.137	0.028	0.58**
NTP	-0.013	<u>1.075</u>	-0.627	-0.043	0.011	0.063	0.024	-0.047	0.059	0.037	0.54**
NPP	-0.012	1.071	<u>-0.630</u>	-0.043	0.010	0.063	0.024	-0.047	0.058	0.037	0.53**
AP	0.003	-0.336	0.198	<u>0.137</u>	-0.016	0.203	0.068	-0.014	0.021	-0.016	0.24
LP	0.008	-0.473	0.264	0.087	<u>-0.025</u>	0.043	0.015	0.054	-0.073	-0.040	-0.14
PEP	-0.021	0.147	-0.086	0.060	-0.002	<u>0.461</u>	0.155	-0.156	0.167	0.024	0.77**
PGE	-0.021	0.163	-0.096	0.069	-0.002	0.459	<u>0.156</u>	-0.157	0.165	0.024	0.77**
NGE	-0.020	0.258	-0.152	0.009	0.007	0.375	0.126	<u>-0.194</u>	0.219	0.049	0.87**
NGL	-0.020	0.277	-0.161	0.013	0.008	0.376	0.127	-0.187	<u>0.228</u>	0.049	0.71**
PMG	0.014	-0.827	0.368	0.034	-0.016	-0.177	-0.058	0.136	-0.160	<u>-0.064</u>	-0.55**

E=Residual=0.447; \_\_\_=Efectos directos; \*\* Significativo al 0.01 de probabilidad.

progenitores para seleccionar en la hibridación dirigida hacia la heterosis; Mishra *et al.* (1973) citan que con las relaciones y los análisis de sendero se identificó que granos por panícula y peso del grano tienen mayor efecto en el rendimiento del grano de arroz que el número de tallos efectivos; esta situación concuerda con las dos primeras indicaciones, pero difiere con la segunda por lo anteriormente mencionado; por otro lado, Saini y Gagneja (1975) enfatizan que con los análisis de sendero el número de panículas por planta es un importante componente del rendimiento, el cual es desarrollado por número de tallos efectivos por planta, peso de mil granos, longitud de panícula y días a madurez, esta situación es similar a la citada por Ramalingan *et al.* (1993).

### CONCLUSIONES

Existe amplia variabilidad en los componentes de rendimiento, y características agronómicas evaluadas bajo condiciones de riego.

Las metodologías aplicadas fueron efectivas en la calificación del comportamiento productivo de los genotipos evaluados. El rendimiento de grano presentó correlaciones positivas relevantes con número de tallos, panículas por planta, de granos y granos llenos por panícula, así como peso de panículas por planta y de granos por panícula. Los híbridos que experimentalmente rebazaron los 10 t ha<sup>-1</sup> de grano fueron las cruces (Chapotón A-80 x Morelos A-92) y (Sureste A-90 x CAEZ 118) calificados como los más promisorios.

Los efectos directos resultantes del procedimiento Coeficientes de Sendero fueron más importantes que los efectos indirectos.

### LITERATURA CITADA

- Calixto, C.N., J.D. Molina G., A. Hernández S. 1975. Detección de caracteres determinantes del rendimiento de grano, mediante índices de selección, coeficientes de sendero y regresión lineal múltiple. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Dewey, D.R., R.H. Lu 1959. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. *Agron. J.* 51: 515-518.
- Mishra, K.N., J.S. Nanda, R.C. Chaudhary. 1973. Correlation, path-coefficient and selection indices in dwarf rice. *Indian J. Agric. Sci.* 43(3): 306-311.

- Patnaik, R.N., K. Pande, S.N. Ratho, P.J. Jachuck. 1991. Consistent performance of rice hybrids. *Biol. Abstr.* 93(6): AB-15.
- Ram, T. 1992. Heterosis and inbreeding depression in rice. *Int. Rice Res. Newsl.* 17(5): 7.
- Ramalingam, J., N. Nadarajan, C. Vanniarajan, P. Rangasamy. 1993. A path coefficient analysis of rice panicle traits. *Int. Rice Res. Newsl.* 18(1): 20-21.
- Reddy C.D.R., Y.S. Nerkar. 1991. Heterosis in F1 inbreeding depression and heredability estimates in F2 of rice crosses. *Biol. Abstr.* 93(6): AB-15.
- Robledo, T.V. 1989. Componentes de características cuantitativas y patrones de crecimiento radical en relación a sequía en maíz (*Zea mays* L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Programa de Graduados. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, México.
- SARH. 1992. Anuario Estadístico. Dirección General de Política Agrícola. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. pp. 250-252.
- Sahai, V.N., S. Sarai, R.C. Chaudary. 1987. Hybrid rice research in Bihar, India. *Int. Rice Res. Newsl.* 12(2): 23.
- Saini, S.S., M.R. Gagneja. 1975. Interrelationships between yield and some agronomic characters in short statured rice cultures. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 35(3): 441-445
- Singh S.S., I. Kumar. 1973. Hybrid vigour for yield and yield components in rice. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 33(2). 197-200.
- Suarez E., R. Alfonso, R. Pérez, J. Iglesias. 1989. Correlation between yield and its components in upland rice in Cuba. *Int. Rice Res. Newsl.* 14(3): 10.
- Tongmin, M., L. Xingui. 1991. Combining ability and heterosis of agronomic traits in indica PGMS lines and their hybrids. *Int. Rice Res. Newsl.* 16(2): 8.
- Tisonada, S. 1965. Leaf characters and nitrogen response. In: *Mineral Nutrition of Rice Plant*. John Hopkins press. Baltimore, Maryland. pp. 401-418.
- Van, P.H., T.D. Lon. 1991. Estimates of combining ability of some rice varieties of diallel crossing systems. *Int. Rice Res. Newsl.* 16(3): 9.

- Virmani, S.S., I.B. Edwards. 1983. Current status and future prospects for breeding hybrid rice and wheat. *Adv. Agron.* 36: 145-214.
- Wong P., J. 1982. Coeficientes de sendero e índices de selección en arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Xu, Y.B., J.J. Wang, Z.T. Shen. 1989. Screening indica and japonica varieties for wide compatibility. *Int. Rice Res. Newsl.* 14(5): 6-7.
- Zhang, W. 1991. Path analysis of additive and non additive correlative heredability. *Biol. Abstr.* 93(5): AB-524.

***Meloidogyne incognita* (raza 1) EN PAPA DE LA REGIÓN DE  
NAVIDAD, NUEVO LEÓN, MÉXICO**

***Meloidogyne incognita* (race 1) IN POTATOES HARVESTED AT NAVIDAD,  
GALEANA, NUEVO LEON, MEXICO**

Melchor Cepeda Siller

Departamento de Parasitología Agrícola.

Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro.

25315 Buenavista,

Sahilillo, Coahuila. México.

**RESUMEN**

Con el propósito de identificar la(s) especie(s) y raza(s) fisiológica(s) del nemátodo agallador de la papa (*Solanum tuberosum* L. var. alfa) del género *Meloidogyne*, prevalente en los suelos agrícolas de la región de Navidad, municipio de Galeana, N.L., se colectaron apropiadamente muestras de suelo, el cual se distribuyó en una cama de crecimiento situada bajo condiciones de invernadero, sembrando en él 40 tubérculos de papa; al cabo de 60 días, se retiraron 20 plantas al azar para inspeccionar sus raíces. De nódulos de raíces infestadas se obtuvieron nemátodos hembras adultas para analizar sus patrones perineales y obtener masa de huevos para estudio; además, se tomaron 20 muestras de suelo para aislar machos juveniles. El estudio comparativo de características morfológicas de patrones perineales de hembras, machos juveniles y de huevos permitió concluir que la especie es *Meloidogyne incognita*. Para el estudio de la raza fisiológica se utilizó el mismo suelo y en la citada cama de crecimiento se sembraron seis cultivos diferenciales i.e. algodón, chile, sandía, cacahuete, tomate y tabaco, y dos especies testigo: papa y frijol. Bajo condiciones de laboratorio, se realizó el análisis de los sistemas radicales de 25 plantas hospederas (20 plantas provenientes de suelo infestado y 5 de suelo testigo), así como las 20 plantas de cultivos testigos para papa y frijol, evaluándose el índice de agallamiento de cada sistema radical y su comparación con las escalas y parámetros establecidos al caso, lo cual permitió determinar que los nemátodos estudiados pertenecen a *Meloidogyne incognita* raza 1.

**Palabras clave:** Nemátodos, clasificación, *Solanum tuberosum* L., Norte de México.

## ABSTRACT

In order to identify and classify the nematode(s) infesting the potato crops at Navidad, Galeana region, state of Nuevo Leon in Northern Mexico, two experimental phases were made. The first was to extract adult females from root-knot of 20 mature plants grown in an infested soil samples (a mixture of 80 samples of 3 kg each) which were brought directly from the field and placed under greenhouse conditions; second-stage juvenile males filtrated after washing 20 soil subsamples (100 g each) which were taken randomly from the infested soil; also, masses of eggs were obtained from the isolated females. Morphometric measures were compared among the sampled nematode's characteristics and the ones proper to the gender *Meloidogyne* who parasites potatoes. The second phase was performed to locate the physiological race of the nematode by testing differential crops such as cotton, chili pepper, watermelon, peanut, tomato and tabacum, following the Eisenback *et al.* (1981) procedure. The nematodes identified through those methodologies were *M. incognita* race 1.

**Key words:** Nematode, classification, *Solanum tuberosum* L. Northern Mexico.

## INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es la planta dicotiledonea más importante como fuente de alimento humano a nivel mundial. Ocupa el cuarto lugar general después del trigo, arroz y maíz, y es el más sobresaliente de todos los cultivos productores de tubérculos. El centro de origen de las papas cultivadas se encuentra en las elevaciones de los Andes de Bolivia y Perú y su domesticación se remonta al año 2000 A.C. (Rowe, 1993).

El volumen de producción de papa en México durante 1989 ascendió a 1.7 millones de toneladas, cosechadas en los estados de Puebla, Sinaloa, Veracruz, México, Chihuahua, Guanajuato, Sonora, Coahuila y Nuevo León, (INEGI, 1989). En este último estado, la papa se cultiva sólo en la región llamada "Navidad" municipio de Galeana, que posee las condiciones climáticas apropiadas a su cultivo.

El número de especies del nemátodo agallador *Meloidogyne* que parasitan papa varía dependiendo del autor que se revise y de los problemas taxonómicos inherentes. Los nemátodos más identificados son *M. acrita*, *M. acronea*, *M.*

*africana*, *M. ethiopica*, *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. thamesi* y *M. chitwoodi* (Golden, *et al.*, 1980; Hooker, 1986; Winslow, *et al.*, 1972).

Durante las etapas de desarrollo de la papa en la región de Navidad, el nemátodo agallador *Meloidogyne* ha ocasionado pérdidas considerables en algunos lotes dedicados a la producción comercial y ha limitado o impedido el establecimiento de campos para la producción de semilla, por lo que es necesario realizar una serie de investigaciones sobre este organismo con la finalidad de lograr su manejo integrado. El objetivo del presente estudio fue el de identificar la(s) especie(s) y raza(s) fisiológica(s) del nemátodo agallador *Meloidogyne* en papa (*Solanum tuberosum* L.), prevalentes en los suelos agrícolas del Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) en Navidad, Galeana, N.L.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La primera fase experimental consistió en tomar 80 muestras, de 3 kg de suelo cada una, en terreno con antecedentes de la existencia del nemátodo agallador, las cuales fueron colectadas a intervalos de 6 m y a una profundidad de 0 a 40 cm en una extensión de 2.5 ha, en base a un diseño tipo rectángulo (Cepeda, 1995) dentro del citado Campo Experimental; los 240 kg de suelo obtenidos fueron homogenizados y trasladados al invernadero del Programa de Graduados en Agricultura del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, en Monterrey, N.L., donde fueron distribuidas en una cama de crecimiento bajo condiciones de invernadero.

En el suelo mencionado se sembró a 40 tubérculos de papa var. alfa; transcurridos 60 días, se tomaron al azar 20 plantas para insepeccionar sus raíces en busca de nemátodos (Cepeda, 1996). De los nódulos de las raíces infestadas, observadas bajo el estereo-microscopio, se aislaron hembras adultas siguiendo el procedimiento de Godoy *et al.* (1983) para analizar sus patrones perineales, vía técnica de Hewlett *et al.* (1983). También se obtuvieron 20 muestras de suelo (100 g cada una) con el procedimiento propuesto por Cepeda (1995), con la finalidad de aislar de manera individual machos juveniles de segundo estadio. A la vez, se obtuvieron de las hembras adultas masas de huevos para analizar sus características morfométricas con fines de identificación (Jepson, 1983; Thome, 1961); las observaciones se realizaron bajo condiciones de microscopio óptico Bi Max tipo "Vanox" con las técnicas de campo claro y las de Nomarski (Lacey, 1989).

La segunda parte del experimento incluyó el establecimiento de cultivos diferenciales utilizando los mismos 240 kg de suelo en la citada cama de crecimiento, de acuerdo con la propuesta de Eisenback et al. (1981). Los cultivos fueron: algodón, *Gossypium hirsutum* var. deltapine 16, chile, *Capsicum annum* var. yolo wonder; sandía, *Citrillus vulgaris* var. charleston gray; cacahuete, *Arachis hypogea* var. florunner; tomate, *Lycopersicon esculentum* var. floradade; tabaco, *Nicotina tabacum* var. virginia K 326; y los cultivos testigo: papa, *Solanum tuberosum* var. alpha y frijol, *Phaseolus vulgaris* var. pinto americano, para confirmar la existencia de hembras adultas del nemátodo agallador, su daño y su población.

De cada hospedero diferencial se sembraron 20 semillas con la finalidad de evaluar su susceptibilidad al nemátodo, y 5 semillas también de cada uno de ellos en suelo estéril como testigo absoluto. De manera semejante se procedió con los cultivos testigo de papa y frijol. Después de 65 días de desarrollo en los cultivos citados, excepto tabaco que se dejó hasta los 160 días, se midió el estado vegetativo y se analizó el sistema radical con la finalidad de cuantificar el número de agallas o masas de huevecillos con base en la escala de Daulton y Nusbaum (1961), y la técnica de Thorne (1961).

## RESULTADOS

El análisis comparativo de las características morfométricas de los patrones perineales de las hembras adultas de las especies de *Meloidogyne* que parasitan papa (Cuadro 1) y las características correspondientes a los machos juveniles de segundo estadio (Cuadro 2), aunadas a las características morfométricas de los huevos (Cuadro 3), reportadas en la literatura para las especies del género *Meloidogyne*, se deduce que la especie nemátodo presente en el Campo Experimental de la UAAAN es *M. incognita*.

Correspondiente a la segunda fase experimental, las comparaciones en base a la respuesta de hospederos diferenciales (Cuadro 4) por similitud y discriminación de respuesta, conocida como prueba de Carolina del Norte y la comparación con las otras razas fisiológicas del género (Cuadro 5) se concluye que la raza fisiológica de *M. incognita* presente es la raza 1.

**Cuadro 1. Morfometría (en micras) comparativa de parámetros característicos de hembras adultas de especies de *Meiostrongyle* que parasitan papa según Hewlett y Tarjan (1983), Jepson (1983 b) y Taylor (1986) versus la población del Campo Agrícola Experimental de la UAAAN, en Navidad, Galeana, N.L. (Dato promedio de 20 especímenes).**

Especies	Dimensión corporal:		Estilete		Dist. <sup>1</sup>	Corte perineal		Distancia.		Longitud:		
	largo	ancho	largo	ancho		ano-vulva	ancho	ano-vulva	Dist. <sup>2</sup>	Dist. <sup>3</sup>	Dist. <sup>2</sup>	Dist. <sup>3</sup>
<i>M. incognita</i>	--	--	15-16	--	3-8	--	--	17 DE±1.8	--	24.0 DE±2.1	--	
<i>M. wartellei</i>	7.48 DE±1.48	46.4 DE±.75	13.6-15.3	--	4-6 DE±.6	--	--	18 DE±1.1	--	25.2 DE±2	--	
<i>M. javanica</i>	--	--	16	--	2-3	--	--	--	--	--	--	
<i>M. haple</i>	--	--	12-14	--	4-6	--	--	--	--	--	--	
<i>M. arenaria</i>	--	--	15.5	--	4-7	--	--	--	--	--	--	
<i>M. acriti</i>	--	--	15.5	--	4	--	--	--	--	--	--	
<i>M. africana</i>	--	--	15.4	--	--	--	--	--	--	--	--	
<i>M. thamesi</i>	--	--	15-16	--	--	--	--	--	--	--	--	
<i>M. acronae</i>	--	--	11-13	--	--	--	--	--	--	--	--	
<i>M. chitwoodi</i>	--	--	13.4	--	--	--	--	18	--	27	60	
<i>M. ethiopica</i>	--	--	11-15	--	--	--	--	--	--	--	--	
Población de Navidad, N.L.	$\bar{x}$ 631.26 DE± 15.87	320.36 6.55	16.2 0.52	320.36 6.55	3.94 0.65	124.2 2.7	116 1.62	17 0.28	3.94 1.25	23.5 1.62	15 1.19	23.46 0.18
												47.86 0.75

<sup>1</sup> Distancia de la base de los núcleos del estilete a la abertura de la glándula dorsal esofágica. <sup>2</sup> Distancia del ano a la primera línea anal.

<sup>3</sup> Distancia de la vulva a la primera línea vulvar. <sup>3</sup> Ancho de la región del ano a la vulva.

**Cuadro 2. Morfometría (en micras) comparativa de parámetros característicos de machos juveniles de segundo estadio de especies de *Meloidogyne* que parasitan papa según Hewlett y Tarjan (1983), Jepson (1983 a) y Taylor (1986) versus la población del Campo Agrícola Experimental de la UAAAN, en Navidad, Galeana, N.L. (Dato promedio de 20 especímenes).**

Especies	Cuerpo largo	Cuerpo anchc.	Estilete largo	Dist. $\gamma$	Dist. $\delta$	Dist. $\epsilon$	Cabeza largo	Cabeza anchc.	AC/LC $\delta$ radio	Bulbo medio. largo	Bulbo medio. anchc.
<i>M. incognita</i>	360-393	--	10	2.0-2.5	--	--	--	--	--	--	--
<i>M. wertheimii</i>	362-404DE $\pm$ 12.5	--	9.5-10.6DE $\pm$ .31	2-3DE $\pm$ .23	53DE $\pm$ 2	5.0 $\delta$	2.6DE $\pm$ 2	2.1DE $\pm$ 2	--	--	--
<i>M. javanica</i>	340-400	--	10	2-3	--	--	--	--	--	--	--
<i>M. haplô</i>	331-372	--	10	4-6	--	--	--	--	--	--	--
<i>M. arenaria</i>	460-460	--	10	4.7	--	--	--	--	--	--	--
<i>M. acrita</i>	346-398	--	10-11	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>M. africana</i>	380-470	--	12-18	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>M. thamesi</i>	410-476	--	10.2-12.7	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>M. acronoea</i>	440-460	--	10	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>M. chinwoodi</i>	336-417DE $\pm$ 16	--	9-10.3DE $\pm$ .3	3-3.5	51DE $\pm$ 3	5	2.3	2.1	--	--	--
<i>M. ethiologica</i>	366-432	--	9.1-10.9	--	--	--	--	--	--	--	--
Población de Navidad, N.L.	$\bar{x}$ 375 $\delta$ DE $\pm$ 2.96	16.9 0.73	11.7 $\delta$ 0.71	2.4 0.4	49.27 0.86	77.5 1.09	4.6 1.5	2.47 0.2	1.9	11.67 0.43	9.15 0.62

$\gamma$  Distancia de la base de los nódulos del estilete a la abertura de la glándula dorsal esofágica.  $\delta$  Distancia de la cabeza al centro del bulbo medio.

$\epsilon$  Distancia de la cabeza al final del bulbo basal.

$\delta$  Ancho de la cabeza/largo de la cabeza.

**Cuadro 3. Morfometría (en micras) comparativa de parámetros característicos de huevecillos de especies de *Meloidogyne* que parasitan papa según Golden y Birchfield (1978), Golden, et al. (1980) versus la población del Campo Agrícola Experimental de la UAAAN, en Navidad, Galeana, N.L. (Dato promedio de 20 especímenes).**

Especies	Largo	Ancho	Radio
<i>M. incognita</i>	80-90	30-38	2.5
<i>M. wartellei</i>	77-94 DE+ 4.1	35-48 DE+ 3.3	2.1 DE+ .15
<i>M. chitwoodi</i>	79-92 DE+ 3.6	40-46 DE+ 1.8	1.8-2.3 DE+ .1
Población de Navidad, N.L.	85-90 DE+ 3.8	35-37 DE+ 2.6	2.4 DE+ .12

**Cuadro 4. Capacidad del nemátodo *Meloidogyne incognita*, procedente del Campo Agrícola Experimental de la UAAAN, en Navidad, Galeana, N.L., para establecerse en las raíces de seis cultivos diferenciales y dos testigos susceptibles, en términos de número de agallas o masas de huevecillos, según escala de Daulton y Nusbaum (1961) y su efecto sobre el desarrollo de las plantas. Promedios de 20 y 5 repeticiones, en el caso de las plantas en suelo infestado (inf.) y estéril (est.), respectivamente.**

Cultivo	Condición del suelo	Altura promedio (cm) según días transcurridos			Categoría de daño	Número <sup>1/</sup>
		30 días	65 días	160 días		
Algodón	inf.	20	43	--	0	0
Algodón	est.	27	51	--	0	0
diferencia		-7	-8	--		
Chile	inf.	7	16	--	4	85
Chile	est.	8.5	22	--	0	0
diferencia		-1.5	-6	--		
Sandía	inf.	26	64	--	5	100
Sandía	est.	32	74	--	0	0
diferencia		-6	-10	--		
Cacahuete	inf.	10	22	--	0	0
Cacahuete	est.	12	28	--	0	0
diferencia		-2	-6	--		
Tomate	inf.	14	26	--	4	90
Tomate	est.	17	31	--	0	0
diferencia		-3	-5	--		

Tabaco	inf.	13	20	32	0	0
Tabaco	est.	16	24	40	0	0
diferencia		-3	-4	-8		
Papa	inf.	45	68	--	5	100
Papa	est.	56	78	--	0	0
diferencia		-11	-10	--		
Frijol	inf.	30	65	--	5	100
Frijol	est.	42	75	--	0	0
diferencia		-12	-10			

<sup>1/</sup> Número de agallas o masas de huevecillos.

**Cuadro 5. Concentración de datos sobre el número de agallas y masas de huevecillos obtenidos en los hospederos diferenciales con la población del Campo Agrícola Experimental de la UAAAN, en Navidad, N.L. y su comparación con los resultados obtenidos por Eisenback et al. (1981).**

Hospedero diferencial	Población de Navidad, N.L.	<i>Meloidogyne incognita</i>			
		Raza 1	Raza 2	Raza 3	Raza 4
Algodón	-	-	-	+	+
Chile	+	+	+	+	+
Sandía	+	+	+	+	+
Cacahuate	-	-	-	-	-
Tomate	+	+	+	+	+
Tabaco	-	-	+	-	+

- El nemátodo no se reproduce en el hospedero diferencial.

+ El nemátodo se reproduce en el hospedero diferencial.

## DISCUSIÓN

Las hembras adultas de la población de la región de Navidad presentan características morfométricas idénticas a las descritas para *Meloidogyne incognita* citadas por Hewlett, y Tarjan (1983) y Jepson (1983), de acuerdo al método de eliminación por similitud y discordancia entre las dimensiones reportadas para hembras adultas, de los machos juveniles de segundo estadio y

de las características morfométricas promedio y la desviación estándar que presentan los huevos de las especies de *Meloidogyne* que parasitan papa, comparadas con las de la población de Navidad, N.L., realizándose todas las comparaciones posibles de acuerdo a los datos consignados, se observó que la especie que presenta más consistencia en las mencionadas comparaciones es *M. incognita*.

De acuerdo a la prueba de Carolina del Norte, prueba estándar y muy generalizada para la identificación de razas de *Meloidogyne*, se observa que en las especies diferenciales de algodón, cacahuate y tabaco, el nemátodo no logró dañar perceptiblemente al sistema radical, en tanto que en las plantas de chile, tomate y sandía se estimaron en número de agallas o masas de huevecillos en promedio de 85, 90 y 100, respectivamente. Con fundamento en la respuesta de los hospederos y la comparación con las características infectivas de las cuatro razas fisiológicas de *M. incognita* estudiadas (Eisenback *et al.*, 1981), se deduce que la raza fisiológica presente en el Campo Agrícola Experimental de la UAAAN es la raza 1.

### CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se desarrolló la investigación y bajo los criterios y referencias que se utilizaron para la identificación, el nemátodo presente en el campo agrícola experimental fue *Meloidogyne incognita* raza 1.

### LITERATURA CITADA

- Cepeda, S.M. 1995. Prácticas de Nematología Agrícola. Ed. Trillas, 110 pp.
- Cepeda, S.M. 1996. Nematología Agrícola. Ed. Trillas 305pp.
- Daulton, R.A., C.J. Nusbaum. 1961. The effect of soil temperature on the survival of root-knot nematodes *Meloidogyne javanica* y *M. hapla*. Nematologica. 6:280-289.
- Eisenback, J.D., H. Hirschmann, J.N. Sasser, A.C. Triantaphyllou. 1981. A guide to the four most common species of root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. with a pictorial key. International Meloidogyne Project. Dep. Plant. Pathol., North Carolina St. Univ., USA. 48 p.

- Godoy, G., R. Rodríguez-Kábana. 1983. An enzymatic technique for obtaining *Meloidogyne* females for biological control studies; *Nematropica*. 13:75-78.
- Golden, G.D., J.H. O Bannon, G.S. Santo, A.M. Finley. 1980. Description and some observations of *Meloidogyne chitwoodi* n. sp. (*Meloidogynidae*), a root-knot nematode on potato in the pacific northwest. *J. Nematol.* 12:319-321.
- Hewlett, T.E, A.C. Tarjan. 1983. Synopsis of the genus *Meloidogyne* Goeldi, 1887. *Nematropica*. 13:79-102.
- Hooker, W.J. 1986. Compendium of Potato Diseases. 3a. Ed. Amer. Phytopathol. Soc; St. Paul, Minn., U.S.A. 125 pp.
- INEGI. 1989. Aspectos de producción agrícola. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI, México. 808 p.
- Jepson, S.B. 1983a. The use of second-stage juvenile tails as an aid in the identification of *Meloidogyne* species. *Nematologica*. 29:11-28.
- Lacey, A.J. 1989. Light Microscopy in Biology. IRL. Press at Oxford University Press. 41 p.
- Rowe, R.C. 1993. Potato health management: A holistic approach. In: R.C. Rowe (Ed). *Potato Health Management*. Amer. Phytopathol. Soc., St. Paul, Minn. U.S.A. 3-4 p.
- Thorne, G. 1961. Principles of Nematology. Mc Graw Hill Book Co. Inc., New York, NY., U.S.A. 553 pp.
- Winslow, R.D., R.J. Willis. 1972. Nematode diseases of potato. In: J.M. Webster (Ed). *Economic Nematology*. Academic. Press. New York, E.U.A. 17 p.

## EFFECTO DE UN PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN CERDOS DE ENGORDE

### PERFORMANCE OF FATTENING PIGS SUPPLIED WITH A GROWTH PROMOTING

Jesús M. Fuentes Rodríguez,  
Gerardo Gloria Yeverino,  
Gilberto Gloria Hernández,  
Luis Pérez Romero  
Departamento de Producción Animal,  
Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro.  
25315 Buenavista,  
Sattilo, Coahuila, México.

#### RESUMEN

En esta contribución se informa de los efectos de un promotor de crecimiento compuesto de giberelinas y lisina en el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia en cerdos de engorde. En el experimento se utilizaron 50 animales, 18 Kg peso promedio, los cuales se asignaron al azar en grupos de 10, a cinco tratamientos; éstos consistieron en una dieta base mas la adición del compuesto en dosis de 0, 10, 20, 30 y 40 mg del compuesto por kilogramo de alimento. Los resultados indican que el promotor en dosis de 40 mg produce sólo un ligero incremento ( $P < .05$ ) en la ganancia diaria promedio (.578 Kg vs .472 del testigo). Esta condición permite suponer mejores resultados con dosis mayores del promotor.

**Palabras clave:** *Sus scrofa*, engorde, promotor de crecimiento, giberelinas, lisina.

#### ABSTRACT

A feeding trial was worked out to test the effect of a growth promoting product (GP), based on gibberellin and lysine, on fattening pigs. A group of 50 growing pigs, 18 Kg average weight, were randomly assigned to five traits (10

animals each) consistent in a base diet and added 0, 10, 20, 30 and 40 mg of GP per kilogram of feed. Among variables and traits, the average daily gain (ADG) was the only different ( $P < .05$ ) when 40 mg of GP per kilogram of feed was used (.578 Kg vs .472 from control). It is presumed that higher GP dosis could have better results.

**Key words:** *Sus scrofa*, fattening pigs, growth promoting, gibberellin, lysine.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de la crianza de animales zootécnicos para producción de carne es la de obtener canales de peso adecuado y alto contenido proteico para el consumo humano, manteniendo al mínimo posible los costos de alimentación de los hatos. Esta finalidad se ve afectada por un gran número de factores de índole económico concurrentes a la producción pecuaria.

Una de las formas para incrementar la eficiencia en la utilización de alimentos en las explotaciones ganaderas consiste en utilizar sustancias promotoras del crecimiento animal, las cuales mejoran el aprovechamiento de nutrientes, así como la conversión alimenticia y la calidad de la canal; esto repercute en mayores incremento de peso y la reducción del período de engorde.

El uso de promotores de crecimiento en animales pecuarios es una práctica que se remonta a 1949, época en que se tuvo conocimiento de los primeros experimentos de este género en aves y cerdos (Tipperman, 1975). Actualmente, uno de los productos en prueba son los complejos de fitohormonas derivados de fermentaciones del hongo *Giberella fujikuroi*, aplicable en cerdos de engorde con la finalidad de acelerar el crecimiento y mejorar su conversión alimenticia.

El objetivo del presente trabajo fue la evaluación de un compuesto<sup>1/</sup>, elaborado a base de giberelinas y lisina, como estimulante del crecimiento en cerdos de engorde.

---

<sup>1/</sup> Nombre comercial del promotor = PORCIBOL, de la compañía Grupo Bioquímico Mexicano S.A. de C.V., Saltillo, Coahuila, México. C.P. 25290.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Unidad Porcina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, situada en Buenavista, Saltillo, estado de Coahuila, México, localidad situada a 1743 msnm y coordenadas de 25°22' latitud Norte, y 101°00' longitud Oeste. El clima es del tipo BWhw(x')(e), muy seco, semicálido con invierno fresco, extremoso, lluvias en verano y precipitación invernal superior al 10% de la total anual, temperatura y precipitación media anual de 19.8°C y 303 mm, respectivamente (Mendoza, 1983).

En el experimento se utilizaron 50 cerdos (20 machos y 30 hembras) de tipo comercial, raza indefinida, los cuales tuvieron un peso promedio de 18 Kg al iniciar el trabajo. Una vez desparasitados, los lechones se separaron en grupos de 10 y en los cuales se aplicaron los tratamientos. Todos los animales recibieron una dieta base (NRC, 1979), descrita en el Cuadro 1; adicional a esto, cada grupo recibió uno de cinco tratamientos, consistentes en dosis de 0, 10, 20, 30 y 40 mg del compuesto giberelinas-lisina por kilogramo de alimento ofrecido.

**Cuadro 1. Ingredientes y composición química de la ración utilizada en base a materia seca (%).**

Concepto	%
<u>Ingredientes</u>	
Sorgo	72.5
Harina de soya	15.0
Alfalfa	
1.5	
Vitaminas y minerales	0.5
Roca fosfónica	1.5
Sal común	0.5
Antibiótico	0.3
<u>Composición química<sup>1</sup></u>	
Proteína cruda	17.0
Extracto libre de nitrógeno	71.0
Extracto etereo	1.9
Fibra cruda	4.4
Cenizas	5.7

<sup>1</sup>AOAC, 1990

El peso vivo de los animales se obtuvo cada 14 días a lo largo del experimento, lo cual permitió calcular a las variables: ganancia de peso y ganancia diaria promedio. Por otra parte, la diferencia entre el peso del alimento ofrecido y el rechazado diariamente propició el cálculo de la variable consumo de alimento. La proporción entre ganancia de peso y consumo de alimento en el periodo de engorde generó a la variable conversión alimenticia. El diseño experimental aplicado fue de completamente al azar, cinco tratamientos, dos repeticiones. La comparación de medias de tratamientos fue a través de la prueba de Duncan (.05).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedio de las variables de interés aparecen en el Cuadro 2. Como puede apreciarse, sólo la ganancia diaria promedio presentó variación ( $P < .05$ ), donde el tratamiento de  $40 \text{ mg Kg}^{-1}$  de alimento presentó la mayor ganancia,  $106 \text{ g}$  superior al compararle con el testigo (sin el compuesto). De acuerdo con estos resultados, parece conveniente agregar el promotor Porcibol en proporciones superiores a  $40 \text{ mg}$  por kilogramo de alimento del tipo descrito en el Cuadro 1. De hecho, solamente el grupo que recibió el tratamiento  $40 \text{ mg}$  exhibió la tendencia hacia valores superiores en todas las variables de estudio y, por ende, el mejor comportamiento productivo en todo el experimento.

