

ESTUDIO SOBRE EL RENDIMIENTO FORRAJERO DE SEIS VARIETADES DE MAÍZ, CON CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA ZONA CENTRO DE MICHOACÁN BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL^a

OSCAR MORENO M. ^bJUAN A. EGUIARTE V. ^cFELIPE DE J. HERNÁNDEZ G. ^b

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio sobre el rendimiento forrajero de seis genotipos de maíz adaptados a la región y sembrados con diferentes densidades de población, bajo condiciones de temporal, para determinar el genotipo con mayor producción y calidad forrajera. Los genotipos de maíz probados fueron: Criollo, H-133, H-366, Celaya II, H-220 y H-352 y las densidades de 90, 100, 110 y 120 mil plantas por ha. El cultivo se fertilizó (180-80-00) con dos aplicaciones de nitrógeno y una de fósforo. El genotipo con mayor rendimiento ($P < 0.05$) de forraje verde fue el H-352, con un promedio de 40.8 ton/ha. La densidad de población de 120,000 plantas/ha se comportó como la mejor con un rendimiento promedio de 40.1 ton/ha de forraje verde. En producción de forraje seco el genotipo H-352 con la densidad de 120,000 plantas/ha, presentó diferencia significativa con un rendimiento promedio de 17.1 ton/ha. El genotipo H-220 presentó mayor porcentaje de proteína cruda y mejor índice de calidad con 9.2% y 0.84. Las variables correlacionadas con significancia en sentido positivo con rendimiento de forraje verde y seco fueron: peso y longitud del elote, altura de planta, fibra cruda, rendimiento del tallo, elote y hojas.

Uno de los mayores problemas de los países en desarrollo es la producción

insuficiente de alimentos, debido a una baja eficiencia para la obtención de productos de origen animal, sobre todo carne y leche. Michoacán cuenta con una superficie total de 5'986,400 ha, de las cuales 1'323,582 se consideran agrícolas (22.1%), de éstas 383,521 ha son de riego y el resto 940,061 son de temporal (11).

Las ganaderías productoras de carne en su mayoría son extensivas o de libre pastoreo y se concentran en su mayoría en las regiones de "tierra caliente" y la costa, en la porción sur del Estado, a excepción de áreas reducidas en las regiones del centro y norte de la misma entidad. La cuenca lechera se encuentra ubicada en la parte norte del Estado, donde predomina el clima templado.

El maíz como otros cereales tiene ciertas limitantes cuando se emplea como alimento para los animales (6), aunque es una excelente fuente de energía digestible, es pobre en proteína y la que posee es de baja calidad. Además menciona que durante el proceso de maduración de los cereales, los nutrientes pasan de los tallos y hojas al grano. Mcylory (7), menciona que el valor nutritivo se ve afectado por la relación hoja-tallo, así como por el estado de madurez de la planta y por la aplicación o no de fertilizantes, esto se determina mediante los análisis químicos y la prueba de digestibilidad.

^a Recibido para su publicación el 2 de septiembre de 1985.

^b Depto. de Forrajes del Centro de Investigaciones Pecuarias del Edo. de Michoacán, A.C. (INIP-SARH, Gob. del Edo. de Mich. y UGRM), Av. Acueducto No. 1234, Código Postal 58000, Morelia, Mich.

^c Coordinación Regional de Forrajes, Zona Pacífico. INIP-SARH. Av. López Mateos Sur No. 117, Código Postal 44130, Guadalajara, Jal. Téc. Pec. Méx. Vol. 26 No. 3 (1988)

