

EFFECTO DE LA ARQUITECTURA DE LA PLANTA Y LA DENSIDAD DE POBLACION EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE RASTROJO DEL MAIZ¹

Juan M. Cabrales Flores, Javier J. Castellanos Flores, Salvador Fernández Rivera², Manuel Livera Muñoz³ y Víctor A. González Hernández³

RESUMEN

Para estudiar la influencia de la arquitectura de la planta y de la densidad de población sobre el rendimiento y calidad nutritiva del rastrojo de maíz (*Zea mays* L.), se evaluó a cinco genotipos. Cuatro de ellos fueron líneas de diferente ángulo de la hoja y proliferación: a) con hojas horizontales o arquitectura "Normal" y una mazorca; b) con hojas erectas arriba de la mazorca y horizontales abajo, o arquitectura tipo "Mock", de una mazorca; c) con todas las hojas erectas, o arquitectura tipo "Piña", de proliferación normal; y d) "Prolífica" de arquitectura normal; además, se incluyó un híbrido comercial (H-30, arquitectura normal). El estudio se efectuó en Chapingo, México, bajo riego, empleando dos densidades de población (50 000 y 150 000 plantas/ha). En comparación con la baja densidad, la alta redujo el rendimiento de rastrojo por planta en todos los genotipos debido a que disminuyó la acumulación de biomasa en todos sus componentes (hoja, tallo, bráctea y olote), y además abatió la calidad del rastrojo al causar un decremento de la digestibilidad del tallo en las líneas (no en el híbrido) y un aumento de 3% en el contenido de fibra detergente neutro en todos los genotipos. Las líneas de hoja erecta ("Piña" y "Mock") y la "Prolífica" acumularon más biomasa en bráctea, hoja y olote,

y tuvieron olotes y brácteas más digestibles y con menor contenido de fibra detergente neutro, que la línea "Normal" de hojas horizontales. En rendimiento de rastrojo, el híbrido superó a todas las líneas debido a su mayor peso en tallo y olote, pero su calidad de rastrojo fue menor que el de las líneas por tener un mayor contenido de fibra detergente neutro.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Zea mays L., ángulo de hojas, proliferación, distribución de materia seca, fibra detergente neutro, digestibilidad.

SUMMARY

The influence of plant architecture and population density on the yield and nutritive quality of maize (*Zea mays* L.) stover, was studied on five genotypes. These were four lines of different leaf angle and prolifacy: a) horizontal leaves, or "Normal" architecture, and one ear per plant; b) erect leaves above ear and horizontal leaves below ear, or "Mock" type architecture, and one ear per plant; c) all leaves erect ("Piña" type) and one ear per plant; and d) "Prolific" of two ears per plant and normal architecture; it was also included a commercial hybrid (H-30; normal architecture). The experiment was done at Chapingo, State of México, under irrigated conditions using two plant densities (50 000 and 150 000 plants/ha). Compared to the low population density, the high one caused a reduction in stover yield per plant in all genotypes, because biomass accumulation decreased in each stover component (leaf, stem, husk and cob); besides, the high population diminished the stover quality since it decreased the stem digestibility in all the lines (not in the hybrid) and increased in 3% their neutral detergent fiber content. The erect-leaf lines ("Piña" and "Mock") and the "Prolific" one had more

¹ Parte de la tesis profesional que presentaron los dos primeros autores para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia en la Universidad Autónoma Chapingo.

² Profesor-Investigador, Departamento de Zootecnia, UACH. 56230. Chapingo, México. Actualmente en ICRISAT/ILCA, BP 12404 Niamey, Niger.

³ Profesores-Investigadores, Centro de Genética, Colegio de Postgraduados. 56230 Montecillo, Texcoco, Méx.

biomass in husk, leaf and cob, and had more digestible cobs and husks, as well as less neutral detergent fiber content, than the "Normal" line of horizontal leaves. The maize hybrid yielded more stover than the four lines, due to its higher stem and cob dry weight, although its stover quality was less than in the lines because of its higher fiber content.

ADDITIONAL KEY WORDS

Zea mays L., leaf angle, prolificacy, dry matter distribution, neutral detergent fiber, digestibility.