El consumo de alimento diario promedio fue prácticamente de  $1.4 \text{ Kg}$ , lo cual implica un consumo medio aproximado por animal de  $140 \text{ Kg}$  en el periodo, en cualquier grupo; esto permite calcular que, con excepción del testigo, los consumos del compuesto evaluado estuvo en la banda de  $1.5$  a  $6 \text{ g per cápita}$ , según el tratamiento aplicado, durante todo el engorde. Con esta base, parece recomendable replantear este tipo de ensayos, procurando que los animales aseguren consumos de  $6$  a  $12 \text{ g}$  del compuesto.

La conversión alimenticia, que relaciona el total de alimento consumido y la ganancia en peso vivo durante el periodo de estudio, estuvo en el rango de  $2.5$  (el mejor tratamiento) y  $3.0$  (el testigo), los cuales denotan poca eficiencia productiva en la utilización de alimento por la piara en su conjunto. De cualquier manera, el valor observado para el tratamiento  $40 \text{ mg Kg}^{-1}$  es nominalmente mejor que los del resto (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Valores promedio y significancia estadística en variables de respuesta del ensayo con el producto Porcibol, probado como promotor de crecimiento en cerdos.**

Variables	Proporción <sup>1</sup> del compuesto (mg)				
	0	10	20	30	40
Núm. de animales	9	8	9	9	8
Peso inicial (Kg)	17.6	18.4	18.6	17.2	17.9
Peso final (Kg)	65.7	66.8	66.0	67.0	69.6
Garancia de peso (Kg)	48.1	48.4	47.4	49.8	52.6
Ganancia diaria GDP (Kg)	.472a	.461a	.486a	.512a	.578b
Consumo diario alimento (Kg)	1.43a	1.34a	1.35a	1.44a	1.45a
Conversión alimenticia	3.0a	2.9a	2.7a	2.8a	2.5a

<sup>1</sup>: La proporción 0=testigo; el resto significan los miligramos del compuesto por kilogramo de alimento ofrecido.

<sup>ab</sup>: literales distintas en la misma hilera significan diferencias al 5% de probabilidad.

Los resultados de este experimento presentan semejanza a lo publicado por Cuhna (1960), Featherston (1973) y Shamberev *et al.* (1989) en cuanto a que la adición de Porcibol al alimento para animales no afecta el consumo del mismo. La observación de que las giberelinas en alimento estimulan el crecimiento, ocasionando una mayor ganancia de peso, como lo establecen Featherston (1973) y Shamberev *et al.* (1989), fue parcialmente corroborada en este trabajo, como se describe en los párrafos anteriores.

## CONCLUSIONES

La experimentación que se describe aquí resultó insuficiente para concluir sobre el efecto del compuesto giberelinas-lisina (Porcibol) utilizado en este trabajo, con respecto a velocidad de crecimiento y ganancia de peso. Sin embargo, se obtuvieron evidencias de que la adición de 40 mg del compuesto por kilogramo de alimento, se asocia a una mayor ganancia de peso vivo en cerdos de engorde.

### LITERATURA CITADA

- A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis (14<sup>th</sup> Ed). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Cunha, T.J. 1980. Alimentación del Cerdo. Editoral Acribia. Zaragoza, España. pp.17;42-73.
- Featherston, W.R. 1973. Utilization of gibberella infected corn by chicks and rats. Poultry Sci. 52:2334.
- Mendoza H., J. Ma. 1983. Diagnóstico Climático para la Zona de Influencia Inmediata a la UAAAN. Boletín Meteorológico, primera edición. Departamento de Agrometeorología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Nárro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 618p.
- NRC. 1979. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Swine (8<sup>th</sup> Ed). National Academy of Science. National Research Council. Washington, D.C.
- Shamberev, Y., M.N. Ertuer and S.A. Gusar. 1989. Growth and productivity in young bulls implanted with phenobolin and gibberellin. Nutr. Abs. Rev. 59(9):94.
- Snedecor, W.A. and G.W. Cochran. 1967. Statistical Methods (6<sup>th</sup> Ed.). The Iowa State University Press. Ames, Iowa.
- Tipperman, J. 1975. Fisiología Metabólica y Endocrina. (3ªEdición). Editorial Interamericana. México. p.14.

**PRODUCTIVIDAD DE UNA PRADERA DE RYE GRASS  
PASTOREADA CON GANADO VACUNO**

**PRODUCTIVITY CHANGES IN A RYE GRASS PRAIRE  
GRAZED WITH BEEF CATTLE**

José Bernardo Solís G.,  
Humberto González Morales.,  
Héctor M. Garza Cantú  
Departamento de Recursos Naturales,  
Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro.  
25315 Buenavista,  
Saltillo, Coahuila, México.

**RESUMEN**

Esta investigación se llevó a efecto para determinar el comportamiento productivo de una pradera de rye grass (*Lolium multiflorum* Lam) pastoreada con ganado bovino en diferentes tiempos de asignación de forraje. La pradera se estableció en 6.5 ha con la variedad Tam-90, aplicando 35 kg de semilla ha<sup>-1</sup> y fertilizando con 80:50:00 unidades de N:P:K al momento de la siembra; el pastoreo se inició 60 días post-siembra con una carga animal constante, hato de 58 animales. El experimento combinó los factores A = cuatro tiempos de asignación y B = cuatro fechas de pastoreo (y corte), cuatro repeticiones. Las variables de respuesta fueron: producción total de materia verde (PTMV) y materia seca (PTMS) así como volumen de forraje remanente, en verde (FRMV) y en forma de materia seca (FRMS). El análisis estadístico permitió detectar diferencias ( $P < .05$ ) entre niveles del factor B para producción total; los promedios por corte fueron 16.73 t ha<sup>-1</sup>, para PTMV, y de 2.72 t ha<sup>-1</sup> para PTMS; la comparación de medias (DMS, .05) ubicó como inferior a la cuarta fecha. En cuanto a forraje remanente, se detectaron diferencias ( $P < .01$ ) en ambos factores correspondiendo los valores más altos de MS a los dos primeros tiempos en A y primeras dos fechas en B. Previo a cada pastoreo se cuantificaba altura, cobertura y densidad de planta por unidad experimental; el análisis de estos datos arrojaron diferencias ( $P < .01$ ) sólo en B, resultando mejor calificados los promedios de estas variables en las primeras dos fechas.

**Palabras clave:** *Lolium multiflorum* Lam, producción, materia seca, pastoreo, bovinos.

## ABSTRACT

This experiment was made in order to obtain information about dry matter production in an artificial rye grass (*Lolium multiflorum* Lam) pasture under cattle grazing. Traits were the combining of two factors, A = animals allowed time on pasture (1, 2, 4 and 8 hours) and B = grazing dates and cutting (four periods, monthly spaced). Previous to each grazing allowance, measures on plants height, density and covering were taken. The pasture was sown with the variety Tam-90, seeding 35 kg ha<sup>-1</sup>, in a land of 6.5 ha, fertilizing at once 80:50:00 N:P:K units. Grazing started 60 days after tillage, using a herd of 58 beef calf (172 kg started average). The dependent variables were: total forage yield on green and dry matter basis (TGM and TDM); remainder forage, also on green and dry matter basis (RFG and RFD); plant height, density and covering. The statistical analysis led to know real differences (P<.05) among B levels; the TGM mean by cuts was 16.73 t ha<sup>-1</sup> and 2.72 t ha<sup>-1</sup> for TDM; the multirange mean test (DMS,.05) indicated the fourth date as the lower. Significant differences (P<.01) about residual forage were found for the two factors, underlying that higher values were for the first two times and first two dates. Variables taken previous grazing were different (P<.01) only for factor B levels, pointed that the better characteristics were for the two earlier dates.

**Key words.** *Lolium multiflorum* Lam, yield, dry matter, grazing, beef calf.

## INTRODUCCIÓN

La reducción gradual de áreas agrícolas ha permitido diversificar la agricultura e incrementar la producción agropecuaria. De ese modo, el cultivo de forrajes es importante en un sistema de producción de bovinos, proporcionando alimento de alta calidad con bajo costo por unidad de área. Según Jiménez (1989), los costos de alimentación representan entre el 50 y 75% en una explotación ganadera.

Para el manejo eficiente de praderas se requiere conocer, tipo de animal a utilizar, especie vegetal seleccionada y el clima de la región, así como el equilibrio suelo-planta-animal, y los factores que regulan el crecimiento de las plantas sujetas a pastoreo.

La producción de rye grass (*Lolium multiflorum* Lam) es afectada por las formas de uso, métodos y tiempos distintos de pastoreo. Al respecto, Kothmann *et al.* (1986) indican que conociendo la tasa de crecimiento del forraje y la demanda animal, se pueden establecer las presiones de pastoreo y el manejo estable de forrajes.

Este trabajo tuvo el propósito de evaluar el comportamiento de la pradera de rye grass a diferentes intensidades de pastoreo en base a la relación planta-animal, buscando obtener la mayor producción y disponibilidad de forrajes en la época invernal, sin deterioro del suelo y buscando producir más kilos de carne por área. Los objetivos planteados fueron: a) determinar la producción de forraje con base en materia verde y seca durante el ciclo productivo, b) determinar la eficiencia e intensidad de pastoreo en función del tiempo con ganado bovino en la pradera.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Rancho San Lorenzo, comunidad Santo Domingo, municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, ubicado a 35 km al norte de la ciudad de Saltillo, entre las coordenadas geográficas de 25°37' latitud Norte y 101°03'5" longitud Oeste (DETENAL, 1970). El clima es seco semicálido, la fórmula climática propuesta por García (1981) es tipo Bwh, suelos aluviales profundos y alcalinos casi a nivel de textura franco-arcilloso.

La pradera bajo riego fue establecida en 6.5 ha con rye grass durante 1994, con un nivel de fertilización de 80-50-00 y una densidad de siembra de 35 kg ha<sup>-1</sup>. La variedad fue TAM-90. Se utilizó un hato de becerros compuesto por razas Herford, Charolais y criollo, con un peso medio de 172 kg. Durante el estudio se empleó una carga animal constante (58 animales). La pradera soportó cuatro ciclos de apacentamiento con los intervalos de 30 días a partir de la siembra. La estimación de la producción de materia verde y materia seca (MV y MS), densidad y altura de la planta, se efectuaron utilizando un cuadrante de 1225 cm<sup>2</sup> (35 x 35 cm) antes de cada pastoreo; con ese mismo cuadrante se evaluó la cobertura mediante el marco de puntos.

El factor (A) se refiere a tiempos de asignación de forraje en horas, distribuida de la siguiente manera:

1. Una parcela dividida en ocho franjas para utilizar una hora en cada franja.
2. Una parcela dividida en cuatro franjas para utilizar dos horas en cada franja.
3. Una parcela dividida en dos franjas para utilizar cuatro horas en cada franja.
4. Una parcela para utilizarla durante ocho horas.

Cada franja estuvo separada por cercos eléctricos que facilitó el movimiento y control del ganado; en promedio, el área asignada al hato fue de  $950 \text{ m}^2 \text{ d}^{-1}$ .

El factor (B) se refiere a las fechas de pastoreo o utilización a través del periodo productivo de la pradera, el cual comprende de noviembre, 1994 a abril, 1995.

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño de bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones, lo cual generó 16 tratamientos. Para la separación de medias se utilizó la prueba D.M.S.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de forraje (verde: MV y seco: MS) se reporta en el Cuadro 1 y 2; los resultados no presentaron diferencias para el factor A, ni para la interacción AxB, mientras que en B se detectaron diferencias entre niveles ( $P < .05$ ). La media general para producción de materia verde (Cuadro 1) fue de  $16.73 \text{ t MV ha}^{-1}$ ; sin embargo, la comparación de medias (DMS para MV (Cuadro 1) indica que las tres primeras fechas son iguales y distintas a la cuarta; estos resultados son concordantes con Savory (1988); Duthil (1989); Scamencchia y Kothmann (1982); Hume (1991); y Heitschmidt y Taylor (1991). La respuesta detectada es explicable por el pastoreo de corta duración aplicado sobre las praderas y al manejo apropiado del animal en función del tiempo, a la capacidad de tolerancia de la planta al pastoreo y al clima.

El forraje verde remanente registra una alta significancia ( $P < .01$ ) para ambos factores, sin detectar efectos de interacción. La comparación de medias (Cuadro 1), señala para A diferencias entre tiempos, mientras que en B se puede observar que el segundo y tercer pastoreo fueron iguales, mientras que los demás fueron diferentes.

**Cuadro 1. Promedios de producción de materia verde de una pradera de rye grass pastoreada con bovinos en función de tiempo y fechas.**

Pastoreo	Variable de respuesta	Fechas de pastoreo (t ha <sup>-1</sup> )				Media t ha <sup>-1</sup> MV por corte
		1	2	3	4	
8 horas	PT <sup>1/</sup>	67.367	61.922	68.285	60.120	16.11
	RF <sup>2/</sup>	1.808	2.120	2.089	2.308	2.08
4 horas	PT	71.010	66.662	67.699	58.713	16.51
	RF	1.406	1.569	1.671	1.875	1.63
2 horas	PT	69.871	70.802	67.669	65.081	17.09
	RF	1.194	1.394	1.319	1.497	1.35
1 hora	PT	67.244	73.486	70.893	64.023	17.23
	RF	0.851	1.123	0.886	1.120	0.99
<b>Comparación de Medias</b>						
Media fechas (MV)		17.22a	17.05a	17.16a	15.49b	16.73
RF (fechas) (MV)		1.32c	1.55b	1.49b	1.70a	1.51

<sup>1/</sup> PT = Producción total.

<sup>2/</sup> RF = Remanente de forraje.

La media general para la producción de materia seca (Cuadro 2) fue de 2.66 t de MS ha<sup>-1</sup>; sin embargo, la comparación de medias (DMS para MS, Cuadro 2) indica que en todas las fechas, la producción promedio por tratamiento no presentó diferencias estadísticas.

**Cuadro 2. Promedios de producción de materia seca de una pradera de rye grass pastoreada con bovinos en función de tiempo y fechas.**

Pastoreo	Variable de respuesta	Fechas de pastoreo (t ha <sup>-1</sup> )				Media t ha <sup>-1</sup> MV por corte
		1	2	3	4	
8 horas	PT <sup>1/</sup>	10.203	10.266	10.511	10.668	2.60
	RF <sup>2/</sup>	0.262	0.381	0.321	0.342	0.32
4 horas	PT	10.434	10.465	10.797	10.4344	2.63
	RF	0.206	0.282	0.253	0.277	0.25
2 horas	PT	10.534	10.868	11.172	10.625	2.70
	RF	0.173	0.251	0.203	0.222	0.21
1 hora	PT	10.442	11.240	11.008	10.754	2.72
	RF	0.123	0.202	0.136	0.166	0.15
Comparación de Medias						
Media fechas (MS)		2.60a	2.68a	2.72a	2.65a	2.66
RF (fechas) (MS)		0.19c	0.25ab	0.22bc	0.28a	0.23

<sup>1/</sup> PT = Producción total.

<sup>2/</sup> RF = Remanente de forraje.

La altura, cobertura y densidad de la planta, registraron diferencias altamente significativas ( $P < .01$ ) solamente para el factor B. En el Cuadro 3 se presenta la respectiva comparación de medias. La altura tuvo el valor más alto en el cuarto pastoreo, pero correspondió a esta fecha la menor densidad y cobertura foliar.

Los resultados en cuanto a cobertura y densidad coinciden con los presentados por King *et al.* (1979) y Hume (1991), dado que a medida que transcurren las fechas se reducen los parámetros señalados, como consecuencia de la pérdida de vigor de la especie, intensidad de pastoreo y variación climática. La altura de planta presentó una tendencia contraria a las otras dos variables, probablemente debido a una mayor competencia por luz solar.

**Cuadro 3. Comparación de medias para altura, cobertura y densidad de plantas de rye grass durante el ciclo productivo antes del pastoreo.**

Fechas de Pastoreo	Altura (cm)	Medias	
		Cobertura (%)	Densidad (planta m <sup>-2</sup> )
Primera	32.27 b	75.10 a	257.67 a
Segunda	33.99 b	75.61 a	228.25 b
Tercera	36.55 b	71.12 ab	218.13 b
Cuarta	43.27 a	68.13 b	161.50 c

### CONCLUSIONES

El pastoreo con bovinos en función del tiempo de asignación no afectó la producción de rye grass; en cuanto al factor B, la producción de materia verde en las tres primeras fechas fueron iguales entre si, pero diferentes del cuarto pastoreo.

Los factores tiempos y fechas en relación al forraje remanente registraron diferencias; las menores pérdidas se presentaron en la primera fecha y en tiempo de una hora.

Las variables: altura, cobertura, densidad de plantas, para el factor B son distintas y existe una reducción gradual hasta el final del ciclo en densidad y cobertura pero un incremento de altura en la cuarta fecha.

### LITERATURA CITADA

Dirección de Estudios del Territorio Nacional. 1970. Cartas Topográficas GI4C23. Santo Domingo, Ramos Arizpe, Coahuila. Dirección de Geografía. Esc. 1:50000. México.

Duthil, J. 1989. Producción de Forrajes. 4a Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España 367 p.

- García, E. 1981. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen. E. García (Ed.) México. 253 p.
- Heitschmidt, R.K., C.A. Taylor, Jr. 1991. Livestock Production. In: R. Heitschmidt and J.W. Stuth (Eds.) Timber Press, Oregon, U.S.A. 161-177 pp.
- Hume, D.E. 1991. Primary growth and quality characteristic of *Bromus willdenowii* and *Lolium multiflorum* Lam. Grass and Forage Science. 46:313-324.
- Jiménez, M.A. 1989. La Producción de Forrajes en México. Universidad Autónoma Chapingo-Fira. México. 100p.
- King, J., I.C. Lamb; M.I. Gregor. 1979. Regrowth of rye grass swards subject to different cut time regimes and stocking densities. Grass and Forage Science. 34(2):107-118.
- Kothmann, M.M., R.T. Hinnant, J.F. Casco. 1986. Vegetation responses under rotational grazing. In: W.J. Stuth (Ed.) Grazing Research in Texas 1980-1985. Tex. Exp. Sta. CPR-4425. 13-15 p.
- Savory, 1988. Corecourse of Model Holistic of Resources Management. 20-29 August, 1988. Albuquerque, New Mexico. U.S.A. 380 p.
- Scarnencchia, D.L., M.M. Kothmann. 1982. A dynamic approach to grazing management terminology. J. Range Management Terminology. 35:262-264.

**ESTIMACIÓN DE APTITUD COMBINATORIA EN CRUZAS  
SIMPLES DE MAÍZ PARA LA FORMACIÓN DE  
HÍBRIDOS DOBLES**

**COMBINING ABILITY ESTIMATION IN MAIZE SINGLE  
CROSSES TO DEVELOP  
DOUBLE HYBRIDS**

Jorge Luis Tijerina Castillo,  
Humberto de León Castillo,  
Arnoldo Oyervides García,  
Víctor Zamora Villa  
Programa de Posgrado en Fitomejoramiento,  
Departamento de Fitomejoramiento,  
Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro,  
25315 Buenavista,  
Saltillo, Coahuila, México.

**RESUMEN**

De ordinario, en la formación de híbridos dobles, no se emplea como criterio de selección la aptitud combinatoria de los progenitores, atributo que se considera convencionalmente en las líneas y no en las cruzas simples. Los híbridos dobles suelen predecirse en función al comportamiento *per se* de sus progenitores.

Uno de los propósitos importantes en la presente investigación fue identificar cruzas simples con altos efectos de aptitud combinatoria, a valorarse como criterio en la predicción de híbridos dobles. La estimación de este parámetro se basó en el comportamiento promedio mostrado por cada cruz simple a través de sus cruzamientos (prepotencia).

Para la predicción de los híbridos dobles, se sumaron y promediaron las prepotencias de las cruzas simples implicadas y así obtener el comportamiento de la cruz doble. Las cruzas simples con mejor aptitud combinatoria para varios caracteres fueron la (4x11), (4x1), (4x2), (1x16) y (13x16). De las cruzas simples con buena prepotencia para rendimiento se obtuvieron (13x4), (4x16), (4x2) y

(4x9). De los híbridos dobles predichos, formados con cruzas simples de buena aptitud combinatoria y prepotencia para rendimiento sobresalieron los siguientes: (13x4)x(1x6), (16x2)x(8x4), (13x10)x(2x3) y (11x16)x(4x9).

También, la diversidad genética encontrada en los materiales permitió evaluar y seleccionar híbridos dobles, con base en su heterosis útil y buen comportamiento agronómico. Para rendimiento, las cruzas dobles con altos valores de heterosis fueron: (13x4)x(16x2), (13x11)x(16x2) y (1x5)x(4x2).

**Palabras clave:** *Zea mays* L., prepotencia, cruzas simples, predicción.

### ABSTRACT

Combining abilities (CA) of single crosses are not used as a selection criterion for double hybrids prediction as it is commonly done for inbred lines. This study explored the former criterion as an alternative procedure useful for double hybrids formation.

One of the outstanding features of this research was the identification of single crosses with high CA effects. Estimates were made on the basis of average performance shown by each single cross throughout its crosses. For double hybrids prediction, preponderance indexes were added up and their mean extracted from involved single crosses.

Single crosses with a better combining ability for several traits were as follows: (4x11), (4x1), (4x2), (1x16) and (13x16). The ones with high preponderance for yield: (13x4), (4x16), (4x2) and (4x9). Predicted double hybrids, considering both good combining ability and preponderance for yield: (13x4)x(1x6), (16x2)x(8x4), (13x10)x(2x3), and (11x16)x(4x9).

The genetic diversity observed among genotypes allowed the development of double hybrids which were graded by their heterosis and agronomic derisability; the most qualified for yield were: (13x4)x(16x2), (13x11)x(16x2) and (1x5)x(4x2).

**Key words:** *Zea mays* L. prepotency, single crosses, prediction.

## INTRODUCCIÓN

La estructuración de híbridos de maíz a partir de líneas o cruza simples se considera como una importante alternativa para el incremento de la producción, siempre y cuando sean conocidos y utilizados por los productores.

El fitomejorador centra su interés en seleccionar eficientemente los materiales (genotipos) en estudio y evaluar la productividad de los mismos mediante combinaciones de cruza simples (CS) y líneas. Se da el caso de líneas y CS que combinatoria muy bien, resultando en híbridos de gran potencialidad. En cuanto al fenómeno de aptitud combinatoria (AC), Sprague y Tatum (1942) señalan que determinadas combinaciones son mejores o peores en función del rendimiento de CS y líneas. La AC en las CS es un parámetro genético indispensable para la formación de materiales mejorados, el cual permite conocer el comportamiento promedio de una CS en combinaciones híbridas. La estimación de AC es una alternativa rápida y eficiente para detectar buenos progenitores (Hernández y Molina, 1980; Navarro, 1978; y Castro, 1989).

Siempre se ha considerado como un criterio importante de selección el que los progenitores tengan una adecuada aptitud combinatoria. Aportaciones al respecto se tienen en Mendoza, (1988); Falconer, (1981); y Sprague y Tatum, (1942). Sin embargo, el caso no se ha estimado directamente en los padres de los HD, que son realmente las CS (Ortega, 1990; y De León, 1987).

La importancia de este estudio radica en estimar la AC de las CS y su prepotencia para rendimiento. Esto permite identificar CS con altos efectos de AC, las cuales sirvan en la formación de HD sobresalientes o como probadores. La prepotencia se ha empleado para medir el potencial de los progenitores dentro de una serie de cruza; además, se le considera como la cualidad que muestra un individuo para imprimir características a su progenie. De León y Reyes (1991); Allard (1980) y Ortega (1990) también señalan la importancia de estimar la AC (prepotencia) en CS ya que éstas son las progenitores de los HD, que es la versión de híbridos más utilizados en México.

Este trabajo se desarrolló bajo tres condiciones ambientales y tuvo los siguientes objetivos: 1)Comprobar que varios de los híbridos experimentales poseen potencial para ser empleados comercialmente al superar a los testigos, 2)Estimar la AC de las CS progenitoras de los HD, y 3)Seleccionar híbridos dobles en base a prepotencia de rendimiento y buenas características agronómicas.

La hipótesis de trabajo es que las CS progenitoras de los HD poseen diferentes efectos de AC y que, al menos, una de ellas posee mejores efectos que el resto.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El material que sirvió de base para esta investigación fueron los progenitores de un grupo de híbridos dobles (HD), los cuales provienen de 18 líneas élite con diferentes niveles de endogamia (S3 a S7), originadas a partir de poblaciones de maíz representativas de regiones como Trópico Seco, Trópico Húmedo y Bajío Mexicano, del Programa de Mejoramiento Genético del Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Durante el ciclo Otoño-Invierno en Tepalcingo, Morelos, se formaron todas las cruza simples (CS) posibles  $n(n-1)/2$ , haciendo un total de 153. Durante 1988-1989, en la misma localidad, se formaron las cruza dobles entre las CS que coincidieron en floración, obteniéndose un total de 502 híbridos dobles (HD).

En el Cuadro 1 se detallan las 18 líneas utilizadas en la formación de CS, progenitoras éstas de los HD, así como los testigos utilizados. Para la selección de los HD, así como su caracterización agronómica, se requirió de evaluarlos en diversos ambientes, los cuales fueron: 1) Atoyac, Jalisco; 2) Celaya, Guanajuato; 3) Torreón, Coahuila.

La caracterización fenotípica de plantas en los HD se observó a través de las variables: altura de planta y de mazorca, acame de raíz y de tallo, proporción de mazorcas podridas, mala cobertura y rendimiento de mazorca.

El trabajo de investigación se dividió en 10 experimentos por localidad, cada uno con 50 tratamientos, incluyendo los testigos, dos repeticiones. Se realizó un análisis de varianza individual y combinado, bajo una distribución de bloques al azar para cada una de las variables por experimento y localidad de evaluación. Se utilizó una DMS ( $\alpha=.05$ ) para la identificación de híbridos con mejores características agronómicas en comparación con el mejor testigo para cada grupo experimental.

**Cuadro 1. Origen de 18 líneas élite formadoras de 153 CS, progenitores de los HD.**

Clave	Ambiente	Clave	Ambiente
1	Trópico Húmedo	10	Trópico Húmedo
2	Bajío	11	Trópico Seco
3	Trópico Seco	12	Trópico Seco
4	Trópico Húmedo	13	Trópico Húmedo
5	Bajío	14	Trópico Seco
6	Trópico Húmedo	15	Bajío
7	Trópico Húmedo	16	Bajío
8	Trópico Húmedo	17	Bajío
9	Bajío, Trópico Seco	18	Trópico Seco

Testigo: B810, B830, B840, B850, AN-447.

Las CS calificables como mejores serán aquellas que muestren una prepotencia mayor o promedios más altos en comparación con las demás cruza utilizadas en los tres ambientes para los caracteres evaluados. Por tal razón, las CS que participaron al menos cinco veces como progenitoras de las cruza dobles, se les estimó la prepotencia al observar su comportamiento promedio a través de sus cruza. Esto se realizó bajo la fórmula siguiente:

$$pp = \Sigma X_i / N$$

donde:

pp= prepotencia por estimar en cada material.

$\Sigma X_i$ = sumatoria de las cruza dobles donde interviene la i-ésima CS.

N= número de veces en que participa la CS.

La heterosis útil (Hu), parámetro evaluado en esta investigación, permite observar la superioridad o inferioridad de una cruza sobre sus testigos. Para determinar los valores de heterosis útil en los HD, en relación con el mejor testigo, se calculó como sigue:

$$Hu = F1 - VC/VC*100$$

donde:

F1= valor cuantitativo de una característica en la progenie F1 híbrido doble.

VC= valor cuantitativo de la característica en la variedad comercial.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uno de los objetivos de este estudio fue el obtener descendientes híbridos producto de cruza simples (CS) con buen potencial de rendimiento (superior a los testigos). De acuerdo a los análisis estadísticos, se comprobó que los genotipos evaluados mostraron una gran variabilidad y que algunos superaron en rendimiento a los testigos, diferencias atribuibles a la diversidad ambiental entre los sitios de evaluación y el fondo genético de los progenitores.

En el Cuadro 2 se presenta un resumen de los valores indicativos obtenidos para los 502 híbridos dobles y el comportamiento del mejor testigo, en las siete variables de estudio. Para cada una de éstas, se determinó el valor medio, máximo, mínimo, rango y DMS. Los valores máximos y mínimos para todas las características indican diferencias, lo cual permite señalar la existencia de una gran variabilidad entre los HD. En estos ensayos se observaron materiales (HD) de porte normal, altura de mazorca y demás características con calificación aceptable; sin embargo, en los casos de mazorcas podridas y mala cobertura hay daños con medias de 10 y 18 por ciento, respectivamente, debido posiblemente a efectos de tipo ambiental, manejo de campo o genético. Al respecto, Villena (1983) indica que estos problemas se presentan en áreas de alta precipitación pluvial y efectos de campo, ocasionados vía insectos y enfermedades fungosas, por lo que hay que identificar maíces que posean grados aceptables de resistencia

**Cuadro 2. Valores característicos obtenidos en 502 cruza dobles y el mejor testigo.**

Variable	Media	Max	Min	Rango	DMS (0.05)	Testigo*
Altura de planta (cm)	236	271	186	85	7.30	259
Altura de mazorca (cm)	119	142	97	45	6.01	133
Acame de raíz (%)	5	22	0	22	0.58	6
Acame de tallo (%)	6	20	0	20	0.51	3
Mazorcas podridas (%)	10	31	1	30	0.65	7
Mala cobertura de mazorca (%)	18	46	3	45	0.57	15
Rendimiento de mazorca (t ha <sup>-1</sup> )	11.63	15.09	6.75	8.34	0.77	13.194

\* Testigo comercial=B850.

a pudriciones y mala cobertura, aunado a un buen rendimiento de mazorca. Córdoba (1983) hace referencia a que la mala cobertura de mazorca es un carácter de importancia económica que influye en las pérdidas de postproducción y cosecha.

Los valores mínimos observados en los HD experimentales indican que dentro de éstos existen materiales con buenos atributos agronómicos ya que es muy deseable contar con híbridos de porte medio resistentes a acames, buena cobertura y sin pudrición de mazorca. En el otro extremo, los valores máximos aluden a HD que superan al testigo en prácticamente todas las variables de estudio, incluyendo rendimiento en mazorca ( $P < .05$ ). En este caso, la DMS para comparar promedios de rendimiento fue  $0.77 \text{ t ha}^{-1}$ , documentando una diferencia entre el mejor HD y el testigo de  $1.89 \text{ t ha}^{-1}$  (Cuadro 2).

Las evaluaciones practicadas en esta investigación también permiten señalar la existencia de variabilidad fenotípica a través de localidades de prueba, resaltándose que un grupo de 46 CD fueron numéricamente superiores en rendimiento al mejor testigo comercial, que fue B850 (Cuadro 3).

De los materiales calificados como superiores puede subrayarse la participación de las líneas en cuanto a su origen geográfico: el 42% de ellas corresponden a trópico húmedo, el 20% a trópico seco, 34% a El Bajío y 2% Bajío-trópico secb. Es importante hacer mención del grado de participación de las mejores líneas en el grupo de híbridos seleccionados, las cuales son: (4),(16),(2),(13),(1) y (11), así como de las mejores CS como son: (16x2) y (4x2), véase Cuadro 4.

**Cuadro 3. Comportamiento agronómico de cruzas dobles seleccionadas por rendimiento, a través de tres ambientes.**

CS	CS	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND	Hu
13,04	01,16	248	129	05	03	04	13	15,088	14,35
13,04	16,02	257	133	19	03	10	10	14,860	12,62
13,11	16,02	250	114	18	04	10	12	14,763	11,89
01,05	04,02	237	115	06	05	09	22	14,757	11,84
13,02	16,02	243	120	01	03	04	15	14,593	10,60
11,05	04,02	271	119	04	03	09	28	14,319	08,52
10,02	18,14	243	127	00	01	06	08	14,257	08,05
08,04	16,02	243	116	07	03	06	23	14,063	08,58
02,03	13,01	246	120	05	01	08	13	14,033	06,35
16,02	04,16	250	139	06	02	12	24	14,015	06,22
11,16	04,09	243	120	00	03	07	34	13,945	05,69
13,09	17,06	232	118	07	02	04	13	13,939	05,64
04,18	01,16	232	108	10	02	16	26	13,921	05,51
01,16	04,11	237	123	03	05	11	21	13,877	05,18
16,02	08,17	246	124	11	09	11	13	13,876	05,17
13,18	04,09	234	122	06	01	07	19	13,875	05,16
11,18	16,02	259	134	12	02	12	40	13,868	05,11
12,16	04,11	245	129	00	05	04	17	13,850	04,97
18,02	08,04	249	122	04	02	10	30	13,724	04,02
16,02	04,01	248	120	02	08	06	14	13,721	03,99
10,16	04,01	241	130	15	07	09	05	13,715	03,94

CS	CS	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND	Hu
13,04	13,09	250	137	05	04	15	09	13,685	03,72
16,09	17,05	234	124	17	00	06	18	13,676	03,65
11,06	04,02	243	129	03	08	05	31	13,668	03,59
10,06	04,02	254	134	03	08	08	09	13,607	03,13
13,16	04,11	244	133	06	01	12	17	13,542	02,63
18,07	02,03	245	122	11	00	07	08	13,481	02,17
16,09	04,07	243	122	01	01	05	23	13,474	02,12
15,06	04,02	233	114	05	19	11	24	13,453	01,96
13,16	04,18	238	123	06	01	05	15	13,439	01,85
04,12	16,02	255	116	04	00	06	25	13,428	01,77
02,09	18,03	252	136	05	06	09	16	13,406	01,60
13,11	01,16	234	117	22	04	13	23	13,398	01,54
13,08	16,02	246	127	01	03	12	31	13,397	01,53
11,07	02,03	255	126	01	05	06	19	13,390	01,48
12,06	04,01	250	122	02	08	05	18	13,329	01,02
04,01	08,16	231	117	01	06	06	26	13,318	00,93
04,01	13,16	230	118	12	03	03	13	13,307	00,85
16,06	04,02	244	128	01	08	09	12	13,306	00,84
01,03	06,04	237	121	02	01	02	16	13,293	00,75
04,14	06,18	227	114	09	12	03	15	13,258	00,48
13,06	04,02	225	120	03	06	06	14	03,238	00,33
14,16	04,09	236	121	01	03	03	26	13,238	00,33
10,01	13,02	254	114	06	06	12	09	13,236	00,31
01,12	04,11	256	136	04	06	12	29	13,203	00,06
04,02	08,12	247	117	03	00	04	22	13,203	00,06
B850		259	133	06	03	07	15	13,194	00,00

CS=cruza simple; AP= altura de planta; AM=altura mazorca; AR=acame de raíz; AT=acame de tallo; MP=mazorcas podridas; MC=mala cobertura; REND=rendimiento de mazorca; Hu=heterosis útil.

