

Agraria

AGRARIA VOL. 5, NUMERO 2; JULIO-DICIEMBRE DE 1989

ISSN 0186-8063



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

DIRECTORIO DE LA UAAAN

RECTOR

Ing. MS. Reginaldo de Luna Villarreal

SECRETARIO GENERAL

Ph. D. Luis Alberto Aguirre Uribe

DIRECTOR DE INVESTIGACION

Ph. D. Homero Ramírez Rodríguez

SUBDIRECTOR DE INTERCAMBIO CIENTIFICO

Ing. MS. Julián Gutiérrez Castillo

SUBDIRECTOR DE DESARROLLO DEL PERSONAL CIENTIFICO

Ing. M.C. Arturo Coronado Leza

SUBDIRECTOR DE PROGRAMACION Y EVALUACION CIENTIFICA

Ing. M.C. Gustavo Olivares Salazar

SUBDIRECTOR DE OPERACION DE PROGRAMAS

Ing. Ricardo Torres Ramos

AGRARIA REVISTA CIENTIFICA UAAAN. VOL. 5 NUM 2. JULIO-DICIEMBRE 1989

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

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

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

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

Agropapia

AGRARIA VOL. 15, NUMERO 2; JULIO-DICIEMBRE DE 1989

ISSN 0186-8063



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

CONTENIDO

ACCION GENICA Y CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y DE CALIDAD DE FIBRA EN ALGODON (<i>Gossypium hirsutum</i> L.). Parga Torres, V.M.; Kuruvadi, S.; Palomo G. A.; Borrego E., F.	101
ADAPTACION DEL ZACATE LLORON <i>Eragrostis curvula</i> (Schrad). Nees BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN NAVIDAD, N.L. Y OCAMPO, COAHUILA. González Domínguez, J.R. Górnex Martínez, S.; Cárdenas Ramos, F.	114
COMPARACION DE DIFERENTES CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS Y CORRELACIONES EN CEBADA DE DOS Y SEIS HILERAS. Kuruvadi, S.; Zúniga Enríquez, J.C.	124
EFFECTOS GENETICOS EN HIBRIDOS DE MAIZ TROPICAL (<i>Zea mays</i> L.) I Rendimiento. Martínez Zambrano, G.	141
PESO DE SEMILLA Y SU RELACION CON VIGOR DE PLAMULA EN ZACATE BANDERILLA <i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr González Domínguez, J.R.; Hinojosa Alvizo, S.J.; Gómez Martínez, S.	150
DETERMINACION DE LA TEMPERATURA UMBRAL Y CONSTANTE TERMICA DE LA PALOMILLA DE LA PAPA <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller). Mernández Velázquez, V.M.; Guerrero Rodríguez, E.	162
DIETA DE CAPRINOS EN UN SITIO DE MATORRAL MICROFILO López Trujillo, R.; Barrera M., J.; Vazquez R., M.	167
INFILTRACION Y PRODUCCION DE SEDIMENTOS EN UN AREA REFORESTADA CON <i>Pinus halepensis</i> Mill Gutiérrez Castillo, J.; De Luna Romero, M.	178

ACCION GENICA Y CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y DE CALIDAD DE FIBRA EN ALGODON (*Gossypium hirsutum* L.)

Víctor M. Parga Torres¹
Sathyanarayanaiah Kuruvadi²
Arturo Palomo G.³
Fernando Borrego E.⁴

RESUMEN

En esta investigación se evaluaron seis progenitores de algodón y sus 15 híbridos directos, bajo un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones, utilizando el método II y Modelo 2 de la serie de análisis dialélicos de Griffing (1956), con el objetivo de estudiar la acción génica, heredabilidad y correlaciones fenotípicas para diferentes características agronómicas y de calidad.

De los resultados obtenidos, se detectó que la finura, porcentaje de pluma, peso de capullo, altura y el porcentaje de cosecha a primera pizca, mostraron un papel predominante de acción génica del tipo aditivo. Las características de finura y porcentaje de pluma registraron altos valores de heredabilidad en sentido estrecho y su mejoramiento puede ser efectivo en generaciones tempranas; el porcentaje de cosecha a primera pizca, peso de capullo y altura de planta, manifestaron valores intermedios. En lo que respecta a la correlación fenotípica se registró una asociación positiva y significativa entre el rendimiento, altura de planta, madurez e índice de producción.

INTRODUCCION

El algodón es un cultivo importante en México, ya que se siembran anualmente 370,000 hectáreas, de las cuales el 85% se desarrolla bajo condiciones de riego y el restante de temporal. En la Comarca Lagunera, Valles del Yaqui, Mexicali, Fuerte de Juárez, Santo Domingo, del Mayo y la Costa de Hermosillo, se produce principalmente algodón bajo riego, siendo las más eficientes en su producción por unidad de superficie (Prado, 1983).

1 M.C. Investigador Programa de Papa en el CEFAP-Arteaga, Coah., México
2 Ph. D. y 4 M.C. Maestros Investigadores Depto. Fitomejoramiento Div. Agronomía, UAAAN.
3 Ing. M.C. Investigador Programa de Algodón CAELALA, Matamoros, Coah., México.

El mejoramiento genético de algodón en México es reciente y los cultivos utilizados son de introducción, provenientes del extranjero, principalmente de Estados Unidos, lo que representa fuga de divisas. En la actualidad se están llevando a cabo evaluaciones de germoplasma, seleccionando aquellos materiales sobresalientes por diversas características, para ser usados en programas de mejoramiento en algodón y así formar cultivos superiores; por lo que es primordial un conocimiento de la acción génica y herencia de las diferentes características agronómicas y de calidad, para la selección del método de mejoramiento apropiado y así desarrollar un eficiente Programa de Investigación en la formación de variedades de algodón. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue la estimación de parámetros genéticos, heredabilidad y la asociación fenotípica para diferentes características agronómicas y de calidad.

REVISION DE LITERATURA

Turner (1953) indica que para rendimiento, es más importante la aptitud combinatoria específica (ACE) que la aptitud combinatoria general (ACG). En otros estudios White y Kohel (1964) y Miller y Marani (1963), detectaron variación genética aditiva significativa para rendimiento de algodón pluma y precocidad. También mencionan los primeros investigadores que aun cuando la aditividad es importante, los efectos dominantes también afectan el rendimiento, peso de capullo, número de capullos por planta y altura de planta.

Meredith *et al.* (1970) reportan la presencia de varianza no aditiva para rendimiento de pluma y peso de capullo y de varianza aditiva para componentes del rendimiento. Quisenberry (1975) encontró gran superioridad de la varianza genética aditiva sobre la dominante para altura de planta, longitud de entrenudos de las ramas fructíferas y de número de nudos a primer rama fructífera. Verhalen, *et al.* (1971) reportaron que el rendimiento de algodón hueso, algodón pluma, porcentaje de pluma y precocidad, estaban esencialmente bajo control de acción génica no aditiva, en el rango de dominancia y sobredominancia.

Palomo y Prado (1975), en un estudio en donde utilizaron seis progenitores y sus 15 cruza directas, detectaron aptitud combinatoria general altamente significativa para rendimiento de algodón hueso, porcentaje de pluma, altura de planta, longitud y finura de fibra. En lo que se refiere a la aptitud combinatoria específica para estos mismos caracteres, únicamente el rendimiento de algodón no mostró significancia, lo que indica que la mayoría de los genes que controlan esta característica son del tipo aditivo.

En lo que se refiere a calidad de fibra, Verhalen y Murray (1967 y 1969) encontraron que la acción génica dominante gobierna la finura; las fibras más largas son parcialmente dominantes sobre las cortas, coincidiendo en este parámetro con Ware *et al.* (1943). Además, indican los primeros investigadores que la acción génica aditiva condiciona la resistencia; Dudley y Moll (1969) in-

dican que un programa de mejoramiento puede dividirse en tres etapas: primero, en la creación de un complejo o variable de germoplasma; segundo, en la selección de individuos superiores del complejo; y tercero, en la utilización de los individuos superiores para crear una variedad superior. Ellos definen que la heredabilidad en sentido amplio es la relación de la varianza genética total y la varianza fenotípica; la heredabilidad en sentido estrecho, como la relación de la varianza aditiva y la varianza fenotípica. La varianza fenotípica es la varianza total entre fenotipos cuando crecen sobre el rango de ambientes de interés para el mejorador; la varianza genética total es la parte de la varianza fenotípica cuando puede ser atribuida a diferencias genotípicas entre los fenotipos. La varianza aditiva en una población, es la suma de varianzas genéticas aditivas contribuidas por *loci* individuales.

Murray y Verhalen (1969) reportan inconsistencia en valores de heredabilidad en sentido amplio y estrecho en una planta base para producción de fibra y precocidad en materiales de generación temprana. Al-Rawi y Kohel (1969) estimaron heredabilidad en sentido estrecho de 0.41 para rendimiento y precocidad, basados en la media de una parcela. En otro estudio Palomo *et al.* (1976) al evaluar cinco grupos de cultivares de algodón para estudiar la interacción genotipo ambiente, detectaron heredabilidad para rendimiento de 0.54 a 0.81; para altura, peso de capullo, porcentaje de fibra y propiedades de la fibra, se manifestó una elevada heredabilidad.

Verhalen *et al.* (1971) realizaron un análisis dialéctico para producción de semilla y fibra de algodón por planta, porcentaje de fibra y precocidad, y mencionan que la magnitud de sus heredabilidades estimadas indicaron que la selección masal en la media de una parcela base, cuando la parcela es pequeña, podría no ser muy efectiva en alterar cualquiera de estos caracteres.

Verhalen y Murray (1967) estimaron valores de heredabilidad en sentido estrecho para rendimiento de fibra (0.40) y para porcentaje de fibra (0.86), encontrando las más bajas heredabilidades para resistencia de fibra (0.03) e índice de semilla (0.06).

Quisenberry (1975) reporta que en la longitud y resistencia, predominó la varianza genética aditiva. En otro estudio, el mismo investigador (1977) encontró heredabilidades relativamente bajas para altura de planta y longitud de internodos del tallo principal; y nudos a la primer rama fructífera y fecha media de madurez, en un estudio de heredabilidad de altura, en algodón.

Es de importancia el conocer grado y dirección de la asociación existente entre los diferentes pares de caracteres, para clasificar características importantes y no importantes para el fitomejorador, en un programa de selección, y así desarrollar un eficiente trabajo de mejoramiento genético de algodón. Palomo y Prado (1975) encontraron, en un estudio de algodón, que el porcentaje

de fibra, carácter que generalmente está correlacionado con rendimiento, correlacionó en forma altamente negativa con índice de semilla ($r=0.71$), altura de planta ($r=0.70$) y longitud de fibra ($r=0.84$) infiriéndose que los genes que controlan estos caracteres y porcentaje de pluma, actúan en direcciones opuestas. Al-Jibouri *et al.* (1958) reportan que existe una correlación positiva entre rendimiento y porcentaje de fibra y una correlación negativa entre estos dos caracteres con resistencia de fibra. Esto mismo fue encontrado por Miller *et al.* (1958) que, además de encontrar correlación positiva alta entre rendimiento, porcentaje de fibra, la encontraron también para el número de bellotas por planta. Se detectaron correlaciones negativas entre el rendimiento, índice de semilla y peso de bellota.

Godoy (1973) detectó, en un estudio en el que se evaluó el grado de correlación entre siete métodos para medir precocidad, que el número de días de la siembra a la apertura de la primera bellota correlacionó significativamente y en forma negativa con número de capullos a la primera y segunda pizca, peso de cosecha a primera pizca y peso de cosecha de primera y segunda pizca. Además, detectó una correlación positiva y significativa entre número de capullos a primera pizca y peso de primera pizca y de cosecha a primera y segunda pizca. En otro estudio, realizado por Singh *et al.* (1978) en el que investigaron el grado de asociación del análisis de precocidad en algodón bajo condiciones temporales, encontraron que el índice de precocidad tuvo asociaciones negativas con días de la siembra a primeras flores, días de la siembra a primeros capullos y primera rama fructífera. Además, indican que las características de días de la siembra a primeras flores y días de la siembra a primer capullo, observaron marcada influencia directa y sustancial efecto indirecto a través del nudo a primera rama fructífera y simpódico, sobre precocidad, como fue detectado mediante coeficiente de sendero.

Godoy (1984) reporta que el rango índice de producción correlaciona positivamente con producción de semilla ($r=0.90$) y de fibra ($r=0.97$), indicando que el rango índice de producción es una medida de producción y no precocidad. La producción de semilla y fibra fue favorablemente correlacionada con finura, longitud y resistencia y no se detectó correlación significativa para uniformidad y elongación de la fibra.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en el Campo Agrícola Experimental La Laguna (CAELALA), localizado en Matamoros, Coah., México, durante los ciclos 1984 y 1985. En 1984 se utilizaron 6 progenitores: (1) EXA-4-6-78 línea precoz, (2) CAMD-EX-77-3840 es muy precoz en madurez, moderadamente compacta y de baja altura, (4) PAYMASTER-792 de precocidad moderada y de hábito de crecimiento intermedio, (5) ARKUGO-4 moderadamente compacto y de pequeña conformación, con maduración precoz a muy precoz y (6) STONEVILLE-

213 de maduración tardía, crecimiento vegetativo vigoroso y disperso. Estas líneas se cruzaron simple y directamente en forma dialélica.

En 1985 se sembraron 21 poblaciones (6 progenitores y 15 híbridos) bajo un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones. La distancia entre surcos fue de 80 cm, la parcela total fue de un surco de 26 plantas espaciadas a 20 cm entre ellas y la parcela útil con 20 de dichas plantas, cuyo comportamiento promedio constituyeron la base para su estudio. El manejo del cultivo fue de acuerdo a las recomendaciones del CAELALA para un desarrollo óptimo del cultivo. Las características evaluadas son: rendimiento algodón hueso, porcentaje de cosecha a primer y segunda pizca, índice de producción, fecha maduración media, peso de capullo, índice de semilla, porcentaje pluma, días a primeras flores y capullos y altura. Para la evaluación de la calidad de fibra, se colectaron 20 capullos por parcela y se cuantificó la longitud, resistencia y finura.

En la estimación de la acción génica involucrada en el control de las características bajo estudio, se consideró el método II y modelo 2 de la serie de análisis dialélicos de Griffing (1956), mediante el cual considera los progenitores (P) y las P (P-1)/2 cruzaas posibles en un sentido. Dado que el algodón es una especie que se reproduce por autofecundación, a los genotipos progenitores se les asigna un coeficiente de endogamia igual a la unidad. Bajo estas condiciones, la varianza de la aptitud combinatoria general (σ^2g) estima la mitad de la varianza genética aditiva (σ^2A), y la varianza de la aptitud combinatoria específica (σ^2S) estima la varianza genética no aditiva en su totalidad (σ^2D). Por lo tanto, la varianza genética total (σ^2G) es:

$$\sigma^2 G = 2\sigma^2g + \sigma^2 S = \sigma^2 A = \sigma^2 D$$

La heredabilidad en sentido estrecho (h^2), se estima mediante la fórmula de $h^2 = \sigma^2 A / \sigma^2 F$ y en sentido amplio $H^2 = \sigma^2 G / \sigma^2 F$; donde $\sigma^2 F$ = varianza fenotípica.

RESULTADOS Y DISCUSION

El desglose del análisis dialélico en las varianzas correspondientes a aptitud combinatoria (Cuadro 1), señaló diferencias significativas para ACG y ACE conjunta para las características de porcentaje de cosecha a primera pizca, altura, índice de semilla y días a primeros capullos, revelando que los efectos genéticos aditivos y no aditivos están involucrados en la expresión de estas características. Las características de finura, peso de capullo y porcentaje de pluma, mostraron diferencias significativas sólo para ACG, sucediendo lo opuesto para las características de rendimiento de algodón hueso, índice de producción, fecha de maduración media, longitud, resistencia y días a primeras flores que fueron significativas sólo por su ACE. En los casos en que se detectó sig-

Cuadro 1. Análisis de varianza, aptitud combinatoria y relación ACG/ACE para diferentes características agronómicas en algodón.

Fuente de variación	Grados libertad	Rendto. algodón hueso/ha	Cuadrados Medios				Indice producción maduración media	Fecha	Peso capullo	Indice semilla
			% Cosecha	Indice	2a. pizca	1a. pizca				
Repeticiones	2	794708.50	1380.33**	60.76	31.46	16.70	0.20	0.32		
ACG	5	1531322.10	264.80**	15.58	58.77	8.97	0.63**	1.18**		
ACE	15	615541.33 *	55.99	6.02	28.14	6.30	0.13	0.42**		
Error	40	312812.53	19.89	3.54	15.25	3.36	0.08	0.11		
ACG/ACE		2:1	5:1	2:1	2:1	1:1	5:1	3:1		

...continuación

Fuente de variación	Grados libertad	% Pluma	Días a Primeras			Longitud	Finura	Resistencia
			Flores	Capullos	Altura			
Repeticiones	2	3.65	5.35	124.90	544.90	4.77 *	0.075	0.62
ACG	5	6.52**	3.28	24.17*	478.60**	1.20	0.48**	17.10
ACE	15	0.56	1.63**	9.07**	80.75**	0.51**	0.02	8.77**
Error	40	0.43	0.53	2.73	27.38	0.16	0.02	1.83
ACG/ACE		11:1	2:1	3:1	6:1	2:1	19:1	2:1

* Significativo al 5%
 ** Significativo al 1%

nificancia para ACG, es de esperarse una alta influencia de la varianza genética del tipo aditivo, sucediendo lo contrario para las características con ACE significativa, donde la influencia predominante es de genes no aditivos.

La comparación de las proporciones de ACG/ACE mostradas, señalan el papel predominante de la ACG sobre la ACE para los caracteres de porcentaje de cosecha a primera pizca, peso de capullo, porcentaje de pluma, altura de planta y finura de fibra, deduciéndose que estas características son mayormente controladas por genes de herencia aditiva, por lo que puede predecirse su comportamiento en generaciones tempranas. Estos resultados confirman lo reportado por Turner (1953), Palomo y Prado (1975), Verhalen, *et al.* (1971), Verhalen y Murray (1967 y 1969) y Quisenberry (1975). En programas de mejoramiento de algodón en México, Palomo y Prado (1975) indican que es más importante la aptitud combinatoria general, al menos mientras no se tenga un adecuado sistema de esterilidad citoplásmica masculina, un sistema restaurador de fertilidad y una técnica de producción de semilla práctica y barata.

La planta de algodón se considera autógena, con alto porcentaje de homocigocidad, produciendo características uniformes y los caracteres se controlan generalmente por genes aditivos. En el Cuadro 2 se observa que la varianza aditiva contribuye en mayor proporción a la varianza genética total para las características de porcentaje de cosecha a primera pizca, peso de capullo, porcentaje de pluma, altura de planta y finura de fibra. Esto coincide con los resultados obtenidos para estas características por White y Kohel (1964), Miller y Marani (1963), Quisenberry (1975) y Palomo y Prado (1975) que reportan altos estimadores de varianza aditiva. Por lo que pueden ser mejorados utilizando metodologías tradicionales como es la selección masal, selección por pedigree, selección recurrente, etc.

En lo referente a la varianza de dominancia, ésta presentó mayor aportación a la varianza genética total en rendimiento, porcentaje de cosecha a segunda pizca, índice de producción, fecha de maduración media, índice de semilla, días a primeras flores y primeros capullos, longitud y resistencia de la fibra. De acuerdo a estos resultados, el tipo de acción génica es de genes no aditivos. Indicando por su expresión que sólo puede ser predecible en F_1 y su predicción en generaciones tardías son inestables, esto puede ser debido a causas de segregación y depresión en la manifestación de las características. Verhalen y Murray (1967) y (1969) indican que la acción génica dominante gobierna la resistencia y longitud de fibra. Palomo y Prado (1975), además de detectar dominancia significativa en longitud, también reportan para resistencia e índice de semilla este tipo de acción génica. Para características de precocidad como el porcentaje de cosecha a segunda pizca, días a primeras flores y días a primeros capullos, Verhalen *et al.* (1971) concuerdan en que están bajo control de acción génica no aditiva en el rango de dominancia y sobredominancia. Siendo los resultados coincidentes con estas investigaciones.

Cuadro 2. Parámetros genéticos para diferentes características agronómicas y calidad de fibra en algodón.

Características	Varianza genética	Varianza aditiva	Varianza aditiva (%)	Varianza dominancia	Varianza dominancia (%)
Rendto. algodón hueso	531674.200	228945.200	43.06	302729.000	56.94
% cos. 1a. pizca	88.302	52.200	59.15	36.102	40.89
% cos. 2a. pizca	4.904	2.390	48.73	2.514	51.27
Indice de producción	20.549	7.656	37.26	12.893	62.74
Fecha maduración media	3.854	0.586	15.20	2.268	84.80
Peso/capullo	0.170	0.120	70.53	0.050	29.41
Indice semilla	0.500	0.188	37.6	0.312	62.4
% Pluma	1.615	1.490	92.22	0.125	7.74
Días a 1as. flores	1.487	0.414	27.84	1.073	72.16
Días a 1os. capullos	10.102	3.776	37.38	6.326	62.62
Altura	152.837	99.462	65.40	53.375	34.92
Longitud	0.525	0.172	32.76	0.353	67.24
Finura	0.122	0.114	93.10	0.008	6.56
Resistencia	9.022	2.082	23.08	6.940	76.92

Las estimaciones de heredabilidad en sentido estrecho, son de mayor importancia que la heredabilidad en sentido amplio, ya que la primera es atribuible a efectos genéticos aditivos y sus estimas pueden ser predictivas en programas de selección que permitan determinar el grado del tipo de acción génica debida a causas genéticas. De acuerdo con las estimas de heredabilidad, se puede inferir que los caracteres en los cuales se pueden esperar mayores avances al seleccionar en generaciones tempranas, lo son el porcentaje de pluma y finura de la fibra. El porcentaje de algodón cosechado a primera pizca, peso de capullo e índice de semilla, altura y longitud de fibra, mostraron valores intermedios de heredabilidad y también efectivos en el programa de selección. En caracteres como: rendimiento, porcentaje de cosecha a segunda pizca, índice de producción, fecha de maduración media, días a primeras flores y primeros capullos y resistencia de fibra, mostraron baja heredabilidad. Por lo que la acción génica dominante viene a ser la más importante, siendo necesario utilizar métodos de selección más sofisticados para aprovechar este tipo de varianza genética (Cuadro 3).

Los valores detectados para heredabilidad en este estudio, presentan cierta inconsistencia, pero tienden a ser semejantes a los reportados por Palomo *et al.* (1976). Verhalen y Murray (1967) y Palomo y Prado (1975), señalan que una de las causas de la inconsistencia en valores de heredabilidad lo es por la unidad evaluada, ya que puede ser en base a una planta y/o a la media de una parcela, donde el tamaño de parcela tiene también efecto.

Cuadro 3. Estimación de heredabilidad en sentido amplio (H^2) y estrecho (h^2) en por ciento para diferentes características agronómicas y calidad de fibra en algodón.

Características	Heredabilidad	
	Amplia	Estrecha
Rendto. alg. hueso	64	27
% cos. 1a. pizca	82	48
% cos. 2a. pizca	58	28
Índice de producción	57	21
Fecha de maduración media	53	8
Peso/capullo	69	49
Índice de semilla	82	31
% de pluma	79	73
Días a primeras flores	74	20
Días a primeros capullos	79	29
Altura	85	55
Longitud	77	25
Finura	88	82
Resistencia	83	19

Respecto a las estimas de correlación (Cuadro 4) indican que el rendimiento de algodón hueso se asocia significativa y positivamente con índice de producción ($r=0.99$), altura de planta ($r=0.68$), días a primeras flores ($r=0.47$) y longitud de fibra ($r=0.52$). A la vez que el rendimiento se asocia negativamente con precocidad, medida como porcentaje de algodón cosechado a primera pizca ($r=0.68$) y algodón cosechado a segunda pizca ($r=0.62$). El porcentaje de algodón cosechado a primera y segunda pizca manifestó una asociación altamente positiva entre ellos, pero negativa con índice de producción, fecha de maduración media, días a primeras flores y primeros capullos y altura de planta.

El índice de producción correlacionó positivamente con altura y longitud de fibra, estas mismas características correlacionaron positivamente con rendimiento de algodón hueso, lo cual confirma que el índice de producción es una medida de producción y no de precocidad, aunque pueda utilizarse como tal. La fecha de maduración media se asoció positivamente con días a primeras flores, primeros capullos y altura de planta, que son características indicadoras de madurez. Estos resultados confirman que el rendimiento es afectado por el ciclo de madurez y altura de planta, coincidiendo con lo reportado por Godoy (1973 y 1984), Palomo y Prado (1975), Palomo *et al.* (1976), Quisenberry (1977) y Singh *et al.* (1978), por lo que se sugiere que en un programa de mejoramiento de algodón hacia mayores rendimientos, se obtendrán incrementos en producción si se selecciona indirectamente hacia genotipos tardíos y de mayor altura, sucediendo lo opuesto para programas en los que el objetivo principal es la precocidad del cultivo.

El peso de capullo correlacionó positivamente con índice de semilla ($r=0.75$) y longitud de fibra ($r=0.51$) y negativamente con resistencia de fibra (-0.48). Lo cual es indicativo que la selección de capullos de mayor peso, conducen a semilla de mayor tamaño, longitud y menor resistencia de la fibra según Palomo y Prado (1975). Por otra parte, el índice de semilla se asoció positivamente con resistencia, señal de que los genes que controlan estas características actúan en la misma dirección. En características de calidad de fibra, no se detectó asociación alguna, infiriéndose que se puede mejorar para cada una de ellas, independientemente.