INTRODUCCION

Los residuos de cosecha (i.e., rastrojo), sobre todo de cereales cultivados, son usados con frecuencia para la alimentación de rumiantes, a pesar de su elevado contenido de compuestos estructurales y bajo contenido de nitrógeno, por lo que el rastrojo generalmente es de baja digestibilidad y de valor limitado como fuente de energía.

Sin embargo, resultados recientes de investigación obtenidos en Chapingo sugieren que algunos genotipos de maíz, además de ser buenos rendidores de grano, producen un rastrojo con características deseables en términos de calidad nutricional (Salas *et al.*, 1989). Por su parte, Lara (1990) observó que la densidad de población afectó la composición relativa (proporción de los distintos órganos de la planta) del rastrojo de maíz. Tomando en cuenta lo anterior, así como la existencia de genotipos de esta especie que contrastan en arquitectura de planta, la cual puede modificar la intercepción de energía radiante por el dosel vegetal y su adaptación a las altas densidades de población, el presente trabajo se planteó con el objeto de estudiar el efecto de dicha arquitectura y de la densidad sobre el rendimiento y calidad del rastrojo de maíz.

REVISION DE LITERATURA

El rendimiento de biomasa por hectárea es una función de la densidad de población y del tamaño de la planta. Aún en condiciones óptimas de humedad, temperatura y fertilidad del suelo, las altas densidades de población aumentan la altura del tallo en maíz, pero disminuyen su diámetro y la longitud y anchura de la hoja, debido principalmente a que se induce una mayor competencia por la luz (Huerta, 1969; Collins *et al.*, 1971).

En maíz, Genter y Camper (1973) encontraron que al aumentar la población de 34 600 a 54 300 plantas/ha, el total de materia seca producida por hectárea también aumentó, no obstante que se redujo el peso de la mazorca y el diámetro del tallo, a la vez que se incrementó el porcentaje de plantas "jorras" (sin mazorca) y acamadas. Sin embargo, la composición relativa de la planta, es decir, el tamaño relativo de sus órganos, se mantuvo constante. Similarmente, Iremiren y Milbourn (1978) encontraron que el rendimiento total de biomasa aérea en maíz aumentó asintóticamente cuando la densidad fue incrementada por arriba de 170 000 plantas/ha.

Por su parte, Poneleit y Egli (1979) detectaron cambios en el rendimiento de los componentes de la planta de maíz al incrementar la densidad de población de 11 325 a 45 302 plantas/ha, sin haber interacción entre genotipo y la densidad de población.

En cuanto a calidad de rastrojo, Robinson y Murphy (1972) no encontraron efectos significativos de la densidad de población en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de distintas partes de la planta. Tampoco Bryant y Blaser (1968) observaron efecto del

aumento en la densidad sobre la calidad del rastrojo de maíz.

El crecimiento y la producción de materia seca en las plantas está directamente relacionada con la utilización de la radiación solar (Donald, 1963; Williams *et al.*, 1968; Daughtry *et al.*, 1983), y ésta, a su vez, es influenciada por la estructura del follaje. Al respecto, Rutger y Crowder (1967) sugieren que las plantas con hojas erectas pueden producir rendimientos más altos que las plantas con hojas no erectas, debido a que en aquéllas las hojas inferiores son menos sombreadas por la misma planta. Una extensión lógica de esta hipótesis es que las plantas con hojas erectas pueden ser sembradas a mayor densidad de población y producir tanta materia seca como otras plantas de hojas no erectas sembradas a menor densidad.

En Chapingo, Salas *et al.* (1989) encontraron diferencias genotípicas en el rendimiento de tallo, olote y grano, así como en la composición relativa de hoja, bráctea y tallo en el rastrojo del maíz, aunque el rendimiento de grano no estuvo correlacionado con dicha composición relativa. Genter y Camper (1973) también observaron diferencias genotípicas en cuanto al porcentaje de paredes celulares, la proporción de hojas y el diámetro del tallo, al comparar híbridos de maíz. Similarmente, Fernández y Klopfenstein (1989) detectaron variación entre híbridos de maíz en la proporción de paredes celulares, y en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de hoja y bráctea, aunque sólo las diferencias en bráctea fueron significativas; estos autores agregaron que la correlación entre rendimiento de grano y calidad de rastrojo fue baja, lo que sugiere que estas características son genéticamente independientes.