La heterosis útil calculada para rendimiento fue medida en particular con el mejor testigo comercial. Como pueden apreciarse en Cuadro 3, los valores caen en el intervalo de 14.35% a 0.06%, todos positivos, lo que indica que hay una ganancia o expresión heterótica en dichos materiales.

### Aptitud Combinatoria de Cruzas Simples (Prepotencia)

Esta investigación es un estudio detallado de la AC en las CS, progenitoras de los HD, lo cual debe redundar en una obtención de mejores HD y con ello facilitar la detección de materiales superiores. Se seleccionaron un total de 30 CS con buena AC tomando en cuenta el rendimiento y demás características agronómicas (Cuadro 4). A partir de la aptitud combinatoria, se observa que las líneas que forman CS con mayores efectos pertenecen o provienen de cruzamientos que combinan orígenes de trópico húmedo y Bajío. Tomando en cuenta a la variable rendimiento, se ubica a los genotipos de mayor prepotencia; de éstos, las primeras 28 CS son estadísticamente iguales, donde el valor calculado de la DMS al .05 fue 1.905 t ha<sup>-1</sup>.

Observando los resultados de prepotencia en las CS puede decirse que al cruzar materiales con buena AC, éstos darán origen a mejores híbridos y deberá esperarse lo contrario cuando se crucen genotipos de baja prepotencia. Esto se muestra con la CD (13x4) x (1x16) la cual tiene el máximo rendimiento (Cuadro 3), correspondiendo a los progenitores una excelente AC.

**Cuadro 4. Concentración del comportamiento promedio de 30 cruza simples en tres ambientes con mayor prepotencia de rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ).**

CS	PART	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND
13,11	(03)	242	122	15	04	10	21	13,648
04,11	(08)	245	129	06	06	10	20	12,978
16,02	(20)	246	124	08	03	11	25	12,945
13,04	(08)	243	126	07	05	08	14	12,874
04,16	(05)	243	128	04	04	09	24	12,845
01,16	(04)	240	120	06	07	09	20	12,820
04,02	(15)	239	120	06	06	07	20	12,820
04,09	(12)	237	120	03	03	05	25	12,805
08,04	(11)	238	120	05	02	06	18	12,736
18,06	(05)	241	122	01	07	06	20	12,864
10,16	(05)	241	122	06	08	09	28	12,640
16,09	(08)	231	115	06	03	09	26	12,571
11,16	(08)	244	124	02	05	10	19	12,412
06,02	(05)	237	122	03	06	07	20	12,384
13,16	(14)	238	121	06	05	09	13	12,271
18,07	(05)	240	122	06	03	06	14	12,164
02,03	(18)	239	120	06	02	07	14	12,114
13,10	(06)	240	122	06	02	09	13	12,068
11,18	(10)	247	126	05	06	10	23	12,009
16,15	(05)	240	120	03	11	14	15	11,968
02,09	(08)	228	114	05	02	11	23	11,914
04,01	(14)	240	121	06	07	08	16	11,913
04,18	(12)	232	119	06	04	08	16	11,903
01,30	(08)	233	120	06	06	09	18	11,878
10,02	(08)	246	125	03	07	02	15	11,870
04,07	(06)	238	117	03	04	04	19	11,862
14,09	(05)	233	119	04	06	03	15	11,837
08,18	(09)	238	117	06	08	09	24	11,833
18,09	(10)	240	119	04	04	02	28	11,776
12,16	(20)	230	117	03	07	09	17	11,766

CS= cruza simple; PART= participación de la cruza simple en cruza con otras; A.P.= altura de planta; A.M.= altura mazorca; A.R.= acame de raíz (%); A.T.= acame de tallo (%); M.P.= mazorcas podridas (%); M.C.= mala cobertura (%); REND.= rendimiento de mazorca ( $ton\ ha^{-1}$ ).

Por último, se incluye el Cuadro 5 donde se conforma un grupo selecto de 10 HD del total de los evaluados. Este lo integran aquéllos que mostraron buenas características agronómicas y excelente potencial de rendimiento. La CD con mejor rendimiento fue la (13x4) x (1x16). La (10x2) x (18x4) registró en conjunto los mejores porcentajes respecto a acames de raíz y tallo, mazorcas podridas, mala cobertura, además de un rendimiento de 14.257 t ha<sup>-1</sup>

**Cuadro 5. Comportamiento promedio de 10 híbridos dobles seleccionados, con buenos porcentajes en las características evaluadas y excelente potencial de rendimiento a través de ambientes.**

CS	CS	AP	AM	AR	AT	MP	MC	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )
(13x04)	(01x16)	248	129	5	3	4	13	15,088
(01x05)	(04x02)	237	115	6	5	9	22	14,757
(11x05)	(04x02)	271	119	4	3	9	28	14,319
(10x02)	(18x14)	243	127	0	1	6	08	14,257
(08x04)	(16x02)	243	116	7	3	6	23	14,063
(13x09)	(17x06)	232	116	7	2	4	13	13,939
(13x18)	(04x09)	234	122	6	1	7	19	13,875
(12x16)	(04x11)	245	129	0	5	4	17	13,850
(10x06)	(04x02)	254	134	3	8	8	09	13,807
(18x07)	(02x03)	245	122	11	0	7	08	13,481

CS= cruzas simple; AP=altura de planta; AM=altura mazorca; AR=acame de raíz; AT=acame de tallo; MP=mazorcas podridas; MC=mala cobertura.

## CONCLUSIONES

Se comprobó la eficiencia de utilizar la aptitud combinatoria de las cruzas simples para la formación y selección de híbridos dobles.

Las cruzas dobles que mostraron los valores más altos de heterosis para rendimiento fueron (13x4)x(1x16); (13x4)x(16x2), (13x11)x(16x2); y (1x5)x(4x2).

La identificación de cruzas simples con altos efectos de aptitud combinatoria, hará posible que éstas sean empleadas en un futuro inmediato, en cruzamientos dirigidos para formar híbridos, o bien para utilizarse como probadores.

Entre ellas se tienen las siguientes: (4x11),(4x1),(4x2),(1x16),(13x16), (4x11),(16x2),(13x4) y (10x16).

Sobresalen algunas CD como la  $(13 \times 4) \times (1 \times 16)$ ;  $(1 \times 5) \times (4 \times 2)$ ;  $(10 \times 2) \times (18 \times 14)$ ; y  $(11 \times 5) \times (4 \times 2)$  con buenas características en promedio y potencial de rendimiento de mazorca.

### LITERATURA CITADA

- Allard, R. W. 1980. Principios de la Mejora Genética de las Plantas. Trad. de la ed. por José L. Montoya, 4ª ed. España, Omega S. A. pp. 242, 243, 276, 294, 317.
- Castro G., A. 1989. Evaluación de cruzas simples de maíz tropical, predicción de cruzas triples y dobles y parámetros de estabilidad. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México.
- Córdova H., S. 1983. Formación de híbridos dobles y triples de maíz en base a familias de hermanos completos y sus implicaciones en la producción de semilla comercial. Congreso Nacional de Milha o Sorgo Maccio. AI (15, 1984, Brasil). Brasil, p. 59.
- De León C., H. 1987. Selección recurrente en familias de hermanos completos con pedigrí en maíz (*Zea mays* L.). Tesis Maestría Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 66 p.
- De León C., H., V. M. Reyes V. 1991. Estimación de la habilidad combinatoria en cruzas simples de maíz. II Congreso Nacional de Genética. Sociedad Mexicana de Fitogenética - Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. p. 3.
- Falconer, D. S. 1981. Introducción a la genética cuantitativa. Trad. del Inglés por Fidel Márquez Sánchez, décima segunda impresión, Editorial C.E.C.S.A. 430 p.
- Gardner, O. Ch. (1982). Información genética derivada utilizando el modelo Gardner Eberhart para media generacionales. Trabajo presentado en el IX Congreso Nacional de la SOMEFI. 1982. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 114-141.



# Agropapía

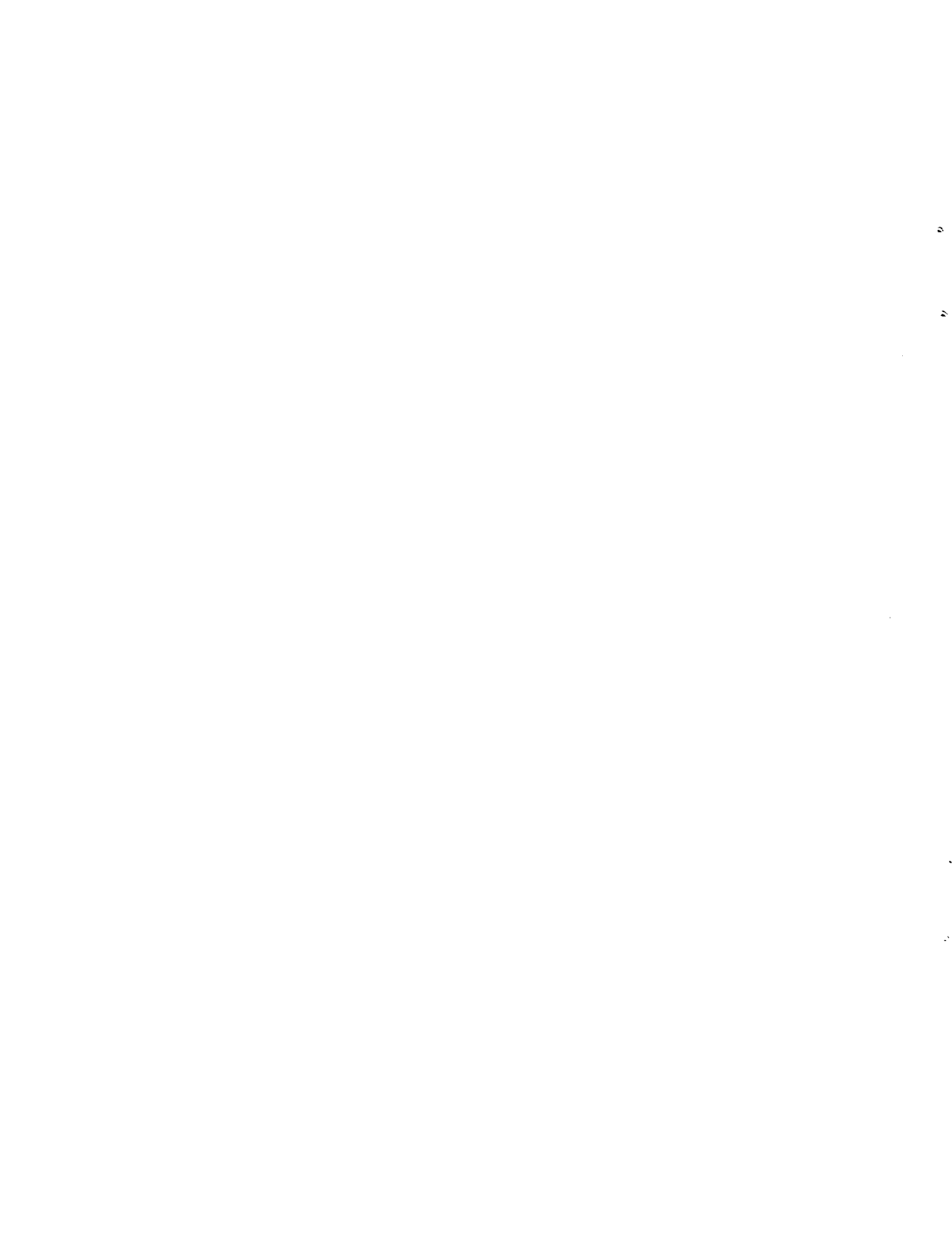
REVISTA CIENTÍFICA

VOL. 11 NÚM. 2 JULIO-DICIEMBRE, 1995

ISSN 0185-1063



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
Apizaco, Puebla, México



## DINÁMICA DE ABSCISIÓN Y AMARRE DE FRUTO EN VID

### ABSCITION AND FRUIT FALLING DYNAMICS IN GRAPES

<sup>1</sup>Humberto I. Macías Hernández

<sup>2</sup>Alfonso Reyes López

<sup>3</sup>Fernando Borrego Escalante

Maestros-Investigadores: <sup>1 y 2</sup>

Departamento de Horticultura, <sup>3</sup>

Departamento de Fitomejoramiento,

Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro.

25315 Buenavista,

Saltillo, Coahuila, México.

### RESUMEN

Una de las etapas más críticas que determinan la producción y calidad de la uva lo es el momento de la floración y el cuajado del fruto. En vid (*Vitis vinifera* L.) existen variedades que tienen una caída excesiva de botones florales y de frutos pequeños. Lo anterior está aparentemente influenciado por las diferencias en variedades y climas en donde se explota la vid. En el presente trabajo se pretende conocer la dinámica de caída de fruto en diferentes posiciones de la planta, así como los porcentajes de amarre de fruto en cada uno de ellos. Las evaluaciones se hicieron en el huerto fenológico de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, trabajando con las variedades para vino: Grenache, Palomino, French Colombard, Rubired y Alicante Bouschet. Se colocaron bolsas cubriendo los racimos antes del desprendimiento de las caliptras y se recolectaron los frutos caídos en éstas a lo largo del desarrollo del racimo, el cual fue finalmente cortado para conocer el porcentaje de amarre de fruto. Esta variable fue estadísticamente igual entre variedades, aunque si se detectaron diferencias ( $P < 0.05$ ) entre la posición de los racimos, sobre todo respecto a la altura del racimo en un brote, observándose mayor amarre en el racimo superior. Los cultivares French Colombard y Rubired fueron los únicos que mostraron diferencias ( $P < 0.05$ ) entre las posiciones respectivas a cada uno de ellos sobre el brazo de la planta.

**Palabras clave:** *Vitis vinifera* L., Cordon bilateral, Floración, var. French Colombard, var. Rubired.

## ABSTRACT

One of the most critical stages which determines the production and quality of grapes is flowering and fruit falling. There are cultivars of *Vitis vinifera* L. which have an excessive falling of flower sprouts as well as small fruits apparently filled. All these seems to be influenced by different varieties and climates where vineyards are exploited. In this work it is intended to know the dynamics of fruit falling in different positions of the plant, as well as the percentages of fruit settling in each case. Evaluations were made in the phenologic orchard of Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro at Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mexico, with wine cultivars as follows: Grenache, Palomino, French Colombard, Rubired and Alicante Bouschet. Bags were placed covering the grape clusters before calipters' detachment; fallen fruits were collected along the development stage of clusters which were finally cut in order to know the settling percentage of fruit. No statistical differences were found among cultivars as far as settling percentage is concerned, but differences ( $P < 0.05$ ) among positions were found, mainly for cluster height in a sprout, being settling percentage higher for the superior clusters. Cultivars F. Colombard and Rubired were the only ones which showed differences ( $P < 0.05$ ) among its respective positions for each one of them in the plant's branch.

**Key words:** *Vitis vinifera* L., Billateral cordon, Flowering, cv. French Colombard, cv. Rubired.

## INTRODUCCIÓN

La vid, *Vitis vinifera* L., fue traída de Europa a México por los conquistadores españoles y se considera que su cultivo se inició a partir de 1518 (Anaya, 1993).

Este frutal es entre las especies caducifolias de las que más se cultivan a nivel mundial con aproximadamente 10 millones de hectáreas (Macías, 1993) dedicándole en nuestro país el 8.8% de la superficie ocupada por frutales, lo cual la convierte en una de las especies económicamente relevantes.

Entre los factores de mayor importancia en el estudio fenológico de un frutal se encuentra la determinación del potencial de adaptación, que permite detectar a los materiales de mayor producción y calidad de fruta. En esto, es el amarre de fruto una de las etapas más críticas para lograrlo.

La caída y amarre del fruto en la vid se debe a diferentes factores, entre los principales pueden apreciarse defectos morfológicos, condiciones climáticas desfavorables, problemas nutricionales, enfermedades y estado fisiológico de la

planta. En este contexto, el presente trabajo se realizó bajo los siguientes planteamientos:

Existen diferencias en la dinámica de caída de fruto de cinco cultivares de vid, así como del porcentaje de amarre en diferentes porciones de la planta, sobre la caña y sobre el rango del brote.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló en el huerto fenológico de vid (*Vitis vinifera* L.) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, sobre un viñedo de cuatro años de edad, conducido bajo el sistema de cordón bilateral a 3 m x 2.5 m, establecido en un suelo franco-arcilloso, cultivado en forma tradicional y bajo riego, donde se tienen en estudio cultivares para vino, mesa y pasas.

Se evaluaron cinco cultivares de vid para vino: Grenache, Palomino, Rubired, French Colombard, Alicante Bouschet. Las variables evaluadas fueron: amarre y caída de fruto en todas las variedades según posiciones y alturas (Fig. 1); en ello, se planteó seguir la dinámica de la caída de frutos determinándose sus curvas para tres posiciones sobre las cañas de la planta ( $P_1$ =posición cercana;  $P_2$ =posición media;  $P_3$ =posición distal), y dos alturas ( $A_1$ =basal;  $A_2$ =superior), expresada tanto en número de frutos caídos como en porcentaje; para determinar el número de inflorescencias y frutos caídos en las posiciones seleccionadas, los racimos se colocaron dentro de bolsas de tela mosquitero, color blanco; las bolsas se instalaron el día 1° de mayo y los muestreos se hicieron diariamente, alternando los cultivares y esparciéndose éstos según fue disminuyendo la caída, hasta llegar a realizarse en intervalos de 15 días.

Con la finalidad de que la inflorescencia no se dañara, las bolsas se retiraban cuidadosamente y las inflorescencias recolectadas se vaciaban en bolsas de polietileno, debidamente identificadas, para su cuantificación, colocando nuevamente las bolsas con sumo cuidado.

Para conocer el por ciento al que corresponden los frutos caídos (% F.C.) es necesario conocer el número de bayas desarrolladas en cada racimo muestreado, por lo que el conteo de dichos racimos fue realizado cuando ya no se apreció caída alguna. El procedimiento de cálculo fue como sigue:

$$\% \text{ F.C.} = \frac{\text{Núm. frutos caídos} \times 100}{\text{Núm. frutos por racimo}}$$

La diferencia de %F.C. con respecto a cien será el porcentaje de frutos amarrados, es decir, % F.A. = 100-% F.C.

Debido a la pérdida de algunos racimos antes del conteo final (pérdida de unidades experimentales) se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 5x3x2 (factores: variedades; posiciones; alturas) en diferente número de repeticiones. Los datos expresados en porcentaje de caída o amarre fueron transformados a valores ARCSeno raíz cuadrada, para su mejor interpretación. La prueba de medias para efectos factoriales significativos fue la D.M.S.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información promedio sobre número de flores y porcentaje de amarre de frutos aparece en el Cuadro 1, mientras que en el 2 se consigna el resultado del análisis de varianza para las interacciones significativas en la variable amarre de fruto.

La caída de frutos se presentó para las cir.co variedades desde el 2 de mayo al 29 de junio, es decir aproximadamente 57 días después de la dehiscencia. Aquí se pudo observar que la dinámica de abscisión presentó, en la mayoría de los casos, un comportamiento doble sigmoidal donde cada

**Cuadro 1. Número de inflorescencias y porcentaje de amarre para las tres posiciones de racimos en las cinco variedades de vid.**

Variedad	Posición	Núm. frutos amarrados	Núm. promedio de flores	Porcentaje de amarre
Grenache	P <sub>1</sub>	398	816	48.8
	P <sub>2</sub>	458	1106	42.4
	P <sub>3</sub>	610	1757	34.7
Palomino	P <sub>1</sub>	399	861	46.3
	P <sub>2</sub>	556	1222	45.5
	P <sub>3</sub>	568	1639	35.9
F. Colombard	P <sub>1</sub>	345	681	50.6
	P <sub>2</sub>	263	587	44.8
	P <sub>3</sub>	412	564	73.2
Rubired	P <sub>1</sub>	208	802	25.9
	P <sub>2</sub>	235	685	34.2
	P <sub>3</sub>	267	472	56.5
A. Bouschet	P <sub>1</sub>	405	910	44.5
	P <sub>2</sub>	508	1250	40.6
	P <sub>3</sub>	542	1374	39.4

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> y P<sub>3</sub> = Posiciones: distal, media y cercana.

posición sobre la caña se comporta en forma muy similar a las demás dentro de una misma variedad (Figs. 2 a 6), concordando con Weaver (1972) quien menciona que la floración de la vid es el periodo en el cual se caen las caliptras de las flores, fenómeno que puede durar varios días; asimismo, indica que la plena floración corresponde al punto donde han caído 50% de las caliptras.

En tanto que el comportamiento y el periodo de mayor caída es diferente entre variedades, Grenache manifiesta su máxima del 18 al 30 de junio, Palomino y F. Colombard del 11 al 21 de junio, Rubired del 6 al 19 de mayo y A. Bouschet del 6 al 23 de mayo. Por lo que respecta a rangos o alturas de racimos se encontró que los que presentan un mayor cuajado de fruto siempre fueron los racimos de mayor altura sobre el brote (Fig. 7).

**Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia estadística para porcentaje de amarre de fruto en vid.**

Fuente de variación	g.l.	C.M.	Significancia
Variedades en P <sub>1</sub>	4	184.53	*
Variedades en P <sub>2</sub>	4	616.52	NS
Variedades en P <sub>3</sub>	4	481.13	**
Posiciones en Grenache	2	70.79	NS
Posiciones en Palomino	2	98.74	NS
Posiciones en F. Colombard	2	390.15	**
Posiciones en Rubired	2	734.93	**
Posiciones en Bouschet	2	13.19	NS
Error	48	59.46	

\*=al 5%; \*\*=al 1%; NS=No significativa.

En las posiciones sobre la caña, Grenache, Palomino y A. Bouschet tienden a cuajar más en la posición 3 (parte distal de la caña) donde se obtuvo el mismo porcentaje de cuajado del fruto (Figs. 8 y 9). Besiz (1965) citado por Galet (1976) trabajando con la variedad Pinot Noir, encuentra que el porcentaje de fructificación final fue de 60 mientras que al momento de cuajado fue 73%. Existe pues así un porcentaje de caída de frutos que en caso drástico puede traer como consecuencia el corrimiento de racimo, entendiéndose por este fenómeno según Foex (1895) citado por Ribereau-Gayon (1971) como la abscisión de la flor seca, y que ésta se cae sin haber cuajado en fruto. De acuerdo a Kuhnholz-Lordat (1952) citado también por Ribereau-Gayon (1971) un fruto corrido es aquel que después de haber sido normalmente cuajado deja de desarrollarse, se seca y posteriormente se cae. Champagnol (1984) describe

que el corrimiento es un fenómeno complejo que sucede después del cuajado cuando las bayas de los racimos apenas han alcanzado el tamaño de una lenteja, quedando solamente el raquis con sólo algunas bayas sobre el racimo.

La dinámica de caída del porcentaje de frutos en el periodo que comprende dicho evento se presenta en la Fig. 10; aquí puede apreciarse que la variedad Grenache tuvo el mayor porcentaje de caída en la posición uno con 37.9% para el día 22 de mayo, seguido de la posición dos con 25.9% para la misma fecha, y el pico para la posición tres con 23.5% por ciento para el día 30 de mayo.

La variedad Palomino expresa su máxima caída para la posición tres (distal) el día 20 de mayo con 20.7% seguida de las posiciones dos (media) y uno (cercana) para el día 22 de mayo con 20.3 y 17.0% respectivamente. El pico de la caída difiere para este cultivar con tan sólo dos días a diferencia de los demás cultivares, excepto Rubired (Fig.11).

Para French Colombard, el mayor porcentaje de caída se tiene el 13 de mayo en la posición tres con 18.3%, seguido de la posición uno y dos con 14.4% y 12.7% para los días 30 de mayo y 6 de mayo, respectivamente (Fig. 12).

La variedad Rubired es el único en el que los picos de caída coinciden en una misma fecha. En la Fig. 13 se aprecia que la posición que tira más frutos es la tres, seguida de la dos y la que menos frutos tira es la uno, sucediendo esta caída el día 11 de mayo, con 57.5, 39.4 y 30.8% respectivamente.

En A. Bouschet, aun cuando los picos de caída máxima coinciden para el mismo día (11 de mayo) en las tres posiciones, la posición uno y tres marcan dos picos de fuerte caída el día 6 de mayo, y las posiciones 2 y 3 el día 17 de mayo (Fig. 14).

El amarre de frutos es de fundamental importancia para el rendimiento en vid, por lo que su estudio debe incluir la cuantificación hormonal de bayas pues es previsible que un desbalance en este sentido pudiera provocar exceso de caída de frutos en algunas variedades de vid; tal es el caso de la variedad Thompson Seedless, la cual tiene muchos problemas de corrimiento de racimo en Mexicali, México; Merlot en la región de Bordeaux y la Grenache en el sur de Francia.

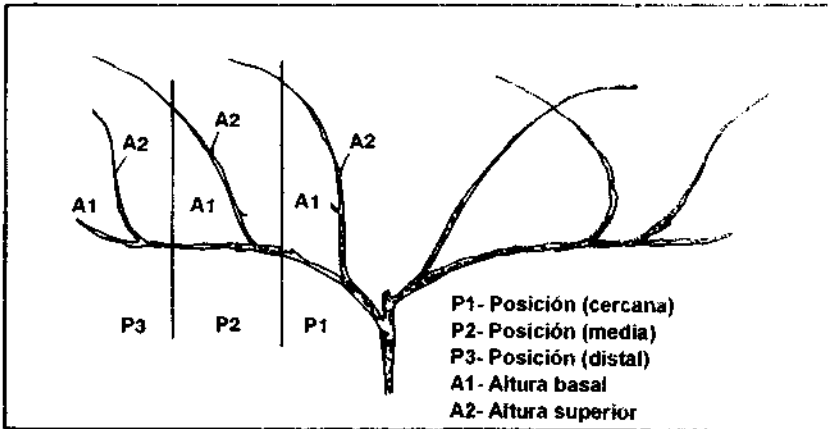


Figura 1 Diagrama donde se ilustran posiciones y alturas de inflorescencias a cubrir con bolsa de tela mosquitera.

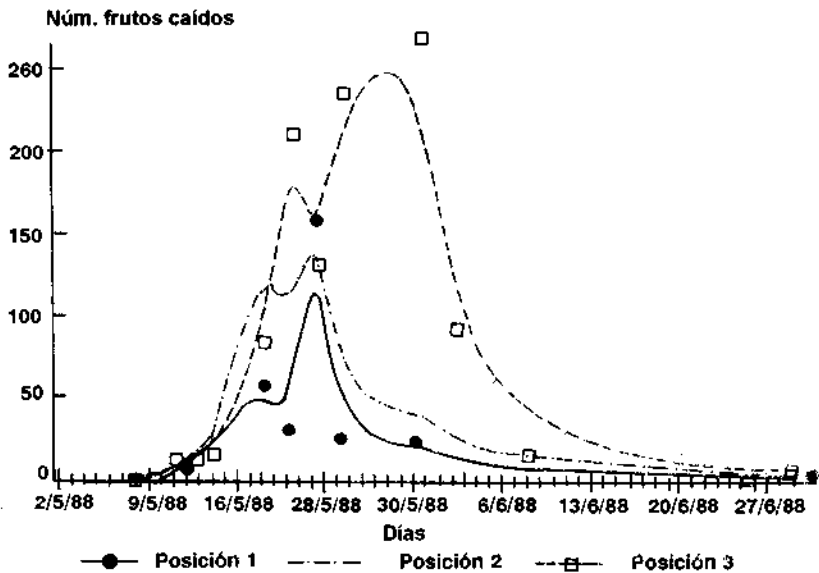


Figura 2. Dinámica de la caída de fruto en la variedad Grenache para las tres posiciones evaluadas.

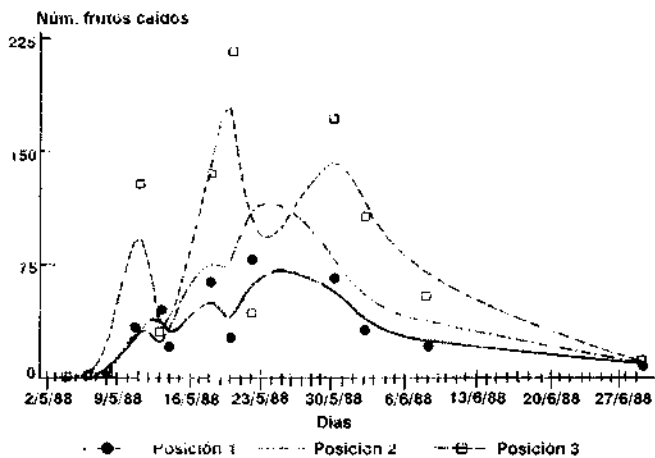


Figura 3. Dinámica de la caída de fruto en la variedad Palomino para las tres posiciones evaluadas.

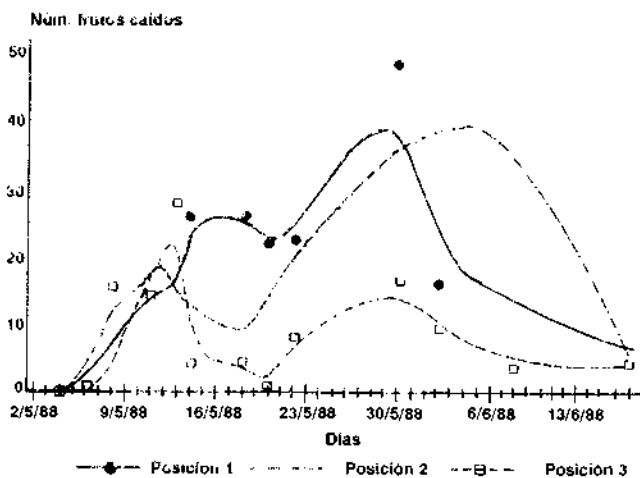
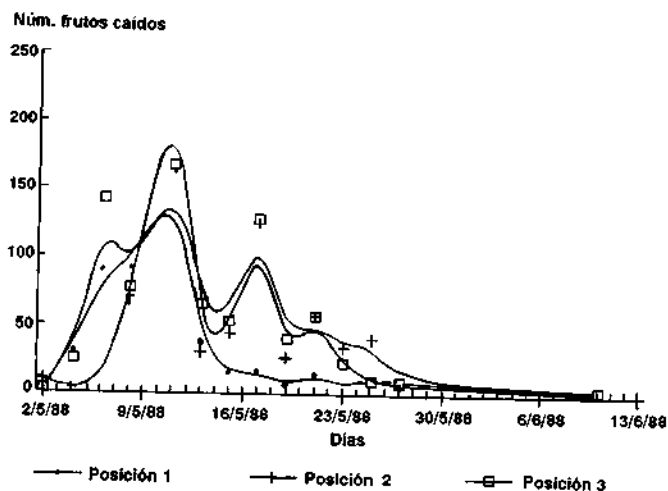
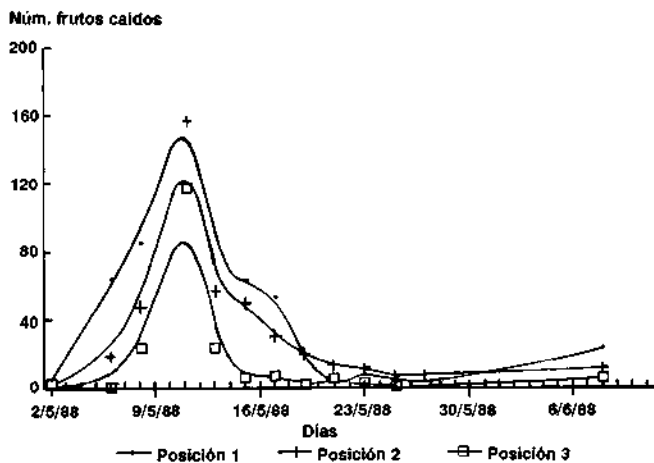


Figura 4. Dinámica de la caída de fruto en la variedad F. Colombard para las tres posiciones evaluadas.