Donald (2) menciona que bajo condiciones óptimas de humedad, temperatura y fertilidad del suelo, la luz limita el crecimiento; con altas acumulaciones de forraje no se realiza la fotosíntesis por algunas partes de la planta, ya que no les llega la luz necesaria para dicha función. El rendimiento de maíz por hectárea (5), es una función dada con base en la densidad de población óptima, ya que cuando se trabaja por abajo o por encima de este nivel, el rendimiento se abate, el autor señala también que conforme se aumenta la densidad de población, la altura de las plantas también aumenta y el diámetro de los tallos disminuye. Morrison (8) señala que en condiciones favorables se obtienen los mayores rendimientos de materia seca total y de principios nutritivos digestibles cuando se siembra el maíz con mayor densidad que la empleada para la producción de grano, pero entonces el rendimiento de éste es mucho menor. Al aumentar la densidad de siembra (1), se reduce en forma significativa el desarrollo y crecimiento de varios caracteres como: altura de planta, número de mazorcas, una tendencia a disminuir la longitud y ancho de la hoja, así como también el peso de la mazorca y de grano; del mismo modo se incrementa el número de plantas sin mazorcas.

Sada (10), al comparar tres niveles de nitrógeno (80, 160 y 260 kg/ha) con un sólo nivel de fósforo (60 kg/ha) y tres densidades de población (50, 100 y 150 mil plantas/ha), encontró que las densidades de siembra no ocasionaron diferencias significativas en el rendimiento y cantidad de elote. A mayor densidad se encontró menor cantidad de elote y esto ocurrió sin afectar el rendimiento total, porque al disminuir la cantidad de mazorcas aumenta la de la hoja o tallo.

Dunthil (4) informa que las altas densidades de población en el cultivo de maíz ocasiona que éste se seque rápido por lo que recomienda densidades de

60 a 120 mil plantas por hectárea, como óptimas para ensilar.

Dueñas, Aguirre y Silva (3), concluyeron que la producción de las distintas fracciones de la planta de maíz, fue efectuada por los niveles de densidad empleados (90, 120 y 150 mil plantas/ha) y que las partes vegetativas, hojas y tallos, aumentaron a altas densidades, no así el rendimiento del elote que disminuyó.

Pantoja (9) en un estudio sobre densidades de siembra en maíz para forraje concluye que la densidad que se comportó mejor en estadística fue la de 96,153 plantas por hectárea con la fórmula de fertilización de 100-60-0. Además señala que se obtienen buenas características agronómicas como: día a floración, altura de planta, vigor y calificación del elote, siempre y cuando se mejoren las condiciones del cultivo.

Los objetivos de este trabajo fueron determinar cuál genotipo de maíz es más productivo y cuál densidad de siembra permite una mayor producción forrajera, con propósitos de conservar el material y definir los componentes del rendimiento forrajero (forraje/ha y composición química) de los genotipos sometidos a diferentes densidades de población.

El estudio se realizó en el Centro de Capacitación y Fomento Ganadero "La Carreta", Alvaro Obregón, Mich. localizado a 19° 49'33" de latitud norte y a los 101°01' de longitud oeste, a una altura de 1,834 m.s.n.m. El clima predominante en la región, es templado Cwa, con lluvias en verano y temperatura media del mes más cálido superior a 22°C. La precipitación promedio anual es de 918 mm, con 210 días de sequía. La temperatura media anual es de 19.7°C, la mínima de 12.1°C y la máxima de 27.4°C. El suelo es de origen *In situ* y coluvial, de textura franco arenosa y arcillosa, consistencia dura y media, color de castaño grisáceo a castaño rojizo de pH 6.4 - 6.8. Predominan en la zona los ventiso-

CUADRO 1
RENDIMIENTO FORRAJERO DE SEIS VARIEDADES DE MAÍZ, KG UE SEMILLA
PARA CADA DENSIDAD DE SIEMBRA. CIPEM 1983

V A R I E D A D E S					
Criolla	H-133	H-366	Celaya II	H-220	H-352
40 ¹	28	28	29	31	28
42 ²	29	31	33	32	34
46 ³	33	35	35	36	35
51 ⁴	38	38	36	42	38

1 = kg de semilla para una población de 9×10^4 plantas/ha

2 = kg de semilla para una población de 1×10^5 plantas/ha

3 = kg de semilla para una población de 1.1×10^5 plantas/ha

4 = kg de semilla para una población de 1.2×10^5 plantas/ha

les pélicos, que se caracterizan por ser suelos calcimórficos, de baja intensidad de color y de estructura moderada.