Según Fahey y Merchen (1987), el rastrojo fibroso, como el proveniente de cereales, contiene dos tipos de compuestos desde el punto de vista nutricional. Un tipo incluye a todos los componentes del contenido celular cuya digestibilidad es cerca del 100%; el otro tipo corresponde a las paredes celulares ("fibra"), que son mucho menos nutritivas para el animal que las consume porque no son digeribles por enzimas proteolíticas o diastásicas, sino sólo por fermentación microbiana en el tracto digestivo. Una técnica para estimar el contenido de fibra es la llamada fibra detergente neutro, la cual separa las estructuras no digestibles y de digestión lenta del rastrojo o forraje (i.e., celulosa, hemicelulosa, lignina, y otros componentes de la pared celular), de aquéllas que son altamente digestibles. La digestibilidad *in vitro* es un método que simula la digestión ruminal mediante fermentación con líquido ruminal, seguida de digestión con pepsina; los valores *in vitro* son comparables a los obtenidos *in vivo* con rumiantes.

MATERIALES Y METODOS

Se estudió a cinco genotipos que incluyeron al híbrido comercial H-30 y a cuatro líneas endogámicas formadas por el área de Fisiotecnia del Colegio de Postgraduados, las cuales contrastan en su arquitectura foliar y en su grado de proliferación: hojas horizontales y una mazorca (tipo "Normal"), hojas superiores cortas y erectas e inferiores largas y horizontales (tipo "Mock"), todas las hojas erectas (tipo "Piña"), y hojas horizontales con dos o más mazorcas ("Prolífica"). El híbrido es de tipo normal. Todos los genotipos fueron cultivados en Chapingo, Méx. bajo dos densidades de población (50 000 y 150 000 plantas/ha) en condi-

ciones de riego. Los 10 tratamientos resultantes, con tres repeticiones, se sembraron el 30 de abril de 1987 en parcelas de 8 surcos de 8 m de largo y 0.80 m de ancho, con una fertilización de 120-60-00. Las muestras de rastrojo consistieron de seis plantas completas por parcela tomadas de los seis surcos centrales y después de la cosecha de las mazorcas, cuando el grano tenía 14% de humedad.

Cada muestra fue separada en hoja (H), bráctea visible (B), tallo (T) y olote (O), las cuales se secaron a 55°C, se pesaron y se analizaron en el laboratorio de Forrajes del Depto. de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, para determinar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (MSD) con la técnica de Tilley y Terry (1963) y el contenido de fibra detergente neutro (FDN) de acuerdo al método de Van Soest y Wine (1967).

Las variables de respuesta registradas fueron: rendimiento de materia seca (RMS, g materia seca (MS/planta), de B, H, T, O y rastrojo ($R = B + H + T$); composición relativa (CR, g/kg MS) de B, H y T en R; contenido de FDN (g/kg MS) y digestibilidad *in vitro* (g MS digestible (MSD)/kg MS) de B, H, T y O. El grano no se incluyó porque ya se había cosechado antes y porque este estudio se enfocó únicamente a la calidad de la materia seca residual (rastrojo).

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones, cuyo análisis estadístico fue realizado utilizando un modelo que incluyó los efectos fijos de densidad, genotipo, y la interacción genotipo x densidad. Se calcularon contrastes ortogonales para estimar efectos y comparar las medias de tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento de materia seca (g MS/planta) de los componentes del rastrojo y de olote

El rendimiento por planta, del rastrojo y sus componentes (Hoja + bráctea + olote + tallo) fueron significativamente afectados por el genotipo y la densidad de población, pero no por la interacción entre estos dos factores. El rendimiento por hectárea únicamente fue influenciado significativamente por la densidad. Al aumentar la densidad de población de 50 000 a 150 000 plantas/ha, el rendimiento de MS por planta disminuyó de 25 a 12 g en bráctea, de 43 a 33 g en hoja, de 14 a 8 g en olote, de 52 a 43 g en tallo y de 121 a 88 g en rastrojo. Sin embargo, el rendimiento de MS por unidad de superficie fue muy superior en la densidad de población más alta, en todas las partes de la planta (41% en B, 129% en H, 147% en T, y 81% en O).