**Figura 5. Dinámica de la caída de fruto en la variedad Alicante Bouschet para las tres posiciones evaluadas.**



**Figura 6. Dinámica de la caída de fruto en la variedad Rubired para las tres posiciones evaluadas.**

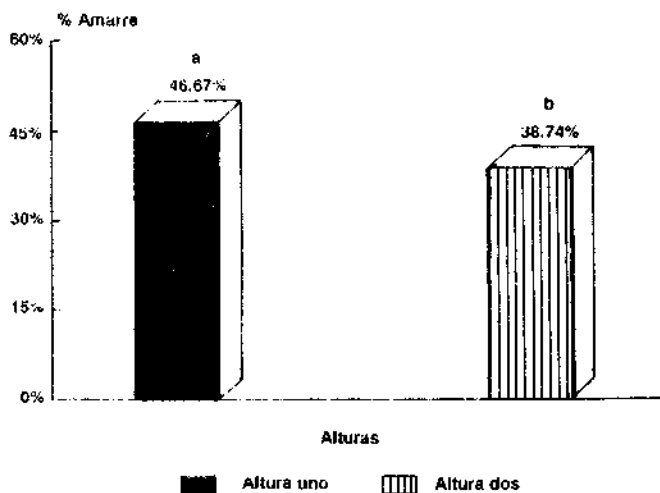


Figura 7. Comportamiento del amarre de fruto para la media general de las dos alturas de racimo evaluadas en vid

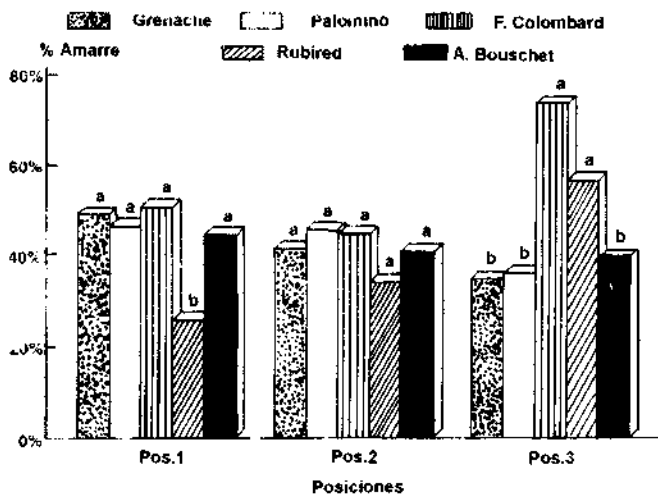


Figura 8. Comportamiento del amarre de fruto en las tres posiciones evaluadas en cinco cultivares de vid

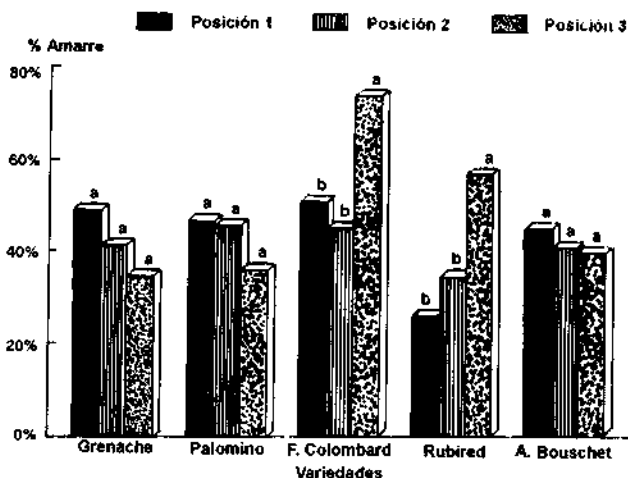


Figura 9. Comportamiento del amarre de fruto en cinco cultivares para las tres posiciones evaluadas en la planta de vid (*V. vinifera* L.). Buenavista, Saltillo, Coah. 1990.

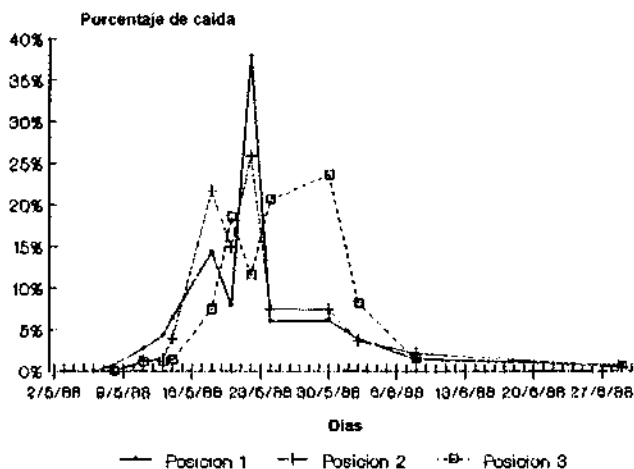


Fig. 10 Dinámica de caída de la variedad Grenache expresada en porcentaje del total de frutos caídos para las tres posiciones evaluadas durante el periodo de muestreo.

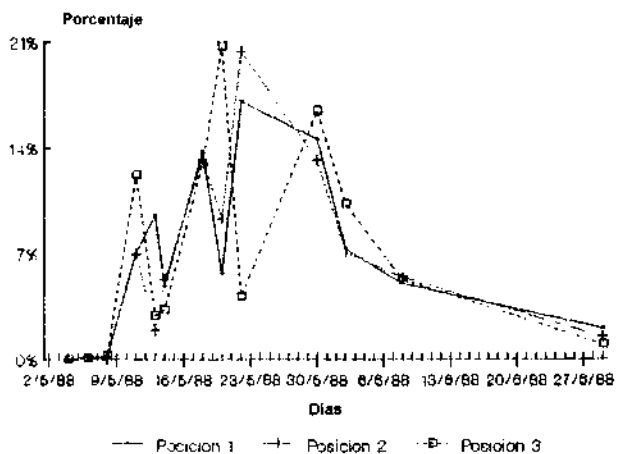


Fig. 11 Dinámica de caída de la variedad Palomino expresada en porcentaje del total de frutos caídos para las tres posiciones evaluadas durante el periodo de muestreo.

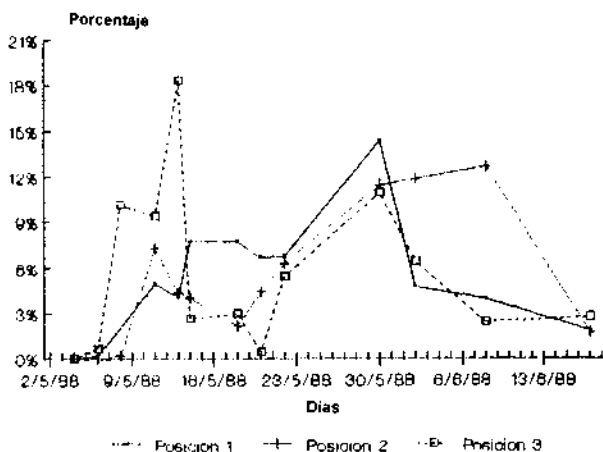
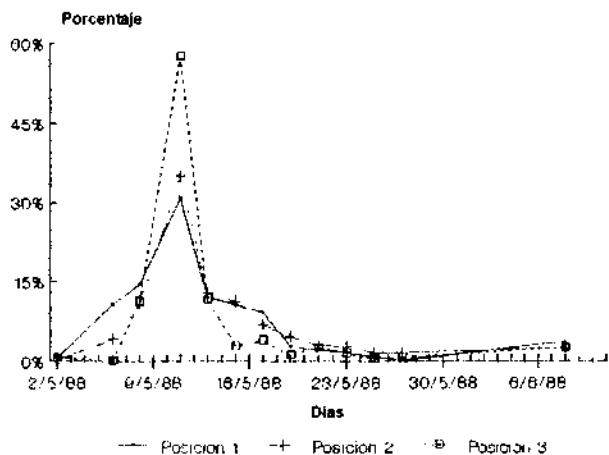
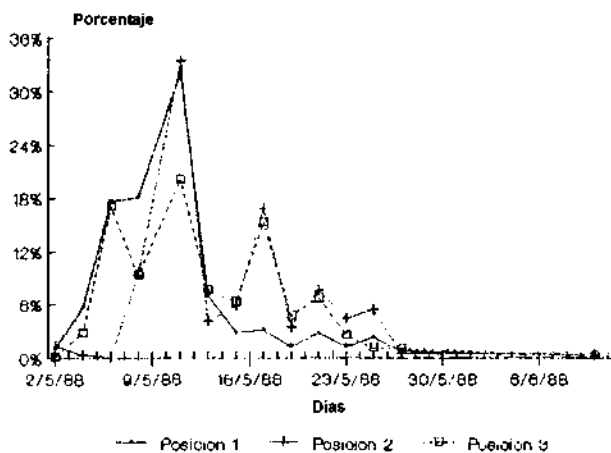


Fig. 12 Dinámica de caída de la variedad F. Colombard expresada en porcentaje del total de frutos caídos para las tres posiciones evaluadas durante el periodo de muestreo.



**Fig. 13** Dinámica de caída de la variedad Rubired expresada en porcentaje del total de frutos caídos para las tres posiciones evaluadas durante el periodo de muestreo.



**Fig. 14** Dinámica de caída de la variedad Alicante Bouschet expresada en porcentaje del total de frutos caídos para las tres posiciones evaluadas durante el periodo de muestreo.

## CONCLUSIONES

El número promedio de flores por racimo osciló entre 472 y 1757 y el porcentaje de amarre entre 25.9 a 73.2%.

No existe diferencia en el porcentaje de amarre de fruto entre las variedades de uva observadas en este trabajo, pero sí con respecto a la altura del racimo en un mismo brote, el cual es mayor en la posición uno.

Entre variedades, el porcentaje de amarre de fruto, según la posición en el brazo de la planta, fue menor para la Rubired en la posición uno, mientras que ésta y la French Colombard tuvieron en la posición tres el mayor porcentaje.

A excepción de F. Colombard, se observa en las demás variedades que a mayor número de inflorescencias presentes por racimo, menor porcentaje de cuajado, en cualquiera de las tres posiciones sobre el brazo de la planta. F. Colombard es notablemente la de mejor amarre de fruto en el huerto fenológico de la UAAAN.

## LITERATURA CITADA

- Anaya R., R. 1993. Panorámica de la viticultura en México. pp.1-6. In: A.A. Gardea B., R. Baez S., J.H. Siller C. (eds.) II Cíelo Internacional de Conferencias sobre Viticultura. Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola en el Estado de Sonora, A.C. (Zona Norte). Hermosillo, Sonora, México. 29 jun.-2 jul., 1993.
- Champagnol, F. 1984. Elements de physiologic de la vigne et de viticulture generale. Ouvrage édité par l'auteur Francois Champagnol. B.P. 13. Pradez-le-LEZ 3498Q SAINT-GELY-du-FESC.
- Galet, P. (1976). *Precis de Ampelographie Pratique*. Imprimerie Déhan, Montpellier. France.
- Macías, H. 1993. *Manual Práctico de Viticultura*. Editorial Trillas. México, D.F. 112 p.
- Ribereau-Gayón., J. 1971. *Traité d' ampelologie sciences et techniques de la vigne*. Tomo 2. Culture, Pathologic, Defense Sanitaire de la Vigne. Ed. Dunot. Paris, France.
- Weaver, Roberts J. 1972. *Reguladores del Crecimiento de las Plantas en la Agricultura*. Traducc. del Inglés. Primera edición en español. Editorial trillas. México, D.F.

## **PRODUCCIÓN DE MAÍZ BAJO TRES SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA COMBINANDO LABOREO Y ESTIERCOL DE BOVINO**

### **RAINFED MAIZE PRODUCTION UPON THREE WATER HARVESTING SYSTEMS COMBINING TILLAGE AND BOVINE MANURE**

José Luis Lara Mireles,  
Eduardo A. Narro Farías,  
Luis Miguel Lasso Mendoza,  
Ma. Cristina Vega Sánchez  
Departamento de Suelos.  
Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro.  
25315 Buenavista,  
Saltillo, Coahuila. México.

#### **RESUMEN**

En la región Noreste de México existen problemas con la precipitación pluvial, que es escasa, errática y agrícolamente mal aprovechada. Con el propósito de aportar soluciones a esta problemática, se presentan aquí los resultados sobre la evaluación de sistemas para un mejor uso del agua. El trabajo de campo se realizó durante 1987 en dos localidades, una dentro de los terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), denominado El Bajío, y otra en un sitio a 10 km al Sur de la primera, denominado La Encantada. Se estudiaron tres sistemas de laboreo en interacción con tres sistemas de captación de agua de lluvia y con la aplicación de estiércol de bovino en dosis de 0 y 20 t ha<sup>-1</sup>. El cultivo utilizado fue el híbrido de maíz AN-310, de ciclo corto, en un diseño experimental de parcelas subdivididas, con distribución en bloques al azar, cuatro repeticiones, y arreglo de tratamientos en factorial 3x3x2. La precipitación durante el ciclo del cultivo fue de 350 mm en El Bajío y de 329 mm en La Encantada. En las dos localidades, las plantas en surco normal cubrieron el 50% de sus necesidades hídricas, y las ubicadas en microcuencia recibieron un promedio de 70%, lo que disminuyó el déficit hídrico en las etapas de floración y llenado de grano. En el Bajío, el mejor sistema de captación de agua fue el de surco modificado, el cual generó un rendimiento de materia seca de 587 g por planta y una producción de mazorca de 1312 Kg ha<sup>-1</sup> y superó al tratamiento testigo en 42%. Los tratamientos con subsuelo-barbecho-rastra combinados con área de escurrimiento alcanzaron la mayor producción. En La Encantada, el

tratamiento surco modificado también superó a los otros tratamientos. No hubo diferencia significativa entre labranzas en dosis de estiércol, pero la incorporación de éste al suelo incrementó la altura de planta y mazorca, área foliar, rendimiento de biomasa y producción de mazorca. El mejor sistema evaluado en El Bajío fue el subsuelo-barbecho-rastra con surco modificado y adición al suelo de estiércol de bovino, el cual propició un rendimiento de 1953 Kg ha<sup>-1</sup> de mazorca de maíz y superó a la siembra tradicional en 74%. En La Encantada, el mejor sistema fue el barbecho-rastra con surco modificado y aplicación de estiércol, con un rendimiento de mazorca de maíz de 2032 Kg ha<sup>-1</sup>, que significó 90% más que la siembra tradicional.

**Palabras clave:** *Zea mays* L., agricultura de temporal, regiones áridas.

### ABSTRACT

The rainfall in Northeast Mexico regions is scarce and erratically distributed requiring a better and adequate management for agricultural use. To learn about this problem a study was made to increase soil's water availability to plants, combining three water catchment systems with three tillage procedure and with or without bovine manure addition. The experiment locations were El Bajío, site in the agricultural station, inside The Antonio Narro Agrarian University (UAAAN) in Saltillo, state of Coahuila, Mexico, and La Encantada, 6 miles South to UAAAN. Water stress tolerant maize hybrid (AN-310) was the crop used. The experimental design was a split-split plot in randomized complete blocks, four replicates, with treatments arrangement of a 3X3X2 factorial. The tillage levels were: 1)subsoil-plough-harrow, 2)plough-harrow, 3)plough only; the water harvesting systems were: 1)normal furrowing, 80 cm apart each other, 2)modified furrow, 160 cm between them, with an individual dripping area, 3)water microcatchment of 6 furrows, 80 cm apart each other and a dripping area of 4.8 m wide. A ratio 1:1 for sown-dripping area was observed. Bovine manure soil incorporation dosage was 20 t ha<sup>-1</sup>. El Bajío pluvial precipitation during the crop cycle was 350 mm, and 329 mm for La Encantada, both are insufficient for the crop water requirements which is 750 mm in those areas. The best treatment combination in El Bajío was the subsoil-plough-harrow with modified furrow and bovine manure addition, where maize yield was 1953 kg ha<sup>-1</sup>, ear basis, which is 74% higher than traditional planting method. In La Encantada the best procedure was combining plough-harrow with modified furrow and bovine manure, reaching 2033 kg ha<sup>-1</sup>, amount 90% higher than yield average with the traditional method.

**Key words:** *Zea mays* L., rainfed agriculture, water harvesting.

## INTRODUCCIÓN

El Noreste de México, formado por los estados de Coahuila, Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León y Tamaulipas, se caracteriza por tener grandes áreas de baja precipitación, consideradas como zonas áridas y semiáridas. En estas zonas, cada año aumentan las áreas con problemas de erosión en diferentes grados debido, entre otras cosas, al mal manejo del agua de lluvia; además, es frecuente observar abandono parcial o total de las tierras, por lo que se considera de gran importancia encontrar el mejor aprovechamiento del agua para uso agrícola.

En la atención a estas condiciones se han creado nuevas variedades o híbridos de maíz y otros cultivos, y se han mejorado las técnicas de cultivo, aunque todavía no se dispone de sistemas agrícolas de alta eficiencia para estas regiones de lluvias erráticas y deficientes, donde el alto costo del agua de riego, obtenida muchas veces de mantos fráticos profundos, limitan la producción agrícola y pecuaria.

La utilización de modalidades de labranza, aplicación de estiércol al suelo y el uso de diferentes sistemas de captación de agua de lluvia con fines de aumentar la cantidad de agua disponible para la planta, son una alternativa viable para mejorar su emergencia (Buhler *et al.*, 1996) y reducir los problemas de abastecimiento de agua a las plantas cultivadas y aumentar su productividad. En otro orden, la incorporación de estiércol de bovino mejora muchas características de los suelos agrícolas debido al aumento en el contenido de materia orgánica del suelo y al incremento en la capacidad de retención de humedad disponible (Narro, 1994); este material es barato y fácil de adquirir, por lo que se le considera una alternativa importante en la región.

En este estudio se analizan conjuntamente los efectos de laboreo y la adición de materia orgánica en varios sistemas de captación de agua de lluvia para generar un incremento en la disponibilidad de agua para la planta en zonas de baja precipitación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se estableció durante 1987 en dos localidades, una en el campo experimental El Bajío de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), cuyas coordenadas geográficas son: 25°22'41" latitud Norte y 101°00'00" longitud Oeste, con una altitud de 1743 msnm, la segunda localidad se ubicó en un sitio 10 km al Sur de la UAAAN, denominado La Encantada, rancho El

Encino, que se localiza a 25°17'44" longitud Norte y 101°06'14" longitud Oeste, con una altitud de 1920 m.

El tipo de clima para El Bajío es Bwhw(x')(c), definido como muy seco, semicálido, con invierno fresco, extremoso, con lluvias de verano y precipitación invernal superior al 10% del total, con una temperatura media anual de 16.8°C y precipitación total media anual de 462.9 mm.

El clima de La Encantada, según Koeppen, modificado por García (1980) para las condiciones de México, presenta el tipo BS<sub>1</sub> Kx', que corresponde a un clima semiseco, semicálido con lluvias escasas todo el año, con una precipitación invernal mayor de 18% y verano caliente, con una temperatura media anual de 14.3°C, una precipitación pluvial total anual de 307.2 mm y la media mensual de 25.6 mm, datos de la Estación Agrometeorológica en Buenavista, Coahuila, publicados en el Boletín Meteorológico de la UAAAN, de 1968 a 1982.

Durante el desarrollo de este experimento, la precipitación pluvial fue muy escasa y con una distribución irregular, para ambas localidades. La precipitación ocurrida durante el ciclo vegetativo en El Bajío fue de 350.2 mm y de 329.3 mm en La Encantada. La temperatura media ocurrida durante el ciclo vegetativo fue de 20.4°C.

Se estudiaron los efectos del laboreo y la aplicación de estiércol de bovino en tres sistemas de captación de agua de lluvia para generar incrementos en la disponibilidad de agua para la planta en zonas de baja precipitación; el cultivo utilizado fue el híbrido de maíz AN-310, de ciclo corto, generado por el Instituto Mexicano del Maíz de la UAAAN.

En la fase experimental se utilizó un arreglo de tratamientos factorial 3x3x2, dispuesto en parcelas subdivididas y una distribución en bloques al azar, con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron como sigue:

En la parcela grande se ubicaron los sistemas de labranza:

Subsuelo-Barbecho-Rastra (SBR).

Barbecho-Rastra (BR).

Barbecho (B).

La parcela mediana correspondió a los sistemas de captación de agua:

Surcado normal, 80 cm de separación entre surcos (N).

Surcado modificado, 160 cm de separación entre surcos, con área de escurrimiento individual (SM).

Microcuenca de 6 surcos, 80 cm de separación entre ellos, con una área de escurrimiento de 4.8 m de ancho (M).

La relación área de siembra - área de escurrimiento, para los tratamientos fue de 1:1.

La parcela chica correspondió a la aplicación de mejorador: sin (S) y con estiércol seco de bovino (C), en dosis de 20 t ha<sup>-1</sup>.

La siembra del AN-310 se llevó a cabo el 9 y el 15 de mayo en el ciclo primavera-verano de 1987, la primera fecha corresponde a La Encantada y la segunda a El Bajío. Se sembró a mano, a tierra venida, después de las primeras lluvias a una profundidad de 3 a 4 cm con una densidad de 42,000 plantas ha<sup>-1</sup> en el tratamiento testigo, y de 21,000 plantas ha<sup>-1</sup> en los tratamientos con área de captación de agua de lluvia.

Para calcular el agua disponible por planta, se adicionó la cantidad de agua captada en el área de escurrimiento a la cantidad llovida sobre el área de siembra. Para este cálculo sólo se tomó en cuenta las lluvias que excedieron los 5 mm. Lluvias inferiores a éstas no producen escurrimiento. Se utilizó el coeficiente de escurrimiento de 0.5 para realizar estos cálculos.

La eficiencia del uso del agua se calculó dividiendo la producción de grano en g por planta entre el volumen de agua disponible por planta; para la eficiencia en el uso del agua por hectárea se dividió el rendimiento de grano en kg ha<sup>-1</sup> entre la cantidad de agua precipitada por hectárea; además, se relacionó con la materia seca producida, de tal manera que se obtuvieron unidades de biomasa total por unidad de agua aplicada.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el ciclo de cultivo, la precipitación pluvial de 350.2 mm en El Bajío y de 329.3 mm en La Encantada fue insuficiente para satisfacer los requerimientos hídricos del cultivo de maíz, que es de 750 mm para la región donde se realizó el estudio.

La captación de agua disponible para la planta fue más eficiente en los tratamientos con microcuenca, con una cantidad de agua disponible de 111.2 L por planta en El Bajío, y de 116.2 L por planta en La Encantada, con una eficiencia mayor de 40 y 32%, respectivamente, en comparación al testigo, en el cual se dispuso de 79 L; es decir, el uso de microcuencas incrementó la disponibilidad de agua por planta, lo cual se manifiesta en los balances hídricos y en la eficiencia del uso de agua (Cuadros 1,2,3 y 4).

Los tratamientos sin área de escurrimiento cubrieron sólo 50% de las necesidades hídricas del cultivo mientras que los tratamientos con microcuena individual tuvieron un promedio de 70% en ambas localidades, lo que redujo el déficit hídrico en las etapas de floración y llenado de grano (Cuadros 1 y 2).

En El Bajío, el tratamiento sin microcuena (tradicional) tuvo 79.44 L por planta y los tratamientos con microcuena tuvieron 111.28 L, es decir, 40% más que el testigo.

En La Encantada, el tratamiento testigo tuvo 79 L por planta y los tratamientos con microcuena tuvieron 116.2 L por planta disponibles, 32% más que en el primero.

Resultados similares son reportados por Tovar (1977) quien menciona que el uso de microcuencas de captación incrementa la disponibilidad de agua por planta.

**Cuadro 1. Uso consuntivo, precipitación y balance hídrico para cada etapa fenológica del maíz AN-310, según tratamientos. Localidad El Bajío.**

Etapa fenológica	Testigo			Tratamiento con área de escurrimiento	
	<sup>1</sup> Uso consuntivo (mm)	Agua disponible (mm)	Balance hídrico (mm)	<sup>2</sup> Agua disponible (mm)	Balance hídrico (mm)
Crecimiento	452.52	235.40	-217.12	329.60	-122.92
Floración	43.32	14.40	-28.92	14.40	-28.92
Formación grano	94.37	48.80	-45.57	68.15	-26.22
Madurez	64.48	32.40	-32.08	44.00	-20.48
Total	654.69	331.00	-323.69	456.15	-198.54
Agua disponible, %	100	50.56	49.44	69.67	30.33

1 Calculado por el método de Blaney y Criddle.

2 Considerando un coeficiente de escurrimiento del 0.5 para eventos mayores de 5 mm de precipitación.

**Cuadro 2. Uso consuntivo, precipitación y balance hídrico para cada etapa fenológica del maíz AN-310, según tratamientos. Localidad La Encatada.**

Etapa fenológica	Testigo			Tratamiento con área de escurrimiento	
	<sup>1</sup> Uso consuntivo (mm)	Agua disponible (mm)	Balance hídrico (mm)	<sup>2</sup> Agua disponible (mm)	Balance hídrico (mm)
Crecimiento	452.52	237.10	-215.42	351.50	-101.02
Floración	43.32	16.40	-26.92	24.60	-18.72
Formación grano	94.37	28.60	-65.77	39.65	-54.77
Madurez	64.48	47.20	-17.28	68.40	3.92
Total	654.69	329.30	-325.39	484.10	-170.59
Agua disponible, %	100	50.30	49.70	73.94	26.06

1 Calculado por el método de Blaney y Criddle.

2 Considerando un coeficiente de escurrimiento del 0.5 para eventos mayores de 5 mm de precipitación.

### Eficiencia en el Uso del Agua

En general, los tratamientos con microcuenca mostraron mayor eficiencia en el uso del agua que el tratamiento testigo en cuanto a rendimiento de mazorcas por planta y mazorcas por hectárea, (Cuadros 3 y 4); esto se logró añadiendo un área de escurrimiento de 0.80 m al surco normal de siembra, dando una relación área de escurrimiento-área de siembra de 1:1. Anaya y Tovar (1974) mencionan que la eficiencia en el uso del agua fue máxima en el tratamiento con área de escurrimiento y mínima en el tratamiento sin área de escurrimiento debido a las diferencias en la humedad disponible por planta, lo cual concuerda con los resultados de este trabajo.

**Cuadro 3. Eficiencia en el uso del agua de los diferentes tratamientos en la producción de materia seca, rendimiento de mazorca por planta y por hectárea. Localidad: El Bajío, Buenavista.**

Tratamiento	Eficiencia en el uso del agua <sup>1</sup>		
	Materia seca/planta g L <sup>-1</sup>	Rendimiento de mazorca/planta g L <sup>-1</sup>	Rendimiento de mazorca/ha Kg m <sup>-3</sup>
Surco normal (SN)	5.24	0.23	0.230
Microcuenca (M)	4.57	0.42	0.300
Surco modificado (SM)	5.28	0.56	0.398

<sup>1</sup> EUA = Rendimiento/Volumen de agua (Kg m<sup>-3</sup>).

**Cuadro 4. Eficiencia en el uso del agua de los diferentes tratamientos en la producción de materia seca, rendimiento de mazorca por planta y por hectárea. Localidad: La Encantada.**

Tratamiento	Eficiencia en el uso del agua <sup>1</sup>		
	Materia seca/planta g L <sup>-1</sup>	Rendimiento de mazorca/planta g L <sup>-1</sup>	Rendimiento de mazorca/ha Kg m <sup>-3</sup>
Surco normal (SN)	0.92	0.62	0.13
Microcuenca (M)	0.99	0.49	0.17
Surco modificado (SM)	1.36	0.75	0.34

<sup>1</sup> EUA = Rendimiento/Volumen de agua (Kg m<sup>-3</sup>).

Por lo que se refiere a las características agronómicas relacionadas con el contenido de humedad en el suelo, en las dos localidades, cuando existen precipitaciones altas, los tratamientos con área de captación incrementan el contenido de humedad y minimizan la diferencia cuando no hay precipitación pluvial, donde el tratamiento de surco modificado es el que presenta mayor estabilidad en el contenido de humedad (Figuras 1 y 2). La aplicación de estiércol bovino no tuvo influencia alguna, probablemente por la baja dosis aplicada (20 t ha<sup>-1</sup>).

#### Localidad El Bajío

En el análisis de varianza de las características agronómica y rendimiento de las dos localidades, se encontró que los sistemas de captación presentaron diferencias ( $P < 0.05$ ) en las variables: días a floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca, área foliar, peso de materia seca y rendimiento de mazorca en t ha<sup>-1</sup> al 15.5% de humedad (Cuadros 5 y 6), lo cual se atribuye a efectos de deficiencia hídrica de diferentes magnitudes en los tratamientos (Hsiao, 1973).

En esta localidad, el mejor sistema de captación de agua de lluvia fue el surco modificado, ya que tuvo un área foliar de 2,920 cm<sup>2</sup> por planta, un rendimiento de materia seca de 587.2 g por planta y una producción de mazorca de 1311.8 kg ha<sup>-1</sup>, el cual superó en 41.8% al rendimiento del testigo, el que produjo 763.8 kg de mazorca por ha. Este incremento se atribuye a la mayor disponibilidad de agua por planta en tratamientos con área de escurrimiento, al igual que lo reportado por Tovar (1977) quien señala los beneficios de microcuencas en el cultivo de maíz.

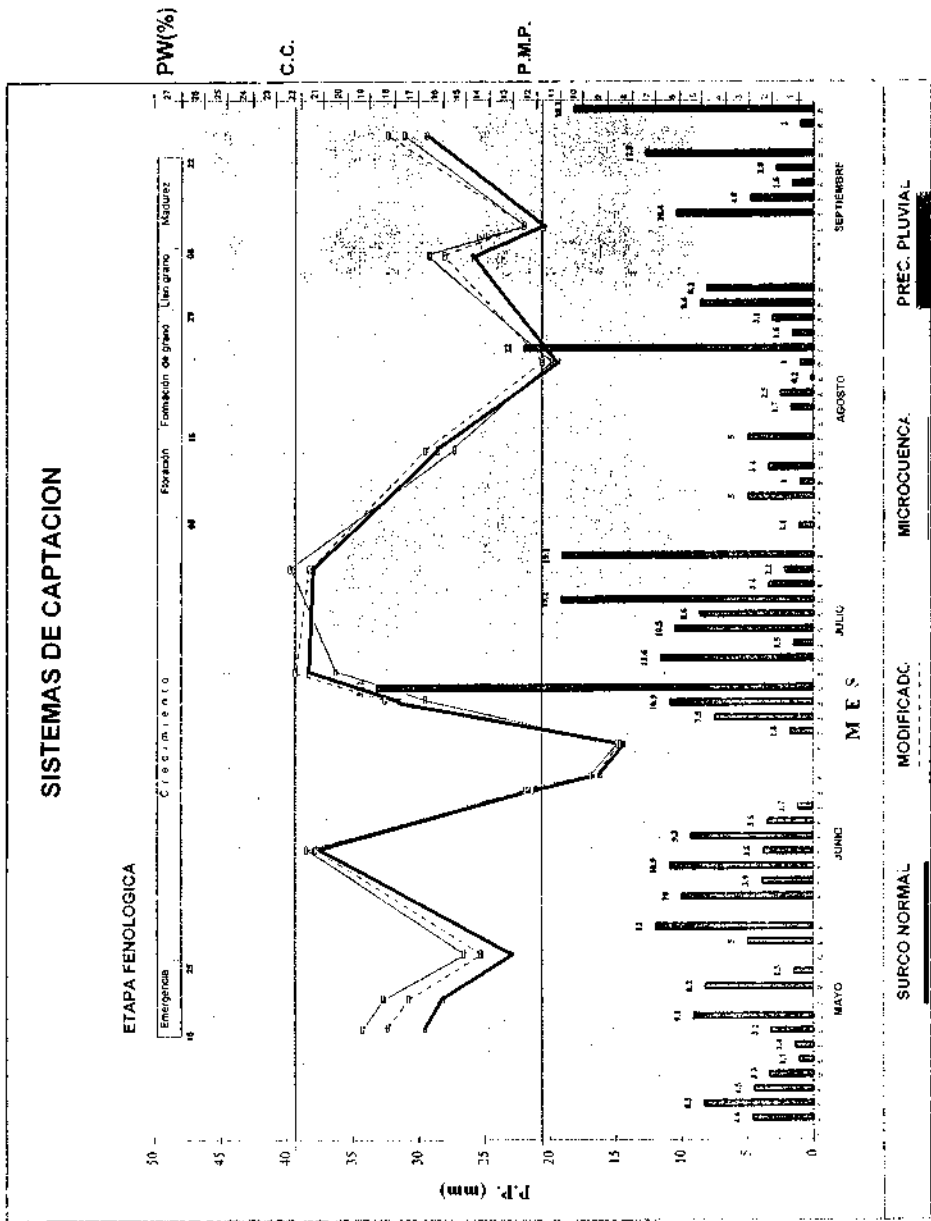


Figura 1. Gráfica del comportamiento de la humedad en el suelo en los diferentes sistemas de captación a una profundidad de 0-30 cm y precipitación pluvial durante el ciclo de híbrido de maíz AN-316. Datos de la primera localidad "El Bajío".