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó un arreglo factorial con una distribución en bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, en donde las parcelas principales fueron las diferentes variedades o genotipos de maíz y las subparcelas las densidades de siembra utilizadas, se realizaron cuatro repeticiones por cada uno de los tratamientos. Las variedades o genotipos de maíz fueron: variedad Criolla, híbrido H-133, híbrido H-366, Celaya II, híbrido H-220, híbrido H-352. Las densidades de siembra utilizadas correspondieron a una población de 9×10^4 plantas/ha 1, 1×10^5 plantas/ha y 1.2×10^5 plantas/ha 4.

La preparación del terreno consistió en un barbecho profundo, dos pasos de rastra y el surcado a 0.90 m de distancia, luego se trazaron 96 parcelas experimentales de cinco surcos cada una, con una longitud de 6 m. La parcela útil la formaron los tres surcos centrales de 6 m, lo anterior se realizó antes del inicio de las lluvias. La siembra se realizó en forma manual, en seco a "tapa pie", se depositaron dos semillas por golpe, en la distancia determinada por la densidad de siem-

bra correspondiente: 9, 10, 11 y 12 cm para las densidades 1, 2, 3 y 4. Se fertilizó con la fórmula 180-80-00, al momento de la siembra se aplicaron 90-80-00 y en la segunda escarda 90-00-00, el fertilizante se aplicó a "chorrillo" en el fondo del surco. Dentro de las labores culturales se realizaron dos escardas con tracción animal, la primera a los 20 días después de la germinación, para evitar encharcamientos. La segunda escarda se realizó a los 45 días después de la primera escarda, junto con la segunda fertilización y aclareo para dejar el número de plantas por parcela experimental ajustado a la densidad de siembra correspondiente. Con las dos escardas el cultivo quedó libre de malezas. Para realizar la cosecha se consideró el estado de madurez de las plantas, cuando en alrededor del 75% de las mazorcas de la parcela útil los granos se encontraban en estado "lechoso-masoso" que es la fase más avanzada de madurez para cosechar el maíz con propósitos de ensilar. Las muestras secadas a peso constante se trabajaron en el laboratorio de bioquímica y nutrición animal del Campo Experimental Pecuario "Clavellinas", en Tuxpan, Jal., donde se realizó el análisis proximal Weende para evaluar

CUADRO 2

RENDIMIENTO FORRAJERO DE SEIS VARIEDADES DE MAIZ CIPEM 1983

Variedades	Densidad de Siembra	Altura (m)	t M.S./ha	t M.V./ha
H-352	1 ^{1/}	1.66	9.58 ^{f 2/}	30.17 ^{klm}
	2	1.74	11.76 ^e	35.50 ^{fghi}
	3	1.72	13.60 ^c	41.99 ^b
	4	1.79	17.18 ^a	55.57 ^a
H-220	1	1.59	10.15 ^f	29.65 ^m
	2	1.58	10.89 ^f	32.73 ^{ghijk}
	3	1.69	13.38 ^d	40.13 ^c
	4	1.60	14.08 ^b	38.33 ^e
CELAYA - II	1	2.15	9.85 ^f	37.56 ^{fg}
	2	1.90	11.31 ^f	38.05 ^f
	3	1.84	10.33 ^f	33.46 ^{hijkl}
	4	2.17	11.15 ^f	38.41 ^d
H-366	1	1.87	10.92 ^f	35.81 ^{fgh}
	2	1.99	11.70 ^f	35.55 ^{fghi}
	3	1.77	8.98 ^f	31.14 ^{klm}
	4	1.94	11.49 ^f	36.70 ^{fgh}
H-133	1	1.99	9.78 ^f	34.31 ^{fghij}
	2	1.91	11.24 ^f	34.44 ^{fghij}
	3	2.00	11.17 ^f	31.37 ^{ijklm}
	4	2.03	11.42 ^f	33.85 ^{ghijk}
CRIOLLO	1	1.77	8.82 ^f	29.98 ^{lm}
	2	1.99	10.07 ^f	36.09 ^{fgh}
	3	1.77	9.72 ^f	34.48 ^{fghij}
	4	1.74	11.11 ^f	38.02 ^f

1/ Los números 1,2,3 y 4 corresponden a 9×10^4 , 1×10^5 , 1.1×10^5 y 1.2×10^5 plantas por hectárea, respectivamente.