Bryant y Blaser (1968) y Poneleit y Egli (1979) también encontraron que conforme se incrementa la densidad de población, disminuye el peso de los constituyentes individuales de la planta. La reducción de la producción individual de las plantas de maíz puede ser debida al estrés ambiental resultante de una mayor competencia entre plantas por agua, luz y nutrientes (Prine y Schroder, 1964).

En promedio de las dos densidades, la línea de maíz "Normal" no prolífica produjo una menor cantidad de bráctea pero cantidades similares de H, T u O que la línea "Prolífica". El tipo "Mock" produjo más B, más H, y por lo tanto más R que el maíz "Normal". Similarmente, el tipo "Piña" produjo más B, H y O que la línea "Normal" (Cuadro 1). Estas diferencias entre

líneas pueden estar asociadas con la mayor eficiencia en la utilización de la radiación solar en genotipos con hoja erecta (Donald, 1963; Williams *et al.*, 1968; Daughtry *et al.*, 1983). Al respecto, McCloud *et al.* (citados por Rutger y Crowder, 1967) sugirieron que las plantas con hojas erectas pueden producir rendimientos más altos que las plantas con hojas no erectas, debido a que las hojas inferiores son menos sombreadas y utilizan con mayor eficiencia la radiación solar.

La superioridad del híbrido de cruza doble H-30, respecto a las líneas, en producción de rastrojo, y de la mayoría de sus componentes, se atribuye a la heterosis que ocasiona un mayor tamaño de la planta y de sus órganos, especialmente en el número y tamaño de hojas, altura de planta (peso de tallo) y tamaño de la mazorca (peso del olote).

Composición relativa de la materia seca de los componentes del rastrojo y del olote

El genotipo influyó significativamente en la composición relativa de H, B y T, pero no en la de O, mientras que la densidad de población sólo afectó estadísticamente a la proporción de B y T; la interacción entre genotipo y densidad no tuvo efecto en los componentes del rastrojo.

Al elevar la densidad de población de 50 000 a 150 000 plantas/ha hubo una disminución significativa de la proporción (g/kg MS) de B en R de 214 a 134, mientras que la proporción de T aumentó de 421 a 488 y la proporción de H se mantuvo constante en 371. Esto concuerda en parte con Bryant y Blaser (1968), quienes encontraron que la proporción de bráctea disminuyó conforme

Cuadro 1. Rendimiento de materia seca (g MS/planta) de los componentes del rastrojo y del olote en diferentes genotipos de maíz, en promedio de dos densidades de población.

Tipo	Bráctea ^{abc(*)}	Hoja ^{bc}	Tallo	Olote ^c	Rastrojo ^{bc}
H-30	18.0	46.7	73.7	15.3	138.7
"Mock"	22.0	35.7	42.0	9.7	100.0
"Normal"	10.3	27.2	33.0	7.7	70.7
"Prolífico"	19.3	31.8	42.7	10.7	93.8
"Piña"	23.8	49.2	46.8	13.0	119.7
E.E.M. ^d	2.5	2.7	6.4	1.2	9.5

(*) Contrastes ortogonales significativos ($\alpha = 0.05$) entre líneas de maíz.

a. "Normal" vs "Prolífico".

c. "Normal" vs "Piña"

b. "Normal" vs "Mock"

d. Error estándar de la media.

la densidad de población incrementó de 39 000 a 98 800 plantas/ha, y que la proporción de hoja y tallo sólo fueron afectados ligeramente. Rutger y Crowder (1967) consideraron que la disminución del tamaño de la mazorca por efecto de la alta densidad de población explica la reducción en la proporción de bráctea, ya que ésta pudo disminuir conjuntamente con el tamaño de la mazorca.

En cuanto a diferencias genotípicas (Cuadro 2), la línea "Normal" no prolífica tuvo una menor proporción de B, pero proporciones similares de H, T u O, que la línea "Prolífica". El tipo "Mock" tuvo una mayor proporción de B y una menor proporción de H, pero proporciones similares de T u O, que la línea "Normal". Similarmente, el tipo "Piña" tuvo mayores proporciones de B y de H, pero proporciones similares de T u O, que el genotipo "Normal". El híbrido H-30 sólo superó a las líneas en la proporción de T, en concordancia con el alto peso de este órgano y la heterosis, como se indicó antes.

