

REVISTA

TECNICA AGROPECUARIA

Año 1

Número 1



INSTITUTO NACIONAL
DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

QUITO - ECUADOR

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE SEIS VARIEDADES DE MAIZ FORRAJERO*

Por: Cristóbal Villasís H.**

ABSTRACT

A study on plant density of silage corn was carried out at the Experiment Station "Santa Catalina", Quito - Ecuador.

Positive correlations were found between: production and days to silking, production and height of plant and height of plant and days to silking, and a negative correlation between yield and distance between plants. A positive linear regression for yield, days to silking and lodging in relation to plant densities was also found.

Plant height, even though it showed a linear regression, did not give consistent results and the effect of density on this characteristic was inconsistent.

The best yields, over 64 m ton/ha of green silage were obtained with any one of the varieties studied, excepting the "Mexicano" variety, at distances of 15 and 20 cm between plants, that is, with densities of 74,074 and 55,555 plants/ha, being these the optimum ranges of plant density for silage corn.

INTRODUCCION

El cultivo del maíz, por su amplio rango de adaptación tanto en altitud como en tipo de suelos, es uno de los más difundidos en el Ecuador y utilizado para consumo humano y animal, en este último caso como forraje o ensilaje.

El objetivo de este estudio fue determinar cómo la densidad influye en el rendimiento de seis variedades de maíz, ya que, es conocido que la baja

población de cualquier cultivo puede ocasionar desperdicio de terreno entre plantas, que de ser utilizado por otras, podría aumentar rendimientos y mejorar la economía del agricultor; pero por otro lado, densidades excesivas son antieconómicas y favorecen el encamado.

REVISION DE LITERATURA

Pierre, Aldrich y Martin (4), reportan que los primeros estudios referentes a densidades de siembra en maíz datan de 1889 y tuvieron lugar en Indiana, Illinois y Connecticut.

La densidad de siembra está relacionada con la latitud, suplemento de humedad, riqueza de suelo, altura de planta, precocidad y utilización (2 - 3 - 4 y 10).

Rutger y Crowder (7), en un estudio con seis híbridos de maíz en poblaciones variables, obtuvieron altas producciones de follaje con 80 000 plantas/ha.

En Manitoba, Giesbrecht (2) encontró que la máxima población de plantas que puede soportar un suelo con suficiente humedad es de 60 000 a 75 000 plantas/ha; en cambio, bajo severas condiciones de sequedad en Dakota del Sur, este autor obtuvo la más alta producción con solamente 10 000 plantas por hectárea.

Timmons, Holt y Moraghan (10), encontraron que en el Noroeste de la Faja Maicera de los Estados Unidos, la producción de forraje y el uso eficiente del agua se incrementaban con altas poblaciones.

Ramírez (5) informa que el acame está en relación directa con la densidad de plantas.

Pierre, Aldrich y Martin (4) anotan que cuando aumenta la densidad de población, el tamaño de la mazorca, el diámetro del tallo, el contenido de proteína del grano y el área foliar decrecen, mientras que el porcentaje de acame se incrementa. El efecto de la población sobre la altura de planta es todavía inconsistente. Rutger y Crowder (8) encontraron que la altura de planta no fue considerablemente afectada por la población y que con las mayores densidades (80 000 plantas/ha), la altura de inserción de la mazorca fue incrementada, el diámetro del tallo, la longitud y diámetro de la mazorca y el número de hileras por mazorca disminuyeron considerablemente.

Reyes y González (6), trabajando con 50 000 y 100 000 plantas/ha en Monterrey, en un ensayo de producción de forraje, observaron una tendencia lineal a disminuir la longitud y ancho de la hoja, al aumentar la densidad de siembra; la densidad influyó directamente en el porcentaje de acame, y sugieren como densidad más eficiente la de 50 000 plantas/ha.

* Resumen de tesis para la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo (11).

** Ing. Agr., Asistente del Programa de Maíz de la Estación Experimental "Santa Catalina" del INIAP.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en la Estación Experimental "Santa Catalina" de INIAP, a una altitud de 2 700 m. El suelo donde se realizó el trabajo posee un ph de 6.0 con contenidos bajos de nitrógeno, altos de fósforo y medios de potasio. La región se caracteriza por tener una época lluviosa que se extiende de Octubre a Mayo, y una época seca entre Junio y Septiembre. La temperatura media es de 13.7 °C durante todo el año.