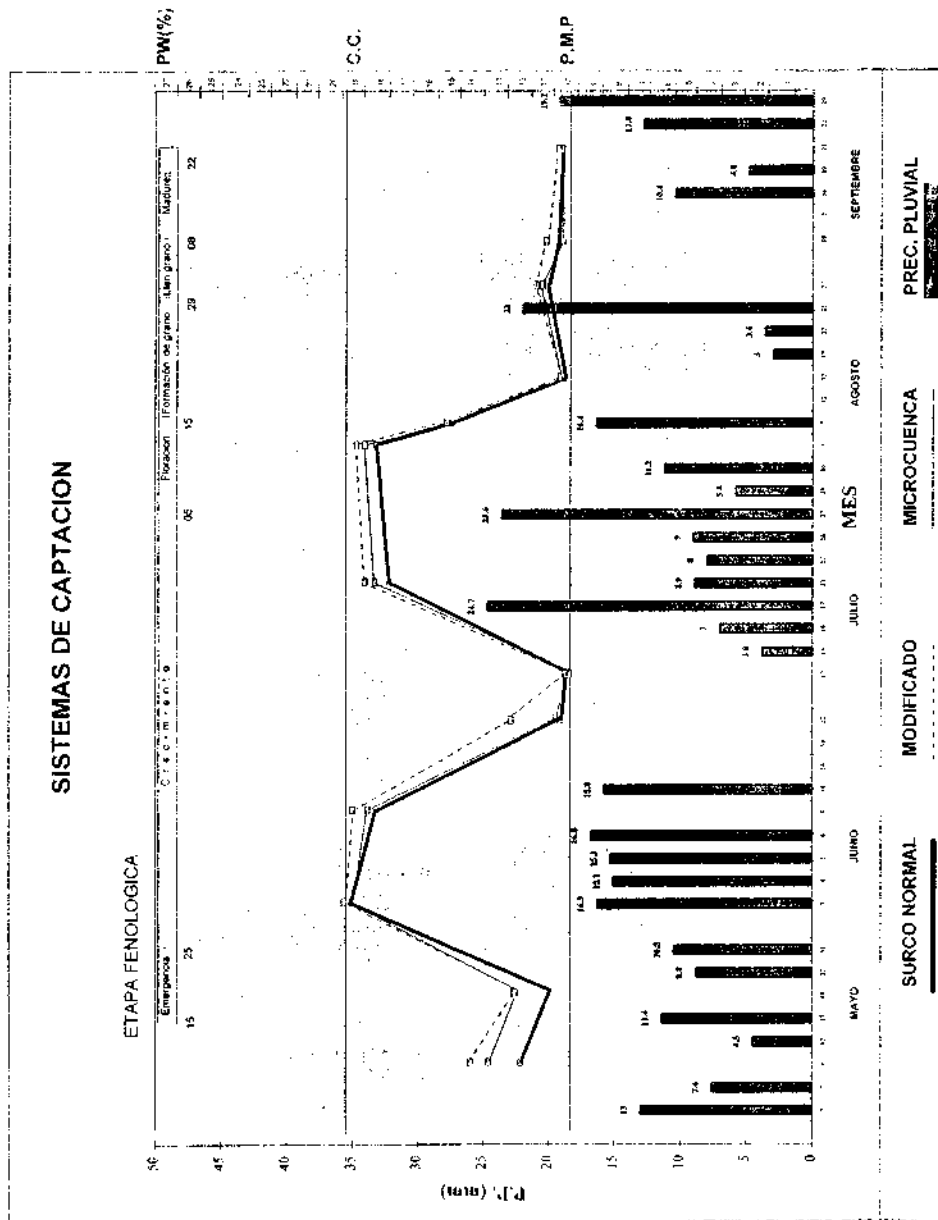


Figura 2.- Gráfica del comportamiento de la humedad en el suelo en los diferentes sistemas de captación a una profundidad de 0-30 cm y precipitación pluvial durante el ciclo del híbrido de maíz A.N-310. Datos de la segunda localidad "La Encantada".

**Cuadro 5. Concentración de Cuadros Medios de las características agronómicas y rendimiento de la localidad El Bajío.**

Fuentes de Variación	g.l.	Días a floración		Altura (cm)		Área foliar cm <sup>2</sup> /planta	Materia seca (g)	Rendimiento de mazorca t ha <sup>-1</sup> (1)
		Masculina	Femenina	Planta	Mazorca			
Bloques	3	1.667	1.865	664.4*	126.8	2156885.3	195674.7**	1.616
Labranza	2	3.422	3.719	138.2	13.0	206128.0	42773.0	3.709
Captación	2	25.198**	25.594**	3518.6**	310.9**	4238362.0**	192951.0**	1.830**
Error A	6	0.875	0.901	27.2	25.3	257610.7	19894.3	0.282
Error B	18	0.403	0.479	32.8	25.2	348668.4	25868.2	0.244
Mejorador	1	18.000**	30.688**	953.7**	425.3**	1360128.0**	16320.0	0.596
Labranza-captación	4	1.429*	1.727*	96.5	42.9	288560.0	25295.0	0.303
Labranza-mejorador	2	2.391	2.063	78.0	46.1	264464.0	7101.0	0.244
Captación-mejorador	2	1.781	4.031*	75.5	1.3	1392784.0*	8697.0	0.443
Lab-Cap.-mejorador	4	2.414*	1.625	121.2	86.7	486604.0	7238.5	0.95
Error C	27	0.741	0.894	54.7	22.9	283035.3	17834.9	0.23
C.V.		1.100	1.200	6.0	8.9	20.2	26.7	47.000

\* Significativo al nivel 0.05 de probabilidad.

\*\* Significativo al nivel 0.01 de probabilidad.

(1) al 15.5% de humedad del grano.

**Cuadro 6. Concentración de Cuadros Medios de las características agronómicas y rendimiento de la localidad La Encantada**

Fuentes de Variación	Días a floración		Altura (cm)		Área foliar cm <sup>2</sup> /planta	Materia seca (g)	Rendimiento de mazorca t ha <sup>-1</sup> (1)
	g.i.	Masculine	Femenina	Planta			
Bloques	3	2.240	4.094	1040.3	87.465	245152.0	7830.1*
Labranza	2	6.797	10.000	390.3	25.93	163664.0	3029.0
Captación	2	11.297**	12.922**	3346.2**	813.008**	2525136.0**	43829.9**
Error A	6	1.172	1.938	187.4	34.466	428160.0	584.6
Error B	18	1.785	2.047	462.4	115.394	306815.1	1060.5
Mejorador	1	1.125	3.563	1096.7	260.672	50592.0	27.1
Labranza-captación	4	2.328	2.636	313.4	116.309	435192.0	4647.1*
Labranza-mejorador	2	1.047	3.781	95.4	66.938	205872.0	2658.6*
Captación-mejorador	2	0.547	0.453	94.4	98.859	122286.0	301.7
Lab-Cap.-mejorador	4	0.703	1.305	150.4	105.09	775744.0*	1919.6*
Error C	27	1.162	1.806	475.0	84.588	220323.6	605.4
C.V.		1.466	1.767	20.6	21.149	22.5	21.34

\* Significativo al nivel 0.05 de probabilidad.

\*\* Significativo al nivel 0.01 de probabilidad.

(1) al 15.5% de humedad del grano.

Las diferencias entre tratamientos se generaron principalmente debido a la ocurrencia de un periodo de sequía durante las etapas de floración y llenado de grano, en el cual los tratamientos con área de escurrimiento dispusieron de mayor humedad para las plantas, lo que amortiguó el estrés hídrico durante estas etapas, tal como lo señala Hsiao (1973). De lo contrario, si la precipitación pluvial se distribuye apropiadamente durante el ciclo de cultivo y en monto suficiente para satisfacer los requerimientos de las plantas, al incrementar la distancia entre surcos se reduce el rendimiento de cosecha (Terrazas, 1973).

Los tratamientos con subsuelo-barbecho-rastra, combinados con un área de escurrimiento, alcanzaron mayor producción debido al acondicionamiento del área de desarrollo de las raíces mediante la labranza profunda. Phillips y Young (1979) indican que el subsuelo no voltear el prisma de tierra ni altera la coyuntura química-biológica pero facilita la dinámica de fluidos, especialmente la penetración del agua. Adeoye (1982) reporta que la labranza profunda incrementa la producción de maíz.

### **Localidad La Encantada**

Al igual que en El Bajío, el tratamiento con área de escurrimiento individual superó a los otros tratamientos con más de 50% en el rendimiento de mazorca en  $t\ ha^{-1}$ . También, los tratamientos con labranza profunda presentan mayor rendimiento debido al incremento en la capacidad de retención del agua en el suelo. El subsuelo en La Encantada no muestra los mismos beneficios que en El Bajío debido probablemente al tipo de suelo, ya que en éste tiene textura migajón y en La Encantada es migajón arcillo-arenoso. Parker y Amos (1982) indican que los beneficios de la práctica del subsuelo dependen del tipo de éste y concluyen que en suelos arenosos no tiene efecto benéfico, lo cual coincide con los resultados de este estudio.

### **Análisis Combinado de las Dos Localidades**

Prácticamente el cultivo se desarrolló en las mismas condiciones en las dos localidades y la diferencia significativa en el rendimiento por tratamientos tuvo como su principal factor de variación a la adición de un área de escurrimiento al surco normal de siembra, lo cual aumentó el agua disponible para las plantas e incrementó la eficiencia en su uso. La relación 1:1, área de

siembra-área de cultivo, fue la adecuada para la zona, según los resultados obtenidos y a la ecuación propuesta por Anaya *et al.* (1978).

No se encontró diferencia estadística en cuanto a la ausencia o presencia de 20 t de estiércol de bovino al suelo, pero se observó que su incorporación generó un ligero incremento en la altura de planta y mazorca, área foliar y rendimiento de biomasa, ya que la materia orgánica en el suelo aumenta la actividad biológica y la disponibilidad de algunos nutrimentos, según Stewart (1982), y al incremento en la capacidad de retención de humedad por el suelo y reducción de la evaporación, según lo reporta Castellanos (1985).

En las dos localidades, bajo las condiciones del presente trabajo, la adición de estiércol de bovino no generó incrementos directos en el rendimiento, debido a que la dosis aplicada fue baja, o no hubo el tiempo suficiente o condiciones necesarias para descomponerlo y obtener mayores efectos. Esto concuerda con Castellanos (1985) y Stewart (1982) que mencionan que al añadir estiércol al suelo mejora las propiedades físicas y químicas de éste e incrementa la retención de humedad, pero el grado de estos cambios, es a menudo muy pequeño y no es posible demostrar su beneficio en uno o dos ciclos de cultivo, especialmente en suelos tratados con pequeñas cantidades de desechos orgánicos.

El mejor sistema evaluado fue el subsuelo-barbecho-rastra con surco modificado y con adición de estiércol de bovino (SBRSMC) con un rendimiento de 1,953 kg ha<sup>-1</sup> de mazorca de maíz, en la localidad de El Bajío superando a la siembra tradicional en 74%, mientras que en la localidad La Encantada el mejor fue el barbecho-rastra con surco modificado y aplicación de estiércol (BRSMC) con un rendimiento de mazorca de maíz de 2,032 kg ha<sup>-1</sup>, con 90% más que la siembra tradicional (BRNS).

## CONCLUSIONES

La utilización de un área de escumamiento en surco normal (con 21,000 plantas por ha) superó a la siembra tradicional (surcado a 80 cm de separación entre surcos con 42,000 plantas por ha), debido a la mayor humedad disponible y mejor eficiencia en el uso del agua.

Los diferentes sistemas de labranza no muestran diferencia significativa. El tratamiento más económica fue el barbecho solo.

La aplicación de 20 t de estiércol bovino al suelo generó un incremento en la altura de planta y mazorca, área foliar y rendimiento de biomasa y producción de mazorca, pero no favoreció significativamente el rendimiento.

### LITERATURA CITADA

- Adeoye, K.B. 1982. Effect of tillage depth on physical properties of a tropical soil and yield of maize, sorghum and cotton. Soil Tillage.
- Anaya, G.M., J.L.S. Tovar. 1974. Harvesting water with different soil treatments for radish production in the México Valley. Proceeding of the Water Harvesting Simposium. Phoenix, Arizona. U.S.A. pp. 315-319.
- Anaya, G.M., J.L.S. Tovar, A.L. Macías. 1978. Métodos de Captación de Lluvias para Zonas Agrícolas con Temporal Deficiente. C.P. de Chapingo, Méx.
- Buhler, D.D., T.C. Mester, K.A. Kohler. 1996. The effect of maize residues and tillage on emergence of *Setaria faberi*, *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus retroflexus* and *Chenopodium album*. Weed Research. 36(2): 153-165.
- Castellanos, J.Z. 1985. El Medio ambiente físico del suelo y su modificación mediante la aplicación de materia orgánica. Serie de temas didácticos, Publicación especial No. 2. Soc. Mex. de la Ciencia del Suelo, Delegación Laguna, Torreón, Coah. 36p.
- García, E. 1980. Climatología. 3ª. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 153p.
- Hsiao, T.C. 1973. Plant responses to water stress. Ann. Rev. Plant Physiol. 24:519-570.
- Narro F., E. 1994. Física de Suelos. Con Enfoque Agrícola. Editorial Trillas, México. 195p.
- Parker, J.C., D.F. Amos. 1982. Subsoiling effects on four seed orchard soils. Soil Tillage R.2:53-66.
- Phillips, S.H., H.M. Young. 1979. Agricultura sin Laboreo, Labranza Cero. Ed. Hemisferio Sur.

- Stewart, B.A. 1982. El efecto del estiércol sobre la calidad del suelo. En: Castellanos, J.Z. y J.L. Reyes C. (editores). Memorias del Primer Ciclo Internacional de Conferencias sobre la Utilización del Estiércol en la Agricultura. Torreón, Coah. Méx. 154p.
- Terrazas G., J.L. 1973. Captación y Conservación "in situ" del Agua de Lluvia para el Cultivo del Girasol en la Zona Oriental del Estado de México. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura., Chapingo, México.
- Tovar, S.J.L. 1977. Captación y Aprovechamiento del Recurso Lluvia como una Alternativa para la Producción de Grano y Forraje de Maíz en Zonas de Temporal Deficiente. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Posgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. 312 p.

## TEMPERATURAS DE SECADO ARTIFICIAL Y SU EFECTO EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE SORGO

### ARTIFICIAL DRYING TEMPERATURES AND THEIR EFFECTS UPON SORGHUM SEEDS GERMINATION

Roberto Soto Ortiz<sup>1</sup>

Federico Facio Parra<sup>2</sup>

Lenilia A. Bustamante García<sup>2</sup>

Enrique Alvarado Morales<sup>3</sup>

María M. Rodríguez Del Ángel<sup>4</sup>

Sergio Dávila Cabello<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Agrícolas,  
Universidad Autónoma de Baja California,

<sup>2</sup>Asgrow Mexicana, Guadalajara, Jalisco,

<sup>4</sup>Departamento de Estadística, UAAAN,

<sup>3</sup>Asesor externo Semillas Aspros,

<sup>5</sup>Centro de Tecnología de Semillas,

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro,

27000 Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

#### RESUMEN

El presente artículo reporta los resultados de un estudio de carácter experimental que buscó determinar el punto óptimo de madurez de semilla para cosecha de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) mediante la evaluación de tres temperaturas en el secado de semillas y la germinación de estas en tres períodos de almacenamiento. La cosecha se efectuó manualmente a porcentajes de humedad de 15, 18, 21 y 27 y secada en equipo experimental, en laboratorio, a temperaturas de 39, 41 y 43°C hasta el punto de alcanzar 14% de humedad, utilizando un flujo de aire de 3 m<sup>3</sup> min<sup>-1</sup> y una presión estática de 14 cm de agua. Posteriormente, la semilla fue almacenada hasta por 120 días y evaluada su calidad a los 0, 60 y 120 días de almacenamiento. Los resultados de germinación indican que el secado indujo latencia secundaria, la cual fue más acentuada con la temperatura de 43°C y a contenidos de humedad de 21 y 27%. La condición latente de la semilla desapareció a partir de los 60 días de almacenamiento. En general, la temperatura de secado no ejerció un efecto significativo sobre los valores finales de germinación, por lo tanto, es factible cosechar semilla de sorgo hasta con 21% de contenido de humedad y secar utilizando una temperatura máxima de 43°C sin afectar su germinación.

**Palabras clave:** *Sorghum bicolor* L. Moench, contenido de humedad, humedad de cosecha.

## ABSTRACT

In order to determine the optimum harvesting time for sorghum seeds (*Sorghum bicolor* L. Moench) in the Northern locations of the state of Tamaulipas, Mexico, an experiment was run to evaluate three drying temperature levels on the quality of seeds. Samples of the crop were hand harvested at 15, 18, 21 and 27% moisture content. Seeds were dried under laboratory conditions at 39, 41 and 43°C (102, 106 and 110°F) using an air flow of 3 m<sup>3</sup> min<sup>-1</sup> and a static pressure of 14 cm (5 inches of water); each seeds container was graded in three levels of deepness. Afterward seeds were stored for up to 120 days and assessed for germination capacity at storage time of 0, 60 and 120 days. The results indicated drying induction of secondary dormancy of seeds which was higher at 43°C and 21 and 27% moisture content. The dormancy was eluded after 60 storage days. According to these results it can be stated that harvesting sorghum seeds at 21% moisture content and artificially drying at 43°C temperature has no negative effects on seed germination.

**Key words:** *Sorghum bicolor* L. Moench, seed moisture content, harvesting.

## INTRODUCCIÓN

El sorgo es el quinto cultivo en importancia entre los cereales a nivel mundial después del arroz, trigo, maíz, y cebada. México se encuentra entre los principales países productores; la superficie sembrada en 1988 fue de más de un millón de hectáreas, y para 1996 la superficie fue de 2.3 millones ha. La zona productora de semilla de sorgo más importante en nuestro país es la región norte del estado de Tamaulipas, donde en 1988 se destinaron 24000 ha para la producción de semilla. (Williams *et al.*, 1988). La demanda de semilla de sorgo en México para 1996 fue de 13,991 t, de las cuales sólo se abastecieron 1,311 de calidad certificada, producción nacional, llenándose el déficit con semilla de procedencia extranjera; la razón principal para esta preferencia es el bajo precio de las semillas de importación (Montelongo, 1997).

Uno de los problemas más importantes al que se enfrentan los agricultores en esta región es la presencia de lluvias durante el periodo de postmaduración del sorgo. Esto ocasiona retrasos en la cosecha y pérdidas en la cantidad y calidad de semilla producida. Durante el ciclo primavera-verano 1993 se registraron pérdidas de 85% de la producción en campo por efecto de las lluvias registradas durante el periodo de cosecha (SNICS, 1993).

El secado artificial es una práctica que contribuye a realizar la cosecha lo más temprano posible al reducir el contenido de humedad de la semilla a niveles que permiten un almacenamiento seguro de la misma; sin embargo, el secado es una operación delicada dado el riesgo de dañar semillas por el efecto de altas temperaturas (Thomson, 1979; Nellist, 1981; Aguirre y Peske, 1992).

Los factores más relacionados con la pérdida de viabilidad durante el secado artificial son: la calidad inicial de la semilla, temperatura de la misma, contenido de humedad inicial y el tiempo de exposición. (Chirmaksom *et al.*, 1978; Nellist, 1981). La condición ideal es alcanzar un equilibrio entre la temperatura, el tiempo de secado, y el contenido de humedad de la semilla (Rave y Kanawade, 1982).

Se ha estudiado ampliamente el tipo de daño a la semilla asociado con el uso excesivo de calor durante el secado; al respecto, Thomson (1979) señala que el secado puede disminuir la capacidad de germinación, aumentar el número de plantas anormales, afectar la permeabilidad de la cubierta, destruir enzimas o causar endurecimiento de las capas internas. Nellist y Hughes (1973) mencionan, además de lo anterior, el desarrollo de fracturas internas, partido de la cubierta de la semilla y decoloración. Brooker *et al.* (1974) señalan igualmente que las temperaturas de secado pueden tener un efecto significativo en la calidad de la semilla; temperaturas excesivas en maíz causan rajaduras, quebrado, decoloración y disminución en la separación del almidón; en trigo, las temperaturas altas alteran las propiedades de homeado del grano.

La temperatura crítica de secado es la permisible a la cual la semilla puede ser expuesta durante el proceso de secado sin afectar su viabilidad. La temperatura del agente secante está limitada por el contenido de humedad inicial y el tiempo de exposición (Rave y Kanawade, 1982). Temperaturas bajas (menores a 43°C) son usadas para semillas, temperaturas medias (menores a 54°C) para molienda y proceso, y temperaturas inferiores a 82°C para la fabricación de piensos en alimentación de animales (Hall, 1980).

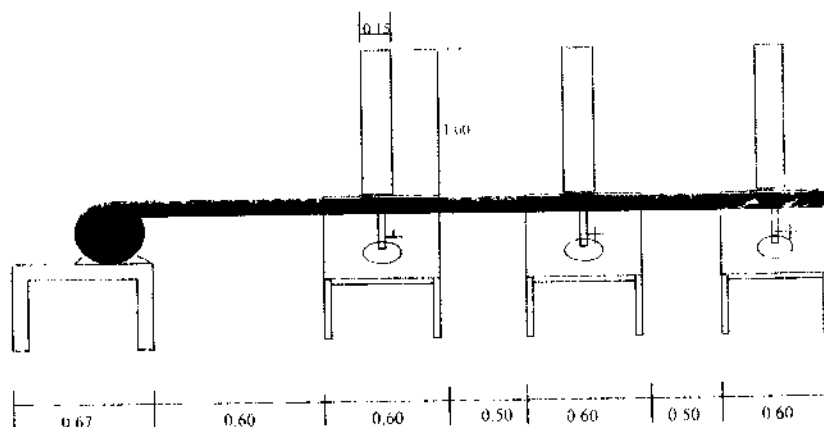
Por lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar el punto óptimo de cosecha de sorgo mediante la determinación de los valores óptimos de la temperatura de secado y contenido de humedad de la semilla.

Con la hipótesis de que es posible cosechar la semilla de sorgo con altos contenidos de humedad, utilizando los valores óptimos en la temperatura de secado, sin afectar la calidad fisiológica de la semilla.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un secador experimental, construido especialmente para la realización del presente trabajo con base en las recomendaciones de Dávila (1981) (Fig. 1). El secador consistió de tres módulos individuales conectados entre sí por una tubería de PVC de 7.62 cm de diámetro. Cada módulo tuvo su propia fuente de calor y control de temperatura. La fuente de aire consistió en un ventilador centrífugo tipo aspas rectas atrasadas, con un motor trifásico de 0.5 caballos de fuerza, 220/440 volts, 50/60 Hertz, y una velocidad de operación de 340 r.p.m. en la transmisión directa, y flujo de aire de  $3 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$ , con capacidad para soportar una presión estática de 12.7 a 15.2 cm de columna de agua. El flujo de aire se reguló por una válvula de bronce tipo compuerta, instalada a la entrada de cada uno de los módulos o secadores.

Fig. 1. Vista frontal del secador experimental de semillas



En junio de 1993 se estableció un lote de producción experimental en el municipio de Valle Hermoso, Tamaulipas. El trabajo consistió en cosechar manualmente semilla de alto contenido de humedad. El acondicionamiento se realizó con la intención de simular el flujo de la semilla por la máquina prelimpiadora y consistió en pasar la semilla a través de una criba de perforaciones circulares con diámetro de 7.8 mm (12/64 de pulgada); de esta manera se eliminó a partículas grandes (material de mayor tamaño que la semilla, como raquis, pedazos de hojas, etc.). El material fino y la mayor parte de las glumas se eliminaron utilizando un aspirador fraccionario de laboratorio. El resultado final fue una semilla libre de impurezas o material extraño, pero con una buena cantidad de glumas adheridas a los granos, situación característica de este material que ingresa con esta condición a los silos secadores, en la planta de acondicionamiento. Dicha semilla fue secada en el equipo experimental de laboratorio, anteriormente descrito, a temperaturas de 39, 41 y

43°C, utilizando un flujo de aire de 3.0 m<sup>3</sup> min<sup>-1</sup> y una presión estática de 14 cm de agua. La altura de la capa de semillas fue de 0.30 m, haciéndose una estratificación para efectos de muestreo cada 0.10 m. La semilla fue posteriormente almacenada hasta por 120 días.

Se evaluó la germinación de la semilla en dos repeticiones de 100 semillas, previamente tratadas con fungicida, para cada unidad experimental, las que se sembraron entre toallas húmedas de papel secante Anchor de 38x25 cm; posteriormente, se introdujeron en una cámara germinadora de alta capacidad a temperatura de 25°C (± 1°C) durante siete días, con 8 horas de luz y 16 de oscuridad diariamente. Transcurridos tres días, se hizo un primer conteo de plántulas normales, y a los siete días se realizó la evaluación final. En ésta se anotaron las plántulas normales y anormales, y se contaron las semillas latentes y muertas, siguiendo el criterio de evaluación propuesto por la International Seeds Testing Association (ISTA, 1985); los resultados se expresaron como porcentaje de plántulas normales, anormales, semillas latentes y muertas.

Se aplicó transformación angular a los datos en porcentaje y se analizaron estadísticamente bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial 4x3x3x3, tres repeticiones (Rodríguez, 1991)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antes de la operación de secado, se evaluó la germinación de cada una de las cosechas (Cuadro 1). En general, la calidad de semilla obtenida, expresada como por ciento de germinación fue aceptable, ya que todos los valores fueron superiores a 90%. La tendencia general fue un descenso en el porcentaje de germinación a medida que se retrasó la cosecha; sin embargo, en el análisis de varianza respectivo, se encontró que las medias de germinación a los cuatro cortes o contenido de humedad fueron estadísticamente iguales.

**Cuadro 1. Fecha de cosecha, contenido de humedad y calidad inicial de semilla de sorgo cosechada en Valle Hermoso, Tamaulipas, 1993.**

Fecha	% CH	% PN	% PA	% SL
12 de junio	27	93.0	2.3	2.3
15 de junio	21	92.0	3.0	4.7
16 de junio	18	90.3	3.7	6.7
18 de junio	15	91.7	0.7	2.3

CH=contenido de humedad; PN=plántulas normales; PA=anormales;  
SL=semillas con latencia.

El análisis de varianza para las variables de germinación estándar, después del secado de la semilla, indica diferencias significativas para el contenido de humedad a cosecha, temperatura de secado, días de

almacenamiento, y sus interacciones; el factor C (altura de la capa de semillas) sólo fue significativo en el caso de plántulas anormales y semillas latentes; sin embargo, su interacción con los demás factores no resultó estadísticamente significativa.

Las medidas de germinación obtenidas durante todo el periodo de almacenamiento (Cuadro 2) muestran altos porcentajes de germinación, con valores que oscilan entre 91 y 97%; se observa que los valores más altos de germinación se obtuvieron en semilla cosechada a contenidos de humedad bajos; esto muestra una aparente susceptibilidad de la semilla al secado al aumentar su contenido de humedad. La mayor capacidad de germinación al finalizar el periodo del estudio se observó en la semilla cosechada a 15 y 18% de contenido de humedad. Los valores de germinación en cada estrato o capa de semillas no muestran diferencia estadística (Cuadro 2) lo cual significa que existió un secado homogéneo en las diferentes secciones del depósito de secado.

En relación a la temperatura de secado se observó una relación inversa de ésta con germinación de semilla. Sin embargo, la reducción en la capacidad de germinación no es permanente, ya que el comportamiento de esta variable en relación a los días de almacenamiento (Cuadro 2) mostró mejoría a medida que avanzó el periodo de almacenamiento, hasta alcanzar 97.2% para todos los tratamientos. En todo esto, puede establecerse que el efecto más notable del secado fue la inducción de latencia e inducción de plántulas anormales.

**Cuadro 2. Comparación de medias dentro de cada factor en las variables: plántulas normales, anormales y semillas latentes de sorgo.**

Factores	Niveles	PN		PA		SL	
Contenido de humedad (A)	15%	97.3	aj	0.8	bc†	0.5	d†
	18%	97.0	a	0.7	a	1.9	c
	21%	92.6	c	1.1	ab	5.0	a
	27%	94.1	b	1.2	a	3.3	b
Temperatura de Secado (B)	39°C	96.6	a	0.9	ab	1.4	c
	41°C	95.9	b	0.9	ab	2.2	b
	43°C	93.6	c	1.2	a	3.8	a
Altura posición de semillas (C)	0-10cm	95.5	a	1.0	a	2.5	a
	10-20cm	95.2	a	1.0	a	2.7	a
	20-30cm	95.6	a	1.0	a	2.2	a
Días de almacenamiento (D)	0 días	91.1	b	1.4	a	6.6	a
	60 días	97.0	a	0.6	b	0.9	b
	120 días	97.2	a	0.9	b	1.2	b

† Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey,  $\alpha=0.01$ .

El Cuadro 3 muestra el comportamiento de la germinación a través del tiempo, considerando simultáneamente a los factores humedad de cosecha y temperatura de secado; aquí, la presencia de latencia se acentuó a los contenidos de humedad de 21 y 27% observándose valores de germinación inferiores a 90% y con mínimos de 72% al inicio del almacenamiento de las semillas. El efecto de la temperatura al inducir latencia fue más notable en su interacción con altos contenidos de humedad. Por otra parte, los niveles de humedad de 18 y 15% no alteraron germinación por efecto de cambios en temperatura. La condición transitoria de la latencia a humedades de 21 y 27% puede afirmarse ya que a los 60 días de almacenamiento de las semillas, todas las combinaciones de humedad de cosecha y temperatura de secado presentaron germinación superior a 90% y con un incremento muy pequeño de esta variable a los 120 días de almacenamiento.

**Cuadro 3. Medias de germinación estándar de la interacción del contenido de humedad a cosecha (A), temperatura de secado (B) y días de almacenamiento (D) de semilla de sorgo.**

Combinación de factores	C	Días de almacenamiento		
		0	60	120
15%	39°C	97.3 abcj	97.6 abcj	97.4 abcj
	41°C	97.1 ab	97.3 abc	97.7 abc
	43°C	96.4 abcd	97.5 abc	97.7 abc
18%	39°C	96.0 abcd	98.3 a	98.3 a
	41°C	94.7 bcde	97.9 abc	98.1 ab
	43°C	92.7 def	97.1 abc	97.2 abc
21%	39°C	89.9 efg	97.7 abc	97.3 abc
	41°C	84.2 g	96.7 abc	96.2 abcd
	43°C	43.5 h	92.6 def	94.3 cde
27%	39°C	95.4 abcd	95.8 abcd	95.2 abcd
	41°C	86.5 fg	97.1 abc	98.4 a
	43°C	72.4 h	96.8 abcd	96.9 abcd

‡ Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey,  $\alpha=0.01$ .

La inducción de latencia detectada en este trabajo concuerda con lo publicado por Nutile y Woodstock (1967) quienes observaron este fenómeno en semilla de sorgo al aplicar tratamientos de secado a la semilla, encontrando que el grado de latencia aumentó en relación directa al tiempo en que se sometió la semilla a la exposición de aire caliente (mayor reducción en contenido de humedad).

que se sometió la semilla a la exposición de aire caliente (mayor reducción en contenido de humedad).

En relación a la presencia de plántulas anormales, éstas resultaron en proporción significativa a contenidos de humedad de 21 y 27% y a temperatura de 43°C, de acuerdo a los valores de germinación obtenidos para estos tratamientos (Cuadro 3). Si bien la diferencia es mínima, del orden de 0.5 y 0.3%, para el contenido de humedad de la semilla y temperatura de secado, respectivamente, se pone de manifiesto la susceptibilidad de la semilla al daño por altas temperaturas y contenidos de humedad de la misma. Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Thomson (1979) en relación a que un aumento en la temperatura de secado, propicia un aumento en el número de plántulas anormales.

### CONCLUSIONES

La operación de secado indujo latencia secundaria en la semilla de sorgo a todos los contenidos de humedad y temperaturas de secado, la cual fue mayor a 43°C y humedades de 21 y 27%. Esta condición latente desapareció durante el periodo de almacenamiento de la semilla.

La temperatura de secado no afectó significativamente la germinación de la semilla de sorgo, aun en el caso de la temperatura más alta ni en su interacción con los niveles de humedad a cosecha.

Es factible, bajo las condiciones de esta investigación, cosechar la semilla de sorgo hasta con 21% de contenido de humedad y secar utilizando una temperatura de 43°C, sin afectar la germinación de la misma.

### LITERATURA CITADA

- Aguirre, R., S.T. Peske. 1992. Manual para el Beneficio de semillas. 2<sup>a</sup> Ed. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. p.25-53.
- Brooker, D.B., F.W. Bakker-Arkema, C.W. Hall. 1974. Drying Cereal Grains. The Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. p. 1-7.
- Chirmaksom, S., G.B. Welch., A.H. Boyd., W.R. Fox. 1978. The effect of high temperature drying on the germination of soybean seeds. Mississippi Agric. & Forestry Exp. Stat. Paper No.78-3005. Mississippi State University. Mississippi, MS. 16 p.