La mayor proporción de B en el rastrojo de las líneas "Prolífica", "Mock" y "Piña" se atribuye a un mayor número de mazorcas por planta, ya que los últimos dos tipos también tienden a ser prolíficas. Sin embargo, la influencia de la arquitectura de la planta en la proporción de hoja en el rastrojo no fue consistente; en este caso sólo destaca el tipo "Piña", que se caracteriza por tener hojas muy anchas. En concordancia con los datos antes mostrados, las líneas endogámicas resultaron superadas por el híbrido H-30 en la proporción de T en el rastrojo.

Cuadro 2. Composición relativa (g/kg MS) de los componentes del rastrojo que mostraron diferencias significativas entre genotipos de maíz, en promedio de dos densidades de población.

Tipo	Bráctea ^{abc(*)}	Hoja ^{bc}	Tallo ^d
H-30	130	340	530
"Mock"	215	362	424
"Normal"	136	390	474
"Prolífico"	194	340	466
"Piña"	197	427	377
E.E.M. ^d	22.8	13.4	29.5

(*) Contrastes ortogonales significativos ($\alpha = 0.05$) entre líneas de maíz.

a. "Normal" vs "Prolífico"

b. "Normal" vs "Mock"

c. "Normal" vs "Piña"

d. Híbrido H-30 vs líneas

e. Error estándar de la media

Digestibilidad *in vitro* de la materia seca de los componentes del rastrojo y del olote

Ni la densidad de población ni su interacción con genotipo influyeron sobre la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de H, B u O, resultados que coinciden con los de Iremiren y Milbourn (1978) y Robinson y Murphy (1972). Ello sugiere que la densidad de población influye únicamente sobre la magnitud de los componentes del rendimiento del rastrojo, pero no sobre la calidad de los mismos.

En cambio, el tipo de planta influyó significativamente sobre la digestibilidad de

B, H, T y O (Cuadros 3 y 4). En el Cuadro 3 se observa que la digestibilidad del olote en la línea "Normal" fue menor que en las líneas tipo "Mock" y "Piña", pero la digestibilidad de hoja y bráctea no fue diferente entre tales genotipos. Asimismo, la línea "Normal" tuvo menor digestibilidad que la del tipo "Piña" y que la "Prolífica", en B y H, respectivamente. Nótese que en este estudio, el vigor híbrido no influyó en la digestibilidad de componente alguno del rastrojo o del olote, ya que el híbrido H-30 presentó valores iguales o menores que los de las líneas endogámicas. También Roth *et al.* (1987) han encontrado diferencias en calidad del rastrojo entre genotipos.

Cuadro 3. Digestibilidad *in vitro* (g MSD/kg MS) de la materia seca de varios componentes del rastrojo y del olote en diferentes genotipos de maíz, en promedio de dos densidades de población.

Tipo	Bráctea ^{b(*)}	Hoja ^c	Olote ^{ab}
H-30	464	584	480
"Mock"	420	593	513
"Normal"	426	585	451
"Prolífico"	453	639	502
"Piña"	457	618	585
E.E.M. ^d	10.4	14.5	20.6

(*) Contrastes ortogonales significativos ($\alpha = 0.05$) entre líneas de maíz.

a. "Normal" vs "Mock" c. "Normal" vs "Prolífico"

b. "Normal" vs "Piña" d. Error estándar de la media.

Los resultados anteriores sugieren que tales diferencias en calidad del rastrojo están más asociadas con la arquitectura de la planta que con el grado de heterosis. Sin embargo, debe considerarse que en este trabajo puede haber efectos confundidos entre las

Cuadro 4. Efecto de la interacción genotipo x densidad de población sobre la digestibilidad *in vitro* (g MSD/kg MS) de la materia seca del tallo en diferentes genotipos de maíz.

Tipo	Densidad de población (miles de plantas/ha)	Tallo ^{a(*)} (Digestibilidad)
H-30	50	339
H-30	150	359
"Mock"	50	605
"Mock"	150	460
"Normal"	50	529
"Normal"	150	415
"Prolífico"	50	463
"Prolífico"	150	364
"Piña"	50	546
"Piña"	150	493
E.E.M. ^b		23.2

a. Interacción significativa entre genotipo x densidad, $\alpha = 0.05$. b. Error estándar de la media.

características aquí usadas para definir la arquitectura del maíz y las muchas otras no identificadas. Para evitar tal confusión sería indispensable formar pares de líneas isogénicas para cada una de esas características y someter dichos pares a evaluación.