2/ Literales distintas dentro de una columna, indican diferencias estadísticas ($P < 0.05$)

en forma global cada grupo de los nutrientes que contiene un alimento.

En el Cuadro 1 se observan los kg de semilla que correspondieron a cada variedad. Estas diferencias son debidas a los distintos pesos y tamaño del grano de las variedades utilizadas. Para ajustar a cada población de plantas,

también se efectuó una labor de aclareo. Para cada una de las variedades empleadas se seleccionó la semilla en cuanto a características extrínsecas (forma, color, tamaño, rugosidad, etc.), además de una previa prueba de germinación.

En las producciones de forraje verde (Cuadro 2) se encontraron diferencias

($P < 0.05$), la variedad H-352 se vió favorecida en las densidades de 1.1×10^5 y 1.2×10^5 plantas por hectárea con 55.5 y 41.9 toneladas de forraje verde por ha en forma respectiva. Las variedades que menores rendimientos presentaron fueron la H-352 en la densidad de 9.0×10^4 plantas/ha con 30.17 toneladas de forraje fresco/ha; la H-366 en la densidad 1.1×10^5 plantas/ha con un rendimiento total de 31.14 t/ha de forraje húmedo, y la H-133 con la densidad de población de 1.1×10^5

plantas/ha, la cual presentó una producción de forraje verde de 31.37 t/ha.

Los rendimientos obtenidos para la producción de forraje seco (t/ha) se presentan también en el Cuadro 2. La variedad H-352 sembrada con una población de 1.2×10^5 plantas presentó resultados diferentes y superiores ($P < 0.05$) al resto de las otras variedades en las diferentes densidades de siembra con una producción total de 17.18 t/ha. La variedad H-220 con la mayor población de plantas fue diferente y

CUADRO 3
COMPOSICION QUIMICA DE SEIS VARIEDADES DE MAIZ CIPEM 1983

Variedades	Densidad de Siembra	Prot. Cruda (%)	Fibra Cruda (%)	Indice de Calidad
H-352	1 ^{1/}	7.96	23.51	0.58
	2	7.31	25.90	0.64
	3	8.05	25.41	0.82
	4	7.39	27.41	0.92
H-220	1	9.77	23.73	0.76
	2	9.28	24.02	0.77
	3	9.33	23.83	0.95
	4	8.45	25.31	0.89
CELAYA - II	1	9.77	24.95	0.72
	2	9.27	25.66	0.78
	3	9.06	24.41	0.71
	4	8.62	25.22	0.72
H-366	1	8.13	26.50	0.65
	2	8.05	25.27	0.70
	3	7.83	23.96	0.53
	4	8.29	25.70	0.71
H-133	1	8.08	22.18	0.61
	2	7.68	25.51	0.64
	3	8.41	23.80	0.72
	4	8.41	23.95	0.73
CRIOLLO	1	9.60	22.59	0.66
	2	8.98	26.11	0.67
	3	8.30	17.08	0.67
	4	8.34	20.49	0.74

^{1/} 1, 2, 3 y 4 corresponden a 9.0×10^4 , 1.0×10^5 , 1.1×10^5 y 1.2×10^5 plantas por hectárea, respectivamente

superior ($P < 0.05$) al resto de las variedades, con un rendimiento de forraje de 14.08 t/ha. Para las variedades Celaya II, H-366, H-133 y Criollo, no se presentaron diferencias estadísticas en cuanto a la producción forrajera para las cuatro diferentes densidades de siembra, con rendimientos de forraje que oscilaron de 8.82 a 11.70 t/ha de forraje seco.