- Dávila., S. 1981. Desing of a Small Experimental Seed and Grain Dryer. M.C. Thesis. Mississippi State University. Mississippi, MS. 83 p.
- Hall, C.W. 1980. Drying and Storage of Agricultural Crops. The Avi Publishing Company, Inc. Connecticut. 477 p.
- ISTA (International Seed Testing Association). 1985. International rules for seed testing. *Seed Sci. & Tech.* 13(2):300-520. The Netherlands.
- Montelongo, G.A. 1997. Continúa el Mercado de Semillas Certificadas. *Agromundo. PRONASE. México, D.F.* pp. 22-25.
- Nellist, M.E. 1981. Predicting the viability of seeds dried with heated air. *Seed Sci. & Tech.* 9:439-455. The Netherlands.
- Nellist, M.E., M. Hughes. 1973. Physical and biological processes in the drying of seed. *Seed Sci. & Tech.* 1:613-643. The Netherlands.
- Nutile, G.E., L.W. Woodstock. 1967. The influence of dormancy inducing desiccations treatments on the respiration and germination of sorghum. *Physiologia Plantarum* 20:554-561.
- Rave, S.G., L.R. Kanawade. 1982. Critical temperature for drying sorghum earheads. *J. Maharashtra Agr. Univ. India.* 7(2): 134-135.
- Rodríguez del A., J.M. 1991. Métodos de Investigación Pecuaria. Editorial Trillas-UAAAN. p. 13-14. México.
- SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas) 1993. Estadísticas Anuales. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Matamoros, Tamps. México.
- Thomson, J.R. 1979. An Introduction to Seed Technology. Leonard Hill Edit. Great Britain.
- Williams A., H., H. Torres M., P. Barza S. 1988. Producción de semilla de sorgo. En: *Manual de Producción y Manejo de Semillas.* p. 22-46. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Tamaulipas, México.

## EVAPORACIÓN DE AGUA DEL SUELO EN BOSQUE DE PINO ALEPO EN EL SURESTE DE COAHUILA

### SOIL WATER EVAPORATION IN AN ALEPPO PINE FOREST IN SOUTHEAST COAHUILA, MEXICO

Julián Gutiérrez Castillot  
Telma M. Arredondo Valdés<sup>2</sup>

† In Memoriam.

Publicado posterior al fallecimiento del primer autor.

<sup>2</sup>Licenciada en Ciencias Naturales.

Laboratorio de Manejo de Cuencas Hidrológicas,  
Departamento de Recursos Naturales Renovables,  
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro,  
25315 Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

#### RESUMEN

En zonas áridas y semiáridas, la evaporación del agua del suelo es un proceso hidrológico de gran importancia que se debe considerar en la toma de decisiones para el manejo de los recursos naturales; sin embargo, muy pocos estudios incluyen este proceso. Los objetivos de este estudio consistieron en estimar la evaporación en áreas reforestadas con pino alepo (*Pinus halepensis* Mill) de diferentes edades de plantación (6, 11 y 15 años), en las cuatro estaciones del año (1994-1995) y estudiar las variables del tiempo atmosférico concurrentes. La evaporación se midió durante siete días por medio de microlisímetros a partir de suelos totalmente saturados. La evaporación fue muy similar entre los sitios de estudio y fluctuó de 8 a 11 mm en el primer día y de 1 a 2 mm en el séptimo, durante las estaciones: primavera, verano y otoño. En invierno, la evaporación varió de 5.2 a 8.2 el primer día y de 2 a 3 mm en el séptimo. Se concluye que no existe diferencia en evaporación del agua entre sitios de reforestación pero si en cuanto a las estaciones del año y que la humedad relativa, la velocidad del viento, la temperatura máxima y la radiación solar influyen de manera importante.

**Palabras clave:** *Pinus halepensis* Mill, hidrología de bosques, evaporación, estaciones del año.

## ABSTRACT

The successful management of plant natural resources in arid and semi-arid lands requires the inclusion of soil water evaporation into the decision-making process. This research was aimed to estimate evaporation on areas with a reforestation of aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill) at different plantation ages (6, 11 and 15 years old) during the four seasons (1994-1995). Also, weather variables were observed on their influence to soil water evaporation. Measurements were made during seven days, each season, by using microlysimeters in soil samples totally water saturated. Evaporation quantifications were very similars for sites practiced during spring, summer and fall; figures were 8 to 11 mm for first day and 1 to 2 mm the seventh day, however, the winter season quantities were lower than those during the first five days, but higher than the last two trial days. Soil water evaporation had affected mainly by year seasons and the weather conditions of relative humidity, wind velocity, temperature and solar radiation.

**Key words:** *Pinus halepensis* Mill, forest hydrology, evaporation, year seasons.

## INTRODUCCIÓN

La dispersión de las poblaciones humanas en el planeta incluye la adaptación a zonas áridas y semiáridas; el crecimiento demográfico en estas regiones durante el presente siglo ha evidenciado la falta del recurso agua. En este contexto, el conocimiento de la hidrología de esas regiones es un elemento estratégico para entender y manejar mejor el agua, reduciendo pérdidas. La evaporación es la pérdida neta de agua a partir de una superficie acuosa como resultado de su tránsito de líquido a vapor y la transferencia neta de éste a la atmósfera. La evaporación en una área depende de la diferencia de presión de vapor entre la atmósfera y el cuerpo acuoso, condiciones del sitio, profundidad del suelo, disponibilidad de agua en el mismo, además de la cubierta vegetal, que es un factor importante al reducir la insolación y la velocidad del viento sobre el suelo.

Aunque se menciona continuamente que la evaporación es un proceso que juega un papel primordial en las cuencas semiáridas, pocos estudios han estimado las pérdidas de agua del suelo. La evaporación representa la mayor pérdida de agua en esas regiones (Jury, 1979; Rodier, 1985), resaltando su importancia por la escasa y errática precipitación que incide en ellas. Gifford (1975) reporta que de 65 a 99% de la precipitación media anual retenida en el

suelo se pierde por evapotranspiración. Branson (1976) señala que 96% de la precipitación regresa a la atmósfera como evapotranspiración, y Sammis y Gay (1979) afirman que la evaporación constituye 90% de la precipitación media anual. Estas altas pérdidas de agua por evaporación se deben al aire seco y caliente que se mueve sobre la superficie terrestre, proporcionando calor latente al agua de los horizontes superficiales del suelo y creando un déficit de vapor de agua en la atmósfera (Sosebee, 1976; Dunne y Leopold, 1978).

El uso de lisímetros y de métodos indirectos tales como el balance de energía y el método aerodinámico para estimar la evaporación son costosos y, por lo tanto, poco utilizados (Wight, 1971); además, la estimación de la evaporación es más difícil para una cuenca hidrológica que para un punto (Rodier, 1985). El cálculo de la evaporación de agua a través de microlisímetros y de un aspersor de neutrones presentan resultados similares (Wight, 1971) y son adecuados en estudios de hidrología de pastizales y bosques. Paruelo *et al.* (1991) estimaron la evaporación con los procedimientos: balance de energía, método de Ritchie y microlisímetros, con resultados muy similares.

Las medidas de evaporación utilizando el método de microlisímetros lo consignan tanto Gutiérrez *et al.* (1979), quienes determinaron la evaporación en diferentes tipos de vegetación de una zona semiárida, encontrando una reducción constante de tal manera que un suelo saturado puede perder casi la totalidad de agua por evaporación en siete días, como Lascano y Hatfield (1992), quienes concluyeron que la evaporación incrementa su variabilidad conforme disminuye la evaporación en un suelo, datos que pueden ser comprobables con otros métodos.

La estimación directa de la evaporación es importante para evaluar las prácticas de manejo del suelo (Lascano y Hatfield, 1992); sin embargo, los estudios de evaporación en áreas con vegetación natural han estado dirigidas hacia el estudio del proceso en sí y el diseño de modelos hidrológicos (Morton, 1984; van de Griend y Owe, 1994). La evaporación del agua del suelo no es constante y cuando éste se encuentra a capacidad de campo, la evaporación es similar a la de un cuerpo de agua; Kimball y Jackson (1971) encontraron que la evaporación durante el verano tomó valores de 9 mm día<sup>-1</sup> en suelos saturados, mientras que a siete días la evaporación en esos suelos fue de sólo 2 mm día<sup>-1</sup>.

La redistribución del agua dentro del perfil del suelo es muy importante en las áreas boscosas de zonas semiáridas; por ello, el desconocimiento de la magnitud de la evaporación puede afectar algunas decisiones y políticas que determinan el manejo de la vegetación. La evaporación en suelos saturados con

cobertura permanente de plantas puede generar un buen inicio para estudios de evapotranspiración y ser útiles para propósitos prácticos (Rodier, 1985). Además, una mejor comprensión del proceso de evaporación en los bosques y en áreas reforestadas es necesario para planear y realizar un manejo más efectivo de los recursos naturales.

Tomando en cuenta lo anterior, los objetivos de esta investigación fueron: 1) determinar la evaporación del agua del suelo en áreas con plantaciones de pino alepo de diferentes edades durante las cuatro estaciones del año y, con la información de una estación climática aledaña al área de reforestación, 2) estudiar las variables del tiempo atmosférico que influyen la evaporación del agua en suelos reforestados con pino alepo en cada estación del año.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de Reforestación

El presente estudio se llevó a cabo en la zona de reforestación Zapalinamé, ubicada a 7 km al sur de la ciudad de Saltillo, 100°59'57" longitud Oeste y a 25°23'42" latitud Norte, propiedad de la UAAAN. El clima del área se clasifica como BWhw(x)(e); la temperatura media anual es de 18°C; la precipitación media anual es de 350 mm, donde el 75% se presenta entre los meses de mayo y octubre; la evaporación potencial anual es mayor a los 2000 mm, y los vientos dominantes provienen del norte y noroeste. Los suelos presentan un epipedon mollico, descansando sobre un horizonte petrocálcico cementado con carbonatos de calcio, con textura de franco a franco-arcillosa, pH de 7.5 a 8.5, estructura en bloques subangulares, colores oscuros y consistencia suelta en seco, y plástica en húmedo.

Anteriormente, el área estaba cubierta con pino piñonero (*Pinus cembroides* Zucc) y en la actualidad está ocupada por pino alepo (*Pinus halepensis* Mill) acompañado con otras especies arbóreas y con algunas gramíneas en el estrato bajo (Mathus y Castañeda, 1975; Gutiérrez y Salazar, 1986; Gutiérrez y Dueñez, 1988; Gutiérrez y De Luna, 1989).

**Sitios de estudio.** Del área de Zapalinamé, se seleccionaron para realizar la presente investigación tres sitios plantados con pino alepo cuya reforestación tenía aproximadamente 6, 11 y 15 años de edad; además, se utilizó un área no arbolada, dominada con gramíneas, la cual sirvió como testigo; por lo anterior, el trabajo incluyó tres tratamientos representado por cada uno de los

sitios de pino mas el testigo. Dada la influencia de los tratamientos en el área de estudio, se describen a continuación las características particulares de cada uno de ellos:

**Sitio de seis años.** Se localiza a una altitud de 1890 msnm, exposición Oeste, con pendientes de 15 a 20 % y un relieve general convexo, de suelo somero que varía de 2 a 35 cm de profundidad, con textura migajón arcillo-arenoso y materia orgánica entre 6 y 7 %, un pH entre 8.2 y 8.4, con abundante pedregosidad en la superficie. Las especies asociadas más comunes desarrolladas durante los años de plantación de *Pinus halepensis* son gramíneas como *Bouteloua gracilis*, *B. hirsuta*, *Aristida longisetata*, *Eneapogon desvauxi*, *Licurus phleoides*, y las arbustivas *Mimosa biuncifera*, *Agave lecheguilla* y *Opuntia leptocaulis*.

**Sitio de once años.** Se localiza a una altitud aproximada de 1840 msnm, con una configuración convexa y pendientes desde 8 a 15 %, el suelo presenta profundidades desde .05 m hasta 1 m, su textura varía de migajón a migajón-arcilloso, materia orgánica entre 4.9 y 6.4 % y en la superficie una pedregosidad aproximada del 9 %. La vegetación asociada a la plantación que se ha desarrollado está constituida principalmente por *Aristida sp.*, *Erioneurum pulchellum*, *Scleropogon brevifolius*, *Setaria macrostachya*, *Mimosa biuncifera*, *Opuntia leptocaulis*, *Agave asperima* y algunas especies de la familia *compositaea*.

**Sitio de 15 años.** Se localiza a una altitud de 1850 msnm, exposición Noroeste, con pendientes de 5 a 10 %, la profundidad del suelo varía de 0.1 m hasta 1 m, textura de migajón arcilloso y materia orgánica de 4 a 5.2 %, con un pH de 8.1 a 8.3 y una pedregosidad superficial del 10 %. La vegetación asociada que se ha desarrollado con la vegetación arborea de *Pinus halepensis* es *Aristida sp.*, *Stipa comata*, *Bouteloua curtipendula*, *Eneapogon desvauxi*, *Eragrostis sp.*, *Scleropogon brevifolius*, y algunas especies de compuestas.

**Sitio testigo.** Se encuentra localizado a una altitud aproximada de 1950 msnm, exposición Oeste, exhibe pendientes de 15 y 20 %, suelo somero con profundidades no mayores de 10 cm, textura migajón arcillo-arenoso, materia orgánica que fluctúa entre 5 y 8 %, pH entre 8.2 y 8.5, y abundante piedra y grava en la superficie. La vegetación es principalmente constituida por *Bouteloua curtipendula*, *Aristida longisetata*, *Erioneuron pulchellum*, *Stipa clandestina*, *Mimosa biuncifera*, *Opuntia rastrera*, *Agave lecheguilla*, *A. asperima* y *Opuntia imbricata*.

## **Estimación de la Evaporación**

La evaporación de agua del suelo se determinó en cuatro épocas (abril, julio, octubre, 1994, y enero 1995) tomados como tiempos representativos de las cuatro estaciones del año; las medidas se obtuvieron utilizando 50 microlisímetros con una capacidad de 350 cm<sup>3</sup>, colocados dentro de un área de 2,500 m<sup>2</sup> para cada sitio. El microlisímetro fue llenado con suelo del mismo sitio tratando de disturbarlo lo menos posible; los microlisímetros se saturaron con agua y se secaron en tres ocasiones para estabilizar el suelo; posteriormente, se pesaron en seco, se volvieron a saturar y después se pesaron cada 24 horas durante 7 días consecutivos, determinando la pérdida de agua por evaporación, de acuerdo a los pasos seguidos por Gutiérrez *et al.* (1979).

## **Medición de Elementos del Tiempo Atmosférico**

Para cumplir el segundo objetivo de la presente investigación se utilizaron los datos obtenidos en la estación meteorológica ubicada en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, sede en Saltillo, Coahuila, los cuales se refieren a las siguientes variables: temperaturas máxima, mínima y media (°C); humedad relativa (%); precipitación diaria (mm); velocidad del viento (m seg<sup>-1</sup>); radiación solar (Cal cm<sup>-2</sup> min<sup>-1</sup>); evaporación potencial (mm); duración del día (hs); y nubosidad calificada como: despejado, seminublado, nublado.

## **Análisis de Datos**

Para saber si existían diferencias significativas entre los sitios de plantación, los datos de campo obtenidos se analizaron a través de un diseño completamente al azar, abordando separadamente los datos para cada estación del año; la evaporación media diaria para cada sitio se sometió a un análisis de separación de medias utilizando la prueba de Tukey (Kirk, 1982). Para determinar las variables del tiempo atmosférico que tienen mayor influencia sobre la evaporación, se realizaron pruebas de correlación parcial y de regresión múltiple entre la evaporación y los elementos del tiempo atmosférico registrados los días en que se llevó a cabo el presente estudio.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Primavera.** La evaporación del agua del suelo registrada durante la primavera, muestra valores que fluctúan entre 11.2 y 10.1 mm día<sup>-1</sup> inmediatamente después de que el suelo fue saturado; conforme transcurre el

tiempo, las tasas de evaporación se reducen paulatinamente en todos los sitios de estudio hasta llegar a valores que van de 1.7 a 1.2 mm día<sup>-1</sup> durante el séptimo día de estudio (Fig. 1). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Kimball y Jackson (1971), Jackson (1973); y Gutiérrez *et al.* (1979) quienes señalan máximas evaporaciones inmediatamente después de saturado el suelo y mínimas siete días después.

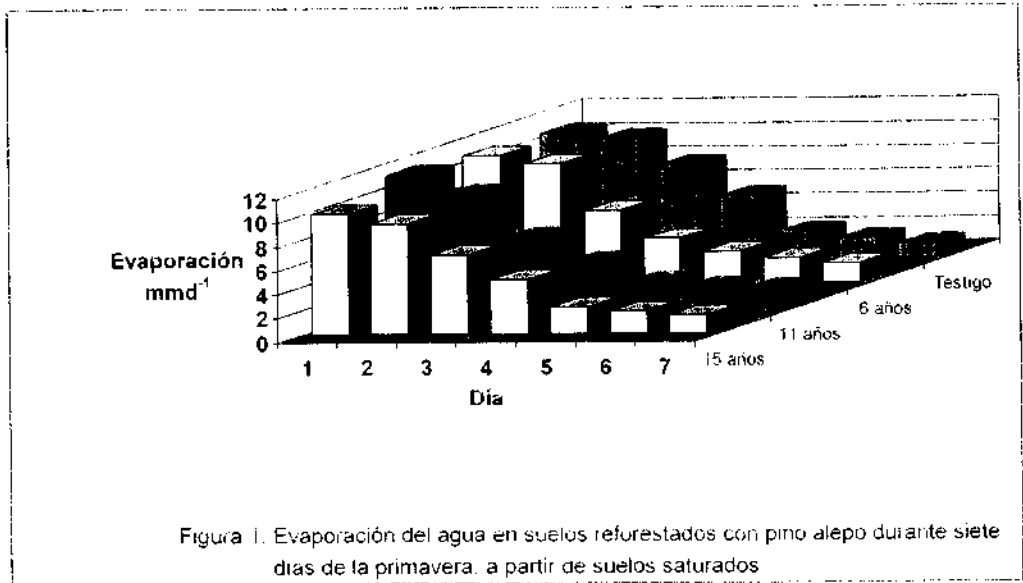


Figura 1. Evaporación del agua en suelos reforestados con pino alepo durante siete días de la primavera, a partir de suelos saturados

Por otro lado, los análisis estadísticos señalan que no existe diferencia ( $P < 0.05$ ) entre sitios en ninguno de los días de estudio. Las diferencias en evaporación entre días fueron mayores al inicio del estudio debido a la saturación del suelo y, por ende, de la alta disponibilidad de agua, disminuyendo dicha variación conforme se reduce la humedad. Además, la evaporación total registrada durante los siete días de estudio señala que en el área con plantaciones de 15 años de edad se perdieron en total 35.8 mm de agua, en el área de 11 años 36.1 mm, en el sitio de 6 años 37.4 mm y en el sitio sin cubierta arbórea 39.1 mm; con estos datos se observa una tendencia de mayor evaporación a menor cubierta arbórea. Efectos de este tipo fueron señalados por Gifford (1975); Dunne y Leopold (1978); Gutiérrez *et al.* (1979); y Sammis y Gay (1979).

arbórea. Efectos de este tipo fueron señalados por Gifford (1975), Dunne y Leopold (1978); Gutiérrez *et al.* (1979); y Sammis y Gay (1979).

Al llevar a cabo el análisis de correlación parcial entre diversos elementos del clima observados en la estación durante el estudio y la evaporación, los coeficientes obtenidos fueron muy bajos debido a que durante este período, en ese año, las condiciones del tiempo permanecieron estables; al realizar los análisis de regresión múltiple para cada uno de los sitios de estudio, tampoco se detectó efecto alguno (Cuadro 1). Dicha estabilidad del tiempo atmosférico pudo ser la causa de que la evaporación se redujera paulatinamente con el transcurso del tiempo y sin mayores variaciones entre sitios. Con esta observación puede asentarse que la variación de la evaporación entre sitios debe atribuirse más que todo a la disponibilidad de agua en el suelo.

Con el fin de expresar alguna relación climática en el área reforestada se llevaron a cabo los análisis de regresión usando los datos de evaporación de agua, de las cuatro áreas de estudio registrados durante la primavera, generando el siguiente modelo:  $\hat{Y}=34.24-1.2X_1-0.16X_2$ , con una  $R^2=0.46$ , y donde  $\hat{Y}$  es evaporación de agua,  $X_1$  la temperatura mínima y  $X_2$  el porcentaje de humedad relativa. Esto puede explicar de alguna manera que la estabilidad del tiempo atmosférico durante este periodo refleje escasa influencia de los elementos del clima sobre la pérdida de agua en los suelos reforestados con pino alepo.

**Cuadro 1. Coeficientes de determinación parcial para las variables del tiempo atmosférico registradas en las cuatro estaciones del año.**

Estación Variable	Edad de la plantación (años)			
	6	11	15	Testigo
Primavera	Ninguna variable del tiempo mostró efecto sobre la evaporación			
Verano				
Humedad relativa	-.80	-.83	-.87	-.81
Otoño				
Radiación solar	.51	.46	.42	.54
Velocidad del viento	.20	NS	NS	.19
Invierno				
Temperatura máxima	NS	NS	.68	.77
Humedad relativa	-.56	-.78	NS	NS

Verano. La evaporación registrada inmediatamente después de haber saturado el suelo en el verano fue relativamente menor a la registrada en primavera, ya que los valores máximos fluctuaron de 10.4 a 9.9 mm día<sup>-1</sup>, mientras que para el cuarto día las tasas de evaporación fueron entre 2.5 y 1.8 mm día<sup>-1</sup> (Fig. 2), resultados concordantes con Jackson (1973) y Gutiérrez *et al.* (1979) en estudios realizados en cuencas hidrológicas semiáridas. Por lo regular, la evaporación fue menor en la reforestación de más edad y mayor en el área sin arbolado; sin embargo, de acuerdo a los análisis estadísticos, las diferencias no fueron significativas. Durante los siete días de estudio, la evaporación de agua alcanzó un total de 36.4 mm en el área sin arbolado, 35.6 mm en el área cuyos árboles tenían seis años de plantados, 34.7 mm en aquellos suelos cubiertos con árboles de 11 años, y 32.6 mm en los de 15 años.

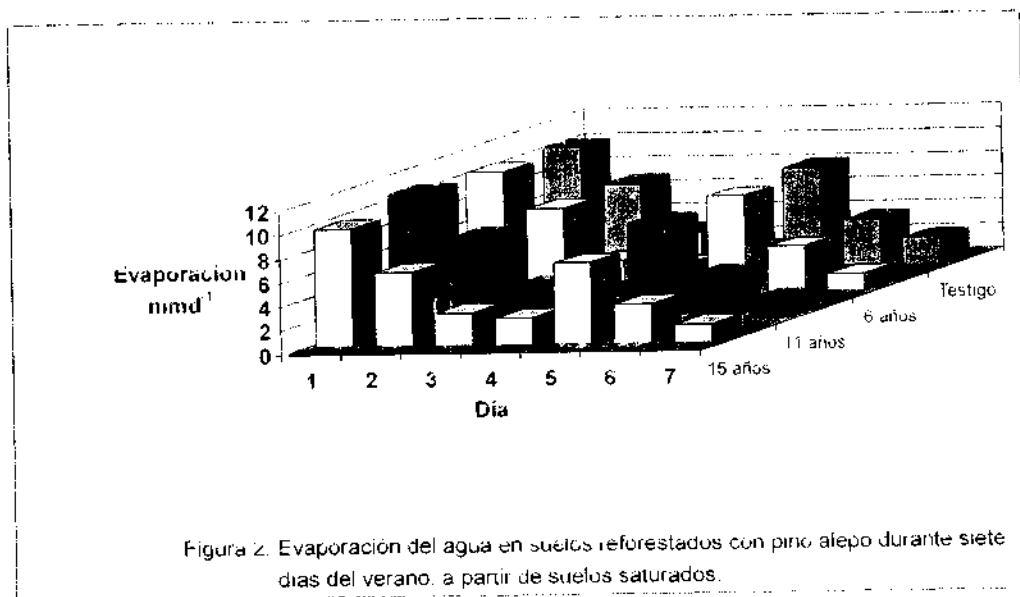


Figura 2. Evaporación del agua en suelos reforestados con pino alepo durante siete días del verano, a partir de suelos saturados.

De las observaciones climáticas, las temperaturas máximas, mínimas y medias, así como la radiación solar y la velocidad del viento tuvieron poca variación. Sin embargo, las condiciones imperantes durante los días de estudio presentaron variación en la humedad relativa, la cual fluctuó entre 52 y 82%, presentándose su valor máximo en el cuarto día. Cabe señalar que los primeros cuatro días, el cielo estuvo despejado, mientras que los últimos tres tuvieron nubosidad por la tarde, acompañada en dos ocasiones por lluvia, lo cual hizo

variar las condiciones evaporativas de la atmósfera. Al realizar los análisis de correlación y regresión mostraron el efecto de la variación de la humedad relativa; esta variable pudo explicar más del 80% de la variabilidad de la evaporación en los cuatro sitios de estudio (Cuadro 1). Además, entre la cuarta y la quinta determinación de la evaporación se presentó una lluvia de 14 mm, por lo cual, en el quinto día se registró un aumento en la medida de evaporación con respecto al día anterior debido al incremento del agua en el suelo (Fig. 2).

Los análisis de regresión con los datos de evaporación de agua de las cuatro áreas en esta estación del año permitieron derivar la ecuación  $\hat{Y}=2.1+0.8X_1+0.69X_2-0.5X_3$ , con una  $R^2=0.91$  y donde  $\hat{Y}$  representa la evaporación estimada de agua del suelo,  $X_1$  la temperatura máxima,  $X_2$  la temperatura mínima,  $X_3$  el por ciento de humedad relativa.

Otoño. La evaporación media de agua en los suelos registrada durante esta estación se presenta en la Fig. 3. La evaporación aquí fluctuó de 8.4 a 8.2 mm día<sup>-1</sup> durante el primer día, reduciéndose paulatinamente durante los siete días de estudio hasta alcanzar valores de 2.1 a 1.4 mm día<sup>-1</sup>. En este período se observó que las condiciones del tiempo permanecieron muy estables, lo cual permitió que la evaporación disminuyera paulatinamente con los días, comportamiento de la evaporación señalado previamente por Dunne y Leopold (1978); y Chanzy y Buncher (1993). El sitio con 15 años de plantación presentó una pérdida de agua total por evaporación de 34.6 mm; el área de 11 años de edad presentó un total de 31.7 mm; el área de 6 años perdió 32.4 mm en los siete días y el área sin arbolado 34.5 mm.

De los datos climáticos, en los análisis de correlación parcial y regresión sólo la radiación solar y la velocidad del viento presentaron relación con la evaporación, reflejándose este efecto en el análisis de regresión múltiple (Cuadro 1), donde puede observarse que de 42 a 54% de la variación en la evaporación fue explicado por la radiación en los cuatro sitios de estudio, 19% por la velocidad del viento en el área testigo y 20% por esa velocidad en la plantación de 6 años.

De esta manera, los análisis de regresión múltiple usando todos los datos de evaporación de agua de las cuatro áreas de estudio proporcionaron el modelo siguiente:  $\hat{Y}=30.61+0.28X_1+2.77X_2+1.97X_3$ , con una  $R^2=0.83$ , donde  $\hat{Y}$  representa la evaporación estimada del agua,  $X_1$  la temperatura media del día,  $X_2$  la velocidad del viento y  $X_3$  la temperatura mínima.

Invierno. La evaporación de agua en el suelo ocurrida durante esta época fue muy baja comparada con las otras estaciones (Fig. 4); cuando el suelo estaba

totalmente saturado, la evaporación diaria fluctuó entre 6.9 y 5.6 mm mientras que en el quinto día de estudio la evaporación sólo alcanza valores de 0.6 mm. Esta reducción en pérdidas de agua por evaporación, fueron señaladas previamente por Kimball y Jackson (1971) y se deben principalmente a la falta de calor y al exceso de humedad en el ambiente, lo cual reduce el déficit de vapor de agua en la atmósfera y la evaporación en el cuerpo acuoso (Van de Griend y Owe, 1994).

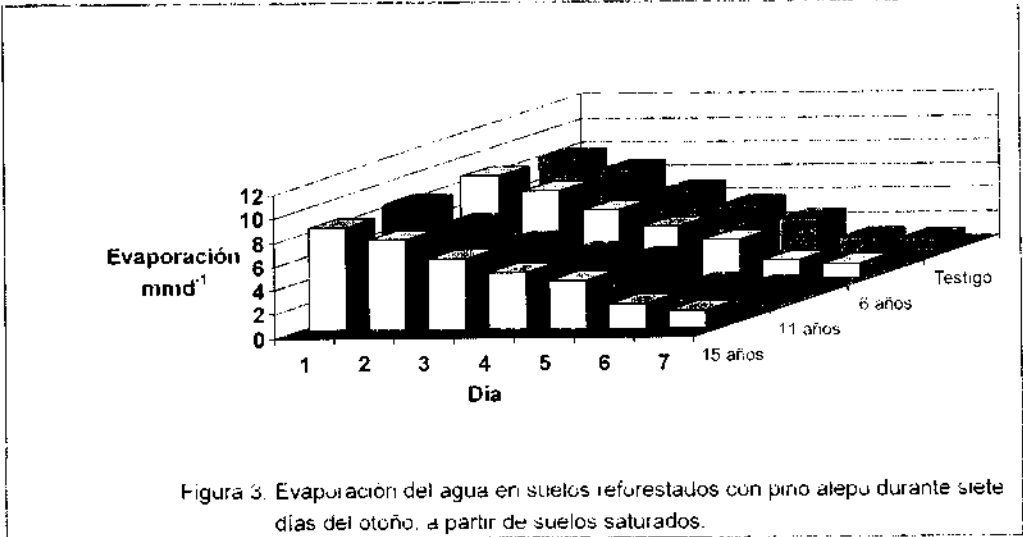


Figura 3. Evaporación del agua en suelos reforestados con pino alepu durante siete días del otoño, a partir de suelos saturados.

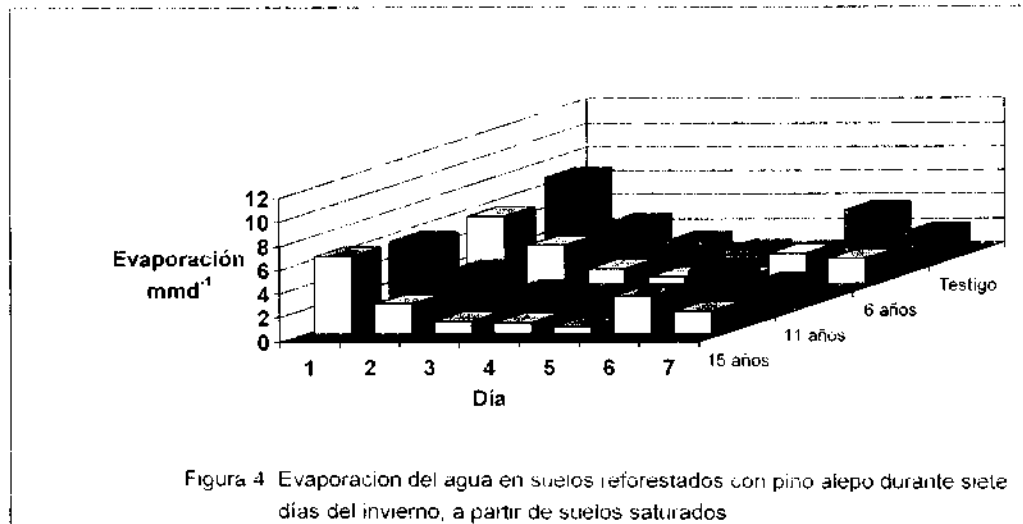


Figura 4. Evaporación del agua en suelos reforestados con pino alepu durante siete días del invierno, a partir de suelos saturados

Durante el período de estudio se tuvieron pérdidas totales de agua por evaporación de 6.6 mm en el sitio con árboles de 15 años de plantación; 17.1 mm en el de 11 años, 16.5 en el de 6 años, y 19.4 mm en el área sin arbolado.

Durante este período del año se presentaron condiciones muy variables del tiempo atmosférico lo cual incluyó la evaporación de agua en los diferentes suelos; esta influencia se reflejó en los análisis de correlación parcial y de regresión múltiple (Cuadro 1). La temperatura máxima varió desde 17°C el primer día hasta 6°C el quinto día de estudio, y la temperatura mínima fluctuó entre 12°C y 1°C en el mismo lapso de tiempo.

Por otro lado, la humedad relativa alcanzó valores desde 74% hasta 100% en el primer y quinto día respectivamente, mientras que el cielo estuvo despejado el primer día y totalmente nublado durante el quinto día. Por ello, se relacionó la temperatura máxima en 77% con la variación en la evaporación del área testigo y 68% en el área de 15 años de edad, la humedad relativa lo hizo en 56% y 78% para las áreas de 6 y 11 años, respectivamente. Debido a la ocurrencia de precipitación de 5 mm, registrado entre las quinta y sexta toma de datos, se propició un incremento en la lámina de agua perdida por evaporación en el sexto día.

Los análisis de regresión múltiple usando todos los datos de evaporación de agua de las cuatro áreas de estudio proporcionaron el siguiente modelo:  $\hat{Y}=6.19+0.13X_1-0.07X_2$  con una  $R^2=0.85$ , donde  $\hat{Y}$  representa la evaporación estimada del agua,  $X_1$  la temperatura máxima y  $X_2$  el porcentaje de humedad relativa.