La interacción entre genotipo y la densidad de población fue significativa únicamente para digestibilidad del tallo. El incremento en la densidad de población provocó que disminuyera la digestibilidad del tallo en todas las líneas evaluadas, aunque en menor grado en la tipo "Piña", pero no en el híbrido H-30 (Cuadro 4). Las diferencias observadas entre el híbrido y las

líneas sugieren que la heterosis no sólo mejora la producción de MS en el tallo, sino también le confiere estabilidad en su digestibilidad al aumentar la densidad de población. En la digestibilidad del tallo sólo hubo influencia de la arquitectura de la planta en combinación con la densidad de población, aunque sería conveniente evaluar los diversos tipos en condición heterótica.

Contenido de fibra detergente neutro (g FDN/kg MS) de la materia seca de los componentes del rastrojo y del olote

Hubo efectos genéticos significativos en el contenido de FDN de B, T y O, mientras que la densidad sólo afectó a la FDN de la H; la interacción entre ambos factores no fue significativa para ninguno de los componentes del rastrojo.

En este caso, el incremento en la densidad de población de 50 000 a 150 000 plantas/ha provocó un aumento promedio de 3% en el contenido de FDN (g FDN/kg MS) de la hoja, tendencia que coincide con lo señalado por Van Soest *et al.* (1978) para gramíneas. Si bien estos resultados son consistentes con el efecto de la densidad de población sobre la digestibilidad, se considera que por su baja magnitud hubo poca influencia de la densidad sobre el contenido de FDN de los componentes del rastrojo; ello indica que es posible aumentar la densidad de población al nivel deseado sin comprometer seriamente la calidad del rastrojo, en cuanto a su contenido de fibra no digerible.

Acerca del efecto genético, tanto la línea "Normal" como el híbrido H-30 tuvieron un mayor contenido de componentes estructurales (fibra) en T y O que las líneas con hojas erectas ("Mock" y "Piña") y que la línea "Prolífica" (Cuadro 5). Esto último sugiere que el consumo por animal de rastrojo de

maíz con hojas erectas y/o prolífico podría ser mayor que el de rastrojo de maíz con hojas horizontales ("Normal" y H-30).

Cuadro 5. Contenido de fibra detergente neutro (g FDN/kg MS) de los componentes del rastrojo y del olote en diferentes genotipos de maíz, en promedio de dos densidades de población.

Tipo	Bráctea	Hoja	Tallo ^{abc(*)}	Olote ^{abc}
H-30	903	795	860	929
"Mock"	861	762	768	884
"Normal"	922	781	910	945
"Prolífico"	909	774	766	909
"Piña"	914	781	667	901
E.E.M. ^d	13.4	9.9	25.3	11.5

(*) Contrastes ortogonales significativos ($\alpha = 0.05$) entre líneas de maíz.

a. "Normal" vs "Prolífico"

c. "Normal" vs "Piña."

b. "Normal" vs "Mock"

d. Error estándar de la media.

En esta característica (FDN) se aprecia un claro efecto positivo de la arquitectura foliar y de la prolificidad, en donde las hojas erectas y la presencia de dos o más mazorcas por planta reducen el contenido de componentes estructurales no digestibles.

CONCLUSIONES

El aumento en la densidad de población, de 50 a 150 mil plantas de maíz por hectárea, causó:

1) Reducción en el rendimiento de rastrojo por planta en los genotipos evaluados, debido a que abatió la acumulación de biomasa en todos sus componentes (hoja, tallo, bráctea y olote). No obstante, la alta

densidad aumentó el rendimiento de rastrojo por hectárea.

2) Abatimiento de la digestibilidad de la materia seca acumulada solamente en el tallo de las líneas, pero no en la del híbrido, y un pequeño aumento (3%) del contenido de fibra detergente neutro en las hojas de todos los genotipos.

En cuanto al efecto genotípico, se encontró que:

3) El híbrido superó a todas las líneas en el rendimiento de rastrojo, debido principalmente a su mayor peso seco en tallo y olote. Sin embargo, el híbrido mostró igual digestibilidad de la materia seca y un mayor contenido de fibra neutro que las líneas.