Cuadro 4. Correlaciones fenotípicas entre diferentes características agronómicas y de calidad de fibra en algodón

Características	Porcentaje de algodón cosechado	Indice producción	Fecha maduración media	Peso capullo	Indice semilla	Porcentaje días a primeras flores	Altura	Longitud	Finura	Resistencia		
Rendto. alg.	-0.676**	0.993**	0.427	0.173	-0.076	0.256	0.474*	0.428	0.681**	0.520*	-0.042	0.004
% Cos. 1a. pizca	0.868**	-0.544*	-0.753**	0.229	0.178	-0.241	-0.791**	-0.753**	-0.871**	-0.243	0.041	0.358
% Cos. 2a. pizca		-0.561	-0.704**	0.299	0.281	-0.283	-0.686**	-0.529**	-0.783**	-0.264	0.032	0.274
Indice de producción			0.305	0.196	-0.071	0.255	0.418	0.363	0.633**	0.511*	0.075	0.044
Fecha				-0.119	-0.069	0.108	0.561**	0.653**	0.665**	0.277	0.174	0.376
Maduración media					0.753**	0.087	-0.182	0.066	-0.283	0.507*	-0.054	-0.482*
Peso de capullo						0.025	-0.237	0.031	-0.422	0.292	-0.021	0.601*
Indice de Semilla							0.348	0.183	0.153	0.350	-0.313	0.438*
% de pluma								0.801**	0.846**	0.330	-0.083	0.215
Días 1as. flores								0.699**	0.492*	0.492*	-0.150	0.090
Días 1er. capullo									0.200	0.200	0.058	0.417
Altura											-0.426	0.230
Longitud												
Finura												
Resistencia												

* Significativo al 5%
 ** Significativo al 1%

CONCLUSIONES

1. Existió variabilidad para la mayoría de las características en estudio.
2. Se identificó la finura, porcentaje de pluma, peso/capullo, altura y el porcentaje de cosecha a primera pizca, son controlados por genes del tipo aditivo, proporcionando respuesta a la selección y su mejoramiento puede ser posible.
3. Las características de finura, porcentaje de pluma, peso de capullo y altura presentaron valores altos de heredabilidad en sentido estrecho, por lo que se pueden obtener avances positivos en generaciones tempranas para estos atributos.
4. El rendimiento se asoció positivamente con el índice de producción, altura y madurez de la planta.

BIBLIOGRAFIA

- Al-Jibouri, H.A. Miller and H.F. Robinson 1958. Genotypic and environmental variances and covariances in an upland cotton cross of interespecific origin. *Agron. J.* 50:633-636.
- Al-Rawi, R.M. and R.J. Kohel. 1969. Diallel analysis of yield and other agronomic characters in *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.* 9:779-783.
- Dudley, S.W. and R.M. Moll. 1969. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic-variances in plant breeding. *Crop Sci.* 9(3):257-261.
- Godoy, A.S. 1973. Metodología usada para medir precocidad en algodónero (*Gossypium hirsutum* L.) y sus implicaciones en el mejoramiento genético. Seminario Técnico. Oct. 1973. CAELALA- CIAN-INIFAP-SARH).
- _____. 1984. Genetic study of earliness components in upland cotton, (*Gossypium hirsutum* L.) Ph. D. Disertation. Texas A&M University College Stationm Tx.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. Jour. Biol. Sci.* 9:463-493.
- Meredith, W.R. Jr., R.R. Bridge and J.F. Chism. 1970. Relative performance of F₁ and F₂ hybrids and their parent varieties in upland cotton *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.* 10: 295-298.
- Miller, P.A., and B.A. Marani 1963. Heterosis and combining ability in diallel crosses of upland cotton *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.* 3:441- 444.

- ____ J.C. Williams, H.F. Robinson and R. E. Comstock. 1958. Estimates of genotypic and environmental variance and covariance in upland cotton and their implications in selection. *Agron. J.* 50:126-131.
- Murray, J.C. and L.M. Verhalen. 1969. Genetic studies of earliness, yield, and fiber properties in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Crop Sci.* 9:751-755.
- Palomo, G.A. y Prado, M.R. 1975. Estimación de parámetros genéticos y su uso en el mejoramiento genético del algodónero. Seminario Técnico Vol. 2 (7) CAELALA-CIAN-INIFAP-SARH.
- ____, J. Molina y J. Cereceres 1976. Interacción genotipo- medio ambiente en algodónero (*G. hirsutum* L.) para la Comarca Lagunera. Mem. VI Congreso SOMEFI. p. 349-358.
- Prado, M.R. 1983. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo del algodónero. *Revista Especial. CIAN- INIFAP-SARH.*
- Quisenberry, J.E. 1975. Inheritance of fiber properties among of acala and high plains cultivars of upland cotton. *Crop Sci.* 15:202-204.
- ____ 1977. Inheritance of Plant height in cotton. II. Diallel analysis and high plains cultivars of upland cotton. *Crop Sci.* 15:202- 204.
- Singh, D.P., J.P. Singh, S. Seth., B. Chandra and A. T. Yag. 1978. Association analysis of earliness in upland cotton. *Indian J. Agric. Sci.* 48:516-518.
- Turner, J.H. Jr. 1953. A study of heterosis in upland cotton. I. Yield of hybrids compared with varieties. *Agron. J.* 4:484-486.
- Verhalen, L.M. and J.C. Murray. 1967. A diallel analysis of several fiber property traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Crop Sci.* 7:501-505.
- ____ and _____. 1969. A diallel of several fiber property traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) *Crop Sci.* 9:311-315.
- ____, W.L. Morrison, B.A. Al-Rawi, K.C. Fun and J.C. Murray. 1971. A diallel analysis of several traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Crop Sci.* 11:92-96.
- Ware, J.O., W.H. Jenkins and D.C. Harrell. 1943. Inheritance of green fuzz, fiber length and fiber length uniformity in upland cotton. *Agron. J.* 35:382-392.
- White, T.G. and R.J. Kohel. 1964. A diallel analysis of agronomic characters in selected lines of cotton *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.* 4:254-257.

**ADAPTACION DEL ZACATE LLORON *Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees
BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN NAVIDAD, N.L. Y OCAMPO,
COAHUILA.***

Jorge R. González Domínguez¹
Susana Gómez Martínez²
Francisco Cárdenas Ramos³

RESUMEN

El mejoramiento de la producción de pastizales deteriorados, mediante la siembra artificial de especies forrajeras, requiere conocer con mayor detalle posible las especies y/o variedades a ser utilizadas. Un estudio de adaptación con más de 180 y 160 introducciones de zacate llorón se realizó durante dos y tres años en Navidad, N.L. y Ocampo, Coahuila, respectivamente. Los materiales fueron establecidos por trasplante utilizando un surco por material trasplantado un máximo de 10 plantas por surco con 1.0 m de espaciamiento entre plantas y de 0.8 m entre surcos. Datos sobre establecimiento, cantidad de hojas, rendimiento de forraje, floración, rendimiento de semilla y clorosis fueron tomados en Navidad, N.L. en varias ocasiones durante 1983 y 1984. Los datos mencionados y además altura de planta, hábito de crecimiento y rebrote fueron tomados en Ocampo, Coahuila principalmente durante 1983 y 1984. La mayor parte de los datos fueron tomados en base a escala. Mediciones cuantitativas de producción de forraje fueron realizadas en Ocampo, Coahuila en 1984 y 1985. En ambas localidades el zacate llorón mostró una adaptación muy pobre tendiendo a desaparecer con el tiempo. Lo anterior se atribuye a problemas con clorosis inducida por la alcalinidad de los suelos en ambas localidades además de la escasa precipitación pluvial promedio anual en Ocampo, Coahuila.

* Trabajo derivado del convenio PCAFENA-001431 entre INIA-UAAAN-CONACYT como parte del proyecto de investigación Colección, Introducción, Reproducción, Evaluación y Conservación de Zácates Forrajeros de y para las Zonas Semiáridas de México.

1. Ph.D. Maestro-Investigador del Departamento de Fitomejoramiento Div. de Agronomía, UAAAN-
2. Tesista
3. Director de la Unidad de Recursos Genéticos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA; actualmente INIFAP) y Director del Proyecto.

INTRODUCCION

En los estados de Nuevo León y Coahuila la superficie que se utiliza para la cría de ganado asciende a millones de hectáreas. Como regla general, los diferentes tipos vegetativos utilizados con este fin, presentan diversos grados de deterioro y el mejoramiento de su producción requiere de prácticas adecuadas de manejo y/o de la siembra artificial de especies forrajeras, para lo cual se pueden utilizar zacates nativos o introducidos.

Los zacates nativos tienen la ventaja de estar adaptados a las condiciones de suelo y clima de estas regiones y en consecuencia, son tolerantes a factores adversos como: suelos marginales, sequía, altas temperaturas y heladas. Sin embargo, los zacates nativos son difíciles de establecer y tienen menor potencial de producción que los zacates introducidos, por lo que se hace necesario investigar la adaptación de estos últimos que puedan potencialmente ser utilizados en la siembra artificial de pastizales. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue investigar, bajo condiciones de temporal, la adaptación del zacate llorón *Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees, en las regiones de Navidad, N. L. y Ocampo, Coahuila.

REVISION DE LITERATURA

El pasto llorón *Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees es originario del sur y centro de África (Dalrymple, 1969) y fue introducido en los Estados Unidos de Norteamérica en 1927 (Hanson, 1972). L. W. Kepthart y R.L. Piemeisel, en 1927, realizaron una colecta de semilla en el norte centro de Tangañika. H.N. Vinall envió semilla al Dr. F.J. Crider, en Arizona, donde el zacate fue sembrado por primera vez en 1928. La primer siembra de incremento fue establecida bajo la dirección del Dr. Crider en el Vivero de Conservación de Suelos en Tucson, Arizona, en 1935, adjudicándole el número de entrada de A-67 en ese tiempo. De esta siembra inicial, el zacate fue ampliamente distribuido a otros centros de prueba, viveros, estaciones experimentales, productores y a otros países (Harlan *et al.*, 1953). Esta primer introducción de zacate llorón es conocido ahora como zacate llorón común (common weeping lovegrass). Entre 1940 y 1980 el zacate llorón A-67 fue establecido en 800 000 ha en Oklahoma y noroeste de Texas. Semilla de colecciones en Oklahoma fue enviada a Argentina y otros países y regiones como Australia, sur de África, Japón y España (Cox *et al.*, 1988).

Harlan *et al.* (1953) reportaron que el zacate llorón se adapta a un amplio rango de tipos de suelo. Según Dalrymple (1969) este zacate puede establecerse y producir bien en la mayoría de los tipos de suelos bien drenados, pero se comporta mejor y estabiliza en suelos de migajón arenoso. El mismo autor menciona que esta especie tiene buen crecimiento en suelos de migajón arcilloso del sureste de Oklahoma y noreste de Texas y que pueden obtenerse buenas

poblaciones en subsuelos expuestos compactados, áreas rocosas, arenas gruesas y suelos con otras características indeseables. Streetman (1966) menciona que esta especie de ninguna manera está limitada a los suelos más ligeros y que la variedad Ermelo ha probado ser la más fácil de establecer, de los zacates perennes de semilla pequeña, en los suelos pesados (blacklands) de Texas. El zacate llorón crece y produce comparativamente bien en suelos de baja fertilidad; sin embargo, es necesario recordar que un suelo produce un zacate pobre (Harlan *et al.*, 1953; Dalrymple, 1969). Según Rethman y de Witt, citados por Cox *et al.* (1988), la persistencia a largo plazo del zacate llorón en el sur de Africa está limitada usualmente, aunque no siempre, a suelos arenosos profundos. En el este y sur de los Estados Unidos el zacate llorón puede ser establecido y persistir en suelos arenosos (Dalrymple, citado por Cox *et al.*, 1988).

De acuerdo a Dalrymple (1969), el pH del suelo tiene poca influencia en la adaptación del zacate llorón; crece bien en suelos ácidos del sureste de Estados Unidos y en suelos de alta basicidad en el centro sur de Oklahoma, cuando la causa de la basicidad no es el sodio. Sin embargo, el zacate llorón no se adapta a suelos muy alcalinos; en las áreas más áridas del oeste de Estados Unidos ha crecido bien en suelos de pH de 8 y más altos, pero a mediados de la estación, se presenta una clorosis severa.

Según Streetman (1966) el extenso sistema radicular fibroso de la variedad Ermelo le permite crecer en áreas de poca precipitación (500 mm anuales). El zacate llorón requiere generalmente de 380 a 500 mm de precipitación anual para establecerse de manera permanente bajo condiciones de temporal. Produce muy bien en la faja de 700 a 875 mm y, en áreas con mucho más precipitación, sobrevive en suelos bien drenados. El zacate llorón es muy resistente a la sequía y responde fácilmente a la precipitación. Asimismo, ha soportado temperaturas bajas, hasta de -29 °C, y altas, de mucho más de 43°C, en la franja de 450 a 500 mm de precipitación. La tolerancia a temperaturas bajas se incrementa cuando la precipitación es mayor. Las altas temperaturas inducen semilataencia que es interrumpida rápidamente por lluvia y temperaturas más frescas. El daño en el invierno, que reduce o causa la muerte de plantas de zacate llorón, no es atribuible al frío solamente; el daño es más probable con una caída rápida de la temperatura a principios de otoño, cuando el zacate está aún creciendo, y durante períodos fríos secos (Dalrymple, 1969).

El zacate llorón puede establecerse y las plantas persisten cuando la lluvia de primavera, verano y otoño varía de 400 a 1000 mm en suelos arenosos profundos, y las temperaturas mínimas promedio de invierno raramente caen abajo de -5°C. La dispersión a sitios adyacentes no sembrados ocurre solamente en Africa, donde la lluvia durante la estación de crecimiento infrecuentemente varía entre 750 y 100 mm y los suelos permanecen húmedos a mediados del verano (Cox *et al.*, 1988).

MATERIALES Y METODOS

En 1982, dentro del convenio PCAFENA-001431 entre INIA-UAAAN y CONACYT, como parte del proyecto de investigación "Colección, introducción, reproducción, evaluación y conservación de zacates forrajeros de y para las zonas semiáridas de México", bajo la dirección del Dr. Francisco Cárdenas Ramos, el Dr. Jorge R. González Domínguez solicitó a diferentes investigadores de Estados Unidos de América (U.S.A.) germoplasma de especies forrajeras. El mismo año, entre otras especies, se recibieron del Centro Nacional de Materiales Vegetales (National Plant Materials Center (NPMC) 453 materiales de zacate llorón *Eragrostis curvula* (Schrud.) Nees. Catorce materiales más fueron recibidos del estado de Georgia.

Una prueba de adaptación bajo condiciones de temporal, con parte de los materiales introducidos, se realizó en Galeana, N.L., Ocampo y Zaragoza, Coahuila. El presente artículo comprende lo efectuado en las dos primeras localidades. En marzo de 1983, en un invernadero de la UAAAN, se sembró en charolas de nieve seca la semilla de 159 entradas de *Eragrostis curvula* incluidas entre éstas las variedades comerciales americanas Morpa y Ermelo, 21 entradas de *E. curvula* var. *conferta* incluida la variedad comercial americana Catalina, una entrada de *E. curvula* var. *ampla* y cinco entradas de *E. curvula* var. *valida*. Estos materiales son originarios de Afganistán, Africa del Sur, Argentina, Australia, Brasil, Congo Belga, Costa de Marfil, Irán, Kenia, Marruecos, Rodesia, Rusia y Turquía; la gran mayoría de ellos originarios de Africa del Sur. La relación de materiales evaluados está disponible en el trabajo de Gómez (1985). El 14 y 17 de junio de 1983 se trasplantaron en Navidad, N.L. y Ocampo, Coahuila, un total de 184 y 164 materiales, respectivamente.

La investigación en Galeana, N.L. fue realizada en el Campo Experimental de la UAAAN en Navidad, N. L., el cual se localiza a 25°04' latitud norte y 100°36' longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 1895 m. La temperatura media anual es de 14.3°C y la precipitación media anual de 516.2 mm. El clima es semiseco, templado, muy extremo, con lluvias todo el año siendo más abundantes en el verano. Los meses más lluviosos son mayo, junio y julio y marzo el más seco. Las heladas se inician en octubre, pero pueden adelantarse desde septiembre, terminan en marzo, pero frecuentemente pueden prolongarse hasta abril. En general, las heladas son severas en diciembre, enero y febrero pudiendo llegar a -15°C (Mendoza, 1983).

La investigación en Ocampo, fue realizada en el Campo Experimental de Zonas Aridas "Mardoqueo Ramos Ibarra" de la UAAAN, que se encuentra a 32 km al norte del pueblo de Ocampo, Coahuila. El Campo Experimental se localiza a 27°36' latitud norte y 102°23' longitud oeste, a una altitud sobre el nivel

del mar de 1200 m. La temperatura y precipitación promedio anual es de 17.1°C y 270.3 mm, respectivamente. El clima es muy seco, templado y muy extremo; con lluvias escasas todo el año siendo más abundantes en el verano. Las heladas son más intensas y frecuentes en enero principando en noviembre, aunque se pueden presentar desde octubre para terminar en marzo y, en ocasiones, pueden presentarse en abril (Mendoza, 1983). El suelo donde se establecieron los materiales es calcáreo, arcilloso, con bajo contenido de sales y medianamente alcalino (pH de 7.9).

En ambas localidades, se sembró en surcos a 80 cm, utilizando un surco por material; se trasplantaron a mano un máximo de 10 plantas espaciadas un metro. Se intercaló un surco de las variedades Morpa y Catalina cada 10 materiales de *E. curvula* y *E. curvula* var. *conferta* respectivamente, hasta donde la disponibilidad de planta lo permitió. Al momento del trasplante se aplicó, por planta, medio litro de agua con fertilizante soluble (9-45-15), a razón de 370 g por cada 100 litros de agua. Terminado el trasplante, se aplicó un riego para favorecer el establecimiento. En Ocampo, a fines de febrero de 1984, se cortó el forraje producido el año anterior y se dió un riego para favorecer el rebrote y determinar la sobrevivencia. No se aplicaron más riegos, a excepción de los mencionados.

En Navidad, N.L., sin considerar las variedades Morpa y Catalina, se trasplantaron 1816 plantas de 184 materiales. En todas las parcelas, con excepción de tres, se trasplantaron 10 plantas. En Ocampo, Coahuila se trasplantaron 1262 plantas de 162 materiales sin considerar las variedades mencionadas. El número de plantas trasplantadas por material en esta localidad fue más variable. Sin embargo, en 84 materiales (52%) se trasplantó el máximo de 10 plantas. De 136 materiales (84%) se trasplantaron entre cinco y 10 plantas y solamente en 26 materiales (16%) se trasplantaron de una a cuatro plantas. En la mayor parte de los casos, el número de plantas evaluadas por material se considera adecuado, ya que la reproducción apomíctica (Streetman, 1963) de *E. curvula* permite realizar evaluaciones confiables sin necesidad de un gran número de plantas por material.

Durante 1983 y 1984 se tomaron datos en Navidad, N.L. y en Ocampo, Coahuila, de 1983 a 1985. Datos sobre establecimiento, cantidad de hojas, rendimiento de forraje, floración, rendimiento de semilla, altura de planta, hábito de crecimiento, rebrote, sobrevivencia al invierno y clorosis fueron tomados en varias ocasiones en la mayoría de los casos. Por la naturaleza de la variable a evaluar y la condición de las plantas en otros casos, los datos para la mayoría de las variables fueron tomados en forma cualitativa utilizando la escala siguiente: 1 = muy malo, 2 = malo, 3 = regular, 4 = bueno y 5 = excelente. Solamente en Ocampo, Coahuila fue posible realizar mediciones cuantitativas de producción de forraje y semilla.

RESULTADOS Y DISCUSION

En Navidad, N.L., una clorosis muy severa se presentó rápidamente en la gran mayoría de los materiales, limitando fuertemente el crecimiento, desarrollo y sobrevivencia de las plantas. Al día 3 de octubre de 1983 habían muerto el 36% de las plantas (659 plantas) entre éstas todas en nueve parcelas (9 materiales). A las plantas vivas, en observaciones realizadas en la misma fecha y el día 16 de noviembre del mismo año, les fueron asignados valores de la escala mencionada anteriormente de uno y dos, en la mayoría de los casos, para características como cantidad de hojas y producción de forraje. En la mayor parte de los materiales no hubo espigamiento y, en consecuencia, tampoco floración ni semilla. Al 16 de mayo de 1984 habían muerto todas las plantas de 37 parcelas (37 materiales) y un total de 1038 plantas (57%). El 22 de agosto del mismo año todas las plantas de 84 materiales habían muerto. El 21 de septiembre de 1984 el total de las plantas de 92 materiales habían muerto con un total de plantas muertas de 1347 (74%). La misma tendencia se presentó para las plantas de las variedades Morpa y Catalina. El resto de las plantas vivas en esa fecha se encontraban cloróticas, con poco crecimiento y espigamiento y la tendencia a desaparecer continuó, aunque observaciones y conteos detallados ya no se realizaron.

La entrada 409926, independientemente del valor que pudiera tener como planta forrajera, además de no haber presentado clorosis, mostró características que pudieran darle valor como planta de ornato. Este material tuvo hojas mucho más anchas que lo típico en la especie, de color verde más oscuro, tallos más gruesos, con altura hasta de 1.5 m, y panículas abiertas de color rojo-púrpura. Este material se mostró sensible al frío, ya que al día 16 de noviembre de 1983 se encontraba seco, sin embargo, rebrotó el siguiente año.

La característica más importante en las plantas forrajeras perennes que pueden ser utilizadas en las zonas áridas y semiáridas, es la persistencia a largo plazo. En las condiciones bajo las cuales se desarrolló la investigación en esta localidad, el zacate llorón no mostró tener la persistencia necesaria. Las plantas que sobrevivieron durante más tiempo mostraron un potencial forrajero pobre. La falta generalizada de crecimiento y desarrollo que se observó en los materiales es difícil de atribuirla a condiciones desfavorables de humedad en el suelo. En 1983, además del riego aplicado después del trasplante, en los meses de julio, agosto y septiembre, se tuvieron precipitaciones de 47.0, 116.0 y 153.0 mm respectivamente con un total de 316 mm para los 3 meses. En 1984, la precipitación total del año fue de 407.5 mm.

La falta de adaptación mostrada por el zacate llorón puede más bien ser atribuida a condiciones desfavorables del suelo. En otros dos experimentos con zacate banderilla *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. en el mismo campo experimental, los análisis de suelo, realizados en 1984, dieron valores de pH de

7.8 y 7.9; es decir, suelos medianamente alcalinos. El zacate llorón fue establecido en una de las peores áreas en cuanto a suelo del campo experimental, y aun cuando no se realizaron análisis del suelo, otras características del mismo indican que el pH en esa parte pudiera haber sido más alto. Voigt (1972) menciona que el zacate llorón no se adapta bien a algunos de los suelos altamente calcáreos del oeste de Oklahoma, en los cuales las plantas frecuentemente detienen su crecimiento y se vuelven altamente cloróticas a causa de deficiencia de hierro (Fe). Foy *et al.* (1977) mencionan que el zacate llorón ha sido sembrado en suelos calcáreos con valores de pH cercanos a 8.0, pero en algunos de estos suelos, la especie desarrolla una severa clorosis.

Los mismos investigadores encontraron que la susceptibilidad a clorosis en el zacate llorón, parece estar relacionada a una inhibición del metabolismo del Fe (por desbalance catiónico con otros elementos) más que a una absorción reducida del mismo.

En Ocampo, Coahuila, el 12 de septiembre de 1983, se tomó por primera vez el establecimiento, de los materiales bajo estudio sin considerar las variedades Morpa y Catalina; se encontró que no se establecieron el total de las plantas de 13 materiales de *E. curvula* (46 plantas), y de tres de *E. curvula* var. *conferta* (cuatro plantas). En todos estos casos el número de plantas trasplantadas por material había sido bajo, variando de una a seis plantas. Considerando las fallas parciales en el resto de los materiales, el total de plantas no establecidas fue de 354 (28%). De 17 parcelas de la variedad Morpa, sólo en tres de ellas se establecieron una, dos y cinco plantas. Las 10 plantas de la variedad Catalina trasplantadas en una parcela, fallaron también en su establecimiento.

En la mayor parte de los materiales establecidos, el crecimiento y desarrollo de los mismos durante 1983 fue muy superior al observado en Navidad, N.L., no obstante que, después del riego de trasplante, la precipitación en el resto del año fue de sólo 169 mm con 102, 3.0 y 64 mm en los meses de agosto, septiembre y octubre, respectivamente. De 146 materiales establecidos, al 12 de septiembre de 1983, se encontraban en floración plena (la mayor parte) o parcial 99 materiales. El comportamiento de estos en 1984 también fue mejor en Ocampo que en Navidad.

La mayor cantidad de datos fueron tomados en 1983 y 1984 y en todas las características evaluadas se observó variabilidad entre los materiales. En base a la información de estos dos años, fueron considerados sobresalientes, de manera preliminar, algunos materiales. Para producción de forraje, producción de semilla, rebrote, tolerancia a heladas y menor susceptibilidad a clorosis, fueron consideradas sobresalientes las líneas 22, 12, 48, 33 y 27 materiales respectivamente (Gómez, 1985). Sin embargo, al transcurrir más tiempo, se presentó la misma tendencia que en Navidad, N.L., como lo muestran los resultados para producción de forraje y sobrevivencia de los materiales.

En 1984, la producción de forraje en base a materia seca en kg/ha fue estimada para 122 materiales de *E. curvula* y nueve materiales de *E. curvula* var. *conferta*, en un corte realizado en el mes de julio. Considerando que las plantas no estaban en competencia, al disponer cada una de ellas de una superficie de 0.8 m², y debido a diferencias en el número de plantas por parcela, se obtuvo el rendimiento promedio por planta y se llevó a kg/ha. Se encontró un amplio rango en la estimación de producción de forraje siendo la más baja para la entrada 164917 (Ermelo, 5 plantas) con 73 kg/ha y la más alta para la entrada 341198 (10 plantas) con 13,700 kg/ha. La producción promedio para los materiales de *E. curvula* fue de 3 096 kg/ha.