## CONCLUSIONES

La evaporación del agua del suelo fue de magnitud similar en áreas con plantaciones de pino alepo, cuyas edades de reforestación son menores de 15 años.

En áreas reforestadas con pino alepo la evaporación es similar a la evaporación potencial cuando el suelo está saturado, disminuyendo conforme se seca el suelo.

La evaporación en sitios reforestados con pino alepo difieren con la estación del año, como resultado de las condiciones del tiempo atmosférico imperantes en ellas.

En el área de estudio, la humedad relativa se relacionó mayormente a la evaporación en el verano; la radiación solar y la velocidad del viento explican la evaporación en el otoño; y la temperatura máxima y la humedad relativa explican la evaporación en invierno.

### LITERATURA CITADA

- Branson, F.A. 1976. Water use on rangelands. Watershed management on range and forest lands. 5th U.S.-Austr. Rangelands Panel. Boise, Idaho, USA. pp. 193-209.
- Chanzy, A., L. Buncher. 1993. Significance of soil surface moisture with respect to daily bare soil evaporation. *Water Resour. Res.* 29: 1113-1125.
- Dunne, T., L.B. Leopold. 1978. *Water in Environmental Planning*. W.F. Freeman and Company. San Francisco, CA., USA. 898 p.
- Gifford, G.F. 1975. Approximate annual water budgets of two chained pinyon-juniper sites. *J. Range Manage.* 27:73-74.
- Gutiérrez C., J., F. M. Smith, J. G. Medina T. 1979. Caracterización hidrológica de la cuenca San Tiburcio, Zacatecas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Monogr. Tec. Cient. 5:213-327. Saltillo, Coahuila, México.
- Gutiérrez C., J., M. A. Salazar C. 1986. Impacto de la reforestación en la sierra de Zapalinamé sobre las tasas de infiltración. *Agraria* 2(2):286-302.
- Gutiérrez C., J., J. Dueñez A. 1988. Relación tasa de infiltración-edad de la plantación en la zona reforestada Zapalinamé. *Agraria* 4(2):169-180.
- Gutiérrez C., J., M. De Luna R. 1989. Infiltración y producción de sedimentos en un área reforestada con *Pinus halepensis* Mill. *Agraria* 5(2):178-188.
- Jackson, R. D. 1973. Diurnal changes in soil water content during drying. pp. 37-75. In: Bruce, R. R. (ed). *Field Soil Water Regime*. Soil Sci. Am. Special Publication No. 5.
- Jury, W. A. 1979. Water transport through soil plant and atmosphere. pp. 180-199. In: Hall, A. E., G. H. Cannel, and H. W. Lawton. (eds.). *Agriculture in Semiarid Environments*. Springer-Verlag, Berlin, Germany.

- Kimball, B. A., R. D. Jackson. 1971. Seasonal effects on soil drying after irrigation. *Hydrology and Water Resources of Arizona and the Southwest. Proc. Of the Ariz. Sec. Amer. Water Res. And the Hydrol. Sec. Ariz. Acad. Sci. Tucson, AZ.* pp. 85-89.
- Kirk, R. E. 1982. *Experimental Design. 2nd Edition. Wadsworth Inc. Belmont, CA., USA.* 911 p.
- Lascano, R. J., J. L. Hatfield. 1992. Spatial variability of evaporation along two transects of a bare soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 341-346.
- Mathus, M. G., L. Castañeda C. 1975. Zapalinamé, un oasis en el semidesierto de Coahuila, México. Pub. Esp. No. 13. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México, D.F.
- Morton, F. I. 1984. What are the limits on forest evaporation. *J. Hydrol.* 74: 373-398.
- Paruelo, J. M., M. R. Aguiar, R. A. Goluscio. 1991. Evaporation estimates in arid environments: an evaluation of some methods for the Patagonian steppe. *Agric. And For. Meteor.* 55: 127-132.
- Rodier, J. A. 1985. Aspects of arid zona hydrology. pp. 205-247. In: Rodda, J.C. (ed). *Facets of Hydrology. Volume II.* John Wiley & Sons Ltd. New York, NY.
- Sammis, T. W., L. W. Gay. 1979. Evapotranspiration from an arid zone plant community. *J. Arid Environ.* 2: 313-321.
- Sosebee, R. E. 1976. Hydrology: the state of the science evapotranspiration. *Watershed Management on Range and Forest Lands. Proc. 5th U.S.-Aust. Rangelands Panel. Boise, Idaho, USA.* pp: 95-104.
- Van de Griend, A. A., M. Owe. 1994. Bare soil surface resistance to evaporation by vapor diffusion under semiarid conditions. *Water Resour. Res.* 30: 181-188.
- Wight, J. R. 1971. Comparison of lysimeter and neutron scatter techniques for measuring evapotranspiration from semiarid rangelands. *J. Range Manage.* 24: 390-393.

**EFFECTIVIDAD DE *Bacillus subtilis* Y FUNGIBAC SOBRE  
*Rhizoctonia solani* Kuhn EN PAPA BAJO INVERNADERO**

**EFFECTIVENESS OF *Bacillus subtilis* AND FUNGIBAC CONTROLLING  
*Rhizoctonia solani* Kuhn IN POTATOES GREENHOUSE GROWN**

Rosalinda Mendoza V.<sup>1</sup>

J. J. Romo Cerda<sup>1</sup>

F. D. Hernández C.<sup>2</sup>

Departamento de Ciencias Básicas,

<sup>2</sup>Departamento de Parasitología,

Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro.

25315 Buenavista,

Saltillo, Coahuila, México

**RESUMEN**

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) es afectado por diversas enfermedades entre las que destaca la llamada "costra negra" causada por el hongo *Rhizoctonia solani*, la cual ataca desde la emergencia de plántulas hasta la producción de tubérculos. En muchas ocasiones, el control químico de la enfermedad es poco efectivo, haciéndose necesario buscar alternativas de solución como es el control biológico. En este trabajo se informa de la efectividad de tratamiento con bacterias viables y endosporas comerciales de *Bacillus subtilis* en el control de costra negra, comparado con el que proporcionan dosis de Fungibac, producto fungicida bactericida biodegradable. La experimentación se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero, de junio a octubre de 1993, utilizando la variedad de papa alpha, 10 tratamientos, 4 repeticiones, en un diseño completamente al azar. El índice de mortalidad de plantas causado por *Rhizoctonia solani* fue evaluado a los 60, 90 y 110 días de la siembra. La comparación de medias fue con la prueba DMS al 5%. Los tratamientos de mayor efectividad a los 60, 90 y 110 días fueron, en este orden, como sigue: bacterias viables en dosis de  $10^{12}$  células  $ml^{-1}$ ; endosporas comerciales en la cantidad de 0.15g, mientras que el de bacterias viables en  $10^{14}$  células  $ml^{-1}$  presentó el mejor control al final del ciclo de cultivo.

**Palabras clave:** *Solanum tuberosum* L., var. alpha, control biológico, bacterias viables, endosporas comerciales.

## ABSTRACT

The "black scurs" is among the several diseases that infects potato crops (*Solanum tuberosum* L.). This pest is produced by *Rhizoctonia solani* damaging during any time from seedlings to mature plants. The chemical control is frequently a failure and alternatives handling of the diseases is required.

This work deals with the use of *Bacillus subtilis* in the form of live bacteria or commercial endospores besides different levels of Fungibac, a biodegradable fungicide-bactericide. The experiment included 10 treatments, 4 replicates on potatoes cultivar alpha, using a complete randomized design. Evaluation of *Rhizoctonia solani* damage was registered at 60, 90 and 110 days during crop life cycle. Means treatment comparison was done through a DMS, 0.05 level test. The best control of the disease at 60 days was obtained with live bacteria  $10^{12}$  cells  $ml^{-1}$  but 0.15g dosage of commercial endospores was so at 90 days, meanwhile the trait live bacteria  $10^{14}$  cells  $ml^{-1}$  performed better at 110 days.

**Key words:** *Solanum tuberosum* L., cv. alpha, biological control, live bacteria, commercial endospores.

## INTRODUCCIÓN

La papa ocupa el cuarto lugar a nivel mundial, después del arroz, maíz y trigo, en importancia para la alimentación humana. En México se producen aproximadamente 1.23 millones de toneladas anuales, en 71,000 ha. De esto, Coahuila ocupa el noveno lugar en superficie cultivada (datos promedio, combinando información de Díaz, 1990; y SAGAR-FAO, 1996).

La enfermedad llamada "costra negra" de la papa se presenta en todas las regiones donde ésta se cultiva (ambiente fresco y húmedo) y es causada por el hongo *Rhizoctonia solani* Kuhn (etapa sexual *Thanatephorus cucumeris* Frank Donk), cuya incidencia es menor en regiones cálidas y secas (Carling y Leiner, 1990).

El patógeno ocasiona lesiones en la base del tallo, en el punto de contacto con el suelo, provocando estrangulamiento del mismo; induce formación de tubérculos aéreos y costras negras (esclerocios) en los tubérculos enterrados. El tipo AG-3 es uno de las cepas más patogénicas (Carling y Leiner, 1986).

La proporción de daño ocasionado por la enfermedad en tubérculos es variable y está en función de la región agrícola de que se trate; así, la proporción de tubérculos marcados, reportados para regiones paperas de Puebla es de 75%

(Mendoza y Campos, 1991); para el estado de Hidalgo es 35% (Ponce y Mendoza, 1992); y hasta de 97% en el estado de Nuevo León (Hernández *et al.*, 1993).

*Rhizoctonia solani* puede controlarse por medio de control químico, biológico o por manejo del suelo agrícola. Con el primero se logran tubérculos libres del patógeno al tratarlos con un fungicida adecuado; sin embargo, el control no se logra por completo si el suelo agrícola contiene el patógeno (Platt *et al.*, 1993). El control biológico de la enfermedad puede lograrse con la utilización de bacterias *Bacillus* spp. Por otra parte, se conoce que la aplicación de estiércol, pollinaza o cerdasa a suelos infestados con *R. solani*, reduce el potencial de infección (Martinson y Al Rehiyani, 1991).

Bacterias del género *Bacillus* tienen la propiedad de controlar enfermedades. Estas bacterias producen endosporas tolerantes a temperaturas mayores de 35°C (Bryan, *et al.*, 1974) y a la desecación. Una especie de gran interés es *Bacillus subtilis* A13, que fue aislada por Broadbent *et al.* (1971), citados por Weller (1980), a partir de la disolución de *Sclerotium rolfsii*.

La mencionada cepa A13 inhibe el crecimiento *in vitro* de *R. solani*. Esta propiedad permitió su evaluación en campo, observándose que mejora el crecimiento de muchas especies de plantas en suelos naturales o esterilizados. Se tienen reportes que indican tratamientos a la semilla con la cepa A13 para aumentar la producción de cultivos, ejemplos: incremento de 48% en zanahoria y 33% en avena (Merriam *et al.*, 1974); y de 37% en cacahuete (Turner y Beckman, 1986) citados por Weller (1988).

*Bacillus subtilis* produce el antibiótico conocido como *iturin* que tiene acción efectiva contra fitopatógenos (Ohno *et al.*, 1993). El antagonismo bacteriano para el control biológico funciona por competencia de antibiosis o parasitismo, y depende de las enzimas líticas para la degradación de la pared celular de hongos fitopatógenos, de acuerdo con Chet *et al.* (1990).

En el presente trabajo se evalúa la efectividad de *B. subtilis* A13 y el producto Fungibac contra *R. solani* en el cultivo de papa, var. alpha, bajo condiciones de invernadero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, localidad de coordenadas geográficas como sigue: 25° 22' latitud Norte; 101° 00' longitud Oeste y altitud de 1743 msnm.

La variedad comercial de papa fue la alpha. La cepa de *R. solani* la proporcionó el Departamento de Parasitología<sup>1</sup>, donde se procedió a identificarle por el número de núcleos y diámetro de hifas, a partir de un tubérculo de papa infectado, y purificado por punta de hifa.

La cepa de *B. subtilis* endosporas se adquirió como producto comercial Quantum-4000<sup>2</sup>. Una parte de endosporas se reprodujo en cajas Petri esterilizadas que contenían agar nutritivo a temperatura de 28°C por 24 horas, y de donde se derivaron las células bacterianas variables para utilizarse en los tratamientos correspondientes.

El hongo se reprodujo en agar-papa-dextrosa, a temperatura de 28°C, desarrollándose en cajas Petri por 15 días; al respecto, cabe mencionar que a temperaturas menores el crecimiento del hongo es más rápido; cuando los cultivos de *R. solani* ocuparon toda la caja Petri, éstas se guardaron bajo refrigeración (4°C). Posteriormente, el inóculo se preparó utilizando granos de trigo como soporte, siguiendo la técnica de Sneh *et al.* (1966). El tratamiento aséptico del trigo fue con Cloranfenicol a 250 ppm, luego se liberó la solución y los granos de trigo fueron esterilizados en autoclave.

Porciones de micelio del hongo refrigerado se aplicaron sobre el trigo esterilizado y se volvió a incubar por 15 días a 28°C con el propósito de obtener masivamente al patógeno (inóculo). El trabajo de laboratorio, para la reproducción de *R. solani* y *B. subtilis* se llevó a cabo en el Laboratorio de Apoyo a Investigación del Departamento de Ciencias Básicas de la misma universidad.

Las macetas de siembra (10 kg de capacidad) se llenaron con suelo arcilloso, previamente cribado y esterilizado con bromuro de metilo por 48 hs. La fertilización aplicada fue de 200-400-200 unidades de N-P-K, utilizando los productos comerciales: sulfato de amonio (20.5% de Nitrógeno), super fosfato triple (46% de Fósforo) y sulfato de potasio (50% de Potasio). Se establecieron 10 tratamientos (Cuadro 1); en todos los casos se inoculó al suelo con 10 semillas de trigo, portadoras de micelio de *R. Solani*, lo cual es equivalente a 56 Kg ha<sup>-1</sup> del inóculo (Sneh *et al.*, 1966).

Los tubérculos de papa utilizados fueron de aproximadamente 4 cm de diámetro, sembrándose de manera individual en la maceta descrita anteriormente.

Previo a la siembra, cada tubérculo recibió el tratamiento correspondiente, descritos en Cuadro 1.

<sup>1</sup> de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en la sede Saltillo.

<sup>2</sup> de la compañía Gustafson, Dallas, Texas, E.U.A.

**Cuadro 1. Tratamientos para el control de *Rhizoctonia solani* en papa bajo condiciones de invernadero. UAAAN, 1993.**

Tratamiento	Dosis aplicada por maceta
1. <i>B. subtilis</i> , células	$8 \times 10^{13}$ bacterias $\text{ml}^{-1}$
2. Idem	$3 \times 10^{12}$ bacterias $\text{ml}^{-1}$
3. Idem	$2 \times 10^{14}$ bacterias $\text{ml}^{-1}$
4. <i>B. subtilis</i> , endosporas	50 mg <sup>†</sup> + goma arábica <sup>‡</sup>
5. Idem	100 mg + goma arábica
6. Idem	150 mg + goma arábica
7. Fungibac	2 L $\text{ha}^{-1}$
8. Idem	3 L $\text{ha}^{-1}$
9. Idem	4 L $\text{ha}^{-1}$
10. Testigo	sin controles

<sup>†</sup> = Miligramos de endosporas por 100 ml de dilución.

<sup>‡</sup> = Goma arábica al 0.05 %.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con cuatro repeticiones. Durante el desarrollo del cultivo se presentó la plaga "palomilla de la papa" (*Phthorimaea operculella*) y se controló aplicando el insecticida Monitor 600 (50%) en dosis de 2 L  $\text{ha}^{-1}$ .

A los 47 días de la siembra se presentaron los primeros indicios de mortalidad de plantas, fecha de partida para realizar conteos cada 10 días hasta el final del ciclo de cultivo. Se realizaron tres evaluaciones (a los 60, 90 y 110 días) para cuantificar el efecto de *B. subtilis* y Fungibac sobre *R. solani*; la variable de respuesta fue el porcentaje de mortalidad de plantas. Para el análisis de varianza, los datos en por ciento fueron transformados vía la fórmula arco seno. La comparación de medias fue a través de DMS al 0.05 de probabilidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medias de tratamientos, en cada fecha de evaluación, se detallan en los Cuadros 2 (datos originales) y 3 (datos transformados). De acuerdo a la naturaleza del tipo de control en contra del daño de *R. solani* (costra negra), los tratamientos con dosis de bacterias vivas fueron los más efectivos para reducir daño del patógeno. El grupo de tratamientos utilizando endosporas de *B. subtilis*, en las dosis practicadas fue tan poco efectivo como los diferentes niveles de Fungibac. De hecho, en estos dos grupos de tratamientos, hubo algunos tan inefectivos que fue mejor la sobrevivencia en el grupo testigo.

**Cuadro 2. Índice de mortalidad de plantas por causa de infección por *R. solani*, tres fechas de evaluación. Datos originales (%).**

Evaluación	Tratamientos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A 60 días	25	0	0	50	25	25	0	25	25	50
A 90 días	50	50	0	75	100	25	50	50	100	50
A 110 días	100	50	0	100	-	50	100	50	-	100

**Cuadro 3. Índice de mortalidad. Datos con transformación angular.**

Evaluación	Tratamientos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A 60 días <sup>†</sup>	3.2	2.4	2.4	3.9	3.2	3.2	2.4	3.2	3.2	3.9
A 90 días	3.9b	3.9b	2.4c	4.7b	5.5a	3.2bc	3.9b	3.9b	5.5a	3.9b
A 110 días	5.5a	3.9b	2.8c	5.5 <sup>a</sup>	5.5a	3.9b	5.5a	3.9b	5.5a	5.5a

<sup>†</sup> = Medias de tratamiento estadísticamente iguales.

a, b, c = Distinta literal indica diferencias entre tratamientos

CV = 20.72%

La evaluación a los 60 días post-siembra indica que en todos los tratamientos hubo plantas sobrevivientes, destacándose los tratamientos 2, 3 y 7 como los 100% sanos; los primeros dos corresponden a control biológico de bacterias vivas, mientras que el 7 corresponde a la primera dosis de Fungibac. Las pruebas estadísticas (datos transformados) no detectan diferencias entre tratamientos.

El análisis de datos a los 90 días permite señalar que los tratamientos que propiciaron mejor protección al cultivo fueron el 3 ( $2 \times 10^{14}$  bacterias  $\text{mL}^{-1}$ ) y el 6 (150 mg de endosporas) permitiendo una sobrevivencia de 100% y 75% respectivamente. Cabe destacar aquí que la dosis intermedia de endosporas y la más alta de Fungibac fallaron completamente pues la mortalidad de plantas en ellos alcanzó el 100% y por lo tanto, inexistentes en la siguiente evaluación.

Al final del ciclo experimental sólo el tratamiento 3 pareció proteger completamente al cultivo; los tratamientos 2, 6 y 8 presentaron un efecto parcial (50% de sobrevivencia) mientras que el resto fue ineficaz en su acción protectora, permitiendo que *R. solani* terminara con el cultivo. Como puede apreciarse, dos tratamientos con bacterias *B. subtilis* lograron controlar completa o parcialmente la enfermedad. El control biológico a través de endosporas

bacterianas tal vez requiera de dosis más altas, ya que la mayor de las empleadas en este trabajo sólo permitió sobrevivencia parcial de las plantas tratadas. El control químico con Fungibac fue prácticamente inefectivo pues la dosis intermedia protegió parcialmente y la dosis mayor no permitió a las plantas llegar a 90 días de edad. Un aspecto a considerar en futuros experimentos es el uso combinado de fungicida y *B. subtilis* como lo practicaron Hwong y Charkravarty (1993) utilizando las bacterias y el fungicida Anchor, en el cultivo de chícharo.

Cabe mencionar que por fallas en las instalaciones de invernadero, las temperaturas máximas durante el experimento estuvieron entre 27 y 31°C, las cuales son muy superiores a las requeridas para el desarrollo óptimo de *R. solani*, que ocurre entre 10 y 15°C. Carling y Leiner (1990) aislaron a la cepa GA-3 del hongo y observaron que éste causa más daño a raíces y brotes a temperatura de 10°C que en medios con 15.5°C ó 21°C de temperatura. La manifestación tardía (47 días postsiembra) de la enfermedad en este trabajo experimental se debió probablemente a la influencia de las altas temperaturas señaladas arriba.

### CONCLUSIONES

Se confirma la posibilidad de control biológico de la enfermedad costra negra causada por *R. solani* en papa. Al respecto, se requiere explorar la aplicación de nuevas dosis de los agentes bacterianos *B. subtilis*.

### LITERATURA CITADA

- Carling, D.E., R.H. Leiner, 1986. Isolation and characterization of *Rhizoctonia solani* and binucleate *R. solani* like fung, aerial stems and subterranean organs of potato plants. *Phytopathology* 76(7):725-729.
- Carling, R.E., R.H. Leiner, 1990. Effect of temperature on virulence of *Rhizoctonia solani* and other *Rhizoctonia* on potato. *Phytopathology* 80(10):930-934.
- Chet, I., A. Ordentlich, R. Shopira, A. Oppenheim. 1987. Mechanisms of biocontrol of soil borne plants pathogens by *Rhizobacteria*. *Plant and Soil* 102(1): 11-15.
- Díaz P., A. 1990. Antagonismo de *Bacillus subtilis* contra *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* y su eficiencia en el control del marchitamiento de la sandía en invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Buenavista, Saltillo Coahuila. México. pp.15-17.

- Hernández C., F.D., Z. Alonzo, N.A. Comejo, S.M. Cepeda, 1993. Efecto del fungicida Flutonil (Moncul<sup>®</sup>) en el control de *Rhizoctonia solani* Kuhn en papa. Agraria, 9(1):51-61.
- Hwong, S.F., P. Chakravarty. 1993. Potential for the integrated control of *Rhizoctonia* root rot of *Pisum sativum* using *Bacillus subtilis* and fungicide. Biol. Abstr. 95(9):970.
- Martinson, C.A., S.M. Al-Rehriyani, 1991. Suppression of *Rhizoctonia solani* in soil with animal manures. Phytopathology 81 (10): 1241.
- Mendoza, Z.C., C Campos, 1991. Evaluación de Pencycuron (Monseren<sup>®</sup>) contra la costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) de la papa. Revista Mexicana de Fitopatología 9(2):148-152.
- Ohno, A., A. Takashi, S. Makoto, 1993. Production of the antifungal peptide antibiotic iturin by *Bacillus subtilis* NB22 in solid state fermentation (SSF). Biol. Abst. 95(8):401.
- Platt, H.W., F. Canale, G. Gimenez. 1993. Effects of tuberborne inoculum of *Rhizoctonia solani* and fungicidal seed potato treatment on plant growth and *Rhizoctonia* disease in Canada and Uruguay. American Potato Journal. 70(5):553-559.
- Ponce, G.F., C. Mendoza, 1992. Evaluación del frutolanil en el control de la costra negra de la papa (*Rhizoctonia solanum*) en el estado de Hidalgo. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitopatología. Sociedad Mexicana de Fitopatología. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 127.
- SAGAR-FAO. 1996. Base de Datos Agrícola 1960-1996. Proyecto TCP/MEX/5611. Bases de datos en 6 diskettes (3.5"). Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR), México, D.F. Food and Agricultural Organization, (FAO), Roma, Italy.
- Sneh, B, J. Katan, V. Henis, I Wahl. 1996. Methods for evaluating inoculum density of *Rhizoctonia* in naturally infested soil. Phytopathology 56(1):68-74.
- Weller, M.D. 1986. Biological control of soil borne plants pathogens in the rhizosphere with bacteria. Ann. Rev. Phytopathology. 26(3):379-407.

EFFECTIVIDAD DEL CARBOSULFÁN PARA EL CONTROL DEL ARADOR DEL NARANJO *Phyllocoptripta oleivora* (Ashmead)

EFFECTIVENESS OF CARBOSULFAN AGAINST *Phyllocoptripta oleivora* (Ashmead)  
IN ORANGE ORCHARDS

Jorge Corrales Reynaga,  
Miguel A. Flores Valdez,  
Jerónimo Landeros Flores,  
José Luis Villegas Salas

Departamento de Parasitología Agrícola.  
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.  
25315 Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

RESUMEN

El experimento se llevó a cabo en la localidad de Cadereyta de Jiménez, estado mexicano de Nuevo León con el objeto de evaluar el efecto del acaricida Carbosulfán sobre poblaciones del ácaro *Phyllocoptripta oleivora* (Acarina: *Eryophidae*) en el naranjo var. valencia tardía. El estudio incluyó seis tratamientos, identificados como sigue: Carbosulfán en dosis de 150, 200, 250, 300g IA ha<sup>-1</sup>; Etión a 1000g IA ha<sup>-1</sup> y el testigo: sin acaricida, dispuestos en diseño de Bloques Completas al Azar con cuatro repeticiones. La población de ácaros por área (cm<sup>2</sup>) en la cáscara de los frutos se determinó en cinco ocasiones: antes de aplicación de tratamientos y 7, 15, 30 y 50 d después de éstos. En ningún caso se observó daño de tipo fitotóxico en los árboles tratados. El Carbosulfán, en dosis de 200 a 300g de IA ha<sup>-1</sup> eliminó 85% o más de la población infestante dentro de los primeros 30 d post-aplicación, mientras que el Etión disminuyó a la población en 60.5% o menos ( $P < .05$ ).

**Palabras clave:** Ácaros, *Phyllocoptripta oleivora*, *Citrus sinensis*, Carbosulfán, acaricidas,

ABSTRACT

The effectiveness of two acaricides were compared trying to control the population of acari *Phyllocoptripta oleivora* (Acarina: *Eryophidae*) plaguing orange trees cv. valencia. The traits were 4 doses of carbosulfan (150, 200, 250, 300g AI ha<sup>-1</sup>), one of Etion at 1000g AI ha<sup>-1</sup> dosage and a blank as the control. The

experimental design was a Randomized Complete Block, 4 replicates and a tree (10 ripening fruits) as the experimental unit. The mite's population counts were at random on one cm<sup>2</sup> before traits and 7, 15, 30 and 50 d after. No phytotoxic damage on trees were visually observed. Carbosulfan dosages 200 to 300g AI ha<sup>-1</sup> reduced over 85% the acarid number up to 30 d post-application, meanwhile the Etion effect reduced them to only 60.5%.

**Key words:** Mites, *Phyllocoptruta oleivora*, *Citrus sinensis*, Carbosulfan, acaricides.

## INTRODUCCIÓN

La producción de cítricos, la naranja entre ellos, es afectada por diferentes especies de insectos y ácaros (Pratt, 1990); dentro de éstos, el ácaro (*Phyllocoptrupya oleivora*) conocido como "arador" o "negrilla" ataca los frutos del naranjo, reduciendo su calidad al rasgar las células de la epidermis y alimentarse del zumo que de ellas emana; el daño propicia que la cáscara de la naranja se tome color negro y, en caso de ataque severo por el ácaro, los frutos pierdan completamente su valor para venta en fresco (Praloran,1977; Padrón,1980; Curti,1990; Sánchez,1991).

El arador o negrilla es una plaga presente en las regiones citrícolas mexicanas, localizadas principalmente en las regiones Noreste (estados de Nuevo León y Tamaulipas), y Golfo de México centro (estado de Veracruz); Sánchez (1991) determinó que las poblaciones más altas se presentan en los periodos comprendidos de mayo a julio y de octubre a diciembre en la zona citrícola de Nuevo León; el combate de esta plaga se basa principalmente en el uso adecuado de acaricidas (Rodríguez,1989; Sánchez,1991). Una opción como acaricida lo representa el Carbosulfán, producido por la compañía FMC<sup>(1)</sup> Agroquímica.

El objetivo de este trabajo fue probar la efectividad de este agroquímico para el control del ácaro de los cítricos, en términos de la proporción en que se reduce la población infestante y la valoración visual sobre daños de fitotoxicidad en cualquier parte del árbol.

---

<sup>(1)</sup> FMC Agroquímica de México, S. de R.L. de C.V. Av. López Mateos Núm. 1480 Sur 4º piso, Campo de Polo Chapalita, Zapopan, Jalisco. Méx.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el lapso de septiembre a diciembre de 1994, bajo condiciones de campo en una huerta de cítricos en producción con árboles de naranja var. valencia tardía, la cual fue irrigada con un sistema de microaspersión; el huerto está ubicada en el municipio de Cadereyta de Jiménez, Nuevo León.

El acaricida Carbosulfán se aplicó en cuatro dosis para evaluar su efectividad en el combate de *Phyllocoptruta oleivora*, llevando como testigo regional el tratamiento con Etión, acaricida autorizado por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICLOPLAFEST, 1994) y el testigo absoluto, sin acaricida. Los tratamientos incluidos en el estudio se detallan en el Cuadro 1.

El diseño experimental fue un Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones; el establecimiento requirió de la elección de una zona de la huerta que contara con árboles de características homogéneas; para ello se identificaron 24 parcelas experimentales (un árbol cada una), las cuales se sortearon para la asignación de tratamientos por bloque y sus repeticiones.

**Cuadro 1. Descripción de tratamientos aplicados en el experimento para el combate de *P. oleivora* en naranja var. valencia tardía.**

Tratamiento	Nombre común	Dosis g I.A. ha <sup>-1</sup>	Dosis <sup>1</sup> producto formulado (L ha <sup>-1</sup> )
1	Carbosulfán	150	0.6
2	Carbosulfán	200	0.8
3	Carbosulfán	250	1.0
4	Carbosulfán	300	1.2
5	Etión	1000	2.0
6	Testigo (sin acaricida)	-	1000

<sup>1</sup> Los tratamientos con acaricida se aplicaron en un volumen equivalente a 1000L de agua por hectárea.

En cada parcela experimental se identificó a 10 frutos sobre los cuales se marcó la zona de muestreo infestada por el ácaro. Con la ayuda de una lupa de aumento 20X se cuantificó el grado de infestación, ácaros por cm<sup>2</sup>. Esta medida se practicó antes y después de la aplicación de tratamientos.

La primera, para ubicar la población parásita antes del control químico, la segunda se llevó a cabo a 7, 15, 30 y 50 días después de la aplicación para observar la efectividad (proporción de control) de tratamientos. A la par con estas mediciones se realizaron inspecciones visuales sobre hojas y frutos para detectar algún efecto o daño de tipo fitotóxico en árboles.

Para la aplicación de tratamientos se utilizó una aspersora de mochila, 25 L de capacidad, equipada con motor a dos tiempos y bomba de pistón con pistola para aspersión a frutales, la cual se calibró para un gasto de 1000 L ha<sup>-1</sup>. Cada tratamiento requirió de 16 L de la mezcla respectiva ya que se aplicaron 4 L por árbol. Las aspersiones se llevaron a cabo siguiendo la secuencia de tratamientos señalados en el Cuadro 1. El equipo de aspersión se lavó con agua y jabón entre tratamientos.

Como se señaló anteriormente, se tomaron datos de la población del ácaro, antes de la aplicación y a 7, 15, 30 y 50 días posteriores. Con los datos obtenidos se graficó el comportamiento de la población sobreviviente, lo que permite observar las tendencias de ésta por efecto de tratamientos y permitiendo estimar el porcentaje de control de la población respecto al testigo blanco (sin acaricida). Se siguió el procedimiento adecuado para el análisis de varianza correspondiente y las medias de tratamientos se compararon con la prueba de Tukey, en cada fecha de muestreo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan en dos apartados, como sigue: 1) se incluye lo referente a la valoración de fitotoxicidad del producto a los árboles tratados, 2) refiere al efecto de los tratamientos sobre los conteos de especímenes de *P. oleivora* en términos de control de la población, cuantificada de dos formas, a saber: como respuesta de la población al producto en sus diferentes dosis, y la proporción de la población eliminada (porcentaje de control).

### 1. Fitotoxicidad

A la par de los muestreos (7,15,30 y 50 días post-aplicación) para cuantificar la población persistente de ácaros, se procedió a una revisión visual minuciosa de las partes constitutivas de los árboles en el experimento con la finalidad de detectar daños por fitotoxicidad. Los resultados permiten afirmar que ninguno de los tratamientos causó daños aparentes al respecto.

## 2. Control de la Población de *P. oleivora*

Fluctuación de la población. Las columnas en la Fig.1 señalan el número promedio de ácaros sobrevivientes por centímetro cuadrado. En cada uno de los tratamientos y sus diferentes fechas de muestreo, incluyendo la condición prevaleciente antes de la aspersión. Como puede apreciarse en el gráfico, la población de ácaros presente en el huerto antes del experimento era aproximadamente de 10 especímenes  $\text{cm}^{-2}$ , condición que se incrementó en el caso del testigo sin acaricida, el cual alcanzó una densidad poblacional máxima a los 30 días post-aplicación (dpa), observada aquí en promedio de 15.8 ácaros  $\text{cm}^{-2}$ , la medida consignada para el muestreo a los 50 dpa indica una reducción en la densidad de los parásitos, condición que pudiera reflejar los efectos de algún factor climático, como la temperatura. Por otra parte, todos los casos donde se aplicó alguna dosis de acaricida, la población se redujo a menos de 4 ácaros  $\text{cm}^{-2}$  dentro de los primeros 30 días, y de 6 a 8 ácaros a los 50 días.