El terreno se lo desinfectó con 2 kg/ha de Aldrin 40 % y para control de malezas se empleó 3 kg/ha de Gesatop 50. El cultivo fue fertilizado con 4 qq/ha de abono 10-30-10 al momento de la siembra y 2 qq/ha de Urea 46 % a los 60 días de la siembra.

Los factores en estudio fueron:

- a. Seis distancias entre plantas sobre el surco.

Distancia	Población/ha
15 cm	74 074
20 cm	55 555
25 cm	44 444
30 cm	37 037
35 cm	31 746
40 cm	27 777

La distancia entre surcos de 90 cm fue constante para todos los tratamientos; y,

- b. Seis variedades de maíz, cuyos nombres son: 'Forrajero Conocoto', 'Amaguaña', 'Chillos Mejorado', 'Mexicano', 'Compuesto Forrajero' e 'INIAP 176'.

El diseño empleado fue el de Bloques Completos al Azar, dispuesto en arreglo factorial con cuatro repeticiones.

La cosecha se realizó cuando el grano presentaba el estado semiduro; las plantas se cortaron a ras del suelo.

A más del rendimiento de forraje fresco se tomaron datos de fecha de floración femenina, alturas de planta y mazorca, porcentaje de acame, vigor de las plantas y enfermedades.

RESULTADOS

En la presente investigación los datos sometidos a análisis estadístico fueron: rendimiento de forraje por parcela, días a la floración, altura de planta y porcentaje de acame. La tabla 1 presenta los datos respectivos.

En relación al rendimiento, los tratamientos presentaron diferencias altamente significativas, las

variedades y las distancias tuvieron también el mismo tipo de diferencias, no así la interacción variedades x distancias, en la cual no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Al desdoblar los grados de libertad individuales para distancias, se pudo comprobar que la respuesta a rendimiento fue lineal. La distancia que dio mejores rendimientos fue la de 15 cm entre plantas con una población de 74 074 plantas/ha.

La prueba de significación de Scheffé, realizada para variedades, demostró que las superiores fueron: 'INIAP 176' y 'Forrajero Conocoto', con 72 y 67 ton. m/ha de materia verde.

Días a la floración

El análisis de variancia muestra diferencias altamente significativas para variedades, distancias y la interacción.

La prueba de significación de Scheffé demuestra que, con respecto a precocidad, las variedades estudiadas son estadísticamente diferentes, con un rango desde 115 días hasta 152 días a la floración; y con excepción de las variedades: 'Amaguaña' y 'Chillos Mejorado', que son estadísticamente iguales, cada una de las restantes corresponden a un rango de precocidad distinto.

Para distancias se desdoblaron los grados de libertad empleando polinomios ortogonales y se aprecia que toda la variabilidad está explicada por la regresión lineal.

Altura de Planta

El análisis de variancia para altura de planta indica diferencias altamente significativas entre variedades, efecto significativo para distancias y ausencia de interacción. La prueba de significación de Scheffé pone de manifiesto que la variedad 'INIAP 176' es más alta que las restantes, siendo 'Forrajero Conocoto', 'Amaguaña' y 'Chillos Mejorado' medianas en altura y las variedades 'Compuesto Forrajero' y 'Mexicano' las más bajas.

Respecto a distancias, se obtiene que las variedades tienen tendencia lineal.

Porcentaje de acame

Esta variable presenta alta significancia para variedades y distancias, no así para la interacción. La variedad 'Mexicano' es notablemente más susceptible al acame que las restantes, siendo la variedad 'Compuesto Forrajero' la menos afectada. Las diferencias entre distancias se deben exclusivamente a una respuesta lineal, esto es mayor acame a mayores densidades de población.