Se consideraron materiales sobresalientes para producción de forraje aquéllos con una producción igual o mayor a la media más una vez la desviación estándar (5741 kg/ha). Diecinueve materiales tuvieron estimaciones superiores a esta cantidad. Gómez (1985) consideró sobresaliente también a la variedad Morpa con 9,035 kg/ha, pero esta estimación se hizo en base a la producción de una planta de una de las tres parcelas de esta variedad. La estimación en base al promedio de todas las plantas de esta variedad es de 5000 kg/ha quedando por abajo del límite de 5741 kg/ha. Las entradas 294530 y 208227, de nueve materiales de *E. curvula* var. *conferta*, fueron considerados prometedores con 8679 y 7975 kg/ha respectivamente. La línea 294527 también mostró buen potencial con 6753 kg/ha. Los materiales fueron favorecidos con el riego aplicado en febrero de 1984, ya que durante este año, hasta el mes de julio, la lluvia acumulada fue de 114 mm, con 35.0, 26.0 y 53.0 mm en enero, junio y julio, respectivamente. No existen datos registrados para el mes de agosto, y en el resto del año las lluvias fueron de 8.0, 20.0, 10.0 y 55.0 mm de septiembre a diciembre, respectivamente, para un total en el año de 207.0 mm.

El invierno 1983-84 fue poco frío, con temperaturas mínimas extremas de 0.0, 2.0, 2.0 y 0.0 para los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero, respectivamente. No obstante lo anterior, de los 146 materiales establecidos al 12 de septiembre de 1983, en julio de 1984 no se cosecharon 15 de ellos. Al 12 de septiembre de 1983 la mayor parte de estos materiales tenían poco crecimiento y vigor y mostraban varios grados de clorosis. El problema con clorosis aumentó con el tiempo; esto favorecido tal vez por la poca precipitación en 1984, y un invierno 1984-85 más riguroso con temperaturas mínimas extremas de -6.0, 0.0, -7.0, -8.0 y -1.0 para los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo respectivamente, redujo considerablemente (102) el número de materiales que produjeron forraje en 1985.

El 27 de junio de 1985 se cosechó forraje solamente en 24 materiales de *E. curvula*, incluida la variedad Morpa, y en cinco materiales de *E. curvula* var. *conferta*. La producción de forraje verde estimada en la forma antes mencionada, varió de 2162 a 18,500 kg/ha para *E. curvula* y de 2150 a 13,975 kg/ha para *E. curvula* var. *conferta*. El número de plantas cosechadas en los 29 materiales

en 1984 fue de 216 y en 1985 de 158. Las cuatro estimaciones más altas para *E. curvula* fueron para las entradas 364810, 409990, 298986 y 202505 con 18,500, 16,400, 13,750 y 10,375 kg/ha respectivamente. Sin embargo, el número de plantas cosechadas para estas estimaciones fue muy bajo con excepción de la entrada 409990. En las mencionadas entradas se cosecharon en 1985; 1, 7, 2 y 1 plantas contra 10, 8, 8 y 8 en 1984 respectivamente. En el resto de los materiales la producción de forraje varió de 2 162 a 6 712 kg/ha (entrada 410103). De los 24 materiales cosechados de *E. curvula*, ocho de ellos habían sido considerados preliminarmente superiores para producción de forraje en 1984 entre éstos las entradas 409990 y 202505. De los materiales *E. curvula* var. *conferta*, las entradas 294527, 208227 y 294530 tuvieron producciones estimadas de 10,550, 12325 y 13975 kg/ha en base a nueve, tres y ocho plantas cosechadas respectivamente. El número de plantas de éstos 3 materiales permaneció constante de 1984 a 1985.

Precipitaciones de 103.0, 114.0 y 63.0 mm en mayo, junio y julio, respectivamente permitió un segundo corte el 9 de agosto de 1985 en 8 materiales de *E. curvula* y dos materiales de *E. curvula* var. *conferta*. Las estimaciones más altas en ambos tipos de material fueron de 6,775, 2,344, 2,125 y 2,344 kg/ha de forraje verde para las entradas 409990, 410103, 294527 y 294530 respectivamente. No obstante una precipitación total de 574.5 mm en 1985, la tendencia declinante de los materiales continuó y en 1986 sólo rebrotó con un buen vigor todavía la entrada 409990.

CONCLUSIONES

El zacate llorón *Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees se adapta pobremente a las localidades de estudio. La alcalinidad de los suelos en Navidad, N.L. y Ocampo, Coahuila y la precipitación promedio anual inferior a la necesaria en Ocampo afectan drásticamente el vigor de las plantas reduciendo la tolerancia a heladas y la persistencia a largo plazo de esta especie. En consecuencia, bajo condiciones de temporal, el zacate llorón no constituye una alternativa útil como planta forrajera en estas regiones.

BIBLIOGRAFIA

- Cox, J.R., M.H. Martin-R, F. A. Ibarra-F., J.H. Fournie, N.F.G. Rethman, and D.G. Wilcox. 1988. The influence of climate and soils on the distribution of four African grasses. *J. Range Mgmt.* 41:127-139.
- Dalrymple, R.L. 1969. Weeping lovegrass management. The Noble Foundation. Ardmore, Oklahoma. 39 p.
- Foy, C.D., P.W. Voigt and J.W. Schwartz. 1977. Differential susceptibilities of weeping lovegrass strains to an ironrelated chlorosis on calcareous soils. *Agron. J.* 69:491-496.

- Gómez, M.S. 1985. Introducción, reproducción y evaluación preliminar de 167 materiales de zacate llorón *Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees en la región de Ocampo, Coahuila. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Hanson, A.A. 1972. Grass varieties in the United States. United States Department of Agriculture. Agriculture Hand book. No. 170. p. 58.
- Harlan, J.R., C.E. Denman and W.C. Elder. 1953. Weeping lovegrass. Oklahoma Agricultural Experiment Station. Forage Crops Leaflet No. 16.
- Mendoza, H.J.M. 1983. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata de la UAAAN. Departamento de Agrometeorología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Streetman, L.J. 1963. Reproduction of the lovegrasses, the Genus *Eragrostis*-*E. chloromelas* Steud, *E. curvula* (Schrad.) Nees, *E. lehmanniana* Nees and *E. superba* Peyr. *Wrightia* 3:41-51.
- _____. 1966. Ermelo lovegrass. Hoblitzelle Agricultural Laboratory. Texas Research Foundation. Renner, Texas. Bulletin 25. 16p.
- Voigt, P.W. 1972. Improvement, production and utilization of weeping lovegrass-improvement. Proceedings of the 7th Pasture and Forage Crops Short-course. June 22-23. Texas A&M University. College, Station Texas. pp. 39-41.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la ayuda brindada por las señoritas Luz María Cortés Jiménez y Esthela de los Santos Morales en algunas fases de esta investigación. A la Sra. Lourdes Villarreal Saucedo se le agradece el trabajo mecanográfico en la preparación del artículo.

COMPARACION DE DIFERENTES CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS Y CORRELACIONES EN CEBADA DE DOS Y SEIS HILERAS

Sathyanarayanaiah Kuruvadi¹
Juan Carlos Zúñiga Enríquez²

RESUMEN

Se evaluaron 9 y 14 genotipos de cebada de dos y seis hileras respectivamente, bajo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, con objeto de comparar las características cuantitativas entre dos especies, identificar líneas con altos rendimientos, estudiar parámetros genéticos y correlaciones para diferentes características agronómicas.

El análisis de varianza indicó diferencias significativas para rendimiento, granos/espiga, peso de grano, longitud de espiga, altura de planta, días a madurez fisiológica y peso hectolítrico, individualmente, en los genotipos de dos y seis hileras, y además en el análisis combinado revelaron variabilidad considerable para estas características en los genotipos incluidos. En esta investigación, se identificaron como sobresalientes para rendimiento los genotipos: Dram, Antártica 04 y ND4994.16 en cebadas de dos hileras, y Robust, Cerro Prieto y Gloria "S"/Come"S" CMB 81-294-6B-2Y8m-OY en cebadas de 6 hileras; estas últimas, mostraron una ligera ventaja en rendimiento en comparación con las primeras.

Para los caracteres granos/espiga y peso de grano, los tipos de seis hileras manifestaron 82.05 por ciento y 4.13 por ciento más que las líneas de dos hileras, mientras que éstas superaron en 35.85 por ciento y 3.78 por ciento para longitud de espiga y peso hectolítrico, respectivamente.

Los genotipos Robust, Gloria "S"/Come"S" CMB 81-294-5B-5Y-1M-1Y-0M y Trompillo, fueron los mejores para granos/espiga. Para peso de grano, las mejores líneas fueron: Robust, Karan 15 y Cerro Prieto. En longitud de espiga destacaron Antártica 04, Cerise y Dram. La heredabilidad en sentido amplio presentó valores altos (80 a 98%) para todas las características estudiadas. Se encontraron correlaciones positivas y significativas entre rendimiento con días a madurez fisiológica y peso hectolítrico.

¹ Ph. D., Maestro Investigador del Depto. de Fitomejoramiento. Div. de Agronomía, UAAAN.
² Tesista

INTRODUCCION

La cebada es el cereal de cultivo más antiguo del cual se tiene conocimiento. Su origen se ubica en el Asia Occidental, casi 5000 años A.C. y cultivada en la actualidad en diversos países del mundo. En México, el cultivo de la cebada es de gran importancia económica, tanto por la superficie sembrada (ocupa el 4º lugar) como por su uso en la industria cervecera (Robles, 1983); además de que es la base económica de miles de familias radicadas en los Estados de Hidalgo, México, Puebla y Tlaxcala, debido a la cercanía de las fábricas de malta que utilizan como materia prima a este cereal. A causa de su precocidad, la cebada puede desarrollarse con escasa e irregular precipitación, escapar a las heladas tempranas características de esta región y ofrece al agricultor la mayor seguridad en la producción de grano. La cebada también posee una gran rusticidad y es tolerante a la salinidad.

El género *Hordeum* comprende cerca de 25 especies, pero, económicamente, tres especies cultivadas importantes son: *Hordeum vulgare* L (de seis hileras), *Hordeum distichum* (de dos hileras) y *Hordeum irregulare* (intermedia entre dos y seis hileras).

En México, el mejoramiento genético de la cebada se ha enfocado hacia la formación de cebadas de seis hileras, las cuales prevalecen en los campos de cultivo. Variedades como Cerro Prieto, Porvenir y Apizaco, pertenecen a este tipo de cebadas y destacan en cuanto a su capacidad de producción y adaptación. Respecto a las cebadas de dos hileras, solo ha destacado la variedad Chavalier (de origen francés), la cual presenta altos rendimientos y una buena tolerancia a enfermedades, sin embargo, no se encuentra semilla disponible en el mercado para estimular su siembra. Es importante considerar que las cebadas de dos hileras presentan características forrajeras superiores a su contraparte de seis hileras, debido a su mayor capacidad de amacollamiento.

Para desarrollar un eficiente programa de mejoramiento genético de cebada, es importante obtener información sobre las características cuantitativas en ambas especies de cebada; pero, desafortunadamente, es notoria la falta de información sobre comparación de características agronómicas entre ambas especies en la literatura publicada. En esta investigación se evaluaron nueve líneas de dos hileras y 14 líneas de seis hileras de cebada, con el objetivo de comparar las características cuantitativas entre ambas especies, identificar variedades altamente rendidoras, estudiar los parámetros genéticos y correlaciones fenotípicas para diferentes características agronómicas.

REVISION DE LITERATURA

Wiebe (1968), señala que los más importantes usos de la cebada a nivel mundial son: en forma de grano, como alimento para el ganado y aves de co-

rral; como malta, para la elaboración de bebidas o enriquecer el valor nutritivo de los alimentos; como semilla; el grano perlado se usa en la elaboración de sopas y harina. En la alimentación humana se usan variedades de grano cubierto o desnudo, especialmente en países con agricultura primitiva.

Poehlman (1981) cita que Vavilov describe dos centros de origen, de Etiopía y Africa del Norte proceden muchas de las variedades cubiertas con barbas largas, mientras que de China, Japón y el Tibet, proceden las variedades desnudas, de barbas cortas o sin barbas y los tipos con granos cubiertos por caperuzas. El mismo autor cita que el género *Hordeum* comprende cerca de 25 especies, entre las que se encuentran tanto especies diploides ($2n = 2x = 14$), como tetraploides ($2n = 4x = 28$).

Las hibridaciones entre especies cultivadas de cebada aparentemente son fértiles y sin evidencia de irregularidades meióticas, aun cuando los progenitores provengan de regiones muy diferentes. Cruzas entre especies cultivadas y especies silvestres diploides (*H. spontaneum*), han mostrado muy poca esterilidad y segregación anormal. Con excepción del carácter para caperuza, la mayoría de los caracteres de *H. spontaneum* son dominantes sobre sus alelos en las cebadas cultivadas. Resultados similares han sido observados para cruzas entre *H. vulgare* y *H. agriocrithon*. Es así que todas las especies en la sección cereales parecen estar estrechamente relacionadas, lo suficiente para producir plantas fértiles en la F_1 con rangos mendelianos regulares.

Esparza (1977) cita que el mejoramiento genético de cebada en México se inició en forma sistemática en 1957, obteniéndose tres años después la primera variedad mejorada, producto de los materiales introducidos y de la colección mundial de cebada. Hasta la fecha, se cuenta con 13 variedades mejoradas que presentan características agronómicas deseables como: resistencia a escaldadura, cenicilla, al acame, al desgrane, con buen ahijamiento, buena paja, alto rendimiento y ciclo vegetativo corto.

Grafius, citado por Maya (1977), cita que el rendimiento es un artefacto y que es el resultado final de tres componentes: número de espigas, número promedio de granos por espiga y el peso promedio de grano. Este autor cita también que si el rendimiento es un producto de estos componentes, no existe forma mediante la cual sea cambiado el rendimiento sin cambiar uno o más de los componentes. Además, propuso independencia entre los sistemas genéticos que gobiernan los componentes del rendimiento, ya que las correlaciones entre ellos tendieron a cero bajo condiciones de competencia mínima entre plantas.

Shertsov (1986) encontró que las variedades de cebada invernal: Cyclone, Radical, Monolit, Mirage y Metoer, rindieron entre 8 040 y 9 240 kg/ha. A la vez, encontró una variación en los componentes del rendimiento de 530 a 740

espigas/m² y semillas por espiga de 34 a 42; y además, un peso de 1000 granos entre 33.5 y 3.84 gr, en Rusia.

Moncef *et al.* (1986) estudiaron la estabilidad y rendimiento en cebadas de dos y seis hileras utilizando cuatro líneas de cada tipo en cuatro diferentes ambientes en Tunisia. Los promedios de rendimiento de los cultivares en las cuatro localidades variaron de 1 990 a 2 500 kg/ha en cebadas de seis hileras, mientras que en los cultivares de dos hileras hubo una variación de 2 050 a 2 610 kg/ha. El genotipo Cross 257/37 registró el máximo rendimiento (2 260 kg/ha), siguiéndole Gem (2 250 kg/ha) en cebadas de seis hileras. Por otro lado, en los cultivares de dos hileras, el genotipo WI 2 231 produjo los máximos rendimientos con 2 610 kg/ha; mientras que el WI 2 291 produjo 2 600 kg/ha. Los cultivares de cebadas de dos hileras superaron en aproximadamente 10.5 por ciento en rendimiento a los cultivares de seis hileras. La localidad Mateur produjo altos rendimientos en comparación con las otras localidades.

Singh *et al.* (1986) estudiaron características agronómicas que contribuyeron a la tolerancia a sequía en cebada desnuda y encontraron correlaciones genotípicas y fenotípicas para rendimiento por planta, estrechamente asociado con peso de mil granos, días a floración y longitud de espiga, demostrando que las líneas de cebada con granos largos, precocidad, y relativamente altas, son características deseables para siembra bajo temporal.

Yadav *et al.* (1986) estudiaron la aptitud combinatoria en cebada y concluyeron que las variedades DR-56, DR-32, DR-46 y DH B-4, fueron las mejores combinadoras para diferentes características agronómicas, por lo tanto, recomendaron usar estas líneas para mejorar el rendimiento de grano en este cereal. También indicaron que en el mercado hay preferencia para el tamaño de semilla. La variedad RS-6 fue la mejor combinadora para esta característica, sugiriendo su utilización como progenitor en un programa de hibridación.

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se llevó a cabo durante el ciclo primavera- verano de 1986 en el Campo Experimental de Navidad, N.L. de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) ubicada en Buenavista, Saltillo, Coah.

El material genético incluyó 9 líneas de cebada de dos hileras provenientes de siete países: la línea Arupo (México), ND 4994.16 (Estados Unidos), Quibenras (Colombia), Antártica (Brasil), Dram y Cerise (Inglaterra), Mata y Manapou (Nueva Zelanda) e Ideal (Alemania). Mientras que las cebadas de seis hileras incluyeron 10 líneas de México, dos líneas de Estados Unidos (Robust y Oregon line) y una línea de la India (Karan-15). Se empleó como testigo la variedad Cerro Prieto de México. Estas líneas fueron recibidas por cortesía del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) de México.

Los materiales corresponden al 8° Ensayo Internacional de Rendimiento de Cebada. Estos materiales contienen una amplia gama de variabilidad para rendimiento, componentes del rendimiento, tales como espiga/planta, semillas/espiga, peso de 1000 granos, altura y días a floración, número de hileras, etc. El pedigree y origen de los recursos genéticos se presentan en el Cuadro 1.

La preparación del suelo se llevó a cabo con un barbecho a una profundidad de 30 cm, seguido de dos pasos de rastra en forma cruzada y, finalmente, se realizó una nivelación para uniformizar el terreno. Después se efectuó el surcado a una distancia entre surcos de 30 cm.

Cuadro 1. Pedigree y origen de nueve líneas de dos hileras y 14 líneas de seis hileras de cebada

No. de variedad	Cruza o pedigree cebadas 2 hileras	Origen
1	Arupo "S" CMB 79-1312-F-3Y-1B-2Y-1B-1Y-0B	CIMMYT
2	ND 4994.16	N. Dakota, EEUU
3	Quibenras	Colombia
4	Antártica 04	Brasil
5	Dram	Inglaterra
6	Cerise	Inglaterra
7	Mata	N. Zelanda
8	Manapov	N. Zelanda
9	Ideal	Alemania
Cebadas de 6 hileras		
1	Centinela	México
2	Pistacho CMB 77A-1266-2B-1Y-1B-1Y-IB-OY	CIMMYT
3	Trompillo CMB 74A-432-25B-1Y-1B-1Y-0B	CIMMYT
4	Gloria "S"/Came "S" CMB 81-294-5B-5Y-2M-0Y	CIMMYT
5	Gloria "S"/Came "S" CMB 81-294-5B-5Y-3M-0Y	CIMMYT
6	Gloria "S"/Came "S" CMB 81-294-6B-2Y-8M-0Y	CIMMYT
7	Gloria "S"/Came "S" CMB 81-294-4Y-1H-4Y-2M-0Y	CIMMYT
8	Gloria "S"/Came "S" CMB 81-294-4Y-1H-5Y-2M-0Y	CIMMYT
9	Gloria "S"/Came "S" CMB 81-294-5B-5Y-1M-1Y-0M	CIMMYT
10	Caco "S"/3/API/CM67//1594 CMB 81-168-6Y-3Y-0M	CIMMYT
11	Robust	Minessota
12	Oregon Line	Oregon
13	Karan 15	India
14	Cerro Prieto	México

La semilla de 23 poblaciones se sembró bajo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, el día 20 de febrero de 1986, a una profundidad aproximada de 3-4 cm, en forma manual a chorrillo, con una densidad de siembra de 120 kg/ha. Cada tratamiento constó de seis surcos de 3 m de longitud, los cuales formaron una parcela total y útil de 5.4 m²

La fertilización se realizó con una fórmula de 150-100-00 (N P K respectivamente). Se aplicó el 50% del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra y el restante 50% del nitrógeno 35 días después. La fuente de nitrógeno fue la urea y de fósforo fue el superfosfato de calcio triple, ambas a una concentración de 46 %.

Se aplicó un riego inmediato después de la siembra y se proporcionaron cinco riegos de auxilio para expresar el potencial biológico del rendimiento y sus componentes. Las malezas fueron controladas al tiempo de amacollamiento con dos aplicaciones de herbicida "Hierbamina" en dosis de 1.5 l/ha. Los áfidos (pulgones) que se presentaron en la etapa de embuche fueron controlados con dos aplicaciones de Tamaron 600 en dosis de 1 l/ha.

Se tomaron mediciones sobre siete características agronómicas en los tratamientos. Los promedios de diferentes características agronómicas se utilizaron para calcular los análisis de varianza, para cebada de dos y seis hileras, individualmente y coordinando parámetros genéticos y correlaciones fenotípicas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los análisis de varianza individual y combinado, para las características agronómicas evaluadas indicaron diferencias altamente significativas para rendimiento, granos por espiga, peso de 1000 granos, longitud de espiga, altura de planta, días a madurez fisiológica y peso hectolítrico, entre los recursos genéticos incluidos de dos y seis hileras (Cuadros 2, 3 y 4). Lo anterior revela una variabilidad considerable para todos los rasgos estudiados, por lo que es promisorio para identificar variedades de cebada altamente rendidoras por simple selección en estos recursos genéticos. Amara *et al.* (1985) y Singh *et al.* (1986) evaluaron 12 y 20 líneas de cebada respectivamente para diferentes características agronómicas y encontraron diferencias significativas para rendimiento, número de tallos/planta, longitud de espiga, peso de 1000 granos, días a floración y madurez fisiológica. El coeficiente de variación osciló entre 1.60 y 22.16 por ciento y 1.80 a 21.90 por ciento para los genotipos de dos y seis hileras, respectivamente, estos valores se consideran aceptables, lo que indica que la conducción del experimento y los resultados son confiables.

Los valores promedios de las diferentes características agronómicas de cebada de dos y seis hileras se presentan en el Cuadro 5. El rendimiento de un

Cuadro 2. Análisis de varianza para diferentes características agronómicas de nueve líneas de cebada de dos hileras

Fuentes de variación	Grados de libertad	Rendimiento	Granos/ espiga	Peso de grano	Long. de espiga	Altura de planta	Días a mad. fisiológica	Peso por hectolitro
Bloques	3	0.752	1.389	24.044	0.0612	11.667	15.148	9.097
Tratamientos	8	1.221**	69.097**	50.097**	3.344**	127.444**	85.340**	63.932**
Error Exp.	24	0.130	5.514	3.183	0.096	5.083	3.294	1.265
Total	35	0.631	74.785	22.887	3.448	49.023	33.634	23.713
C.V. (%)		22.16	10.97	5.10	3.90	2.70	1.60	2.00

** Significancia al 0.01 %
C.V. Coeficiente de variación

Cuadro 3. Análisis de varianza para diferentes características agronómicas de 14 líneas de cebada de seis hileras.

Fuente de variación	Grados de libertad	Rendimiento	Granos/ espiga	Peso de grano	Long. de espiga	Altura de planta	Días a mad. fisiológica	Peso por hectolitro
Bloques	3	1.316	7.248	54.321	1.0686	5.667	77.494	1.116
Tratamientos	13	0.595**	33.935**	169.959**	1.326**	91.555**	53.283**	38.628**
Error Exp.	39	0.134	4.798	14.091	0.268	6.167	6.045	1.014
Total	55	0.618	188.228	16.667	1.678	37.121	29.769	13.976
C.V.(%)		21.90	9.63	6.08	8.89	2.90	2.10	1.80

** Significancia al 0.01%
C.V. Coeficiente de variación

Cuadro 4. Análisis de varianza para diferentes características agronómicas de 23 líneas de cebada de dos y seis hileras.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Rendimiento	Granos/ espiga	Peso grano	Long. de Espiga	Altura de planta	Días a mad. fisiológica	Peso por hectolitro
Bloques	3	1.270	45.330	28.851	0.522	13.580	78.938	8.640
Tratamientos	22	1.222**	279.980**	32.434**	4.140	101.521**	80.596**	44.610**
Error Exp.	66	0.127	11.330	4.357	0.250	5.663	5.393	2.020
Total	91	0.593	293.371	18.852	4.410	40.121	35.846	18.143
C.V.(%)		21.50	10.51	5.93	7.51	2.83	2.03	2.61

** Significancia al 0.01%
C.V. Coeficiente de variación

Cuadro 5. Promedio de diferentes características agronómicas de cebada de dos y seis hileras

Variedad	Rndmto. (Kg/ha)	Granos/ espiga	Peso de grano (g)	Long.de espiga (cm)	Altura de planta (cm)	Días a mad. fisiológica	Peso por hectolitro
2 hileras							
1	2222	12.5	36.73	5.55	80.0	106.0	54.98
2	3667	18.5	28.76	7.21	79.5	113.0	53.60
3	3185	33.5	33.95	7.96	91.3	115.5	58.18
4	3778	26.0	37.79	10.13	83.5	112.8	57.33
5	4389	19.5	36.85	8.31	89.5	118.3	61.03
6	3130	23.5	34.64	8.94	90.3	114.5	58.60
7	2870	20.5	39.65	6.90	81.8	113.5	59.03
8	815	20.5	32.02	8.26	79.3	105.0	47.65
9	3074	18.0	30.88	8.03	75.5	107.0	54.07
Promedio	3014	21.4	34.59	7.92	83.4	111.7	56.05
DMS.05%	1128	6.5	3.02	0.85	3.8	3.1	1.90
6 hileras							
1	1796	35.5	34.52	5.51	76.0	110.0	53.50
2	3481	37.0	33.45	4.32	84.0	114.0	51.35
3	3704	47.5	32.66	5.12	87.3	114.3	53.65
4	2204	38.0	32.17	5.98	91.0	121.3	51.63
5	3500	40.0	36.66	6.33	87.3	120.8	52.30
6	4241	44.5	38.16	5.93	88.0	118.8	53.73
7	444	16.5	31.69	5.16	88.8	117.0	52.60
8	3463	40.5	36.98	5.70	81.5	114.0	53.83
9	3130	50.0	36.43	6.80	90.5	121.5	50.23
10	2963	42.5	37.60	6.34	80.0	114.8	52.00
11	4278	53.0	41.34	7.64	81.3	113.0	59.90
12	3463	39.0	34.69	5.97	77.3	116.3	57.48
13	2444	28.5	39.59	5.70	82.5	111.0	53.48
14	4111	33.0	38.31	5.15	86.8	117.3	60.43
Promedio	3087	39.0	36.02	5.83	84.4	116.0	54.01
DMS.05%	1115	9.5	3.61	1.31	4.1	4.1	1.66
Promedio general	3051	30.2	35.31	6.88	83.9	113.8	55.03

cultivo es el objetivo económico principal y este carácter varió entre 815 a 4 389 kg/ha, con un promedio de 3 014. 44 kg/ha en cebada de dos hileras, mientras que el manejo fue de 444 a 4 278 kg/ha, con un promedio de 3 087.28 kg/ha en cebadas de seis hileras. En esta investigación se identificaron las tres variedades con más alto rendimiento: 5 (4 389 kg/ha), 4 (3 778 kg/ha) y 2 (3 667 kg/ha) en las variedades de cebada de dos hileras, mientras que en el experimento de seis hileras, las tres variedades con mayor rendimiento fueron: 11 (4 278 kg/ha), 4 (4 241 kg/ha) y 3 (3 704 kg/ha).