4) Las líneas "Prolífica", "Piña" y "Mock" acumularon más biomasa en bráctea, hoja y a veces en olote, que la línea "Normal" de hojas horizontales. Además, las líneas de hojas erectas ("Mock" y "Piña") y la "Prolífica" tuvieron olotes y brácteas más digestibles, y en general menos contenido de fibra detergente neutro, que la línea "Normal".

BIBLIOGRAFIA

- Bryant, H.T. and R.E. Blaser. 1968.** Plant constituents of an early and late corn hybrid as affected by row spacing and plant population. *Agron. J.* 60: 557-559.
- Collins, W.R., W.A. Russell, and S.A. Eberhart. 1965.** Performance of two ear type corn belt maize. *Crop Sci.* 5: 113-116.
- Daughtry, C.S.T., K.P. Gallo, and M.E. Baver. 1983.** Spectral estimates of solar radiation intercepted by corn canopies. *Agron. J.* 75: 527-531.
- Donald, C.M. 1963.** Competition among crop and pasture plants. *Adv. Agron.* 15: 1-114.
- Fahey, G.C. and N.R. Merchen. 1987.** Analytical procedures associated with estimation of feed intake: the detergent system of analysis. In: *Proc. of Feed Intake Symposium*. F.N. Owens (ed.). Animal Science Department. Oklahoma State University. pp. 41-61.
- Fernández R., S. and T.J. Klopfenstein. 1989.** Yield and quality components of corn crop residues and utilization of these residues by grazing cattle. *J. Anim. Sci.* 67: 597-605.
- Genter, C.F. and H.M. Camper. 1973.** Component plant part development in maize as affected by hybrids and population density. *Agron. J.* 65: 669-671.
- Huerta N., R. 1969.** Influencia de la densidad de población, distancia entre surcos y dosis de nitrógeno sobre el rendimiento y otras características de los híbridos H-125 y H-129. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 97 p.
- Iremiren, G.O. and G.M. Milbourn. 1978.** The growth of maize. IV. Dry matter yields and quality components for silage. *J. Agric. Sci. Camb.* 90: 569-577.
- Lara C., M. 1990.** Rendimiento y contenido de proteína cruda de residuos de maíz cultivado bajo diferentes densidades de población y niveles de fertilización. Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 69 p.
- Poneleit, C.G. and D.B. Egli. 1979.** Kernel growth rate and duration in maize as affected by plant density and genotype. *Crop Sci.* 19: 385-388.
- Prine, G.M. and V.N. Schroeder. 1964.** Above-soil environment limits yields of semiprolific corn as plant population increases. *Crop Sci.* 19: 361-366.
- Robinson, D.L. and L.S. Murphy. 1972.** Influence of nitrogen, phosphorus and plant population on yield and quality of forage corn. *Agron. J.* 64: 349-351.

- Roth, L.D., S. Fernandez, T. Klopfenstein, T. Hoegemeyer, and S. Bartle. 1987. Relation of corn grain yield to forage quality. Beef Cattle Report. University of Nebraska-Lincoln, M.P. 52: 43.
- Rutger, J.N. and L.V. Crowder. 1967. Effect of high density on silage and grain yields of six corn hybrids. Crop Sci. 7: 182-184.
- Salas S., I., R. Rosales M., S. Fernández R. y A. Espinosa C. 1989. Cantidad y calidad de residuos de cosecha de maíz producidos por híbridos con diferente rendimiento de grano. Resúmenes de la XXII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal. S. González M. (ed.). Oct. 11-14. Montecillo, Méx. p. 46.
- Tilley, J.M.A. and R.A. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Br. Grassld. Soc. 18: 119-128.
- Van Soest, P.J. and Wine, R.H. 1967. The use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. The determination of plant cell wall constituent. J. Assoc. Official Anal. Chem. 50: 50.
- _____, D.R. Mertens, and B. Deinum. 1978. Preharvest factors influencing quality of conserved forage. J. Anim. Sci. 47: 712-720.
- Williams, W.A., R.S. Loomis, W.G. Duncan, A. Bovrat, and F. Nuñez. 1968. Canopy architecture at various population densities and the growth and grain of corn. Crop Sci. 8: 303-308.