En el Cuadro 3 se pueden observar los porcentajes de proteína y fibra cruda de las variedades en estudio, los cuales mostraron variaciones con rangos de 9.7 en la variedad Celaya II y H-220, hasta 7.31 en la H-352 para proteína cruda. Para el contenido de fibra los rangos obtenidos fueron de 17.08 para la variedad Criolla hasta 26.5 para la variedad H-366. El mejor índice la calidad correspondió a la variedad H-220, ya que presentó el mayor porcentaje de proteína cruda (9.2%) y uno de los rendimientos más altos.

El genotipo (variedad) con mayor rendimiento significativo de forraje verde de maíz fue el H-352 con un promedio de 40.8 t/ha. La densidad de población de 120,000 plantas/ha se comportó como la mejor en estadística, con un rendimiento promedio de 40.4 t/ha de forraje verde. En producción de forraje seco el genotipo H-352, con la densidad de 120,000 plantas/ha fue el que presentó diferencias ($P < 0.05$) con un rendimiento de 17.1 t/ha. El genotipo H-220 fue el que presentó mayor porcentaje de proteína cruda y mejor índice de calidad con 9.2 y 0.84.

SUMMARY

This experiment was conducted in Alvaro Obregon, Mich., with a climate Cwa for evaluation six corn varieties and four sowing densities. A randomized blocks design was used with a factorial arrangement and four replicates per treatment. The varieties of corn used in this trial were: Creole (Michoacano), H-133, H-366, Celaya II, H-220 and H-352. The sowing densities were 90, 100, 110 and 120 thousand plants per hectare. The highest yield ($P < 0.05$) of green forage was of 40.8 t/ha (H-352) with 120 x 10³ plants per hectare. The production in dry forage presented values ($P < 0.05$) for the variety

H-352 with 17.1 t/ha and 120 x 10³ plants/ha. The variety H-220 presented highest crude protein and best quality index with 9.2% and 0.84.

LITERATURA CITADA

- 1 COLLINS, W.K., 1971. Performance of two-ear type of corn belt maize. *Crop Sci.*, New York 1:116.
- 2 DONALD, C.M., 1960. Competition for light in crops and pastures, mechanisms in biological competition. Society for experimental biology. Simposia 15, Sout Hampton, Cambridge at University Press. p. 301.
- 3 DUEÑAS, L.E., AGUIRRE, R.R. y SILVA, G.L., 1977. Efecto de la densidad de población y la fertilización nitrogenada y fosfatada en el rendimiento de maíz forrajero H-127. ENA Chapingo, México. No. 7-8:84.
- 4 DUTHIL, J., 1976. Producción de forrajes. Editorial Mundi-Prensa Madrid, 3ª ed. p. 271.
- 5 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 ENA Chapingo, México.
- 6 McDONALD, P., EDUARD, R. y GREEN HALGH, J., 1979. Nutrición Animal. Editorial Acribia, 2a. ed. Zaragoza, España, p. 357.
- 7 McYLORY, R.J., 1976. Introducción al cultivo de pastos tropicales. 1ª Reimpresión. Editorial Limusa, México, D.F., p. 17.
- 8 MORRISON, F.B., 1969. Compendio de alimentación del ganado. 21a. Edición. Editorial UTEHA México, p. 418.
- 9 PANTOJA, D.L., 1977. Densidad de siembra en maíz criollo de temporal para forraje. Tesis Profesional. Fac. de Agrobiología "Pte. Juárez", Uruapan, Mich. Méx.
- 10 SADA, S.F., 1973. Efecto de algunas variables agronómicas sobre el rendimiento y su composición en el maíz forrajero. Tesis profesional. ENA, Chapingo, Méx.
- 11 SARH., 1980. Plan de desarrollo agropecuario y forestal del Estado de Michoacán. Jefatura de Planeación. México. p 129.