La semilla de estas variedades se deberá incrementar a fin de establecer ensayos avanzados de rendimiento en diferentes localidades, para estudiar la estabilidad de rendimiento de los genotipos e identificar así variedades superiores a las actualmente en uso. Las variedades de seis hileras superaron ligeramente en rendimiento a su contraparte de dos hileras con 73 kg/ha, lo que representa sólo un 0.25 %. En cuanto a los rendimientos totales, no se observaron diferencias considerables por lo que el fitomejorador y/o productor puede sembrar cebadas de ambos tipos.

Kuruvadi y Cortinas (1987) mencionaron que el rendimiento es un carácter muy complejo controlado por poligenes del núcleo y genes de citoplasma, con una cadena de eventos interrelacionados de diferentes funciones fisiológicas e interacción con el medio ambiente. El rendimiento por sí mismo no es el mejor criterio de selección debido a la baja heredabilidad y su alta interacción con el medio ambiente, por lo tanto, el rendimiento se debe mejorar a través de sus componentes. Rasmusson y Cannel (1970) indicaron que las correlaciones negativas son muy comunes entre el rendimiento y sus componentes, por lo tanto, el rendimiento se tiene que mejorar a través de aquellos componentes que mayor influencia tengan en el mismo, a fin de llegar a obtener líneas sobresalientes.

En este estudio, el genotipo tres presentó máximo número de granos por espiga con 33.5, siguiéndole la variedad 4 con 26 granos, en las variedades de dos hileras. Por otro lado, en las variedades de seis hileras, la variedad 11 produjo el máximo número de granos (53), siguiéndole la variedad 9, con 50 granos; la variedad 3, con 47.5 granos y la variedad 6, con 55.5 granos. De las 14 líneas de seis hileras, 11 presentaron mayor número de granos que la variedad tres en cebadas de dos hileras, la cual fue la más sobresaliente. Además, las variedades de seis hileras superaron hasta en 82.05 por ciento en este carácter a las variedades de dos hileras. Se detectó en las líneas de dos hileras un número bajo de granos/espiga, por lo tanto, se deben utilizar las líneas de seis hileras (11, 9, 3 y 6) como progenitores en el programa de hibridación interespecífica, a fin de obtener mejores recomendaciones en la progenie para este carácter.

El peso de 1000 semillas es un carácter determinante en el rendimiento total y las cuatro líneas sobresalientes para esta característica fueron las varie-

dades: 7 (39.65 g), 4 (37.79 g), 5 (36.85 g) y 1 (36.73 g), en los tipos de dos hileras. En las cebadas de seis, las variedades: 11 (41.34 g), 13 (39.59 g) y 14 (38.31 g), presentaron altos valores para esta característica. Las líneas de seis hileras tuvieron una ventaja de 4.13 % en comparación con las líneas de dos hileras, sin embargo, la variedad 11 de seis hileras produjo mayor peso de 1000 granos.

Mc Neal *et al.* (1978) y Heinrich *et al.* (1983) enfatizaron el mejorar para mayor número de granos/espiga y mayor peso de granos en el mejoramiento genético de cultivos, debido a que estas dos características tuvieron mayor estabilidad a través de diferentes localidades con ambientes desfavorables. Woodworth (1931) indicó que los rendimientos en cereales de grano pequeño pueden aumentarse por selección de los componentes de rendimiento y que los progenitores deben seleccionarse en base a los mejores atributos de estos componentes. Lebsock y Amaya (1969) concluyeron que el peso de grano podría ser usado con efectividad en una rápida selección indirecta para obtener líneas con alto peso hectolítrico y posiblemente para lograr mayores rendimientos en la mayoría de las poblaciones F₂ y F₃.

Para longitud de espiga, las líneas de dos hileras: 4 (10.13 cm), 6 (8.94 cm), 5 (8.31 cm) y 8 (8.26 cm), produjeron altos valores; mientras que la variedad 11 de seis hileras mostró el máximo valor con 7.64 cm. En esta característica, las líneas de dos hileras superaron en un 35.85 por ciento a las de seis hileras. Debido a lo anterior, se sugiere utilizar las variedades 4, 6 y 8 de dos hileras como progenitores en los programas de hibridación interespecífica, para mejorar la longitud de espiga en cebadas de seis hileras.

Considerando simultáneamente las tres características y debido a que no se encuentran juntas en ninguno de los genotipos de dos y seis hileras, se sugiere utilizar cruza simples, dobles, triples, y cruza biparentales, así como retrocruzamientos de la progenie con ambos progenitores, dependiendo del objetivo del programa, para obtener recombinantes superiores. Además, se recomienda realizar selección recurrente incluyendo las mejores líneas de dos y seis hileras, como componentes recombinantes, a fin de incrementar la frecuencia de genes deseables, la variabilidad genética, así como para obtener una mejor ganancia genética. El descubrimiento de la androesterilidad en cebada facilita la cruce entre diferentes progenitores, lo que permite utilizar la selección recurrente con mayor facilidad (Wiebe, 1968). Los híbridos interespecíficos entre estas dos especies y sus progenies son fértiles, sin ninguna barrera, por consiguiente, es factible desarrollar lo anteriormente sugerido.

En altura de planta y días a madurez fisiológica, se detectó ligera variación entre los genotipos de dos y seis hileras en este estudio. Normalmente, en los programas de mejoramiento de cereales siempre se utiliza presión de selección para un mismo tipo de altura de planta (aproximadamente de 80-90 cm)

y de precocidad (varía de 110-120 días), es por esto que se detectó poca variación para estas dos características. Sin embargo, las líneas tres y seis de dos hileras, así como las variedades nueve y cuatro de seis hileras, produjeron numéricamente altos valores en cuanto a altura de planta, en comparación con otros genotipos. Se identificó a las líneas nueve, ocho y dos de dos hileras y a las líneas uno y 12 de seis hileras como las de menor altura.

A este respecto, Yoshida (1972) indica que la altura de planta es el factor más importante para determinar la respuesta al nitrógeno en arroz y trigo. Las plantas demasiado altas generalmente presentan acame y disturbios en el movimiento de fotosintatos en el área vascular de la planta. Establece también que se ha encontrado una estrecha asociación entre la altura de planta y otras características tales como hojas erectas y relación paja/grano. En relación con el balance fotosíntesis/respiración, los tallos más cortos podrían minimizar la baja respiración por el tallo y así incrementar la ganancia neta. Por otro lado, la altura del tallo tendría ciertas ventajas sobre los tallos cortos en la penetración de la luz.

Las variedades muy precoces fueron la ocho, uno y nueve en los genotipos de dos hileras y la uno, 13 y 11 en los de seis hileras. Estas líneas pueden madurar 15 días antes que los genotipos más tardíos incluidos en este estudio. Las líneas más precoces señaladas anteriormente, podrían tener mecanismos de escape a sequía, temperaturas bajas, enfermedades e insectos y se pueden utilizar en las rotaciones con diferentes cultivos.

La heredabilidad en sentido amplio varió de 80 a 98% para las características de rendimiento, granos por espiga, peso de 1000 granos, longitud de espiga, altura, días a madurez fisiológica y peso hectolítrico en los genotipos de dos y seis hileras (Cuadro 6), por lo tanto, es muy efectivo para obtener ganancias en los programas de selección en generaciones tempranas y tardías para estas características. Rasmusson y Cannel (1970) estimaron los porcentajes de heredabilidad en sentido estrecho en dos poblaciones F₄ en cebada y se encontraron de 8.6 a 68.2 por ciento para las características de rendimiento, número de espigas/planta, número de granos/espiga y peso de 1000 granos. Los bajos valores de heredabilidad en sentido estrecho lo atribuyeron probablemente a la baja variabilidad genética en las poblaciones evaluadas.

Un estudio de correlación es muy importante para identificar características útiles y no útiles en los programas de mejoramiento genético de los cultivos, así como para tomar decisiones apropiadas para mejorar el carácter bajo consideración (Kuruvadi, 1986). Existe una correlación positiva y significativa entre rendimiento con dos características: días a madurez fisiológica y peso hectolítrico, con cebadas de dos hileras (Cuadro 7). Por lo tanto, el carácter días a madurez fisiológica puede utilizarse como selección indirecta para identificar líneas superiores en el campo. También se encontraron correlaciones positivas

Cuadro 6. Parámetros genéticos para diferentes características agronómicas en cebada de dos y seis hileras

Parámetros genéticos	Hileras	Rendimiento	Granos por espiga	Peso de 1000 granos	Longitud de espiga	Altura de planta	Días mad. fisiológica	Peso por hectolitro
Varianza Fenotípica	2	0.30	34.55	12.53	1.67	31.90	21.33	16.00
	6	0.33	84.98	8.48	0.66	22.90	13.32	9.59
Varianza genotípica	2	0.27	31.79	11.73	1.62	30.60	20.51	15.67
	6	0.30	77.93	7.28	0.53	21.35	11.81	9.35
Varianza del error	2	0.12	5.51	3.18	0.10	5.08	3.30	1.27
	6	0.13	14.09	4.80	0.27	6.17	6.05	0.95
Heredabilidad en sentido amplio (%)	2	90.00	92.00	94.00	97.00	96.00	96.00	98.00
	6	90.00	92.00	86.00	80.00	93.00	89.00	97.00

Cuadro 7. Correlaciones fenotípicas para diferentes características agronómicas en cebada de dos y seis hileras

Caracter	Hileras	Granos por espiga	Peso de 1000 granos	Longitud de espiga	Altura de planta	Días a madurez fisiológica	Peso por hectolitro
Rendimiento	2	0.394	0.181	0.297	0.367	0.734*	0.869**
	6	0.230	-0.599*	-0.810**	0.019	-0.133	-0.550*
Granos/espiga	2		-0.648*	0.315	-0.194	0.139	0.038
	6		-0.198	-0.160	-0.135	0.280	-0.398
Peso de Mil	2		-	-0.011	-0.738*	-0.202	-0.002
Granos	6		-	0.596*	-0.241	-0.182	0.487
Longitud de	2		-	-	0.388	0.600	0.293
Espiga	6		-	-	0.055	0.600	0.690**
Altura de	2		-	-	-	0.776*	0.488
Planta	6		-	-	-	0.755	-0.358
Madurez	2		-	-	-	-	0.796**
Fisiológica	6		-	-	-	-	-0.294

* Significativo al 5 por ciento

** Significativo al 1 por ciento

y significativas entre altura de planta y días a madurez fisiológica, así como de esta última con peso hectolítrico (Cuadro 7) en cebadas de dos hileras.

Se encontraron correlaciones negativas y significativas entre rendimiento con peso de grano y longitud de espiga. Cuando se presenta este tipo de correlaciones, es difícil mejorar las características involucradas, debido a que mientras una aumenta la otra disminuye; esta situación se considera que es debida a efectos pleiotrópicos o de ligamiento, por lo que será muy difícil encontrar recombinaciones favorables, dada la dificultad de entrecruzamiento en el mismo gene en el caso de genes pleiotrópicos. Por otro lado, si está involucrado el efecto de ligamiento, se recomienda aplicar mutaciones inducidas o un gran número de entrecruzamientos de plantas individuales en generaciones segregantes a fin de romper el ligamiento desfavorable (Kuruvasi, 1986).

Nasr *et al.* (1973) estudiaron coeficientes de correlaciones entre llenado de grano, acame y otras características agronómicas, en cruzas entre genotipos de seis hileras. Se encontraron fuertes asociaciones entre llenado de grano con peso de 1000 granos. Además, hubo una tendencia definida hacia un mejor desarrollo agronómico de las plantas más altas.

El carácter peso hectolítrico presentó alta correlación positiva y significativa con tres características: rendimiento, longitud de espiga y madurez fisiológica. Lo anterior demuestra claramente el efecto de estas características en el incremento del peso hectolítrico. No se detectaron correlaciones consistentes para diferentes características agronómicas en las líneas de dos y seis hileras de cebada.

CONCLUSIONES

1. Existe una amplia gama de variabilidad en los genotipos de cebada de dos y seis hileras, para los diferentes caracteres cuantitativos estudiados.
2. Se identificaron los genotipos de dos hileras: Dram, Antártica 04- y ND 4994.16, así como los genotipos de seis hileras: Robust, Cerro Prieto y Gloria "S"/Came "S" CMB 81-294-6B-2Y-8M-OY, como los más sobresalientes en rendimiento de grano y sus componentes.
3. La comparación de características cuantitativas en las líneas de dos y seis hileras, indica que los tipos de seis hileras superaron en 0.25%, 82.05% y 4.13% para rendimiento, granos/espiga y peso de 1000 granos respectivamente, mientras que las líneas de dos hileras produjeron 35.85% y 3.78% más en longitud de espiga y peso hectolítrico, en comparación con los tipos de seis hileras.

4. Las líneas de seis hileras expresaron una ligera ventaja con 1.2 % y 3.83% para las características altura de planta y días a madurez fisiológica, en comparación con las variedades de dos hileras.
5. No se detectaron valores altos para los componentes de rendimiento número de espiga/planta, número de granos/espiga y peso de 1000 gramos, en los genotipos de dos y seis hileras, pero estas características se distribuyen en ambos genotipos, por lo tanto, se recomienda un programa de hibridación interespecífica y selección recurrente para obtener combinaciones deseables y aumentar las frecuencias de genes superiores en la progenie.
6. Se presentaron valores altos de heredabilidad en sentido amplio para todas las características estudiadas en cebada de dos y seis hileras, por lo tanto, estos rasgos son efectivos en un programa de selección.
7. Se encontraron correlaciones positivas y significativas entre rendimiento de grano con días a madurez fisiológica y peso hectolítrico, en cebada de dos hileras, mientras que hubo una asociación positiva entre altura de planta con días a madurez fisiológica, tanto en cebadas de dos hileras como en las de seis hileras.

LITERATURA CITADA

- Amara, H., H. Ketata and M. Zovaghi. 1985. Use of barley (*Hordeum vulgare* L.) for forage and grain in Tunisia. *Rachis* 4 (2):28- 33.
- Esparza, M.J.H.1977. Memoria de la II Reunión Técnica de la Unidad de Cereales (trigo, cebada, avena, triticale y laboratorios de calidad). Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos e Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Puebla, Pue., México.
- Heinrich, G.M., C.A. Francis, and J.D. Eastin. 1983. Stability of grain sorghum yield components across diverse environments. *Crop. Sci.* 23: march-april.
- Kuruvadi, S. 1986. Utilidad de correlaciones en el mejoramiento genético de los cultivos. *Comunna. Periódico UAAAN.* 129: 10-11.
- Kuruvadi, S. y H.M. Cortinas. 1987. Papel de componentes del rendimiento, correlaciones y sus implicaciones en el mejoramiento genético del frijol común. *Agraria* 3 (1): 1-14
- Lebsock, K.L. and A. Amaya, 1969. Variation and correlation of agronomic traits in durum wheat. *Crop Sci.* 9:372-375.

- Maya, L.J.L. 1977. Efectividad de la selección para caracteres de herencia cuantitativa en generaciones tempranas de trigo. SARH e INIA. Puebla, Pueb., México.
- McNeal, F.H., C.O. Ovaslet, D.E. Baldrige and V.R. Stewart. 1978. Selection for yield and yield components in wheat Crop Sci. 18: 795-799.
- Moncef, M.H., A. Laribi, and M. Bouslama. 1986. Stability and yield performance of some barley (*H. vulgare* L.) cultivars and mixtures. Rachis barley and wheat newsletter. ICARDA. Syria. 5 (2): 11-14.
- Nasr, H.G., H.L. Shands and R.A. Forsberg. 1973. Correlations between kernel plumpness, lodging, and other agronomic characteristics in six-rowed barley crosses. Crop Sci. vol. 13: 399-402.
- Poehlman, J.M. 1981. Mejoramiento genético de las cosechas. 7^o impresión. Ed. Limusa. México.
- Rasmusson, D.C. and R.O. Cannel. 1970. Selection for grain yield and components of yield in barley Crop Sci. 10 (4) -51-54.
- Robles, R.R. 1978. Producción de granos y forrajes. Ed. Limusa, S.A. 2o Ed. México.
- Shertsov, V. 1986. Barley improvement in krasnodar region, USSR. Rachis, Barley and wheat newsletter. ICARDA, Aleppo, Syria. 5 (2):5-10.
- Singh, S.S., Mahabalram and D.P. Singh. 1986. Agronomic traits contributing to drought tolerance in huskless Barley. Rachis. 5 (1): 12-13.
- Wiebe, A.G. 1968. Breeding. In Barley: Origin, botany, culture, winter hardiness, genetics, utilization, pests. agriculture handbook N. 338. U.S. Department of Agriculture. USA. 96-104.
- Woodworth, C.M. 1931. Breeding for yield in crop plants jour. Amer. Soc. Agron. 23:388-395.
- Yadav, H.S., B.G. Sahi and S.K. Rao. 1986. Combining ability of diaraland genotypes of Barley Rachis, barley and wheat newsletter. ICARDA, Aleppo, Syria. 5(1): 15-16.
- Yoshida, S. 1972. Physiological aspects of grain yield. annual review plant physiology. 23: 437-464.

EFFECTOS GENETICOS EN HIBRIDOS DE MAIZ TROPICAL (*Zea mays* L.) I Rendimiento

Gaspar Martínez Zambrano ¹

RESUMEN

Se evaluaron 42 híbridos simples de maíz (*Zea mays* L.) provenientes de las cruzas de seis líneas de trópico seco y siete de trópico húmedo, mediante el diseño II de Carolina del Norte. Las localidades donde se realizó el estudio fueron: Ursulo Galván, Veracruz (trópico húmedo) y Los Mochis, Sinaloa (transición), en el verano de 1984; y Río Bravo, Tamaulipas, (trópico seco) en la primavera de 1985. Los caracteres estudiados fueron: rendimiento de grano, altura, pudrición, mala cobertura, floración y cuateo de mazorca; así como antesis, y acame de tallo y raíz. Los objetivos del trabajo fueron: a) estudiar los efectos genéticos involucrados en la expresión de los nueve caracteres considerados en las cruzas y sus progenitores, y b) analizar el comportamiento de estos efectos a través de los ambientes de prueba.

En el presente escrito se reportan los resultados relativos al rendimiento, los cuales indican que, en la expresión de este carácter, estuvieron involucrados efectos genéticos del tipo aditivo únicamente, siendo más grandes en las hembras que en los machos. Los efectos aditivos de los progenitores macho fueron más estables que los de las hembras a través de localidades.

INTRODUCCION

Los programas de mejoramiento de maíz que contemplen la producción de híbridos, tendrán necesariamente que evaluar las líneas endocriadas que generen, para conocer adecuadamente su potencial genético antes de ser utilizadas no sólo en la formación de los híbridos, sino también en la formación de sintéticos y otro tipo de variedades de polinización libre, ya sea para uso comercial, o como reserva de germoplasma disponible para el mejoramiento.

1. Ing. M.C. Maestro-Investigador. Depto. Fitomejoramiento. Div. de Agronomía UAAAN.

El concepto de aptitud combinatoria es útil para conocer el comportamiento de líneas endocriadas en cruzas, y para estudiar la importancia relativa de los tipos de acción de los genes involucrados en ese comportamiento.

En el presente trabajo se evaluaron 42 híbridos simples en tres regiones de trópico mexicano, con los objetivos de: a) estudiar los efectos genéticos involucrados en la expresión de nueve caracteres de planta y mazorca en las cruzas y sus progenitores, y b) analizar el comportamiento de estos efectos a través de los ambientes de prueba.

REVISION DE LITERATURA

El éxito de un programa de endocría e hibridación, depende del procedimiento de prueba para identificar las líneas que producen híbridos superiores (Hallauer y López, 1979); sin embargo, los efectos de aptitud combinatoria de las líneas progenitoras es uno de los factores básicos de la heterosis de los híbridos (Pesev, 1978).

El concepto de aptitud combinatoria ha sido ampliamente utilizado por los mejoradores de maíz en nuestros días. Sprague y Tatum (1942) delinearon en su dimensión cabal el significado de la aptitud combinatoria, al equiparlo con efectos genéticos: la varianza de la aptitud combinatoria general da una indicación de la importancia de los efectos génicos aditivos, y la varianza de la aptitud combinatoria específica de los efectos génicos no- aditivos.

Sprague y Tatum (1942), Gamble (1962a) y Hallauer (1975) concuerdan al afirmar que los efectos genéticos del tipo aditivo son relativamente más importantes que los del tipo no aditivo para el rendimiento. Sin embargo, esto es válido sólo cuando las líneas han sido endocriadas sin selección (Gamble, 1962a; Sprague y Tatum, 1942).

Las estimaciones de efectos genéticos, tanto aditivos como no- aditivos, pueden ser ambientalmente inconsistentes cuando se calculan de experimentos individuales. Esto es confirmado por los reportes de Rojas y Sprague (1952), Lonnquist y Gardner (1961) y Gamble (1962c), en los cuales se coincide en que los efectos aditivos son menos influenciados por los ambientes de prueba que los no-aditivos.

Matzinger *et al* (1959) explican que esto ocurre cuando se usan líneas endocriadas bajo selección en las cruzas evaluadas, lo cual reduce la varianza aditiva y probablemente su interacción con los ambientes. Estos investigadores evaluaron cruzas entre líneas endocriadas sin selección y encontraron que los efectos aditivos son más influenciados por los ambientes que los no- aditivos.

MATERIALES Y METODOS

Las líneas utilizadas para producir los híbridos de cruce simple son de pedigree cerrado y con un nivel de endocria de S₂ a S₅. Las siete líneas macho fueron obtenidas en la región de trópico húmedo a partir de germoplasma de Tuxpeño Crema -1, y las siete líneas hembra se obtuvieron en la región de trópico seco del noreste de México a partir de germoplasma Tuxpeño y del Caribe.

Las 42 progenies estudiadas se formaron mediante el diseño de apareamiento II de Carolina del Norte y fueron evaluadas en condiciones de riego bajo un diseño en bloques al azar, en tres localidades representativas del Trópico mexicano: Ursulo Galván, Veracruz, en el trópico húmedo; Los Mochis, Sinaloa, en el trópico de transición húmedo-seco; y Río Bravo, Tamaulipas, en el trópico seco.

La parcela experimental fue de un surco de 20 plantas espaciadas entre sí a 22 centímetros y con 75 centímetros entre surcos, lo cual equivale a 60 mil plantas por hectárea.

La fecha de siembra y la fertilización varió con la localidad: cinco de julio de 1984, con 120-80-00 (NPK), para Ursulo Galván, Ver.; 30 de agosto de 1984, con 160-40-00 (NPK), para Los Mochis, Sin.; y 15 de marzo de 1985, con 120-80-00 (NPK), para Río Bravo, Tamps. En los tres sitios se dio un riego de siembra y cuatro posteriores, cubriéndose apropiadamente el ciclo del cultivo hasta antes.

Los caracteres medidos fueron: días a floración masculina y femenina, porcentaje de mala cobertura de mazorca, porcentaje de mazorcas podridas, altura de mazorca, porcentaje de acame de raíz y tallo, mazorcas en cien plantas y el rendimiento de mazorca.

Se realizaron análisis en base a medias de parcela para cada carácter considerado y para cada localidad, mediante el modelo siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + H_j + (MH)_{ij} + R_k + E_{ijk}; \text{ donde:}$$

Y_{ijk} = Valor observado en la parcela ijk
 μ = Efecto promedio de los híbridos en el experimento.
 M_i = Efecto del macho i ($i = 1, 2, \dots, m$).
 H_j = Efecto de la hembra j ($j = 1, 2, \dots, h$).
 $(MH)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el macho i y la hembra j
 R_k = Efecto de la repetición k ($k = 1, 2 = r$).
 E_{ijk} = Efectos del error experimental.