TABLA 1. RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE, DÍAS A FLORACION, ALTURA DE PLANTA Y PORCENTAJE DE ACAME

V A R I E D A D	DISTANCIAS EN cm	RENDIMIENTO ton m/ha	DIAS A FLORACION	ALTURA DE PLANTA	°/o DE ACAME
Forrajero Conocoto	90 x 15	85,49	136	3,00	9,2
INIAP - 176	90 x 15	81,06	155	3,20	14,7
INIAP - 176	90 x 20	80,73	149	3,27	9,2
INIAP - 176	90 x 25	80,07	148	3,22	10,3
Forrajero Conocoto	90 x 20	76,83	136	2,82	8,9
Chillos Mejorado	90 x 20	73,05	125	2,70	9,3
INIAP - 176	90 x 30	70,54	151	3,12	7,5
Forrajero Conocoto	90 x 25	69,22	136	2,87	8,6
Amaguaña	90 x 15	66,89	128	2,82	10,2
Compuesto Forrajero	90 x 20	65,07	115	2,52	6,4
Forrajero Conocoto	90 x 30	64,69	135	2,70	12,4
Compuesto Forrajero	90 x 15	64,58	119	2,47	7,8
Chillos Mejorado	90 x 15	64,06	129	2,80	19,5
	C. V.	14,0 °/o	2,0 °/o	5,5 °/o	25,5 °/o

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La tendencia general de los resultados indica que los rendimientos están directamente relacionados con la densidad de población, lo cual está confirmado con lo que señalan Giesbrecht (2) y Timmons, Holt y Moraghan (10). El coeficiente de regresión entre rendimiento y distancias ($b = -1.93$) indica que por cada 5 cm de aumento de la distancia entre plantas se produce una disminución en el rendimiento de 1.13 ton m/ha.

La superioridad en rendimiento de la variedad 'INIAP - 176' (72 ton m/ha en promedio), puede deberse a que es 40 cm más alta y 17 días más tardía que la inmediata, caracteres que tienden a estar correlacionados con el rendimiento. En efecto, los coeficientes de correlación para rendimiento y altura; y para rendimiento y días a la floración fueron 0,72 y 0,63, altamente significativos, respectivamente. La diferencia de 5 ton m/ha, existente entre los rendimientos de 'INIAP - 176' y 'Forrajero Conocoto' (67 ton m/ha en promedio), a pesar de no ser significativa estadísticamente, indica que desde el punto de vista económico se debe utilizar la variedad 'INIAP - 176'. Al corresponder a la variedad 'Chillos Mejorado' el tercer lugar con un rendimiento promedio de 59 ton m/ha, se está confirmando en cierto modo lo aseverado por Braun, Van Horn y Johnson y Thompson et al (1 y 9), en sentido de que "en general la mejor variedad de maíz productora de grano en el área es también la mejor para producir forraje y ensilar". Cabe anotar que 'Chillos Mejorado' es una de las variedades mejor productoras de grano en el área donde se realizó el estudio.

La variable días a la floración, a pesar de presentar diferencias altamente significativas, es poco afectada por la densidad de siembra. En este aspecto es notable que las variedades más tardías, 'INIAP - 176' y 'Forrajero Conocoto', son las más rendidoras; las intermedias en precocidad, 'Chillos Mejorado' y 'Amaguaña', son intermedias en rendimiento; mientras que las más precoces, 'Compuesto Forrajero' y 'Mexicano', son las menos rendidoras.

También la altura de planta es poco influenciada por la densidad de siembra y su respuesta varía en forma inconsistente tal como lo reportado por Pierre, Aldrich y Martin (4) y Rutger y Crowder (8).

El porcentaje de acame, de acuerdo con lo reportado por Pierre, Ramírez y Reyes (4, 5 y 6), tiene tendencia a aumentar con mayores poblaciones. En el presente ensayo el porcentaje de acame no influyó considerablemente en los rendimientos, pues sin tomar en consideración a la variedad 'Mexicano' que es la más susceptible a este problema, los promedios de acame a las mayores densidades 74 074 y 55 555 plantas/ha son 12,2 °/o y 8,1 °/o, respectivamente.