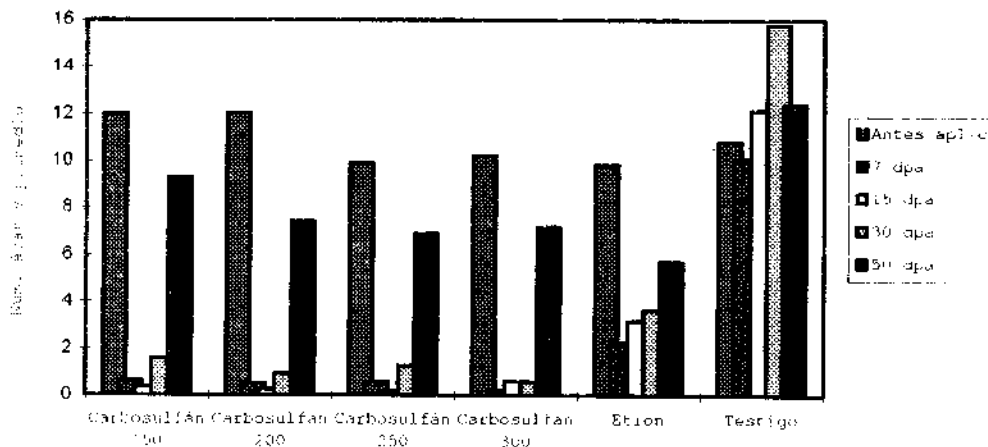


Figura 1. Población de *Pyllocoptus oleivora* (individuos  $\text{cm}^{-2}$ ) en el fruto del naranjo, antes y a los 7, 15, 30 y 50 días de la aplicación de tratamientos.

Los resultados observados permiten señalar que la densidad de población de ácaros se modificó en función de los tratamientos químicos. Es relevante el hecho que ningún producto, bajo las formulaciones aplicadas, eliminó por completo a la plaga. El Carbosulfán, a cualquier dosis, redujo la densidad de población de ácaros en mayor medida que el Etion ( $< 2$  ácaros  $\text{cm}^{-2}$  vs  $2$  a  $4$

ácaros  $\text{cm}^{-2}$ ) dentro de los primeros 30 dpa, aunque este segundo producto tiene una mejor acción prolongada, ya que la densidad de la plaga a 50 dpa, fue inferior (6 ácaros  $\text{cm}^{-2}$ ) a cualquiera de las dosis del Carbosulfán. Sin embargo, cabe señalar que el combate químico de *P. oleivora* se requiere cuando la densidad de la plaga es de 4 especímenes  $\text{cm}^{-2}$  (González *et al.*, 1979) y que la efectividad de los tratamientos fue la adecuada hasta los 30 dpa.

Control de *P. oleivora*. En función de la población observada para cada unidad experimental, se estimó la proporción que se eliminó por la acción de los acaricidas al comparar aquélla con el testigo absoluto, en cada uno de los muestreos practicados. Con los datos obtenidos, se realizó un análisis de varianza, propio para bloques completos al azar y, dada la diferencia entre tratamientos ( $P < .05$ ), se practicó una prueba de Tukey (0.05) al conjunto de medias de tratamientos (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Porcentaje promedio de control observado de *P. oleivora* después de la aplicación de acaricidas en naranjo var. valencia tardía.**

Tratamiento	% de control después de la aplicación <sup>1</sup>			
	7 días	15 días	30 días	50 días
Carbosulfán 150 g I.A. $\text{ha}^{-1}$	93.45a	96.94a	82.42a	23.97ab
Carbosulfán 200 g I.A. $\text{ha}^{-1}$	94.45a	97.64a	87.12a	41.81ab
Carbosulfán 250 g I.A. $\text{ha}^{-1}$	91.99a	98.24a	85.00a	48.48ab
Carbosulfán 300 g I.A. $\text{ha}^{-1}$	97.58a	99.00a	93.90a	41.83ab
Etión 1000 g I.A. $\text{ha}^{-1}$	76.80b	72.26b	60.52b	53.38a
Testigo (agua)	0c	0c	0c	0c
C.V. %	5.26	9.08	25.86	14.59

<sup>1</sup>Para el análisis estadístico, los datos fueron transformados con la función-arco seno raíz cuadrada.

Como puede apreciarse, el Carbosulfán, a las dosis ensayadas a 15 dpa controló por encima del 96% de la población de *P. oleivora* y entre 82.4 y 93.9% de la población dentro de los primeros 30 dpa. Por su parte, el Etión controló sólo el 60.5% de ella en este periodo. Una diferencia notable fue el hecho de que este acaricida controló más a la población parásita a los 50 dpa, aunque este nivel no es económicamente rentable.

## CONCLUSIONES

El acaricida Carbosulfán en dosificación de hasta 300g de I.A. en 1000L de agua ha<sup>-1</sup>, aplicado en huerto de naranjo var. valencia tardía, no causó efectos fitotóxicos aparentes.

El Carbosulfán (150 a 300g I.A. ha<sup>-1</sup>) controla satisfactoriamente a *P. oleivora*, y supera en efectividad al acaricida Etión (1000g I.A. ha<sup>-1</sup>), dentro de los 30 días posteriores a la aplicación.

## LITERATURA CITADA

- CICLOPAFEST. Catálogo oficial de plaguicidas 1994. Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas y Sustancias Tóxicas. 481 p. México.
- Curti, S.A. 1990. Dinámica poblacional de *P. oleivora* y su relación con el daño que causa al fruto de naranja. CEPAPAN. INIFAP-SARH. XXV Cong. Nal. de Entomología. Soc. Mex. de Entomol. p. 283. Oaxaca, México.
- González, N., V. Kalnin, E. Díaz. 1979. Dinámica poblacional del ácaro del moho durante cuatro años, relacionada con la fenología de la naranja. Ciencia y Tecnología Agrícola. Vol. 6: 35-62.
- Praloran, J.C. 1977. Los Agrios. Colección de Agricultura Tropical, De. Blume. Barcelona. p. 32-207.
- Pratt, R.M. 1990. Guía de Florida. Edición Limusa. Octava Edic. México.
- Rodríguez, R. 1989. Evaluación de productos químicos en el control de *Phyllocoptruta oleivora* en naranja. CEPAPAN, INIFAP-SARH. XXIV Cong. Nal. de Entomol. Soc. Mex. de Entomología. p. 267. Oaxtepec, Mor. México.
- Sánchez, J.A., J.E. Padrón. 1980. Poblaciones de arador *Phyllocoptruta oleivora* y su relación con el daño que causa a la naranja en General Terán, N.L. Agríc. Tec. Mex. Vol. 9(1):3-11.
- Sánchez, J.A. 1991. Control de arador o negrilla en cítricos. SARH, CIRNE, CEGET. Desplegable para productores. No.6. p. 1-5. México.

## HETEROSIS ÚTIL PARA DIFERENTES CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS EN GIRASOL

### USEFUL HETEROSIS FOR SEVERAL AGRONOMIC CHARACTERISTICS IN SUNFLOWER

Edgar Guzmán Medrano,  
Sathyanarayanaiah Kuruvadi,  
Jerónimo V. Días

Departamento de Fitomejoramiento,  
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro,  
25315 Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

#### RESUMEN

En este estudio se utilizaron cinco hembras androestériles (cms AH 124, 234, 301, 302 y 303) y cinco machos restauradores de fertilidad (RHA 273, 274, 296, 297 y 299) y se realizaron cruzas para producir 25 combinaciones híbridas en forma manual. Se evaluaron estos 25 híbridos y cinco testigos (dos variedades: Cernianka y Rib 77 y tres híbridos comerciales: HIS894, 879 y 7775) bajo condiciones de riego, con el objetivo de medir la heterosis útil en varias características agronómicas de girasol (*Helianthus annuus* L.). El análisis de varianza indicó diferencias ( $P < .05$ ) para rendimiento, porcentaje de aceite, diámetro de capítulo, altura de planta, porcentaje de proteínas, días a floración y días a madurez fisiológica, revelando variabilidad considerable para estos rasgos entre los genotipos incluidos. El rendimiento promedio estuvo entre 2014 y 3046 kg ha<sup>-1</sup>. La variedad Cernianka (2200 kg ha<sup>-1</sup>) y el híbrido HIS7775 (3046 kg ha<sup>-1</sup>) produjeron los más altos rendimientos entre los testigos. Se encontró una ligera variabilidad para el porcentaje de aceite (38 a 39%) y proteína (25 a 26%) y se detectaron diferencias muy amplias para diámetro de capítulo, días a floración y madurez fisiológica. La heterosis útil con respecto al rendimiento se manifestó en 18 híbridos experimentales en rango de 14 a 22.7% al compararles con Cernianka, mientras que sólo 7 híbridos experimentales expresaron heterosis negativa (de -1.6 a -13). El híbrido experimental con máxima heterosis útil para el rendimiento fue el número 13 con 22.7% seguido del 24(15.6%), 6(14.6%), 17(14.6%), 25(17.7%) y 27(12.6%). Se recomienda siempre utilizar un híbrido comercial y variedad comercial en el estudio de heterosis útil.

**Palabras clave:** *Helianthus annuus* L., híbridos, rendimiento, contenido de aceite y proteína, variabilidad.

## ABSTRACT

In this study five female lines with male sterility (cms HA 124, 234, 301, 302 and 303) and five males with restoration genes for fertility (RHA 273, 274, 296, 297 and 299) were selected and crossed by hand to produce 25 hybrid combinations. These 25 hybrids and five controls (two varieties: Cernianka and Rib 77, and three commercial hybrids: HIS894, 879 and 7775) genotypes were evaluated under irrigated conditions with an object of studying useful heterosis for several agronomic characters in sunflower (*Helianthus annuus* L.). The analysis of variance showed differences ( $P < .05$ ) for yield, percent oil, head diameter, plant height, protein percent, days to flower and maturity. The mean yield varied from 2014 to 3046 kg ha<sup>-1</sup>. The variety Cernianka (2200 kg ha<sup>-1</sup>) and hybrid HIS 7775 (3046 kg ha<sup>-1</sup>) produced the highest yields among controls. Variability for oil (38 a 39%) and protein (25 to 26%) was low meanwhile wide differences were found for head diameter, days to flower and seed maturity. Useful heterosis for yield was observed in 18 hybrids with a range of 14 to 22.7% in comparison with Cernianka, meanwhile only 7 hybrids expressed it negatively. Maximum useful heterosis was registered by the hybrid 13 with 22.7% for yield followed by the hybrids 24(15.6%), 6(14.6%), 17(14.6%), 25(17.7%) and 27(12.6%). It is recommended to include always a commercial hybrid and a commercial variety as controls whenever studying useful heterosis.

**Key words:** *Helianthus annuus* L., hybrids, yield, oil and protein content, variability.

## INTRODUCCIÓN

El girasol es una especie oleaginosa originaria de México, perteneciente a la familia Compositae que produce aceite comestible de alta calidad por su alto contenido de ácidos grasos no saturados que favorecen su aprovechamiento (asimilación) sin problemas secundarios como la formación de colesterol en la sangre de consumidores. El contenido de aceite en la semilla de esta especie es de 30 a 52%.

Las flores de girasol son perfectas pero presentan incompatibilidad por efectos de protandria. Por lo tanto, su comportamiento de reproducción es semejante al de las plantas alógamas y esto facilita la posibilidad de desarrollar híbridos con alto potencial de rendimiento.

Varios investigadores (Putt, 1966; Fick, 1979; y Guzmán *et al.*, 1987) han estudiado heterosis y heterobeltiosis para diferentes variables cuantitativas en girasol, pero la información sobre heterosis útil es muy escasa en la literatura

publicada. Como una aportación al tema, en este trabajo se efectuó la estimación de heterosis útil para varias características biométricas en girasol con el objetivo de identificar los mejores híbridos con alto potencial y aceite.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación se utilizaron cinco hembras androesteriles (cms HA 124, 234, 301, 302 y 303) y cinco líneas machos restauradores de fertilidad (RHA 273, 274, 296, 297 y 299) provenientes del estado de Dakota del Norte, Estados Unidos de América. Estas hembras y machos han sido seleccionados hacia alto rendimiento, alto contenido de aceite, características agronómicas deseables y variabilidad considerable para diferentes rasgos. Las hembras y machos se sembraron en el campo experimental El Bajío de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila y se realizaron cruces para producir 25 combinaciones de híbridos en forma manual.

Los híbridos y cinco testigos (dos variedades: Cernianka y Rib 77; tres híbridos comerciales: HIS894, 879 y 7775) se evaluaron bajo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones en un predio del Municipio de Arteaga (El Bayonero). Las parcelas se constituyeron de 3 surcos de 4 m de longitud, con distancias de 80 y 25 cm entre surcos y entre plantas, respectivamente. El surco central se consideró como parcela útil con 3.2 m<sup>2</sup> de superficie. Se aplicaron 4 riegos, constituidos por el riego de aniego para sembrar en húmedo y 3 riegos de auxilio, distribuidos en la aparición de las etapas fenológicas críticas del cultivo; también se realizaron todas las prácticas culturales necesarias para obtener una alta producción.

Las mediciones fueron tomadas sobre siete características de interés económico y sus promedios se utilizaron para realizar el análisis de varianza y calcular la heterosis útil, lo cual fue realizado tomando como base el comportamiento de los híbridos a prueba en comparación con la variedad Cernianka y el híbrido HIS7775 que fueron los de más rendimiento tanto en variedades como híbridos testigos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (Cuadro 1) indicó diferencias significativas para todas las características estudiadas: rendimiento, porcentaje de aceite, diámetro del capítulo, altura de capítulo, porcentaje de proteínas, días a floración y madurez fisiológica, revelando variabilidad considerable para las diferentes características entre genotipos, mostrándose así que es factible identificar materiales con potencial de rendidores.

El coeficiente de variación osciló de 1.6 a 7.8% para las diferentes características agronómicas y fue de 18.6% para rendimiento, considerándose estos valores como relativamente bajos e indicativos de alta confiabilidad en resultados y de una buena conducción del experimento.

### Cuadro 1. Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en girasol.

Fuente de variación	Grado de libertad	Rend.	Cuadrados medios					
			Aceite %	Diámetro de capítulo	Altura de capítulo	Proteína	Días a floración	Días a madurez
Repeticiones	3	0.117	31.196	1.302	0.002	26.591	26.164	57.164
Tratamientos	29	0.303*	0.830**	6.420**	0.032**	0.569**	44.543**	83.158**
Error	87	0.183	0.409	1.592	0.008	0.284	5.526	12.968
C.V. (%)		18.6	1.6	7.8	6.9	2.1	2.6	2.8

\* Significativo al 5%; \*\* Significativo al 1%; C.V.=Coeficiente de variación.

El promedio de rendimiento de los testigos fue desde 2014 a 3046 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que en los híbridos experimentales varió de 1856 a 2700 kg ha<sup>-1</sup> (Cuadro 2). La variedad Cernianka (2200 kg ha<sup>-1</sup>) y el híbrido HIS7775 (3046 kg ha<sup>-1</sup>) produjeron los más altos rendimientos entre los testigos. El híbrido HIS7775 rindió 38.5% más en comparación con la mejor variedad comercial (Cernianka); de los híbridos experimentales, el 13 (HA 234 x RHA 299) produjo el máximo rendimiento con 2700 kg ha<sup>-1</sup> siguiéndole los híbridos 15 (HA 301 x RHA 274), 6 (HA 124 x RHA 273), 17 (HA 301 x RHA 297), y 25 (HA 303 x RHA 274). Dieciocho híbridos produjeron mayor rendimiento en comparación con la variedad Cernianka, pero ninguno de los híbridos experimentales superó a los testigos (HIS7775 y HIS879).

Se encontró una ligera variabilidad para el porcentaje de aceite (38 a 39%), porcentaje de proteína (25 a 26%), pero se detectaron diferencias muy amplias para el diámetro del capítulo (13 a 20 cm), altura del capítulo (111 a 144 cm), días a floración (83 a 95 días) y días a madurez fisiológica (118 a 133 días).

La heterosis útil con respecto al rendimiento se manifestó en 18 híbridos en el rango de 1.4% a 22.7% en comparación con la variedad Cernianka, mientras que sólo 7 híbridos experimentales expresaron heterosis negativa de -1.6 a -13.0 (Cuadro 3). Vagvögyi (1984) menciona que hay una elevada heterosis estimada en 46% en rendimiento de semilla de girasol.

El híbrido experimental con máxima heterosis útil para el rendimiento fue el número 13 con 22.7%, seguido del 24 (15.6%), 6 (14.6%), 17 (14.6%), 25 (13.7%), 27 (12.6%), 22 (12.6%), 11 (11.3%), 20 (10.3%) y el 8 (7.3%).

**Cuadro 2. Promedios para diferentes características agronómicas en los híbridos y testigos en girasol.**

Materiales	Rend. Kg ha <sup>-1</sup>	Aceite %	Diámetro de capítulo (cm)	Altura de capítulo (cm)	Proteína %	Días a floración madurez	
<b>Testigos</b>							
Cernianka	2200	39	16	122	26	87	122
HIS 894	2014	38	16	122	25	95	133
HIS 879	2726	38	18	138	25	95	133
RIB 77	2140	38	16	121	26	89	125
HIS 7775	3046	38	20	134	25	91	129
<b>Híbridos</b>							
6	2521	39	17	128	25	86	127
7	2328	38	16	129	25	89	124
8	2360	39	16	137	26	88	124
9	1976	38	16	139	25	90	127
10	1901	38	14	130	25	87	122
11	2449	38	16	139	25	87	125
12	2349	39	15	136	25	83	118
13	2700	38	17	144	25	90	126
14	2060	38	15	128	26	87	122
15	2528	38	17	118	25	85	120
16	2013	38	15	112	26	85	120
17	2521	38	17	128	25	89	125
18	2299	38	16	111	25	89	123
19	2069	39	15	123	26	84	118
20	2426	39	15	125	25	85	120
21	2276	38	16	124	26	84	118
22	2476	39	16	136	25	84	120
23	2044	39	16	131	25	92	127
24	1856	39	15	135	25	92	133
25	2501	38	18	132	25	91	130
26	2164	39	16	136	25	91	128
27	2478	39	18	142	26	91	127
28	2230	38	17	140	25	94	133
29	2290	38	16	116	26	87	125
30	1924	38	13	118	25	87	125
<b>Promedio</b>	<b>2292</b>	<b>38.4</b>	<b>16.1</b>	<b>129.1</b>	<b>25.3</b>	<b>88</b>	<b>125</b>

No se expresó heterosis útil para producción de aceite, en ningún híbrido experimental; al contrario se manifestó heterosis útil negativa en 15 de los híbridos de prueba en comparación con la variedad comercial Cernianka.

**Cuadro 3. Heterosis útil para diferentes características agronómicas en los híbridos de girasol con comparación de variedad comercial Cernianka.**

Híbrido	Rend. (kg ha <sup>-1</sup> )	Aceite %	Diámetro de capítulo (cm)	Altura de capítulo (cm)	Proteína (%)	Días a floración	madurez
6	14.6	0.0	6.3	4.9	-3.9	-1.2	4.1
7	5.8	-2.6	0.0	5.7	-3.9	2.3	1.6
8	7.3	0.0	0.0	12.3	0.0	1.2	1.6
9	-10.2	-2.6	0.0	13.9	-3.9	3.5	4.1
10	13.7	-2.6	-12.5	6.6	-3.9	0.0	0.0
11	11.3	-2.6	0.0	13.9	-3.9	0.0	2.5
12	6.8	0.0	-6.5	11.5	-3.9	-4.6	-3.3
13	22.7	-2.6	6.5	18.0	-3.9	3.5	3.3
14	-6.4	-2.6	-6.5	4.9	0.0	0.0	0.0
15	13.0	-2.6	6.5	-1.6	-3.9	-2.3	-1.6
16	-8.5	-2.6	-6.5	-8.2	0.0	-2.3	-1.6
17	14.6	-2.6	6.5	4.9	-3.9	2.3	2.5
18	4.5	-2.6	0.0	-9.0	-3.9	2.3	0.8
19	-6.0	0.0	-6.5	0.8	0.0	-3.5	-3.3
20	10.3	0.0	-6.5	2.5	-3.9	-2.3	-1.6
21	3.5	-2.6	0.0	1.6	0.0	-3.5	-3.8
22	12.6	0.0	0.0	11.5	-3.9	-3.5	-1.6
23	-7.1	0.0	0.0	7.4	-3.9	5.8	4.1
24	15.6	0.0	-6.5	10.7	-3.9	5.8	9.0
25	13.7	-2.6	12.5	8.2	-3.9	4.6	6.6
26	-1.6	0.0	0.0	11.5	-3.9	4.6	4.9
27	12.6	0.0	12.5	16.4	0.0	4.6	4.1
28	1.4	-2.6	6.5	14.8	-3.9	8.0	9.0
29	4.1	-2.6	0.0	-4.9	0.0	0.0	2.5
30	3.5	-2.6	-18.8	-3.3	-3.9	0.0	2.5

Para el carácter diámetro de capítulo, los híbridos 25, 27, 28, 17, 15, 6 y 13 manifestaron heterosis útil y positiva de 6.3 a 12.5% con respecto a la variedad Cernianka (Cuadro 3). Con relación a la altura del capítulo, 20 híbridos

experimentales mostraron heterosis útil desde 1.6 a 18.0%. En el porcentaje de proteína, ninguno de los híbridos bajo prueba produjo heterosis útil y positiva; sin embargo, se encontró un promedio de -3.9% de heterosis útil y negativa en 18 híbridos. Días a floración y madurez fisiológica, caracteres muy correlacionados positivamente entre sí, expresaron heterosis útil y positiva en 12 y 15 híbridos, respectivamente, y fueron en su comportamiento clasificados como tardíos, mientras que 13 a 10 híbridos presentaron heterosis útil negativa hacia precocidad para ambos caracteres.

El híbrido testigo HiS7775 manifestó 28.5% más de rendimiento en comparación con la variedad comercial Cerrilanka, y se encontró que los 25 híbridos de prueba mostraron heterosis útil negativa para rendimiento (-11.4 a -39.1%) y diámetro de capítulo (-10 a -35%) al compararse con el mismo híbrido testigo HiS7775 (Cuadro 4). Diez híbridos de prueba expresaron heterosis útil positiva para el porcentaje de aceite (2.6%) y siete híbridos mostraron el mismo efecto y en el mismo sentido para el contenido de proteína. La mayoría de los híbridos experimentales produjeron heterosis útil y negativa para días a floración y días a madurez fisiológica al compararse con el mismo híbrido comercial testigo antes citado.

Ortiz (1989) estudio heterosis para diferentes características agronómicas en ocho líneas enanas de girasol. Se encontró heterosis negativa para altura de planta, días a floración y heterosis positiva para número de semillas por planta, diámetro de capítulo, rendimiento de grano, porcentaje de aceite y proteínas.

La heterosis es causada por la presencia de genes dominantes heterocigóticos en condiciones favorables o por causa de la sobredominancia, en donde el heterocigótico es superior a ambos homocigóticos o por genes epistáticos o por genes con acción pleiotrópica. La heterosis del híbrido también puede originarse a causa de la complementación de genes del citoplasma o genoma de mitocondria(s) y cloroplasto(s) (Srivastava, 1981).

Generalmente, la heterosis con respecto al rendimiento depende de la diversidad genética (Kuruvadi, 1988) entre los progenitores de las cruza o de los valores de los efectos de aptitud combinatoria general de los progenitores o de los altos valores de aptitud combinatoria específica de la crusa en cuestión (Kuruvadi, 1987). En este estudio se detectó que la heterosis de los híbridos experimentales fue debida a causa de las tres suposiciones ya que previamente se tenía estimados los valores de aptitud combinatoria general y específica entre los progenitores.

**Cuadro 4. Heterosis útil para diferentes características agronómicas en los híbridos de girasol con comparación del híbrido comercial HIS7775.**

Híbrido	Rend. (kg ha <sup>-1</sup> )	Aceite %	Diámetro de capítulo (cm)	Altura de capítulo (cm)	Proteína (%)	Días a floración madurez	
6	-17.2	2.6	-15.0	-4.5	0.0	-5.5	-1.6
7	-23.6	0.0	-20.0	-2.2	0.0	-2.2	-3.9
8	-22.5	2.6	-20.0	2.2	4.0	-3.3	-3.9
9	-35.1	0.0	-20.0	3.7	0.0	-1.1	-1.6
10	-37.6	0.0	-30.0	-3.0	0.0	-4.4	-5.4
11	-19.6	0.0	-20.0	3.7	0.0	-4.4	-3.1
12	-22.9	2.6	-25.0	1.5	0.0	-8.8	-8.5
13	-11.4	0.0	-15.0	7.5	0.0	-1.1	-2.3
14	-32.4	0.0	-25.0	-4.5	4.0	-4.4	-5.4
15	-17.0	0.0	-15.0	11.9	0.0	-6.6	-7.0
16	-33.9	0.0	25.0	-16.4	4.0	-6.6	-7.0
17	-17.2	0.0	-15.0	-4.5	0.0	-2.2	-3.1
18	-24.5	0.0	-20.0	-24.6	0.0	-2.2	-4.7
19	-32.1	2.6	-25.0	-8.2	4.0	-7.7	-8.5
20	-20.4	2.6	-25.0	-5.9	0.0	-6.6	-7.0
21	-25.3	0.0	-20.0	-7.5	4.0	-7.7	-8.5
22	-18.7	2.6	-20.0	1.5	0.0	-7.7	-7.0
23	-32.9	2.6	-20.0	-2.2	0.0	1.1	-1.6
24	-39.1	2.6	-25.0	0.8	0.0	1.1	3.1
25	-17.9	0.0	-10.0	-1.5	0.0	0.0	0.8
26	-29.0	2.6	-20.0	1.5	0.0	0.0	-1.6
27	-18.7	2.6	-10.0	6.0	4.0	0.0	-1.6
28	-26.8	0.0	-15.0	4.5	0.0	3.3	3.1
29	-24.8	0.0	-20.0	-13.6	4.0	-4.4	-3.1
30	-36.8	0.0	-35.0	11.9	0.0	-4.4	-3.1

En este trabajo se detectaron 18 híbridos manifestando heterosis útil y positiva para rendimiento al compararse con la variedad comercial Cemianka, pero ninguno de los híbridos experimentales mostró el mismo efecto al compararse con el mejor híbrido comercial entre los testigos. Esto demuestra la importancia de incluir variedades e híbridos comerciales en cualquier estudio de heterosis para que, sirviendo de testigos, al mismo tiempo sean los indicadores del valor de heterosis útil en una forma precisa y hasta económica con respecto a las diferentes características agronómicas bajo evaluación (Pacapelo *et al.*, 1994).

El estudio de heterosis y heterobeltiosis en plantas autóгамas, alógamas y especies de propagación vegetativa, es inútil si no existe la heterosis útil para las características en general y especialmente para el rendimiento, porque en el mejoramiento genético de los cultivos, siempre debemos liberar híbridos que muestren heterosis útil para rendimiento; sin embargo, la heterosis y la heterobeltiosis pueden usarse para predecir el tipo de acción de los genes sobre el carácter bajo estudio.

### CONCLUSIONES

Existe una variabilidad marcada para el rendimiento y sus componentes en los recursos genéticos incluidos.

El promedio de rendimiento varió desde 2014 a 3046 kg ha<sup>-1</sup>. El híbrido HIS7775 produjo 38.5% más en comparación con la variedad Cernianka. La heterosis útil con respecto al rendimiento se manifestó en 18 híbridos con un rango de 1.4 a 22.7% en comparación de variedad Cernianka. Pero ninguno de los híbridos experimentales mostraron heterosis útil al compararse con el mejor híbrido comercial (HIS7775).

Para calcular heterosis útil en forma precisa es mejor incluir una variedad comercial e híbrido comercial para obtener mejores resultados.

### LITERATURA CITADA

- Fick, G.N. 1978. Breeding and Genetics. Sunflower science and technology. In Jack F. Carter (ed.). American Society of Agronomy Inc., Publishers Madison, Wisconsin, USA. pp. 279-301.
- Guzmán M., E.E.; S.Kuruvadi, J.D. Villanueva. 1987. Heterosis útil en girasol (*Helianthus annuus* L.). *Communa* 139:6-7.
- Kuruvadi, S. 1987. Combining ability and heterosis for root potential in durum wheat. *Rachis* 6(2):33-36.
- Kuruvadi, S. 1988. Multivariate analysis of genetic divergence in wheat. *Turrialba* 38(4):267-271.
- Ortiz S., A.Z. 1989. Estudios de heterosis, heterobeltiosis y heterosis útil en ocho líneas enanas de girasol con alto potencial agronómico. Tesis de Licenciatura, Fitotecnia. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. pp.72-76.

- Pacapelo A.,H.; S. Kuruvadi, H. de León. 1994. Estimación de heterosis para diferentes características agronómicas en maíz bajo temporal. *Agraria* 10(1): 1-13.
- Putt, E.D. 1966. History and Present World Status. Sunflower science and technology. In Jack F. Carter (ed.). American Society of Agronomy Inc. Publishers Madison, Wisconsin, USA. pp.1-29.
- Srivastava, H.K. 1981. Intergenomic interaction, heterosis and improvement of crop yield. *Advances in Agronomy* 34:118-195.
- Vagvolgyi, S. 1984. Estimation of heterotic effect in sunflower. *Plant Breeding Abstracts* 54(12): 15-24.



**Impreso bajo la supervisión del  
Departamento Editorial en los talleres gráficos  
de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**

## Volumen 11 Núm. 1

### Contenido

- Agr-06 EFECTO DE LA CIANAMIDA HIDROGENADA Y EL DESPUNTE EN LA BROTACIÓN DEL MANZANO var. Rome beauty Lawspur. Alfonso Reyes López, Humberto I. Macías Hernández, Leobardo Bañuelos Herrera, Andrés Martínez Cano 1
- Agr-07 NEMÁTODOS ASOCIADOS A LA VID EN BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. Melchor Cepeda Siller, José Luis Villegas Salas, Zamela Alonso Corone, Humberto P. Macías Hernández 12
- Agr-13 ESTIMACIÓN DE HETEROSIS Y COEFICIENTES DE SENDERO PARA RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN ARROZ. Fermín Bronct Castro, Fernando Borrega Escalante, Sergio A Rodríguez Herrera, Leonardo Hernández Aragón Sathyanarayanaiah Kuruvadi 18
- Agr-97 *Meloidogyne incógnita* (raza 1) EN PAPA DE LA REGIÓN DE NAVIDAD GALEANA, NUEVO LEÓN MÉXICO Melchor Cepeda Siller 31
- Agr-19 EFECTO DE UN PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN CERDOS DE ENGORDE. Jesús M. Fuentes Rodríguez Gerardo Gloria Yeverino, Gilberto Gloria Hernández, Luis Pérez Romero 41
- Agr-23 PRODUCTIVIDAD DE UNA PRADERA DE RYE GRASS PASTOREADA CON GANADO VACUNO José Bernardo Solís G., Humberto González Morales Héctor M. Garza Cantú. 47
- Agr-24 ESTIMACIÓN DE APTITUD COMBINATORIA EN CRUZAS SIMPLES DE MAÍZ, PARA LA FORMACIÓN DE HÍBRIDOS DOBLES Jorge Luis Tijerina Castillo Humberto de León Castillo Arnoldo Oyervides García y Víctor Zamora Villa 55

## Volumen 11 Núm. 2

### Contenido

- Agr-18 DINAMICA DE ABSCISIÓN Y AMARRE DE FRUTO EN VID.  
Humberto I. Macías Hernández, Alfonso Reyes López, Fernando Borrego Escalante 67
- Agr-29 PRODUCCIÓN DE MAÍZ BAJO TRES SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA COMBINANDO LABOREO Y ESTIÉRCOL DE BOVINO.  
José Luis Lara Mireles, Eduardo A. Narro Farias, Luis Miguel Lasso Mendoza, Ma. Cristina Vega Sánchez 81
- Agr-37 TEMPERATURAS DE SECADO ARTIFICIAL Y SU EFECTO EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLA DE SORGO. Roberto Soto Ortiz, Federico Facio Parra, Leticia A. Bustamante García, Enrique Alvarado Morales, Jaime M..Rodríguez del Ángel. Sergio Dávila Cabello 97
- Agr-39 EVAPORACIÓN DE AGUA DE SUELO EN BOSQUE DE PINO ALEPO EN EL SURESTE DE COAHUILA. Julián Gutiérrez Castillot, Telma M. Arredondo Valdés 106
- Agr-41 EFECTIVIDAD DE *Bacillus subtilis* Y FUNGIBAC SOBRE *Rhizoctonia solani* Kuhn EN PAPA BAJO INVERNADERO. Rosalinda Mendoza V., J. J. Romo Cerda, F..D. Hernández C 120
- Agr-43 EFECTIVIDAD DEL CARBOSULFAN PARA EL CONTROL DEL ARADOR DEL NARANJO *Phyllocoptripta oleivora* (Ashmead). Jorge Corrales Reynaga, Miguel A. Flores Valdez, Jerónimo Landems Flores, José Luis Villegas Salas 128
- Agr-45 HETEROSIS ÚTIL PARA DIFERENTES CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS EN GIRASOL. Edgar Guzmán Medrano, Sathyanarayanaiah Kuruvadi, Jerónimo V. Díaz 135