Se efectuó también un análisis de varianza combinado en las tres localidades para cada carácter, mediante el modelo siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + Li + R(i)j + Mk + Hl + (MH)kl + (LM)ik + (LH)il + (LMH)ikl + E_{ijkl}$$

Donde:

- Y_{ijkl} = Valor observado de la parcela $ijkl$
 μ = Efecto promedio de los híbridos en los experimentos
 Li = Efecto de la localidad i
 $R(i)j$ = Efecto de la repetición j dentro de la localidad i
 Mk = Efecto del progenitor macho k
 Hl = Efecto del progenitor hembra l
 $(MH)kl$ = Efecto de interacción del macho k con la hembra l
 $(LM)ik$ = Efecto de interacción de la localidad i con macho k
 $(LH)il$ = Efecto de interacción de la localidad i con la hembra l
 $(LMH)ikl$ = Efecto de interacción de la localidad i con el macho k y la hembra l
 E_{ijkl} = Efectos del error experimental

La estimación de los efectos genéticos se realizó utilizando la información de las esperanzas de cuadrados medios de los análisis de varianza individuales, de tal forma que:

- a) Varianza aditiva debido a machos:

$$\sigma^2_{Am} = 4\sigma^2_m = 4 \frac{CMm - CMmh}{rh}$$

- b) Varianza aditiva debido a hembras:

$$\sigma^2_{Ah} = 4\sigma^2_h = 4 \frac{CMh - CMmh}{rm}$$

- c) Varianza no aditiva debido a la interacción machos por hembras

$$\sigma^2_D = 4\sigma^2_{mh} = 4 \frac{CMmh - CMe}{r}$$

Del análisis de varianza combinado se hizo otra estimación de tal manera que:

- a) Varianza aditiva debido a machos:

$$\sigma^2_{Am} = 4\sigma^2_m = 4 \frac{CMm - CMmh - CMml + CMhl}{rhl}$$

- b) Varianza aditiva debido a hembras:

$$\sigma^2_{Ah} = 4\sigma^2_h = 4 \frac{CMh - CMmh - CMhl + CMhl}{rml}$$

c) Varianza no aditiva debido a la interacción machos por hembras

$$\sigma^2 D = 4\sigma^2_{mh} = \frac{4 CM_{mh} - CM_{mh}}{r l}$$

Los efectos de aptitud combinatoria general y específica para los dos grupos de líneas y sus cruzas, respectivamente, se estimaron para cada carácter mediante la metodología descrita por Griffing (1956), y su significancia estadística se probó mediante una prueba de t simple, descrita por Chaudhary y Singh (1977).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los análisis de varianza por localidad revelaron (Cuadro 1) que las diferencias entre híbridos fueron altamente significativas en Ursulo Galván, Veracruz y Los Mochis, Sinaloa, y no significativas en Río Bravo, Tamaulipas, indicando también que éstas fueron debidas primeramente a las diferencias entre machos, luego a las de las hembras y finalmente a las de la interacción entre éstos, tanto en Ursulo Galván como en Río Bravo, Tamaulipas. En el caso de Los Mochis, esta jerarquía se invierte entre machos y hembras. Lo anterior se deduce de la magnitud de sus respectivos cuadrados medios.

En el mismo Cuadro 1 se muestra también que las diferencias, tanto entre machos como entre hembras, fueron estadísticamente significativas en las tres localidades, a excepción de las observadas entre hembras en Río Bravo, Tamps. En ninguna localidad resultaron estadísticamente significativas las diferencias debidas a la interacción machos por hembras. Si estos valores se equi-

Cuadro 1. Cuadrados medios de los análisis de varianza para rendimiento de 42 híbridos de maíz evaluados en tres regiones del trópico mexicano, en 1984 y 1985.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Ursulo G., Ver.	Los Mochis, Sin.	Río Bravo, Tamps.
Repeticiones	1	3.70*	5.80	0.03
Híbridos	41	1.85**	4.11**	0.60
Machos	6	4.67**	7.64**	2.49**
Hembras	5	2.29*	16.50**	0.45
M x H	30	1.21	1.35	0.37
Error	41	0.89	1.69	0.50
C.V. (%)		13.9	1.4	9.1

*, ** Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

paran con sus esperanzas de cuadrados medios puede inferirse que los efectos genéticos debidos a la aptitud combinatoria específica, que surgen de la interacción machos por hembras, no son importantes para el rendimiento en ninguna de las localidades probadas, concordando con lo encontrado por Hallauer (1975) y Sprague y Eberhart (1977) y que los efectos genéticos debido a la aptitud combinatoria de machos y hembras resultan estadísticamente importantes en todas las localidades, excepto en Río Bravo, Tamaulipas; en donde sólo la de machos fue significativa. Lo anterior queda de manifiesto con las estimaciones de los efectos genéticos que se muestran en el Cuadro 2.

El análisis de varianza combinado reveló, como se muestra en el Cuadro 3, que las diferencias entre localidades, híbridos, progenitores macho y hembra, y aquéllas debidas a su interacción con localidades, fueron altamente significativas. Esto indica que las diferencias entre híbridos son debidas principalmente a las observadas entre hembras, luego a las de machos y de manera insignificante a las de la interacción entre ellos. Además, que las diferencias en la interacción de los híbridos con los ambientes de prueba, también son debidos en primer término a la diferencia observada entre las hembras y después a la de los machos solamente.

La preponderancia de los efectos de las hembras respecto a los machos, en su contribución a las diferencias entre híbridos en el análisis combinado de localidades, contradice lo observado en los análisis individuales y confirma lo reportado por Rojas y Sprague (1952), Lonquist y Gardner (1961) y Gamble (1962a) quienes afirman que los efectos aditivos y no-aditivos son ambientalmente inconsistentes cuando se calculan de experimentos individuales. Coincide también con Gamble (1962a, 1962b y 1963c) quien afirma que el criterio más apropiado para asignar valor genético a las líneas evaluadas, es aquél que parte de datos conjugados de ambientes y de un análisis combinado de éstos, para estimar efectos genéticos.

Cuadro 2. Comportamiento medio y estimaciones de los efectos genéticos para rendimiento de las líneas macho, hembra y los híbridos entre éstas, evaluados en tres regiones del trópico mexicano en 1984 y 1985.

Efectos genéticos	Ursulo G., Ver.	Los Mochis, Sin.	Río Bravo, Tamps.	Combinado
σ^2_{Am}	1.153	2.097	0.707	0.261
σ^2_{Ah}	0.309	4.329	0.024	0.263
σ^2_A	0.731	3.213	0.366	0.262
σ^2_D	0.680	-0.680	-0.260	0.173
Rendimiento (T/ha)	6.7	9.6	7.8	8.0

Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para rendimiento de 42 híbridos de maíz evaluados en tres regiones tropicales de México, en 1984 y 1985.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Localidad (L)	2	176.68**
Repeticiones/L	3	3.18*
Híbridos (H)	41	2.81**
Machos (M)	6	6.67**
Hembras (H)	5	8.17**
M x H	30	1.15
H x L	82	1.92**
M x L	12	4.06**
H x L	10	5.53**
M x H x L	60	0.89
Error	123	1.02
C.V. (%)		12.6

*, ** Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

La significancia de las diferencias entre machos y de las diferencias entre hembras para interaccionar con los ambientes, y la no significancia de los efectos conjuntos macho por hembra para interaccionar con los ambientes, revela que los efectos genéticos del tipo aditivo son más afectados por las condiciones de prueba que los efectos no aditivos, lo cual coincide con lo reportado por Matzinger *et al* (1959).

Una comparación de las estimas de los efectos genéticos mostrados en el Cuadro 2 indica que las relaciones de varianza aditiva promedio a varianzas no aditivas es: 1.1 a 1 en Ursulo Galván, Veracruz, y 1.5 a 1 en el combinado. La varianza no aditiva resultó inexistente en Los Mochis, Sinaloa y Río Bravo, Tamaulipas. Además, la varianza aditiva contribuida por los machos y las hembras fue muy similar, con valores de 0.261 y 0.263 respectivamente; lo cual induce a pensar que, en general, en el comportamiento de los híbridos evaluados, ambos grupos de progenitores tienen contribuciones genéticas similarmente importantes, pero ligeramente mayores en las hembras.

Un análisis de los efectos de aptitud combinatoria general (Cuadro 4) muestra que, en efecto, las hembras contienen valores positivos y estadísticamente significativos en mayor proporción que los machos, en las estimas combinadas.

Cuadro 4. Aptitud combinatoria general del rendimiento para las líneas progenitoras de 42 híbridos de maíz, evaluados en tres regiones del trópico mexicano, en 1984 y 1985.

Progenitor	Ursulo G., Ver.	Los Mochis, Sin.	Río Bravo, Tamps.	Combinado
M1	1.233**	0.308	0.270	0.615**
M2	0.193	0.596	0.137	0.360*
M3	-0.661*	0.426	0.784**	0.158
M4	-0.546*	0.418	-0.284	-0.161
M5	-0.351	-1.729**	-0.186	-0.722**
M6	0.038	-0.118	-0.291	-0.146
M7	0.096	0.120	-0.429*	-0.102
DMS 0.05	0.544	0.758	0.412	0.333
DMS 0.01	0.728	1.015	0.552	0.440
H1	0.463	-1.399*	-0.258	-0.356*
H2	-0.352	0.251	0.167	-0.002
H3	-0.396	-0.442	-0.031	-0.236
H4	-0.378	-0.637	-0.252	-0.448**
H5	0.497	0.490	0.186	0.371*
H6	0.167	1.740**	0.188	0.672**
DMS 0.05	0.504	0.702	0.382	0.308
DMS 0.01	0.674	0.939	0.511	0.408

CONCLUSIONES

1. Existe una amplia variabilidad genética para rendimiento, entre los híbridos evaluados.
2. La variabilidad para rendimiento entre los híbridos es debida más a los progenitores hembra, luego a los machos e insignificamente a la interacción entre ellos.
3. Los efectos genéticos involucrados en la expresión del rendimiento fueron todos del tipo aditivo, siendo mayores en las hembras que en los machos.
4. Los efectos genéticos del tipo aditivo de los progenitores macho fueron ambientalmente más estables que los de los progenitores hembra.
5. Las mejores líneas por su aptitud combinatoria general para rendimiento fueron los progenitores macho M1 (0.615**) y M2 (0.360*) y los progenitores hembra H5 (0.371*) y H6 (0.672**).

BIBLIOGRAFIA

- Chaudhary, B.D. and R.K. Singh. 1979. Biometrical methods in quantitative genetic analysis. 304 p. Kalyani Publishers. Ludhiana, India.
- Gamble, E.E. 1962a. Gene effects in corn (*Zea mays* L.) I. Separation and relative importance of gene effects for yield. *Can. J. Plant. Sci.* 42:339-348. U.S.A.
- _____. 1962b. Gene effects in corn (*Zea mays* L.) II. Relative importance of gene effects for plant height and certain component attributes of yield. *Can. J. Plant Sci.* 42:349-358. U.S.A.
- _____. 1962c. Gene effects in corn (*Zea mays* L.) III. Relative stability of gene effects in different environments. *Can. J. Plant Sci.* 42:628-634. U.S.A.
- Griffing, B. 1956. Concepts of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.* 9:463-493. Australia.
- Hallauer, A. R. 1975. Relation of gene action and type of tester in maize breeding procedures. 30th Proc. Corn and Sorghum Research Conference. pp. 150-165. U.S.A.
- _____, and E. López. 1979. Comparison among testers for evaluating lines of corn. 34th Proc. Corn and Sorghum Research Conference pp. 57-75 U.S.A.
- Lonnquist, J.H. and C.O. Gardner. 1961. Heterosis in intervarietal crosses in maize and its implication in breeding procedures. *Crop. Sci.* 1:179-183. U.S.A.
- Matzinger, G.F. Sprague and C.C. Cockerham. 1959. Diallel crosses of maize in experiments repeated over locations and years. *Agron. J.* 51:346-350. U.S.A.
- Pesev, N. 1978. Combining ability of maize inbred lines from different source material. *Genetika* 10:253-262. Moscú, URSS.
- Rojas, B. and G.F. Sprague. 1952. A comparison of variance components in corn yield trials. III. General and specific combining ability and their interaction with locations and years. *Agron. J.* 44:462-466- U.S.A.
- Sprague, G.F. and S.A. Eberhart. 1977. Corn breeding. Corn and corn improvement. G.F. Sprague (ed). *Am. Soc. Agron. Madison, Wis.* U.S.A. pp. 305-362.
- _____, and L.A. Tatum. 1942. General vs specific combining ability in single crosses of corn. *J. Am. Soc. Agron.* 34:923-932. U.S.A.

PESO DE SEMILLA Y SU RELACION CON VIGOR DE PLANTULA EN ZACATE BANDERILLA *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr*

Jorge R. González Domínguez¹

Samuel J. Hinojosa Alvizo²

Susana Gómez Martínez³

RESUMEN

La siembra artificial de gramíneas perennes nativas, para mejorar los pastizales deteriorados de las zonas áridas y semiáridas, es una empresa riesgosa por las condiciones ambientales adversas que dificultan el establecimiento de las nuevas plantas. El uso de variedades con mejor vigor de plántula puede facilitar las probabilidades de establecimiento.

Esta investigación fue realizada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, durante 1988 y 1989, para conocer la variabilidad existente en colectas nacionales y materiales introducidos de zacate bandera, en cuanto a peso de semilla y la relación de éste con varias expresiones de vigor de plántula.

Se realizaron cuatro experimentos para determinar el peso de 1000 semillas, porcentaje y velocidad de germinación, emergencia y velocidad de emergencia, longitud de plúmula y radícula, y materia seca. Se encontró un amplio rango en el peso de semilla de 32 materiales estudiados. El peso de semilla no estuvo asociado con el porcentaje ni con la velocidad de germinación. El peso de semilla estuvo asociado positivamente en todas las otras variables mencionadas. Se concluye que el peso de semilla puede ser utilizado como un criterio indirecto de selección para mejorar el vigor de plántula del zacate bandera.

INTRODUCCION

La siembra artificial de semilla de gramíneas forrajeras es una alternativa para mejorar la producción y productividad de pastizales deteriorados. En las gramíneas nativas perennes adaptadas a las condiciones del pastizal desérti-

* Trabajo derivado del proyecto de investigación Colección, Introducción, Reproducción, Evaluación y Conservación de Zarcates Forrajeros de y para las Zonas Áridas y Semiáridas de México. 1 PhD y 3 Ing. Maestros investigadores del Depto. de Fitomejoramiento. División Agronomía, UAAAN.

2 Tesista

co, las plantas establecidas presentan una gran tolerancia a toda una serie de factores ambientales adversos. Sin embargo, el establecimiento de nuevas plantas, mediante la siembra artificial, es frecuentemente difícil.

Mejorar la probabilidad de éxito en la siembra artificial de gramíneas forrajeras no depende solamente de aplicar las prácticas de siembra más recomendables sino también de utilizar semillas con mayor capacidad de establecimiento. Los programas de mejoramiento genético de gramíneas forrajeras para zonas áridas, deben considerar entre sus metas principales mejorar la capacidad de establecimiento de las especies adaptadas.

Uno de los enfoques utilizados para lograr la meta mencionada ha sido la selección de plantas con mayor vigor de plántula. El objetivo del presente trabajo fue conocer la variabilidad existente en varias colectas nacionales y materiales introducidos de zacate banderilla en cuanto a peso de semilla y determinar si existe alguna asociación del peso de semilla con vigor de plántula.

REVISION DE LITERATURA

El mejoramiento genético de cualquier especie requiere de la existencia de variabilidad genética para las características que se desean seleccionar. La forma de reproducción en las especies vegetales es determinante para el método o métodos de mejoramiento a ser utilizados. Gould (1959) reportó que el zacate banderilla es muy variable tanto en número cromosómico como morfológicamente y que la mayor variabilidad se encuentra en el norte de México (Coahuila, Chihuahua y Durango). Rzedowski (1975) señala al norte de México como el lugar de origen del zacate banderilla. González y Garza (1974) reportaron una gran variabilidad en características morfológicas y fisiológicas en un número pequeño de colectas realizadas en Coahuila, Chihuahua, Durango y Zacatecas.

El zacate banderilla es de polinización cruzada (Hanson y Carnahan, 1956) y en la especie ocurren la reproducción sexual y asexual a través de apomixis. La ocurrencia de apomixis fue reportada por Harlan (1949) en la línea Tucson. Según Gould (1959) los tipos apomícticos se presentan en una muy amplia y bien definida zona que va del suroeste de los Estados Unidos al noreste de México (los apomícticos predominan en las zonas áridas).

El éxito en la germinación y emergencia de las plántulas constituyen el requerimiento principal de las plantas utilizadas para revegetación en las regiones áridas y semiáridas (Wright, 1971). Según Kneebone (1970) el vigor de plántula lleva a un mejor establecimiento y, por consiguiente, es un criterio de selección esencial en la mayoría de los programas de mejoramiento genético. El mismo autor define el vigor de plántula como la capacidad ejercida para crecimiento rápido en el estado de plántula. Las influencias precisas de los facto-

res que están asociados con el vigor de plántula no están completamente entendidas; sin embargo, varios factores han recibido atención por diferentes investigadores. El peso de semilla y las respuestas relacionadas se han investigado con mayor frecuencia (Wright, 1975).

El tamaño y peso de semilla son características extremadamente importantes en los zacates y están asociados con vigor de plántula (McKell, 1970). Kneebore y Cremer (1955) realizaron estudios de invernadero y campo para investigar la relación entre el tamaño de semilla y el vigor de plántula en cinco zacates nativos, incluyendo el zacate banderilla. El vigor de plántulas producidas por semillas de varios tamaños fue evaluado en términos de vigor *per se*, velocidad de emergencia, población, altura y producción de forraje en estados tempranos de desarrollo. Las semillas más grandes dentro de un lote dieron plántulas más vigorosas, además éstas emergieron y crecieron más rápido. El tamaño de semilla tuvo poco efecto en la germinación.

Según estos investigadores la selección de líneas con semilla grande y de buen vigor de plántula deben de proporcionar el tipo de semilla necesario para resultados óptimos en la siembra artificial de pastizales. La línea Encinoso de zacate banderilla, que tiene semillas más grandes que el promedio, ha sido generalmente superior en vigor de plántula en los sitios que se ha sembrado.

En zacate banderilla, un ciclo de selección para plántulas más vigorosas dio incrementos en vigor de plántula. Las plantas seleccionadas produjeron cariósides más grandes que el promedio (Kneebone, 1956). Voigt y Brown (1969) utilizando la selección recurrente fenotípica para vigor de plántula *per se*, reportaron para el tercer ciclo de selección un incremento de 35% en establecimiento y 24% en altura de plántula.

Dos variedades de zacate banderilla fueron desarrolladas en el Programa de Mejoramiento Genético de Pastos Nativos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (González, 1982); de éstas, las variedad Chihuahua 75 produce cariósides que pesan aproximadamente el doble de aquéllos producidos por la variedad AN Selección 75 (González y Zamora, 1988). Asimismo, se ha observado mayor rapidez en la germinación y mayor vigor de plántula (González, s.f.).

Los hábitos favorables en la siembra, son especialmente importantes en los zacates nativos. La variedad Coronado (la línea Encinoso mencionada anteriormente) fue seleccionada entre muchas variedades de zacate banderilla, principalmente por sus características deseables en la siembra. Bajo condiciones favorables, el amarre de semilla es inusualmente alto, obteniéndose semilla con 80% o más pureza, lo cual es excepcional en esta especie. La semilla de esta variedad es grande comparada con la de otras variedades y el vigor de plántula es bueno, probablemente como consecuencia del tamaño de semilla.

La variedad Coronado es considerada superior a otras líneas disponibles en las características siguientes, mencionadas en orden de superioridad: tamaño de semilla, vigor de plántula, producción de semilla, y producción de forraje (Harlan y Ahring, 1958).

MATERIALES Y METODOS

Origen de la Semilla

En 1982 y 1983, como parte de un proyecto cooperativo entre la Unidad de Recursos Genéticos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, y la UAAAN, se realizaron en el norte de México colectas de germoplasma de varios zacates nativos incluidos entre éstos el zacate banderilla.

En 1982, el Programa de Pastos de la UAAAN recibió de Estados Unidos varios materiales de la misma especie. Parte de los materiales colectados e introducidos fueron establecidos en Ocampo, Coahuila en parcelas de observación. La semilla utilizada en la presente investigación fue cosechada el 30 de octubre de 1987 en las mencionadas parcelas, a excepción de la semilla de las variedades Chihuahua 75 y AN Selección 75, la cual fue cosechada en Navidad, N.L. en 1984 y 1985, respectivamente.

Experimentos Realizados

Durante 1988 y 1989 se realizaron cuatro experimentos utilizando grano limpio que se obtuvo de espigas procesadas en una licuadora. En los tres primeros experimentos se utilizaron granos extraídos de sus envolturas la última semana de marzo de 1988 y para el cuarto experimento el 10 de febrero de 1989.

El primer experimento fue realizado en abril de 1988 con el propósito de determinar el peso de semilla de 30 materiales, incluyendo, además, las variedades Chihuahua 75 y AN Selección 75. Se tomaron al azar ocho muestras de 100 semillas de cada material y se pesaron en una balanza analítica. El segundo experimento se inició el 14 de junio de 1988 y consistió en una prueba de germinación usando cuatro muestras al azar de 100 semillas de cada material. Las semillas fueron puestas en cajas petri, con papel filtro como sustrato, en una germinadora a 28°C. Los conteos de germinación fueron realizados diariamente durante siete días. En el mismo experimento se determinó la velocidad de germinación, mediante el método propuesto por Maguire (1962). En ambos experimentos, los datos fueron analizados como un diseño completamente al azar.

El tercer experimento se realizó en invernadero para evaluar la emergencia en 20 materiales a 1.0, 1.5 y 2.0 cm de profundidad de siembra. Se utilizó un

arreglo factorial de parcelas divididas asignando las profundidades a las parcelas principales y los materiales a las subparcelas. Se utilizó una distribución de bloques al azar con tres repeticiones. Se sembraron 20 granos de cada material en charolas de nieve seca conteniendo tierra de jardín cribada y tratada con Tecto. La siembra se realizó el 19 de enero de 1989 y los conteos de emergencia se realizaron diariamente durante un mes. La velocidad de emergencia fue determinada con el Método de Maguire (1962).

El cuarto experimento se inició el 11 de febrero de 1989, y consistió en medir la plúmula y radícula y determinar el peso seco en plántulas de siete días de edad. La prueba se realizó en los tres materiales de mayor peso de semilla, tres de peso aproximadamente intermedio y los tres de menor peso; además se incluyeron las variedades Chihuahua 75 y AN Selección 75. Se utilizaron cuatro muestras (repeticiones) de 25 semillas de cada material. Las mediciones se hicieron sobre 10 plántulas en cada repetición. Para determinar el peso seco las plántulas fueron colocadas en sobres y estos puestos en una estufa a temperatura de 80°C por 24 horas. Los datos fueron analizados como un diseño completamente al azar.

RESULTADOS Y DISCUSION

Peso de Semilla

El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas entre las colectas para el peso de 100 semillas. El peso de semilla de los materiales utilizados, expresado como peso de 1000 carióspsides, se presenta en el Cuadro 1. Se encontró un rango de 318 a 936 mg por cada 1000 semillas, una media de 666 y una desviación estándar de 167 mg. El coeficiente de variación obtenido para los diferentes materiales fue de 28.19%.

La variedad Chihuahua 75 y AN Selección 75 promediaron 824 y 433 mg para el peso de 1000 carióspsides. Estos valores concuerdan con lo mencionado por González y Zamora (1988), quienes en su trabajo citan varios experimentos donde se ha encontrado que los granos o carióspsides de la variedad Chihuahua 75 pesan aproximadamente el doble de aquéllos producidos por la variedad AN Selección 75. Solamente cinco materiales produjeron semillas más pesadas que las de variedad Chihuahua 75, que ocupó el sexto lugar en orden descendente. Por el contrario, la variedad AN Selección 75 ocupó el penúltimo lugar (31avo) para esta variable.

Diferencias para el peso y/o tamaño de semilla dentro y entre materiales de zacate banderilla han sido reportados por Kneebone y Cremer (1955) y Harlan y Ahring (1958). Kneebone (1956), estudiando 24 materiales de zacate banderilla, reportó una media de 800 mg para 1000 semillas, un rango de 500 a 1100 mg y un coeficiente de variación de 18.08%. Los valores más altos reportados

para la media y el rango, y el valor más bajo del coeficiente de variación, en comparación a los datos obtenidos en la presente investigación, son debido a que los materiales estudiados por Kneebone (1956) eran individuos seleccionados para peso de semilla. Harlan y Ahring (1958) consideraron a la variedad Coronado superior a otras variedades, en primer lugar, por su mayor tamaño de semilla.

Porcentaje de Germinación

Los resultados obtenidos para el porcentaje de germinación se presentan en el Cuadro 1. Todos los materiales mostraron porcentajes de germinación entre 90 y 99%, con excepción de la variedad AN Selección 75, que promedió 76%. El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas para el porcentaje de germinación; sin embargo, si se descarta el valor obtenido para la variedad AN Selección 75, las diferencias en germinación entre los materiales pueden considerarse de poca importancia desde un punto de vista práctico.

El coeficiente de correlación entre peso de semilla y porcentaje de germinación dió un valor de -0.171 indicando que el peso de semilla no tiene efecto sobre la germinación. La falta de asociación entre estas dos variables fue también reportado por Kneebone y Cremer (1955).

Velocidad de Germinación

Los valores calculados para los índices de velocidad de germinación (IVG) se presentan en el Cuadro 1. El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas entre los materiales. Se observó que las variedades Chihuahua 75 y AN Selección 75 tuvieron valores muy bajos, esto probablemente debido a que la semilla utilizada de estas variedades fue cosechada en 1984 y 1985 respectivamente. Sin embargo, las variedades de Trailway y Reno también tuvieron índices de germinación bajos, aun cuando la semilla de dichas variedades es de peso alto y tenía menos de un año cosechada. El coeficiente de correlación entre peso de semilla e índices de velocidad de germinación fue de 0.035 lo que indica una falta de asociación entre peso de semilla y rapidez de germinación.

Emergencia

El análisis de varianza para esta variable indicó diferencias no significativas entre profundidades de siembra, diferencias altamente significativas entre materiales, y no significancia para la interacción. Los resultados de número de plántulas emergidas se presentan en el Cuadro 2. donde se observo un rango de 11.9 (59.5%) a 2.9 (14.5%) en este parámetro.

Cuadro 1. Peso de semilla, porcentaje de germinación e índices de velocidad de germinación (IVG) en zacate banderilla.* Buenavista, Saltillo, Coahuila, 1988.