Sobre la base de estos resultados, con un cultivo tecnificado y en un año normal, puede concluirse que para el Valle de los Chillos y zonas similares; densidades de población entre 56 000 y 74 000 plantas/ha son las más recomendables si se utilizan las variedades incluidas en el presente estudio, a excepción de la variedad 'Mexicano'. En efecto, observando la tabla 1 vemos que de las seis variedades estudiadas, cinco de ellas tienen rendimientos superiores a 64 ton m/ha de materia verde cuando se cultiva a 90 cm entre surcos y a 15 ó 20 cm entre plantas sobre el surco.

RESUMEN

Un estudio sobre densidades de siembra en maíz forrajero fue conducido en la Estación Experimental "Santa Catalina", Quito.

Se encontraron correlaciones positivas entre: rendimiento y días a la floración, rendimiento y altura de planta, y altura de planta y días a la floración; y correlación negativa entre rendimiento y distancia entre plantas. También se observó regresión lineal positiva para: rendimiento, días a la floración y porcentaje de acame en relación a densidades.

La altura de planta aunque se inclina a presentar una tendencia lineal, no dio resultados definitivos y el efecto de la densidad de población sobre esta característica fue inconsistente.

Los mejores rendimientos, sobre 64 ton m/ha de forraje verde, se obtienen con cualquiera de las variedades estudiadas, a excepción de 'Mexicano', a distancias de 15 y 20 cm, lo que equivale a decir con densidades de 74 074 y 55 555 plantas/ha, concluyendo que la densidad óptima para maíz forrajero oscila entre dichas poblaciones.

BIBLIOGRAFIA

1. BRAUN, D. G., VAN HORN, H. H. y JOHNSON, R. H. Corn Silage for Dairy Cattle. University of Kentucky. Cooperative Extension Service Agriculture and Home Economics. Misc. 376. 20 p. 1969.
2. GIESBRECHT, J. Effect of Population and Row Spacing on the Performance of Four Corn (*Zea mays* L.) hybrids. Agronomy Journal 61 (3): 439-441. 1969.
3. MORRISON, F. Alimentos y alimentación del ganado. Traducido por José Luis de la Loma. Tomo I. Fundamentos de la Nutrición Animal. Productos alimenticios. México. Editorial UTHERA. 722 p. 1950.
4. PIERRE, W. H., ALDRICH, S. R. y MARTIN, W. P. Advances in Corn Production: Principles and Practices. The Iowa State University Press. 61-69 pp. 1967.
5. RAMIREZ, R. Fertilización nitrogenada y densidad de siembra del maíz en la serie Maracay. Agronomía Tropical. Centro de Investigaciones Agronómicas. Ministerio de Agricultura y Crfa. Maracay, Venezuela. 14 (3): 155-167. 1964.
6. REYES, P. C. y GONZALEZ, H. M. Producción de forraje en cinco variedades de maíz y una de sorgo a tres densidades de siembra. in XI Informe de Investigación 1967-1968. Escuela de Agricultura y Ganadería, Instituto Tecnológico de Monterrey. México. 15-17 pp.
7. RUTGER, J. N. y CROWDER, L. V. Effect of Population and Row Width on Corn Silage Yields. Agronomy Journal. 59 (5): 475-476. 1967.
8. ——— Effect of High Plant Density on Silage and Grain Yields of Six Corn Hybrids. Crop Science. 7 (3): 182-184. 1967.
9. THOMPSON, W. et al. Corn Silage: Production, Harvesting, Storing, Feeding. University of Kentucky. Cooperative Extension Service. Agriculture and Home Economics. Misc. 366: 1-17. 1968.
10. TIMMONS, D.R., HOLT, R.F. y MORAGHAN, J.T. Effect of Corn Population on Yield, Evapotranspiration and Water Use Efficiency in the Northwest Corn Belt. Agronomy Journal. 58 (4): 429-432. 1966.
11. VILLASIS, H. C. Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de seis variedades de maíz forrajero. Tesis Ing. Agr. Quito, Universidad Central, Facultad de Ingeniería Agronómica y Medicina Veterinaria. 115 p. 1971.

PRODUCCION:
DEPARTAMENTO DE COMUNICACION DEL INIAP
Casilla 2600 Quito - Ecuador
Diciembre 1974 – SPI-010
Impresión: INIAP