Tratamiento	Entrada	Peso de semilla (mg)	% de germinación	IVG
1	Uvalde	936 A	95 AB	43.93 BCDE
21	54 (Chihuahua)	905 B	95 AB	44.46 ABCDE
19	52 (Chihuahua)	866 C	98 A	47.45 ABC
7	433946	860 C	97 AB	42.65 DE
16	24 (Chihuahua)	857 C	98 A	47.13 ABCD
29	78 (Chihuahua)	824 D	99 A	48.82 A
31	Chihuahua 75	823 D	92 BC	33.93 CH
6	PMT-201	819 DE	97 AB	41.40 EF
5	T-7621	814 DE	98 A	43.83 BCDE
4	Reno	808 DE	90 C	35.42 G
3	Vaughn	802 E	96 AB	42.86 CDE
2	Trailway	760 F	90 C	30.52 HI
17	26(Chihuahua)	756 FG	97 AB	46.27 ABCD
18	48 (Durango)	749 FG	95 AB	42.84 CDE
13	16 (Durango)	739 G	97 AB	45.22 ABCDE
28	77 (Chihuahua)	709 H	99 A	46.90 ABCD
20	53(Chihuahua)	707 H	99 A	48.50 AB
14	19(Durango)	702 H	96 AB	45.56 ABCDE
11	9(Chihuahua)	563 I	95 AB	46.67 ABCD
12	15 (Chihuahua)	543 J	94 ABC	46.39 ABCD
8	4(Zacatecas)	542 J	98 A	44.58 ABCDE
9	4(Chihuahua)	531 JK	98 A	46.20 ABCD
10	6 (Zacatecas)	522 KL	94 ABC	37.62 FG
26	69 (Durango)	509 LM	98 A	46.33 ABCD
15	23 (Chihuahua)	495 MN	99 A	48.50 AB
25	63(Chihuahua)	491 MN	96 AB	44.63 ABCDE
27	69 (Chihuahua)	489N	99 A	46.13 ABCD
22	56(Chihuahua)	477N	98 A	48.76 A
30	87(Zacatecas)	455 O	96 AB	43.65 CDE
23	58(Chihuahua)	446 OP	98 A	45.74 ABCDE
32	AN Selección 75	433 P	76 D	27.29 I
24	60(Durango)	381 Q	96 AB	43.27 CDE

* Valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0.05$)

Cuadro 2. Emergencia e índice de velocidad de emergencia (IVE) en zacate banderilla.* Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1989.

Tratamiento	Entrada	Emergencia	IVE
9	Uvalde	11.9 A	1.08 A
16	52(Chihuahua)	9.1 B	0.85 B
4	Vaughn	8.7 B	0.82 BC
19	433946	8.3 BC	0.76 BCD
15	78(Chihuahua)	8.3 BC	0.75 BCD
3	PMT-201	8.2 BCD	0.76 BCD
13	58(Chihuahua)	8.1 BCDE	0.58 DEFG
2	77(Chihuahua)	8.0 BCDE	0.72 BCDE
17	87(Zacatecas)	7.7 BCDEF	0.61 CDEFG
8	26(Chihuahua)	7.6 BCDEF	0.64 BCDEF
10	Trailway	7.1 BCDEF	0.65 BCDEF
7	6(Zacatecas)	6.7 BCDEFG	0.57 DEFGH
12	48(Durango)	6.0 CDEFGH	0.50 EFGH
1	9(Chihuahua)	5.6 DEFGHI	0.45 FGHI
14	4(Chihuahua)	5.6 DEFGHI	0.41 GHI
18	15(Chihuahua)	5.3 FGHIJ	0.43 FGHI
20	63(Chihuahua)	5.0 GHIJ	0.40 GHI
11	56(Chihuahua)	3.8 HIJ	0.35 HI
5	AN Selección 75	3.1 IJ	0.26 I
6	Chihuahua 75	2.9 J	0.26 I

* Valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0.05$)

Las variedades AN Selección 75 y Chihuahua 75 tuvieron los valores más bajos de emergencia. Puesto que la semilla de dichas variedades tenía aproximadamente 2.5 y 3.5 años de cosechada respectivamente cuando fue procesada a grano limpio y aproximadamente nueve meses en esta última condición cuando se realizó el experimento, es altamente probable que su comportamiento haya sido influenciado por un mayor grado de deterioro, por lo cual fueron excluidas del análisis de correlación entre peso de semilla y porcentaje de emergencia. Ahring (1962) reportó que la semilla del zacate navajita azul (*Bouteloua gracilis*) se deteriora más rápidamente cuando se almacena como grano limpio que cuando se hace con sus envolturas florales.

Considerando lo anterior, en el resto de los materiales es poco probable que haya habido un grado importante de deterioro y las diferencias entre totales de emergencia pueden ser atribuidas principalmente a variaciones en el peso de semilla ya que el coeficiente de correlación entre estas características fue de 0.712 siendo este valor altamente significativo.

Velocidad de Emergencia

El análisis de varianza indicó diferencias no significativas entre profundidades de siembra, diferencias altamente significativas entre materiales y no significancia para la interacción. Los resultados de IVE se presentan en el Cuadro 2; el rango observado para este carácter de 1.08 a 0.26. Las variedades AN Selección 75 y Chihuahua 75 presentaron los valores de IVE más bajos, esto probablemente sucedió por lo explicado para los datos de emergencia. En los demás materiales se puede pensar que las diferencias en velocidad de emergencia son debidas a las diferencias de peso de semilla ya que el análisis de correlación para ambas variables arrojó un valor altamente significativo (0.820). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Harlan y Ahring (1958) quienes encontraron que las plántulas de la variedad Coronado (semilla pasada) emergieron 1.5. días antes que las de la variedad Hope (semilla de menor peso) y cuatro días antes que las de semilla cosechada en masa.

Longitud de Plúmula y Radícula

Los análisis de varianza para longitud de plúmula y radícula mostraron diferencias altamente significativas entre tratamientos en ambos casos (Cuadro 3). La variedad AN Selección 75 siguió mostrando un comportamiento pobre, por el contrario, la variedad Chihuahua 75 mostró un mejor comportamiento al observado en las variables ya discutidas, esto probablemente se deba a que la semilla utilizada en esta prueba tenía un día de procesada a grano limpio. Los

Cuadro 3. Longitud de plúmula, longitud de radícula y peso seco en zacate banderilla.* Buenavista, Saltillo, Coahuila, 1989.

Longitud de Tratamiento	Entrada	Longitud de plúmula (cm)	Longitud de radícula (cm)	Peso seco (gm)
1	Uvalde	5.94 A	2.72 A	0.45 A
10	Chihuahua 75	5.40 B	2.27 B	0.33 B
2	54(Chihuahua)	5.31 B	2.70 A	0.37 B
3	52(Chihuahua)	5.24 B	2.50 AB	0.34 B
5	53(Chihuahua)	5.05 BC	2.30 B	0.21 C
6	19(Durango)	4.80 C	1.75 C	0.23 C
4	77(Chihuahua)	4.41 D	2.28 B	0.24 C
7	87(Zacatecas)	3.69 E	2.23 B	0.13 D
11	AN Selección 75	3.23 F	1.51 C	0.12 D
9	60(Durango)	3.19 F	1.79 C	0.08 D
8	58(Chihuahua)	2.97 F	1.86 C	0.10 D

* Valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq .05$).

coeficientes de correlación entre peso de semilla y longitud de plúmula, y peso de semilla y longitud de radícula fueron altamente significativos, los valores calculados son: 0.967 y 0.808 respectivamente, e indican una asociación positiva del peso de semilla con ambas variables.

La longitud de plúmula estuvo asociada con la longitud de radícula, como lo indica el coeficiente de correlación calculado entre estas dos variables, el cual fue altamente significativo de (0.786). Estos resultados concuerdan con lo reportado con Kneebone y Cremer (1955) quienes observaron que plántulas de semillas más grandes crecieron más rápido que las de semilla pequeña.

Peso Seco

El análisis de varianza para peso seco reportó diferencias altamente significativas entre tratamientos (Cuadro 3). La variedad AN Selección 75 nuevamente mostró un comportamiento pobre; por el contrario, la variedad Chihuahua 75 ocupó el segundo lugar esto probablemente a lo mencionado en la anterior prueba discutida. El coeficiente de correlación entre peso de semilla y peso seco fue altamente significativo de (0.973), lo que muestra una asociación positiva del peso de semilla con esta variable. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Kneebone y Cremer (1955) quienes registraron mayor producción de materia seca en las plántulas de semilla pesada de las líneas Tucson y Logan. La línea Tucson, en promedio de los diferentes tamaños de semilla, superó a la línea Logan en producción de materia seca en un 63%. Harlan y Ahring (1958) también reportaron que la variedad Coronado (de semilla pesada) produce plántulas con un mayor peso fresco en comparación con otras variedades que producen semilla de menor peso.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y a su discusión se concluye que:

1. En zacate banderilla es posible seleccionar materiales superiores para peso de semilla, ya que existe una amplia variabilidad genética para esta característica.
2. Si se seleccionan materiales de zacate banderilla con alto peso de semilla, es posible mejorar el vigor de plántula de los mismos dada la asociación positiva entre peso de semilla con varias expresiones de vigor de plántula.

BIBLIOGRAFIA

- Ahring, R.M. 1962. Storageability under laboratory conditions of seed of blue grama, side-oats grama and smoth bromegrass. Oklahoma State University Experiment Station. Technical Bulletin T-97. 12 p.

- González D., J.R. s.f. Programa de mejoramiento genético de pastos. En: 10 años de investigación en la UAAAN; contribuciones al desarrollo agropecuario y forestal de México. Saltillo, Coahuila. pp. 133-141.
- _____. 1982. Perspectivas y plan para el mejoramiento genético de las gramíneas forrajeras de la zona árida y semiárida de México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. Folleto de divulgación Vol. 1 No. 2. 18 p.
- González D., J.R. y H.M. Garza C. 1974. Evaluación de colecciones de zacate banderilla *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. en la región de Navidad, N.L. Centro Nacional de Investigación para el Desarrollo de Zonas Áridas. Saltillo, Coahuila. Boletín Técnico No. 5. 24 p.
- González D., J.R. y V.M. Zamora V. 1988. Densidad de siembra y producción de semilla de dos variedades de zacate banderilla *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. Revista Fitotecnia Mexicana 11:48-55.
- Gould, F.W. 1959. Notes on apomixis in side-oats grama. J. Range Mgmt. 12:15-28.
- Hanson, A.A. and H.L. Carnahan. 1956. Breeding perennial forage grasses. USDA Technical Bulletin 1145 p. 40.
- Harlan, J.R. 1949. Apomixis in side-oats grama. Amer Jour. Bot. 36:495-499. ____
- Harlan, J.R. and R.M. Ahring. 1958. Coronado side-oats grama. Oklahoma State University. Bulletin B-515, 11 p.
- Kneebone, W.R. 1956. Breeding for seedling vigor in sand bluestem (*Andropogon hallii* Hack.) and other native grasses. Agronomy Journal 48:37-40.
- _____. 1970. Breeding for seedling vigor. En: C.M. Mckell and V.B. Younger (ed.) The biology and utilization of grasses. Acad. Press. New York, pp 90-99.
- Kneebone, W.R. and C.L. Cremer. 1955. The relationship of seed size to seedling vigor in some native grass species. Agronomy Journal 47:472-477.
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination-Aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigor. Crop Sci. 2:176-177.
- Mckell, C.M. 1970. Seedling vigor and seedling establishment. En V.B. Younger and C.M. Mckell (Ed.). The biology and utilization of grasses. Academic Press, New York. pp 74-89.

Rzedowski, J. 1975. An ecological and phytogeographical analysis of the grassland of Mexico. *Taxon* 24:67-80.

Voigt, P. W. and H.W. Brown. 1969. Phenotypic recurrent selection for seedling vigor in side-oats grama, *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. *Crop Sci.* 9:664-666.

Wright, L.N. 1971. Drought influence on germination and seedling emergence. In: Drought injury and resistance in crops. *Sci. Soc. Amer., Spec. Pub. No.* 2. 19-44.

_____ 1975. Improving range grasses for germination and seedling establishment under stress environments. In: Improved Range Plants. Range Symposium Series No 1. University of Arizona, Tucson, Arizona pp 3-22.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen las facilidades brindadas en el Laboratorio de Semillas por la Ing. M.S. Leticia A. Bustamante. A la Srita. María del Carmen J. García su ayuda en algunas fases de la investigación. A la Sra. Lourdes Villareal Saucedo el trabajo mecanográfico en la preparación del presente artículo.

DETERMINACION DE LA TEMPERATURA UMBRAL Y CONSTANTE TERMICA DE LA PALOMILLA DE LA PAPA *Phthorimaea operculella* (Zeller).

Víctor M. Hernández Velázquez¹
Eugenio Guerrero Rodríguez²

RESUMEN

Se estableció un experimento completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones, cuyo objetivo fue establecer la temperatura umbral (t) y la constante térmica (k) para *Phthorimaea operculella* en poblaciones de Navidad, N.L. Cada tratamiento estuvo formado por la cría de *P. operculella* desde huevecillos a emergencia de adulto, en seis temperaturas constantes (10, 15, 21, 25, 29 y 32°C); la temperatura umbral se obtuvo por el método de intersección en X, en el cual se toma el rango de desarrollo por día (y) como una función de la temperatura (x). Por lo que respecta a la constante térmica, se calculó utilizando la fórmula $K = y(t-a)$, donde: K = constante térmica, y = tiempo requerido para el desarrollo a una temperatura t , y a = temperatura umbral. La temperatura umbral y constante térmica así determinadas son: 14.3°C y 340.95 unidades de calor, respectivamente.

INTRODUCCION

La palomilla *Phthorimaea operculella* representa el principal problema entomológico en el cultivo de la papa en Navidad, N.L., donde se realizan de ocho a 10 aplicaciones por el ciclo agrícola para su control.

Una de las formas de reducir el número de aplicaciones de insecticidas es realizándolas oportunamente; una manera de lograr esto es mediante la acumulación de días-grado o método de unidades calor, el cual nos permite predecir con cierta anticipación, el momento de aparición, en campo, de alguno de los estados de desarrollo del insecto, susceptibles de ser controlados químicamente. Un paso inicial para su aplicación en campo es la determinación, en laboratorio, de la constante térmica y temperatura umbral; estas constantes difieren en algunas especies, para cada región geográfica, por lo que deben ser determinadas con poblaciones locales.

1. Tesista

2. M.C. Maestro Investigador del Depto. de Parasitología, División de Agronomía, UAAAN.

LITERATURA REVISADA

Una de las interpretaciones matemáticas más aceptada, del efecto de la temperatura en el desarrollo de los insectos, es la que asume que la velocidad de desarrollo es proporcional a la temperatura y es descrita por Wigglesworth (1953), de la siguiente forma:

$$V = K (t-a)$$

donde: V = velocidad; t = temperatura; "K" y "a" = son constantes, donde "a" representa la temperatura umbral o desarrollo cero. Si "y" es el tiempo requerido para el desarrollo completo en la temperatura t, la ecuación puede ser escrita:

$$y (t-a) = k$$

en otras palabras, el producto del tiempo de desarrollo en días por exceso de temperatura sobre el desarrollo cero en °C es constante, este valor "K", expresado en días-grado, es la constante térmica.

Cuando los insectos se desarrollan en regímenes de temperatura constante, su rango de crecimiento tiende a ser directamente proporcional a la temperatura, tal proporcionalidad tiende por ende a ser lineal, pero se desvía al aproximarse a las temperaturas extremas. La temperatura umbral de desarrollo o desarrollo cero, puede ser estimado por extrapolación de la línea de regresión sobre la temperatura o línea base; la temperatura en la cual la línea de regresión intersecta el eje de las x es una estimación de la temperatura en la cual el rango de desarrollo del insecto podría ser efectivamente cero; la temperatura umbral de desarrollo así estimada puede ser empleada como base para la predicción de rangos de desarrollo y acumulación de unidades calor (Beck, 1983).

MATERIALES Y METODOS

Para lograr el objetivo planteado, se estableció un experimento en diseño completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. Cada tratamiento constó del desarrollo del insecto desde huevecillo hasta la emergencia del adulto, en seis temperaturas constantes, a saber: 10, 15, 21, 25, 29 y 32°C. El parámetro que se tomó en cuenta fueron los días a emergencia del primer adulto; no se consideró el número de huevecillos por tubérculo. La constante térmica fue determinada por la fórmula $K = y (t-a)$ donde K = constante térmica, y = tiempo requerido para el desarrollo a una temperatura t, y a = temperatura umbral (Wigglesworth, 1953). El método utilizado para determinar la temperatura umbral fue mencionado por Mellors y Bassow (1983), empleando una ecuación de regresión en la que se toma el rango de desarrollo por día (y) como una función de la temperatura (x); utilizando la fórmula:

$$t = \frac{1}{\text{período de desarrollo (en días)}} \times 100$$

para transformar el período de desarrollo a porcentaje de desarrollo por día.

RESULTADOS Y DISCUSION

Con respecto a las temperaturas que se señalaron anteriormente, en el tratamiento a 15°C no se pudo mantener constante la temperatura por fallas en la cámara de crecimiento; en cambio, en el tratamiento a 10°C, los huevecillos eclosionaron, pero las larvas murieron en el primer estadio sin poder penetrar el tubérculo; por lo tanto, probablemente, la temperatura umbral para el estado de huevecillo sea diferente a las de los restantes estados de desarrollo e inferior a 10°C; esto coincide con lo señalado por Howe (1967), quien afirma que por ser el desarrollo un proceso complejo, se tienen muchas temperaturas umbrales y una usualmente obtenida a temperaturas constantes para el desarrollo completo.

En el Cuadro 1 se aprecia un aumento en el porcentaje de desarrollo por día conforme la temperatura aumenta, teniendo como temperaturas extremas 21 y 32°C. La temperatura umbral calculada es 14.3°C, representada por el 50% de emergencia de adultos (Figura 1) con una ecuación de predicción $Y = 4.2165 + 0.2927491 x_i$; las temperaturas umbrales de 15.2 y 14.6°C para el 10 y 90% de emergencia de adultos respectivamente, se determinaron para representar la variabilidad; es conveniente aclarar que en el presente trabajo se utilizaron, para determinar la temperatura umbral, palomilla criada en el laboratorio por seis generaciones.

Cuadro 1. Efecto de temperaturas en el tiempo y porcentaje de desarrollo de huevecillos a 10, 50 y 90 por ciento de emergencia de adultos. UAAAN. 1988.-

Temp. °C	Número de Adultos observados	Tiempo de Desarrollo en días			% de Desarrollo por día		
		10%	50%	90%	10%	50%	90%
21	98	44	48	53	2.27	2.08	1.88
25	78	27	33	40	3.70	3.03	2.50
29	154	22	24	27	4.54	4.16	3.70
32	47	15	19	21	6.66	5.26	4.76

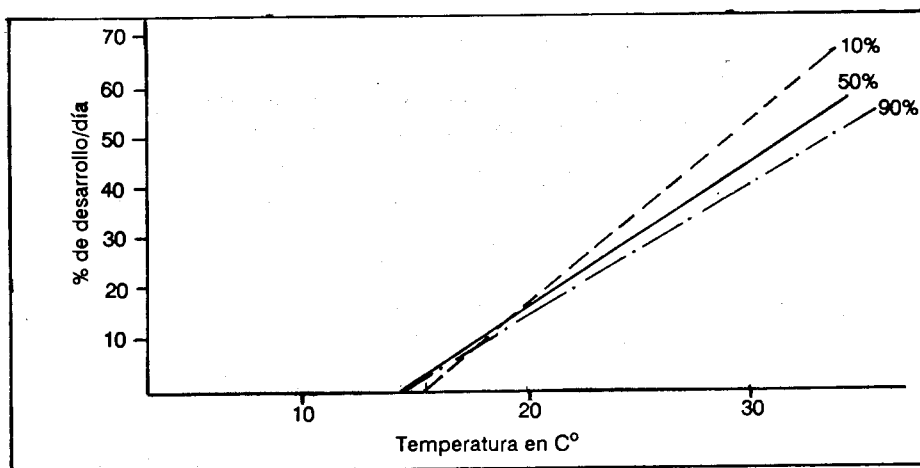


Figura 1. Temperatura umbral inferior en base a 10, 50 y 90% de emergencia de adultos de *Phthorimaea operculella*. UAAAN. 1988.

La constante térmica se determinó de acuerdo a lo mencionado por Sanborn *et al* (1982), como un promedio de las unidades calor acumuladas en temperaturas constantes (Cuadro 2) ésta constante térmica es de 340.95 unidades de calor. Es conveniente determinar esta constante en temperaturas fluctuantes ya que puede variar, por ejemplo, Edelson y Masaro (1988), mencionan en *Thrips tabaci* una diferencia de 37 unidades calor entre las constantes térmicas determinadas a temperatura constante y fluctuando, siendo más alta esta última.

Cuadro 2. Unidades calor acumuladas a temperaturas constantes en *Phthorimaea operculella*. UAAAN, 1988.

Temperatura (°C)	Tiempo de desarrollo (días)	Unidades Calor sobre 14.3°C
21	48	321.6
25	33	353.1
29	24	352.8
32	19	336.3
Promedio Total (K)		340.95

CONCLUSIONES

La temperatura umbral para *Phthorimaea operculella* proveniente de Natividad, N.L., es de 14.3°C y su constante térmica es 340.95 unidades de calor.

BIBLIOGRAFIA

- Beck, S.D. 1983. Insect thermoperiodism. *Ann. Rev. Entomol.* 28:91-108
- Edelson, U.V. and J.J. Magaro. 1988. Development onion thrips, *Thrips tabaci* Linderman, as a function of temperature. *The Southwestern Entomologist.* 13:171-176.
- Howe, R.W. 1976. Temperature effects on embryonic development in insects. *Ann. Rev. Entomol.* 12:15-42.
- Mellors, W.K. and F.E. Bassow 1983. Temperature dependent development of mexican beetle (Coleoptera: Coccinellidae) inmatures on a snap bean and soybean foliage. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 76:692-698.
- Sanborn, S.M., J.A. Wyman and R.K. Chapman. 1982. Threshold temperature and heat unit summations for seed corn maggot development under controlled conditions. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 75:103-106.
- Wigglesworth, V.B. 1953. *The principles of insect Physiology.* Methuen & Co, Ltd. Great Britain p. 431-458.

DIETA DE CAPRINOS EN UN SITIO DE MATORRAL MICROFILO

Ramiro López Trujillo¹
Jesús Barrera M.²
Martha Vazquez R.³

RESUMEN

Para estimar los componentes florísticos y químicos y consumo de la dieta de cabras apacentando en una comunidad de matorral micrófilo del Desierto de Chihuahua, se trabajó durante las épocas de otoño, primavera y principios de verano; se emplearon animales fistulados del esófago para muestrear el forraje y animales intactos para realizar colección total de heces. La composición botánica de la dieta se determinó por microhistología; la digestibilidad, por procedimiento *in vitro*; y el consumo, por la relación entre excreción fecal del constituyente de interés y su indigestibilidad. Considerando el orden mencionado de las épocas, los componentes florísticos de la dieta no mostraron ninguna tendencia ($P > .05$) y los promedios generales fueron $93 \pm 4\%$ de arbustivas, $4 \pm 4\%$ de cactáceas, $2 \pm 1\%$ de gramíneas y $1 \pm 1\%$ de herbáceas; la proteína cruda de la dieta tuvo un promedio sobre épocas de 12.6%; la lignina presentó una tendencia cuadrática negativa y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica decreció linealmente de 48 a 45%; los consumos de materia orgánica y proteína cruda también decrecieron linealmente de 75 a 43 y de 12 a 7 g/d (kg peso vivo)^{0.75} respectivamente. La digestibilidad de la materia orgánica y, por lo tanto, los consumos observados, fueron inferiores a los esperados, lo cual, al igual que la composición botánica de la dieta, pueden explicarse en atención al forraje disponible, que a su vez es función de la precipitación pluvial.

INTRODUCCION

La tasa de consumo y la composición de la dieta son variables que pueden correlacionarse con el nivel de producción de rumiantes en apacentamiento. Así pues, el análisis de dichas variables permite un manejo más informado, tanto de los animales, como del recurso forrajero.

¹ Ph. D. Maestro Investigador del Depto. de Producción Animal. División de Ciencia Animal. UAAAN.

² Ing. Agr. Zoot. La Forestal, F.C.L. Saltillo, Coah.

³ Biol. Maestro Investigador del Depto. de Botánica. División de Agronomía, UAAAN.

En atención a la importancia social y económica del ganado caprino en las zonas áridas y semiáridas del norte de México, se realizó el presente trabajo, cuyos objetivos fueron: estimar los componentes florísticos y químicos y la tasa de consumo de la dieta de cabras apacentando en una comunidad de matorral micrófilo del Desierto de Chihuahua.

El trabajo se efectuó en la región de Ocampo, Coahuila, utilizando hembras de caprino, tanto fistuladas del esófago, como intactas.

REVISION DE LITERATURA

Uno de los principales objetivos del manejo de agostaderos, potreros de vegetación nativa de zonas áridas (De Alba, 1971), es la producción animal; el nivel de la cual está estrechamente correlacionado con el valor alimenticio del forraje disponible (Stoddart *et al.*, 1975) y, en última instancia, con el del consumo. Consecuentemente, el conocimiento de la composición florística de la dieta y su valor alimenticio, es información de carácter básico para el manejo de dichas comunidades vegetales. Sin embargo, esta tarea no es fácil, por las innumerables fuentes de variación involucradas en las categorías del ambiente, la vegetación y los animales, a través del tiempo y el espacio.

Dos deficiencias comunes a la mayoría de los estudios sobre comportamiento alimenticio son: a) en los de composición botánica de la dieta, la carencia de información sobre el estado fenológico, clase y cantidad del forraje accesible y suelo desnudo, sin lo cual es difícil discernir si el animal utiliza una especie en particular o clase de forraje porque fue preferida o porque era lo único accesible; y b) en los del valor alimenticio de la dieta, la ausencia de estimaciones del consumo de nutrientes, ya que la bondad de la dieta no radica en la concentración de estos, sino en la cantidad, por unidad de tiempo, de su ingestión.

La expresión más simple del estimador de la calidad alimenticia de la dieta es el producto: ingestión/unidad de tiempo por eficiencia de utilización o valor nutritivo de la ingesta. Conforme a la intención o detalle del análisis, la eficiencia de utilización se puede desagregar en las siguientes eficiencias: de absorción (digestión) respecto a lo ingerido, de metabolización de lo absorbido, y de oxidación, crecimiento, reproducción y/o secreción de lo metabolizado.

Así pues, los estudios de autoecología trófica de los herbívoros, primero abordan la identificación y disponibilidad de las especies vegetales en que se sustentan, luego, la cuantía de su consumo de nutrientes y, posteriormente, la eficiencia con que digieren y utilizan los principios nutritivos para su mantenimiento y producción de tejido, vástagos, leche y otros productos.

Composición Florística de la Dieta

En la caracterización florística de la dieta de caprinos se han observado comportamientos alimenticios en el espectro, denominado por Margalef (1974), esteno-, euri-fagia. Sin embargo, debido a que la mayoría de los caprinocultores han sido relegados a sitios deteriorados, un gran número de reportes señalan el uso amplio de arbustos.

Así, por ejemplo, Carrera (1971) reportó que los caprinos son, en las zonas áridas de México, básicamente consumidores de arbustos y herbáceas dicotiledóneas (83.24% de su dieta) y Huss (1972), cita varios trabajos en los que se señala el mismo comportamiento alimenticio en otras localidades. Van Dyne *et al.* (1980) han realizado un compendio de estudios efectuados en diversas partes del mundo en relación a la composición botánica de la dieta de caprinos, entre otras especies animales. De los 21 estudios revisados, se puede desprender que los caprinos son ramoneadores y su dieta actual incluye: 60% arbustivas, 30% gramíneas y 10% herbáceas; presentándose gran variabilidad en atención a la estación del año y localidad geográfica.

Por otra parte, Coblentz (1977) observó que al inicio del invierno, los arbustos fueron los más importantes en la dieta de caprinos silvestres, pero que la vegetación herbácea, incluyendo gramíneas, constituyó hasta el 92% de la dieta conforme avanzaba la estación del crecimiento vegetal. Este autor y Giner *et al.* (1982) concluyen que los caprinos son, en relación a su dieta, oportunistas generalistas, ya que tienden a ingerir las poblaciones vegetales más apetecibles, de las disponibles, independientemente de su especie o clase de forraje. También, Malechek y Leinweber (1972a) y González (1984) encontraron que la preferencia forrajera de los caprinos fue dependiente de la estación y, en particular, de la accesibilidad, espacial y vertical, y estado de crecimiento de los componentes de la comunidad vegetal estudiada.

En resumen, más que la preferencia *per se*, el tipo del medio alimenticio en el cual se manejan los caprinos es el determinante de las especies o clases de forrajes consumidos.

Calidad de la Dieta

Como se mencionó anteriormente, los criterios para evaluar la calidad de la dieta son la tasa de consumo y la eficiencia de utilización de los nutrientes consumidos; estos últimos pueden ser: proteínas, energía, fósforo y/o carotenos.

Si consideramos por separado las tres grandes clases en que se dividen los componentes florísticos de la dieta de herbívoros, podemos observar que los arbustos generalmente contienen altos niveles de proteínas, fósforo, provi-

tamina A, calcio y lignina, en tanto que las gramíneas contienen niveles altos de energía bruta, fibra cruda y celulosa; las dicotiledóneas tienen concentraciones intermedias a las esbozadas (Cook, 1972).

Sin duda, la dieta de los animales en apacentamiento está inicialmente determinada por la disponibilidad de los forrajes en el potrero, pero caracterizarla químicamente basados en su composición botánica, resulta difícil, debido a que por efectos de selectividad, la dieta consumida difiere de la disponible ya que, aún y cuando el inicio de la estación de crecimiento, las tres clases de forrajes mencionadas tienen un valor nutritivo alto y similar, conforme avanza la madurez, las diferencias entre ellas se hacen evidentes.

Si bien existen reportes sobre la composición química y digestibilidad de la dieta de caprinos, las estimaciones de su consumo en condiciones de agostadero no existen o son muy escasas.

Malechek y Leinweber (1972b) encontraron que la dieta de caprinos de angora, castrados y fistulados del esófago, tuvo una fuerte variación estacional; los promedios anuales de proteína cruda, digestibilidad *in vitro* de la materia seca, paredes celulares y lignina fueron 9.7, 48.0, 48.8 y 6.8%, respectivamente. Wilson *et al.* (1975) reportaron un rango anual para proteína cruda de 13.2 a 19.3% y de 41.8 a 61.9% para la digestibilidad del forraje; los altos niveles de proteína cruda fueron parcialmente atribuibles a la presencia de arbustos en la dieta. Mellado (1982, comunicación personal)¹ observó, en extrusas de caprinos criollos, una variación de 7 a 16% de proteína cruda.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se efectuó en el Campo Experimental de Ocampo, Coah., de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El área de estudio se encuentra en la parte norte de la altiplanicie mexicana, dentro del Desierto de Chihuahua, al noroeste del Estado de Coahuila, aproximadamente 102°23' de longitud oeste y 27°19' de latitud norte; a 1200 msnm; con suelos de origen pluvial, de buena profundidad y topografía relativamente plana. La región de Ocampo se encuentra en una zona climática seca, de hecho, en el subtipo más seco de los esteparios; con precipitación promedio, para los años de 1973 a 1980, de 253.1 mm. La temporada de lluvias es de junio a octubre, con un período de depresión pluvial en agosto. La temperatura promedio para el período mencionado fue de 17.6°C.

La vegetación del sitio se ha denominado comunidad de *Larrea - Flourensia* (González, 1972) o matorral micrófilo (Rzedowski, 1978) y, de acuerdo con

¹ Miguel Mellado. Depto. Producción Animal UAAAN, Saltillo, Coah., México.

De la Cruz et al. (1972), sus principales componentes arbustivos son: gobernadora (*Larrea tridentata*), hojásén (*Flourensia cernua*), mariola (*Parthenium incanum*), mezquite (*Prosopis glandulosa*) y costilla de vaca (*Atriplex canescens*); el estrato herbáceo incluye algunas especies de gramíneas, tales como: zacate aparejo (*Muhlenbergia porteri*), zacate burro (*Scleropogon brevifolius*), zacate tres barbas (*Aristida* spp.) y zacate borreguero (*Erioneuron pulchellum*).

Las muestras del forraje consumido fueron provistas por cuatro caprinos hembras fistuladas del esófago, en tanto que la excreción total de heces fue estimada utilizando el mismo número de cabras no fistuladas provistas de bolsas colectoras.

La composición botánica de la dieta se obtuvo por la técnica microhistológica descrita por Sparks y Malechek (1968). La digestibilidad del forraje se estimó mediante ensayos de fermentación *in vitro* (Tilley y Terry, 1963) y el consumo fue calculado por la razón aritmética entre excreción fecal e indigestibilidad de la dieta.

Los muestreos del forraje se efectuaron durante el otoño de 1979 y primavera y verano de 1980. Las muestras se colectaron una vez al día durante cinco días consecutivos, previa adaptación de los animales, por 14 días, a las condiciones experimentales. Los días de muestreo estuvieron precedidos por un ayuno de 12 horas de alimento, pero no de agua; las muestras de forraje fueron colectadas durante períodos de 30 a 40 minutos, en bolsas con base de malla de alambre, se preservaron por refrigeración y, posteriormente, fueron secadas a 50°C y molidas. Las muestras diarias de cada período de colección fueron mezcladas por animal, de tal manera de que éste constituyera la unidad experimental.

La colección total de heces se realizó durante un período preliminar de 24 horas y cinco días de muestreo. Las bolsas colectoras fueron vaciadas dos veces al día y su contenido se mezcló, muestreó y preservó por refrigeración para posteriormente secarse y constituir muestras individuales por animal dentro de cada período de muestreo.

Los análisis químicos de las muestras incluyeron: materia seca, cenizas, nitrógeno, lignina por detergente ácido y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica. Los métodos utilizados fueron los compilados por Harris (1970).

Para el análisis estadístico de la composición botánica de la dieta se utilizó un diseño completamente al azar, con arreglo factorial de los tratamientos; los factores estudiados fueron: fecha de muestreo, con tres niveles; y clase vegetativa, con cuatro niveles. En el caso de la composición química y consumo de la dieta, sólo se considera al primer factor de los arriba mencionados.

RESULTADOS
Composición Botánica de la Dieta

Prácticamente los resultados fueron los mismos en los tres muestreos efectuados (Cuadro 1). Se identificaron 14 especies vegetales de las cuales la mariola (*Parthenium incanum*) constituyó, en promedio, el 80% de la dieta. En ninguno de los períodos muestreados las herbáceas y gramíneas representaron una parte sustantiva de la ingesta, en tanto que arbustivas y cactáceas constituyeron un 97% de la misma.

Cuadro 1. Composición botánica promedio de la dieta de caprinos en una asociación de matorral micrófilo del desierto de Chihuahua, México.

Variable	fecha			Prom.
	1979 Nov.	1980 Mzo. %	Jul.	
GRAMINEAS				
<i>Cenchrus ciliaris</i>	1.0	1.0	0.7	
<i>Erioneuron pulchellum</i>	1.0	1.0	0.0	
<i>Sorghum almum</i>	0.0	0.0	0.6	
<i>Sporobolus airoides</i>	0.0	0.0	0.7	
Subtotal	2.0	2.0	2.0	2.0
HERBACEAS				
<i>Dyschoriste linearis</i>	0.5	0.0	0.0	
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	1.0	0.6	0.0	
<i>Viguiera dentata</i>	0.0	0.8	0.0	
Subtotal	1.5	1.4	0.0	1.0
ARBUSTIVAS				
<i>Acacia greggi</i>	4.0	0.0	8.0	
<i>Atriplex canescens</i>	6.0	9.0	4.0	
<i>Flourensia cernua</i>	3.0	0.0	0.0	
<i>Larrea tridentata</i>	0.0	0.0	5.0	
<i>Parthenium incanum</i>	82.0	82.0	76.0	
<i>Prosopis glandulosa</i>	0.0	1.0	0.0	
Subtotal	95.0	92.0	93.0	93.0
CACTACEAS				
<i>Opuntia</i> spp.	2.0	5.0	5.0	4.0
TOTAL	100.0	100.4	100.0	100.0

En el análisis estadístico se pudo observar que no existió ($P > .05$) interacción entre fecha de muestreo y clase vegetativa, ni efecto de fecha por sí sola (esto último debido a que la variabilidad entre los promedios de fecha, teóricamente debería ser cero, i.e., 100/num. clases vegetales). La categoría de los arbustos constituyó un porcentaje ($93 \pm 4\%$) significativamente ($P \leq .05$) superior que el del resto de los componentes de la dieta; por otra parte, las cactáceas ($4 \pm 4\%$), gramíneas ($2 \pm 1\%$) y las herbáceas ($1 \pm 1\%$) contribuyeron con un promedio para fechas de muestreo, estadísticamente similar ($P > .05$).

Ninguna de las tendencias sobre fechas de muestreo, de los componentes de la dieta, fueron estadísticamente ($P > .05$) significativas.

Información adicional a lo aquí descrito se encuentra en Vazquez (1981).

Composición Química, Digestibilidad *in vitro* y Consumo de la Dieta.

En el Cuadro 2 se reportan las características químicas de la dieta. No se encontró diferencia significativa ($P > .05$) entre los promedios de las variables materia orgánica y proteína cruda. Por otra parte, lignina por detergente ácido (ADL) presentó una tendencia cuadrática ($P \leq .05$) sobre fechas de muestreo, en tanto que la de la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica fue lineal ($P \leq .05$).

Los consumos de materia orgánica y proteína cruda se presentan en el Cuadro 3, ambos tuvieron un descenso lineal ($P \leq 0.5$) sobre fechas de muestreo.

Información adicional a la presentada, se localiza en Barrera (1983) y Puente (1986).

Cuadro 2. Composición química y digestibilidad de la extrusa de caprinos en una asociación de matorral micrófilo del desierto de Chihuahua, México

Variable	Fecha			Prom.
	1979 Nov.	1980 Mzo.	Jul.	
Materia orgánica ¹	84.7	85.1	84.8	84.9
Proteína cruda ¹	13.5	11.2	13.1	12.6
Lignina detergente ácido ²	12.7	10.1	12.6	----
Dig. <i>in vitro</i> mat. org. ³	48	44	45	----
Dig. Proteína cruda ⁴	59	59	58	59

¹ Diferencias no significativas ($P > .05$).

² Respuesta cuadrática ($P \leq .05$).

³ Respuesta lineal ($P \leq .05$).

⁴ Se utilizó como indicador interno a la materia orgánica indigestible.

Cuadro 3. Consumos promedios de los componentes de la dieta de caprinos en una asociación de matorral micrófilo del desierto de Chihuahua, México.

Variable	Fecha		Jul.
	1979 Nov.	1980 Mzo.	
	g/día (kg peso vivo) ^{0.75}		
Materia orgánica ¹	75	53	43
Materia orgánica digestible	36	23	19
Proteína cruda ¹	12	7	7
Proteína cruda digestible	7	4	4
Cons. prot. cruda dig. (g)/ Mcal. de ED.	44	40	48

¹Respuesta lineal ($P \leq .05$).

DISCUSION

Debemos observar que la magnitud de las desviaciones estándar de las estimaciones de gramíneas, herbáceas y cactáceas, limita nuestra confianza en ellas. Sin embargo, es claro que en los años secos, a juzgar por los diagramas ombrotérmicos del lugar de estudio, el componente principal de la dieta de los caprinos son los arbustos y, en particular, la mariola (*Parthenium incanum*). Esta situación es similar, aunque de mayor magnitud a la reportada por Villalobos *et al.* (1984) quienes señalan, también para una asociación de matorral micrófilo, un porcentaje anual de arbustivas de 58 del cual el 31% fue mariola. Sin duda, estos resultados señalan la necesidad de estudios autoecológicos de esta especie, incluida su respuesta a los factores del pastoreo.

Como ya se indicó, el estudio de estos fenómenos es complejo: Villalobos *et al.* (ibid), trabajando en una comunidad semejante a la que nos ocupa, reportan una composición botánica anual de la dieta de caprinos, con 58% de arbustivas, 22% de herbáceas y 20% de gramíneas. Así pues, no sólo se presenta variabilidad entre sitios, sino también entre años y dentro de años. En el trabajo que aquí reportamos, no se pudieron detectar diferencias reales ($P > .05$) entre fechas de muestreo, dentro de clase vegetativa, debido muy probablemente a que la condición de sequía (60% de la precipitación promedio de los años de 1973 a 1980) impidió su manifestación.

A apoyados en estos estudios y en el de González (1984), nos parece que el análisis de la tendencia, sobre épocas, de la composición botánica de las dietas, sólo tendrá propósitos descriptivos hasta en tanto no se identifiquen las va-

riables que subyacen en el factor "época". A manera de simplificar el análisis de trabajos ulteriores, sería conveniente caracterizar no sólo la asociación vegetativa en donde se realicen, sino también el sitio, su condición y estado fenológico de las especies dominantes. Asimismo no fue suficiente el considerar a la temperatura y precipitación para predecir las cantidades relativas de los componentes de la dieta.

Por otra parte, la composición química de la dieta refleja su origen arbustivo, es decir, tiene un alto contenido de proteína cruda y lignina. Sin embargo, Maynez *et al.* (1984) reportan valores superiores de proteína cruda, lignina de tergente ácido y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica para mariola exclusivamente, a saber: 15.5, 16.42 y 57.11%, respectivamente. Estas diferencias pueden tener varios orígenes: efecto asociativo de los componentes de la dieta, partes de la planta analizadas, fuente de inóculo, etc.

El consumo de materia orgánica y proteína cruda tiende a decrecer conforme nos alejamos del otoño (oct.-dic.), lo cual es un fenómeno típico en la región de estudio. Con estas estimaciones de consumo y considerando los aportes de nutrientes necesarios para obtener una producción en particular, podremos estimar la cantidad y calidad del suplemento a suministrar, siendo evidente por la relación entre proteína cruda y energía digestibles que de necesitarse, la suplementación económicamente eficiente deberá ser energética. Incidentalmente se pudo observar que existen altas correlaciones, superiores a 0.77, entre las concentraciones de proteína cruda y lignina de las heces de animales intactos y la DMO *in vitro* de las muestras de forraje obtenidas vía animales fistulados, confirmando el potencial de las primeras como predictores del valor nutritivo de la dieta, situación que ha sido recientemente analizada por Kothman e Hinnant (1987).

CONCLUSIONES

1. En condiciones de matorral micrófilo y precipitación inferior a la promedio, la dieta de las hembras de caprino está constituida básicamente de arbustos, destacando en forma prominente *Parthenium incanum*.
2. De la composición química de la dieta destacan sus altos contenidos en proteína cruda y lignina y su pobre digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica.
3. Los consumos de materia orgánica y proteína cruda digestibles tienden a decrecer de otoño (oct.-dic.) a principios de verano (jun.-sept.).

BIBLIOGRAFIA

- Barrera, J.E. 1983. Consumo y digestibilidad de la dieta de caprinos en pastoreo sobre matorral micrófilo con y sin resiembra en tres diferentes épocas del año. Tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah., Mex., 69 pp.
- Carrera, C. 1971. Tipos de plantas que consume el ganado caprino. XII Informe de Investigación. Div. Ciencias Agrop. y Marítimas. ITESM, Mex.
- Coblentz, B.E. 1977. Some range relationships of feral goats on Santa Catalina Island, California. *J. Range Manage.* 30:415-419.
- Cook, W.C. 1972. Comparative nutritive values of forbs, grasses and shrubs. En: C.M. McKell, J.P. Blaisdell y J.R. Goodin (Ed.) *Wildland shrubs - their biology and utilization.* USDA Forest Serv. Gen. Tech. Report INT-1, 394 pp.
- De Alba, J. 1971. Alimentación del ganado en América Latina. Prensa Médica Mexicana. México. 475 pp.
- De la Cruz, J.A., M. Zapien, M.E. Miranda, J.G. Noriega, J.A. de la Cruz y R. Vásquez. 1972. Reporte del estudio de la vegetación de los campos experimentales "Noria de Guadalupe", Municipio de Concepción del Oro, Zac., Ocampo, Coah., Matehuala, S.L.P., y Cuencamé, Dgo. del Centro Nacional de Investigaciones de Zonas Áridas. Saltillo, Coah., Mex. (Mimeo.).
- Giner, R.A., R.H. de Peña y J.M. Peña. 1982. Composición botánica de la dieta de caprinos en el Altiplano Central de México. *Pastizales* 13(1):2-6.
- González, H.C. 1984. Composición botánica de la dieta de caprinos en el norte de Zacatecas. I. Reunión Nal. sobre Caprinocultura. UAAAN, Saltillo, Coah., Mex. Mem., p. 21. (Abstr.).
- González, M.H. 1972. Manipulating shrub-grass plant communities in arid zones for increased animal production. En: C.M. McKell, J.P. Blaisdell y J.R. Goodin (Ed.). *Wildland Shrubs-their biology and utilization.* USDA Forest Serv. Gen. Tech. Report INT-1, 494 pp.
- Harris, L.E. 1970. Nutrition research techniques for domestic and wild animals. Vol. 1. Lorin E. Harris. Logan Utah, U.S.A., 112 pp.
- Huss, D.L. 1972. Goat response to use of shrubs as forage. En: C.M. McKell, J.P. Blaisdell y J.R., Goodin (Ed.). *Wildland Shrubs their biology and utilization.* USDA Forest Serv. Gen. Tech. Report INT-1, 494 pp.
- Kothman, M.M. and R.T. Hinnant. 1987. Direct measures of the nutritional status of grazing animals. En: *Monitoring animal performance and production Symposium Proc. Soc. Range Manage.* pp. 17-22

- Malechek, J.C. and C.L. Leinweber. 1972a. Forage selectivity by goats on lightly and heavily grazed ranges. *J.C. Range Manage.* 25:105-111.
- Malechek, J.C. and C.L. Leinweber. 1972b. Chemical composition and *in vitro* digestibility of forage consumed by goats on lightly and heavily stocked ranges. *J. Anim. Sci.* 35:1014-1019.
- Margalef, R. 1974. *Ecología*. Ediciones Omega. Barcelona, España, 951 pp.
- Maynez, M.A., A. García y A. Chávez. 1984. Valor nutricional de especies forrajeras a través del año en un matorral de gobernadora (*Larrea tridentata*). *Pastizales* 15(1):28-31.
- Puente, G.A. 1986. Composición botánica y nutritiva de la dieta de caprinos en pastoreo en un matorral micrófilo con y sin resiembra en la Región de Ocampo, Coah., Tesis Maestría en Ciencias. UAAAN, Saltillo, Coah., Mex. 52 pp.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación en México*. Limusa. México, 432 pp.
- Sparks, D.R. and J.C. Malechek. 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscope technique. *J. Range Manage.* 21:264-265.
- Stoddart, L.A., A.D. Smith and T.W. Box 1975. *Range management*. 3rd ed. McGraw-Hill. New York, U.S.A. 532 pp.
- Tilley, J.M.A. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grass Soc.* 18:104-111.
- Vazquez, M. 1981. Determinación de la dieta de caprinos en un matorral desértico micrófilo del Municipio de Ocampo, Coahuila, México. Tesis Licenciatura. UANE, Saltillo, Coah. 66 pp.
- Van Dyne, G.M., N.R. Brockington, Z. Azocs, J. Duek y C.A. Ribic. 1980. Large herbivore subsystem. En: A.I. Breymayer y G.M. Van Dyne (Ed.). *Grasslands, systems analysis and man*. IBP 19 pp 269- 537 Cambridge Univ. Press.
- Villalobos, J.C., J. Márquez, P. Vela, A. García, G. Melgoza, A. Chávez y L.C. Fierro. 1984. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de caprinos pastoreando en un matorral inerme parvifolio. X Congreso Nal. Buiatría. Mem. pp. 24-28.
- Wilson. A.D., J.H. Leigh, N.L. Hindley and W.E. Mulham. 1975. Comparison of the diets of goats and sheep on a *Casuarina cristata-Heterodendrum oleifolium* woodland community in western New South Wales. *Australian J. Agr. Sci. An. Hus.* 15:45-53.

INFILTRACION Y PRODUCCION DE SEDIMENTOS EN UN AREA REFORESTADA CON *Pinus halepensis* Mill

Julián Gutiérrez Castillo ¹
Manuel de Luna Romero ²

RESUMEN

El uso indiscriminado de los recursos naturales del país ha causado que disminuya considerablemente la cobertura vegetal, lo cual ha provocado la reducción de la infiltración y un incremento de las pérdidas de suelo. En algunos casos, se ha mencionado que una de las mejores formas para restaurar esos procesos es la reforestación; en base a lo anterior, el objetivo del presente estudio consistió en determinar las tasas de infiltración y la producción de sedimentos en cinco sitios con diferente edad de plantación. Para cumplir tal objetivo se utilizó un simulador de lluvias para aplicar 12 cm. de lluvia sobre parcelas de 1 m², con el fin de estimar las tasas de infiltración, la concentración y la producción total de sedimentos. Los datos fueron analizados en un diseño completamente al azar y con el uso de la prueba de medias de Tukey. Los resultados muestrales señalan que, aunque las mejores infiltraciones y la menor pérdida de suelo se encontraron en el área reforestada de mayor edad, tanto la infiltración como la producción de sedimentos no presentan relación con la edad de la plantación debido a que los sedimentos fueron estimados en los espacios entre el arbolado; los mismos resultados señalan que la cubierta del suelo y el porcentaje de suelo desnudo son los factores que determinan los procesos en estudio.

INTRODUCCION

El incremento en la desertificación causada por la explotación de los recursos por los humanos, se ha transformado en un grave problema. En las regiones áridas del norte de México, la tala inmoderada, los incendios, el sobrepastoreo, así como las sequías, han causado que la cubierta del suelo disminuya considerablemente, lo cual ha provocado la reducción de la infiltración y un incremento tanto de los escurrimientos superficiales, como de la producción de sedimentos.

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

2 Tesista

Si no se aplican prácticas de restauración, muchas de esas áreas continuarán disminuyendo su productividad debido a que el deterioro de los ecosistemas resulta en un desbalance del agua, las prácticas de rehabilitación deben estar dirigidas, en primer término, a incrementar la cubierta vegetal para aumentar la infiltración y disminuir los escurrimientos, las pérdidas de agua por evaporación, el radio de precipitación-transpiración y las pérdidas de suelo.

Dado que el período útil de las prácticas mecánicas para reducir las pérdidas de agua y suelo es muy corta, es imperativo que se establezca y mantenga una cubierta vegetal, pues ello ayudará a mantener tasas altas de infiltración y reducida producción de sedimentos. Muchos estudios señalan que las resiembras y las reforestaciones son una buena opción, para incrementar la cubierta vegetal en aquellas áreas en las cuales es mínima dicha cobertura; sin embargo, hay estudios que señalan de que la infiltración no aumenta en áreas reforestadas, pero si se reduce el agua en los horizontes del suelo debido a la mayor transpiración del arbolado. La contradicción de estos estudios hace necesario el contar con resultados específicos para cada sitio en que se hayan realizado plantaciones.

Dado lo anterior, y en virtud de los resultados obtenidos en estudios previos llevados a cabo en la zona reforestada con pino alepo (*Pinus halepensis* Mill) en el sureste de Coahuila, el objetivo del presente estudio consiste en determinar las tasas de infiltración y la producción de sedimentos en cinco sitios con diferente edad de plantación y en los espacios entre hileras de árboles.

REVISION DE LITERATURA

La simulación de la lluvia es una técnica que consiste en aplicar agua a parcelas experimentales, de una manera similar a las características de la precipitación natural; dicha simulación es una herramienta que ha sido utilizada en las últimas décadas con el fin de realizar estudios relacionados con los procesos de infiltración, escurrimiento superficial, interceptación y erosión. En la actualidad, esta técnica es de las más aceptadas por los estudiosos de la hidrología de bosques y pastizales, ya que con ella se pueden controlar las características de la lluvia natural y su tiempo de aplicación.

Los diferentes simuladores de lluvia de mayor uso han sido agrupados en dos grandes categorías: a) tipo aspersor, los cuales utilizan un sistema a presión (rehiletos, aspersores, etc.) para producir las gotas de lluvia, y b) tipo formadores de gota, en donde la misma se forma en la punta de los materiales utilizados (agujas hipodérmicas, tubos de plástico, goteadores de hilo) hasta que el peso de la gota supera la tensión superficial y cae.

Las ventajas que presentan los simuladores de lluvia son: 1) se obtienen resultados rápidos, 2) las intensidades y duraciones de la lluvia son controla-

bles, 3) el costo por unidad de dato es bajo, si se compara con los costos de un gran experimento que depende de la lluvia natural, 4) se tiene un control máximo sobre dónde, cuándo y cuáles datos deben recolectarse.

La simulación de la lluvia presenta las siguientes desventajas: 1) las áreas tratadas son muy pequeñas y pueden o no ser representativas del área general en estudio, 2) no producen una distribución del tamaño de gotas representativo de un evento natural, 3) la intensidad de la lluvia no presenta variaciones temporales, y 4) en su construcción son muy caros (Kirkby y Morgan, 1984; Neef, 1979).

La infiltración es aquella parte de la precipitación que es absorbida por el suelo mineral; el valor máximo que puede tomar es el valor de la precipitación efectiva, lo cual es muy común en aquellas áreas boscosas que no presentan mucho disturbio y en donde el escurrimiento superficial es casi imperceptible. Las tasas de infiltración de un sitio dependen de muchos factores los cuales han sido señalados en la literatura a través del tiempo, destacando, entre otros, el tipo de vegetación, la cantidad de cubierta, la etapa sucesional de la vegetación así como la actividad microbiana y de la fauna del suelo que se desarrolla alrededor de la vegetación; todos ellos definidos por el uso que se le da al suelo.

El agua que se precipita de la atmósfera y alcanza al suelo puede infiltrarse y quedar disponible para la evapotranspiración, o bien mantenerse sobre el suelo en las depresiones y evaporarse, o escurrirse sobre la superficie. El agua que se escurre sobre el suelo provoca el desprendimiento de sus partículas y la producción de sedimentos; ésta se puede definir como el flujo total de sedimentos en una cuenca hidrológica o una microcuenca en un tiempo dado (Kirkby y Morgan, 1984) e involucra el desprendimiento, transporte y depósito de partículas de suelo (Gutiérrez *et al.* 1988). Dado que la infiltración, el escurrimiento superficial y la producción de sedimentos son fenómenos asociados, el mismo uso del suelo tiene influencia sobre los tres procesos.

El impacto de las prácticas silvícolas sobre las tasas de infiltración y la producción de sedimentos, han sido reportadas en diversos estudios. La infiltración es similar estadísticamente en áreas con prácticas silvícolas intensivas y extensivas en bosques dominados por *Pinus palustris*, mientras que la producción de sedimentos es mayor en los sitios donde se utilizan prácticas intensivas (Wood *et al.* 1987). Se ha encontrado similitud en ambos procesos en bosques de *Pinus ponderosa* y *P. lambertiana* explotados previamente con diferentes métodos y en áreas no explotadas (Johnson y Bestcha, 1980).

En algunos lugares se ha cambiado la cubierta de árboles para producir mayor agua o forraje; cuando las comunidades de *Pinus monophylla* y *Juniperus* se han transformado a pastizal, no se han presentado cambios significati-

vos en la entrada del agua al suelo, ni en la pérdida del mismo, principalmente, después de que se han reestablecido las características superficiales del suelo, alteradas durante la transformación (Buckhouse y Gifford, 1976; Gifford *et al.* 1970; Williams *et al.*, 1969).

Una reforestación debe incrementar las tasas de infiltración conforme transcurre el tiempo, ello, con el desarrollo de las raíces al alterar las características físicas del suelo, pero el aumento en sí depende de las características de la vegetación y del suelo que presenta el sitio al hacerse la plantación (Gutiérrez y Dueñez, 1988). Se considera que algunas prácticas que se llevan a cabo antes de hacer una reforestación, reducen la absorción del agua por el suelo, por ejemplo, McNabb *et al.* (1989) señalan que después de explotar un bosque de *Pseudotsuga menziesii*, al aplicar un fuego controlado para poder llevar a cabo la restauración del arbolado, se presenta una reducción de la infiltración, la cual tiende a aumentar paulatinamente hasta regresar a su capacidad normal en corto tiempo. Ursic y Dendy (1965) señalan que, cuando los sitios se encuentran muy degradados, el tiempo en que se recupera la infiltrabilidad es mayor y para alcanzarla transcurren por lo menos 10 años después de que se ha reforestado el terreno.

El lugar en que se estima la infiltración y la producción de sedimentos dentro de un área reforestada definen las tasas de ambos procesos. Gutiérrez y Dueñez (1988) reportan que la infiltración en un área reforestada con *Pinus halepensis* está en relación con la edad de la plantación cuando estimaron dicho proceso debajo de la copa de los árboles; por otro lado, de acuerdo a Gutiérrez y Salazar (1986) la infiltración en los espacios desprovistos de arbolado en la misma área de pino alepo es estadísticamente diferente a áreas adyacentes sin reforestar, pero los sitios reforestados con pino alepo presentan gran variabilidad en ese proceso hidrológico. Roundy *et al.* (1978) hacen un señalamiento similar en otras áreas con bosque; estos autores señalan que en un bosque de *Pinus monophylla* y *Juniperus monosperma* la infiltración es mayor en las áreas debajo de los árboles que en los espacios entre ellos.

MATERIALES Y METODOS

La investigación aquí presentada se realizó en la zona de reforestación Zapalinamé, la cual está situada en un clima BWhw (x^1) (e) con régimen de lluvias de verano, presentándose más del 80% entre los meses de mayo y octubre; la precipitación normal anual es de 420 mm.; la temperatura media anual es aproximadamente de 18°C; la evaporación potencial anual supera los 2000 mm. (Gutiérrez y Salazar, 1986; Gutiérrez y Dueñez, 1988; Mendoza 1983).

Los suelos son de origen aluvio coluvial pertenecientes al orden Durostoll, presentan un epipedon mollico, descansando sobre un horizonte petrocálcico, el horizonte superficial presenta colores oscuros que varían de 10 YR 3/2 has-

ta 10 YR 3/4; el pH oscila entre 7.5 y 8.5; la textura varía de franca a franca-arcillosa, la consistencia es suelta en seco, fríasle en húmedo y ligeramente adhesiva y plástica en mojado, la estructura dominante es de bloques subangulares (Gutiérrez y Dueñez, 1988).

Para cumplir con el objetivo planteado, se utilizaron como tratamientos las áreas reforestadas en 1961 (27 años), 1966 (22 años), 1973 (15 años), 1977 (11 años) y un área adyacente sin reforestar. En cada una de las áreas fueron plantados pinos alepo y los suelos estaban cubiertos principalmente por *Bouteloua curtipendula*, *B. gracilis*, *Aristida* sp., *Condalia warnochii*, *Berberis trifoliata*, *Opuntia rastrera*, *Lycurus phleoides* y *Zinnia acerosa*, entre otras.

Para estimar las tasas de infiltración y la producción de sedimentos, se utilizó un simulador de lluvias basado en los principios y características del diseño reportado por Blackburn *et al.* (1974). Las pruebas se llevaron a cabo en seco durante el mes de junio de 1988, aplicando una intensidad de lluvia de 12 cm/hr. en siete parcelas de 1 m² para cada tratamiento, por un período de 60 minutos. En cada corrida de la lluvia se estimó el escurrimiento superficial cada cinco minutos, las tasas de infiltración se determinaron como la diferencia entre la lluvia simulada y el escurrimiento obtenido en cada período. Para el cálculo de la producción de sedimentos se tomó una muestra de 1 lt. del total de escurrimiento recolectado durante la prueba, para posteriormente, en el laboratorio, separar y determinar los sedimentos totales.

Con el fin de evaluar el efecto de la edad de la plantación sobre las tasas de infiltración en períodos de tiempo definidos y la producción de sedimentos totales, se utilizó un análisis de varianza en un diseño completamente al azar y una prueba de medias utilizando el método de Tuckey.

Se utilizó el método de cubierta área propuesto por Daubenmire (1959) para estimar un total de 12 variables de cobertura del suelo; en el laboratorio se analizaron los componentes de textura del suelo; la densidad aparente del suelo fue estimada con el método de excavación; el contenido de humedad, a través del método gravimétrico, y la pendiente del terreno con un clisímetro. Se utilizaron regresiones para relacionar todas estas variables con los resultados de infiltración y producción de sedimentos, y explicar sus diferencias.

RESULTADOS Y DISCUSION

El comportamiento de las tasas de infiltración en los 5 tratamientos se muestra en la Figura 1; en ella se observa que la entrada del agua en el suelo, al inicio del estudio, es estadísticamente similar ($P \leq 0.05$) en todas las áreas. Sin embargo, después de 10 minutos y hasta el término de la lluvia simulada, la infiltración presenta un comportamiento sostenido, observándose las tasas mayores en el área en que fueron plantados los pinos en el año 1961, lo cual con-

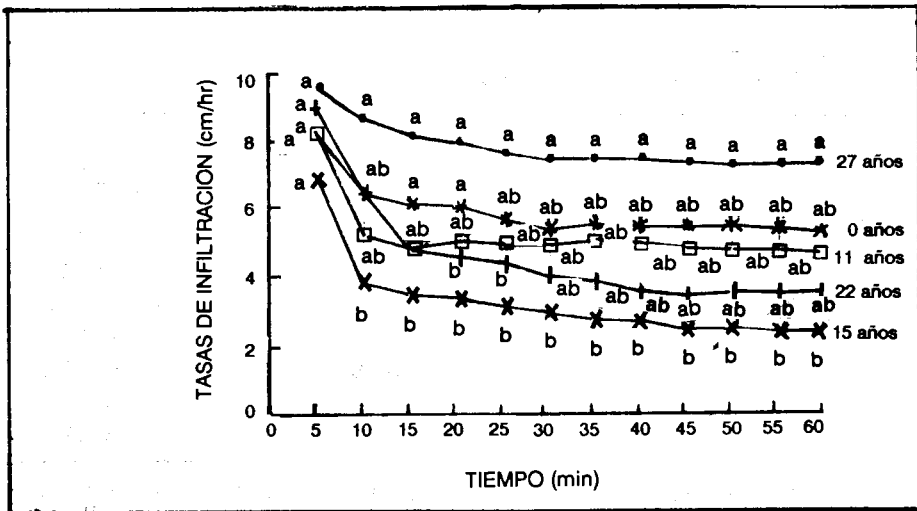


Figura 1. Tasas de infiltración (cm/hr) en suelos secos a diferentes intervalos de tiempo en cinco áreas de diversas edades de plantación en la zona reforestada Zapalinamé. Junio 1988.

cuerda con Gutiérrez y Dueñez (1988) y Gutiérrez y Salazar (1986). Por otro lado, los resultados del estudio señalan que el sitio sin reforestar presenta mayores infiltraciones que las restantes áreas con arbolado, lo cual se antepone a lo reportado por los últimos autores, pero confirma lo señalado por Roundy *et al.* (1978) y Gutiérrez y Dueñez (1988) en el sentido de que la infiltración de los suelos reforestados depende, en principio, del lugar en que se estima y de las condiciones del área antes de la plantación.

Los análisis estadísticos ($P \leq 0.05$) muestran que, después de 10 minutos de aplicar la lluvia simulada, el área cuya plantación se realizó 15 años antes es estadísticamente diferente en su infiltración al área reforestada con 27 años de anterioridad; ambas áreas no son diferentes en ningún tiempo a los otros tres sitios sometidos a estudio; lo anterior confirma lo señalado por Gutiérrez y Salazar (1986) en el sentido de que la infiltración de los espacios desprovistos de arbolado en un área reforestada no cambia significativamente su infiltración.

Los resultados de la infiltrabilidad de los suelos encontrados en el presente estudio son definidos, en principio, por la cobertura de la vegetación presente en los sitios y expresado por el inverso de la misma, o sea, el suelo desnudo; esta variable muestra una relación negativa con la infiltración (Cuadro 1) y concuerda con lo reportado por Gifford (1984), Roundy *et al.* (1978) y Wilcox *et al.* (1988). Además, la cubierta total de gramíneas, herbáceas, arbustos, hojarasca y microflora, presentan una relación positiva en la infiltración, explicando los comportamientos de este proceso hidrológico y coincide con lo señalado por Gutiérrez *et al.*, (1988), Striddels *et al.* (1988) y Wilcox *et al.* (1988).

Cuadro 1. Porcentaje de los diversos tipos de cubierta encontrados en las diferentes etapas de reforestación durante la estimación de la infiltración. Junio, 1988.

Tipo de Cubierta	Edad de la Reforestación (años)				
	0	11	15	22	27
Gramíneas	25.61	26.01	18.50	24.50	19.99
Herbáceas	8.90	9.60	13.40	4.35	4.15
Arbustos	4.40	4.75	7.34	2.55	3.10
Hojarasca	20.00	19.38	12.24	21.45	40.75
Microflora	16.31	13.66	15.68	16.20	11.95
Pedregosidad	19.75	21.75	20.05	18.25	13.75
Suelo Desnudo	4.93	4.75	12.79	12.30	6.21

Es conveniente mencionar que la absorción del agua por el suelo también se vio afectada por el contenido de humedad del mismo al inicio de las pruebas, ya que en el sitio de 15 años de edad de la plantación, el contenido presentó el valor más alto (11.21%) seguido del área con edad de 22 años (7.82%), presentando el resto de los tratamientos valores muy similares (3.85 a 4.20%); el efecto del contenido de humedad de un suelo fue señalado en estudios previos (Gifford, 1984).

La concentración media de sedimentos por litro de escurrimiento presenta diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre el área de mayor edad y el área de cero, 11 y 22 años de plantación (Figura 2), aunque las concentraciones de se-

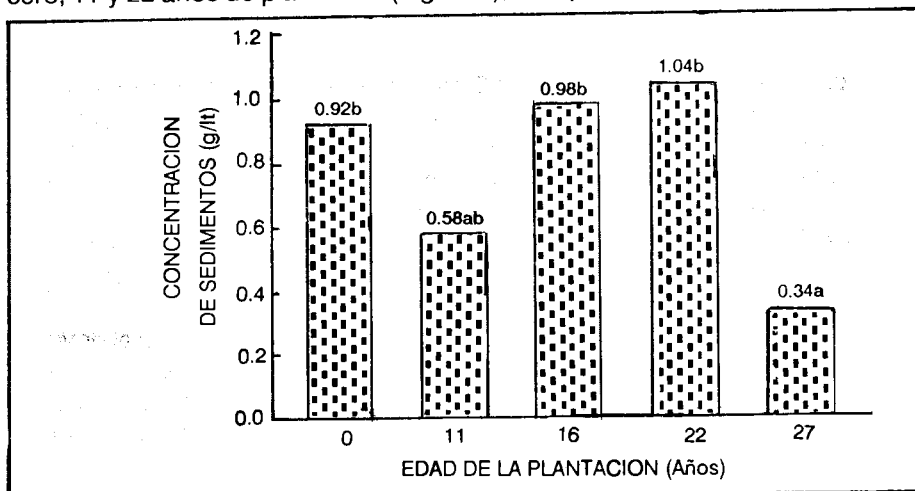


Figura 2. Concentración de sedimentos (gr/lit) en suelos secos en cinco áreas de diferente edad de plantación en la zona reforestada Zapalinamé. Junio 1988.

dimentos fueron muy similares en los tratamientos, con excepción del área de 27 años, el escurrimiento medio total fue algo variable. Durante el período de estudio, se aplicó un total de 12 cm de lluvia simulada para todos los tratamientos, obteniéndose 6.14 cm de escurrimiento superficial en el área plantada 11 años antes, 8.77 cm en el área reforestada de 15 años de edad, 7.46 cm entre el arbolado de 22 años y sólo 4.25 cm en la mayor edad. La producción total de sedimentos se muestra en la Figura 3, en la cual se puede destacar el efecto del agua escurrida; en este caso, la mayor producción se observa en la edad de 15 años, a diferencia de la concentración, que fue mayor en el área de 22 años.

Al comparar la producción de sedimentos, se tiene que el área con la plantación más antigua es estadísticamente ($P \leq 0.05$) diferente a las dos anteriores, pero similar al sitio sin reforestar y al de plantación de menor edad; nuevamente se observó una mayor protección de pérdidas de suelo en el arbolado más antiguo.

Las diferencias en pérdidas de suelo, expresadas a través de la producción de sedimentos, se puede explicar por las variaciones en la cubierta del suelo, ya que las propiedades internas del mismo como la textura, densidad aparente, estructura y materia orgánica, fueron similares en los tratamientos, mientras que la cubierta de hojarasca y la cubierta de biomasa en pie presentan relación inversa con la pérdida de suelo, tal como lo reporta Gifford (1984) y Wilcox *et al.* (1988).

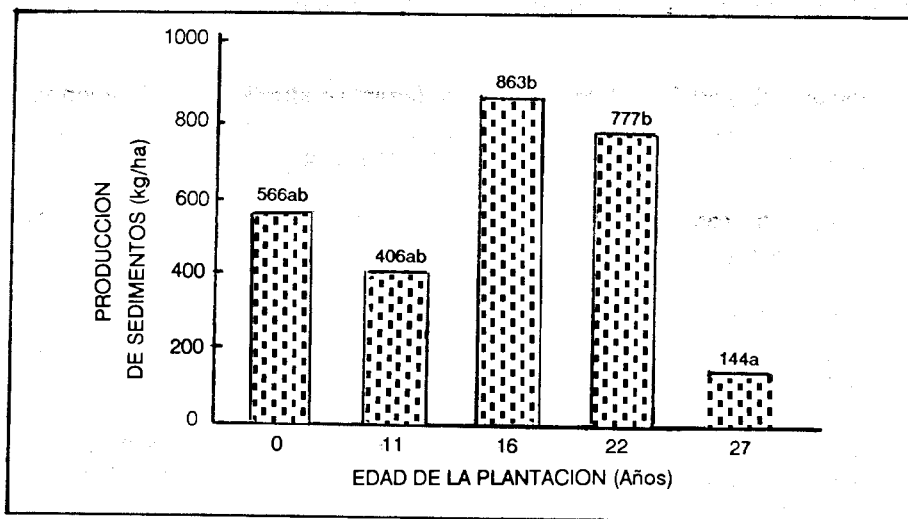


Figura 3. Producción total de sedimentos (kg/ha) en suelos secos en cinco áreas con diferente edad de plantación en la zona reforestada Zapalinamé. Junio 1988.

CONCLUSIONES

En base a las observaciones realizadas en la zona reforestada con pino alepo y a los análisis estadísticos llevados a cabo a través de la presente investigación, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

1. El sitio donde se estima la infiltración, los escurrimientos superficiales y la pérdida de suelos dentro de una área reforestada, definen el grado de eficiencia de la misma.
2. La infiltración y la producción de sedimentos en los espacios entre árboles no presentan relación con la edad de la plantación.
3. Las condiciones de erodabilidad de un suelo, antes de llevarse a cabo una reforestación, determinan el grado de restauración de las tasas de infiltración y la producción de sedimentos en un área reforestada.
4. El porcentaje de cubierta de un suelo y de suelo desnudo en los espacios entre árboles del área reforestada con pino alepo, determinan las tasas de infiltración y la producción de sedimentos.

BIBLIOGRAFIA

- Blackburn, W.H.; R.O. Meewing and C.M. Skau. 1974. A mobile infiltrometer for use on rangeland. *J. Range manage.* 28(4): 322- 323. U.S.A.
- Buckhouse, J.C. and G.F. Gifford. 1976. Sediment production and infiltration rates as affected by grazing and debris burning on chained and seeded pinyon juniper. *J. Range Manage* 29(1): 83-85 U.S.A.
- Daubenmire, R. 1959. A canopy-coverage method of vegetational analysis. *Northwest Science* 33(1): 43-64 U.S.A.
- Gifford, G.F. 1984. Vegetation allocation for meeting site requirements. In: Developing strategies for rangeland management, National Research Council/National Academy of Sciences Westview Press. pp. 35-116. U.S.A.
- Gifford, G.F.; G. Williams and G.B. Coltharp. 1970. Infiltration and erosion studies on Pinyon-Juniper conversion sites in south Utah. *J. Range Manage* 23(5) 402-406 U.S.A.
- Gutiérrez C.J. y A. Dueñez 1988. Relación de tasas de infiltración-Edad de la plantación en la zona reforestada Zapalinamé. *Revista Agraria. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro* 4(2): 158-179. Saltillo, México.

- Gutiérrez C.J. y M.A. Salazar C. 1986. Impacto de la reforestación Zapalinamé sobre las tasas de infiltración. *Revista Agraria. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro* 2(2): 286- 302. Saltillo, México.
- Gutiérrez C.J.; A. Zárate L.; L.A. Natividad B., J.A. Díaz G. y J.G. Medina T. 1988. Infiltración y producción de sedimentos en tres unidades de suelo ocupadas por pastizal mediano abierto. *Revista Manejo de pastizales SOMMAP* 2(1): 23-26 México.
- Johnson, M.G. and R.L. Beschta. 1980. Logging, infiltration capacity and surface erodability in Western Oregon. *J. Forestry* 78(3):334-337 U.S.A.
- Kirkby, M.J. y R.P. Morgan. 1984. *Erosión de los suelos*. Ed. Limusa. México. 375 p.
- McNabb, D.H; F. Gaweda and H.A. Froehlich. 1989. Infiltration, water repellency and soil moisture content after broadcast burning a forest site in southwest Oregon, *J. Soil and Water Cons.* 44(1):87-90 U.S.A.
- Mendoza H, J.M. 1983. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata de la UAAAN. Depto. de Agrometeorología Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, México. 616 p.
- Neff, E.L. 1979. Why rainfall simulation. In: *Pro of the rainfall simulators workshop*. USDA. Sci. Review and Manuals A.R.M.-W-10.85 p. U.S.A.
- Roundy, B.A., W.H. Blackburn and R.E. Eckert. 1978. Influence of prescribed burning on infiltration and sediment production in the pinyon-juniper woodland, Nevada. *J. Range Manage.* 31(4) 250-253. U.S.A.
- Sánchez C., I. 1987. Uso de simuladores de lluvia como herramienta en estudios de agricultura de temporal. *Seminarios Técnicos. PRONAPA - INIFAP SARH.* 4(4): 84-124. Durango, México.
- Striddeless B., G.R; J. Dueñez A. y J. Gutiérrez C. 1988. Efecto del complejo vegetación-suelo sobre las tasas de infiltración. Resúmenes de 4º Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Zacatecas, México p. 7.
- Ursic, S.J. and F.E. Dendy. 1965. Sediment yields from small watersheds under various land uses and forest cover In: *Proc. Fed. Inter-Agency Sedimentation Conf.* 1963. USDA. Mis. Publ. 970. pp 47-52 U.S.A.
- Wilcox, B.P; M.K. Wood and J. Tromble. 1988. Factors influencing infiltrability of semiarid mountain slopes. *J. Range Manage.* 41(3): 197-206 U.S.A.

Williams G., G.F. Gifford y G.B. Coltharp. 1969. Infiltrometer studies on treated vs. untreated pinyon juniper sites in central Utah. *J. Range Manage* 22(2): 110-114. U.S.A.

Wood, J.C.; W.H. Blackburn, H.A. Pearson, T.K. Hunter and R.W. Rnight. 1987. Assesement of silvicultural and grazing treatment impacts on infiltration and runoff water quality of long leaf - slash pine forest Disatchie National Forest, Lousiana.

Colaboradores

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

CONTENIDO

ACCION GENICA Y CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y DE CALIDAD DE FIBRA EN ALGODON (<i>Gossypium hirsutum</i> L.). Parga Torres, V.M.; Kuruvadi, S.; Palomo G. A.; Borrego E., F.	101
ADAPTACION DEL ZACATE LLORON <i>Eragrostis curvula</i> (Schrad). Nees BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN NAVIDAD, N.L. Y OCAMPO, COAHUILA. González Domínguez, J.R. Górnex Martínez, S.; Cárdenas Ramos, F.	114
COMPARACION DE DIFERENTES CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS Y CORRELACIONES EN CEBADA DE DOS Y SEIS HILERAS. Kuruvadi, S.; Zúniga Enríquez, J.C.	124
EFFECTOS GENETICOS EN HIBRIDOS DE MAIZ TROPICAL (<i>Zea mays</i> L.) I Rendimiento. Martínez Zambrano, G.	141
PESO DE SEMILLA Y SU RELACION CON VIGOR DE PLAMULA EN ZACATE BANDERILLA <i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr González Domínguez, J.R.; Hinojosa Alvizo, S.J.; Gómez Martínez, S.	150
DETERMINACION DE LA TEMPERATURA UMBRAL Y CONSTANTE TERMICA DE LA PALOMILLA DE LA PAPA <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller). Memández Velázquez, V.M.; Guerrero Rodríguez, E.	162
DIETA DE CAPRINOS EN UN SITIO DE MATORRAL MICROFILO López Trujillo, R; Barrera M., J.; Vazquez R., M.	167
INFILTRACION Y PRODUCCION DE SEDIMENTOS EN UN AREA REFORESTADA CON <i>Pinus halepensis</i> Mill Gutiérrez Castillo, J.; De Luna Romero, M.	178