

EVALUACIÓN DE VARIEDADES E HÍBRIDOS DE MAÍZ A TRES DENSIDADES DE SIEMBRA

Juan Carlos Ruiz*

José R. Araúz**

En la mayoría de los cultivos, la densidad de siembra representa uno de los factores que inciden directamente en la producción, principalmente de los granos básicos y específicamente, el maíz. Este trabajo se realizó en los años 1984, 1985 y 1986 con el objetivo de evaluar las variedades e híbridos comerciales de maíz a diferentes densidades de siembra, para el sistema mecanizado de producción de maíz. Los resultados obtenidos nos permiten indicar la factibilidad de producir maíz en siembras mecanizadas a densidades de 62,500 plantas por hectárea (0.80 x 0.20 cm) con las variedades e híbridos recomendados para Chiriquí en siembras de postrera. Con esta densidad obtuvimos rendimientos promedios de 5265, 3421 y 5543 kg/ha, respectivamente, siendo la densidad más estable a través de los años de la evaluación. Los híbridos comerciales X-304 C, X-306 B y X-3214 alcanzaron los mayores rendimientos promedios de todos los años con 5489, 4774 y 4763 kg/ha, respectivamente. Entre las variedades nacionales Across 7728 y Tocumen 7428 obtuvieron rendimientos promedios de 4585 y 4334 kg/ha, respectivamente.

* Agr., Sub-centro de Alanje, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

** Ing. Agr., Región Occidental, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

Artículo recibido para edición el 21 de enero de 1989.

Actualmente en Panamá, se hacen esfuerzos para impulsar el cultivo mecanizado de maíz, como alternativa para disminuir la gran importación que se registra en los últimos años. Esta alcanza niveles alarmantes de 40,000 toneladas, lo que representa alrededor de seis millones de balboas en fuga de divisas anualmente.

Además del incremento significativo del área sembrada, se suman otros problemas agronómicos que son necesarios investigar. Entre éstos, la densidad de siembra a establecerse en el campo que dependerá de factores tales como: calidad de semilla, equipo de siembra, calibración, preparación del terreno y humedad del suelo.

El objetivo de esta investigación fue el de evaluar a diferentes densidades de siembra, las variedades e híbridos de maíz que se encuentran disponibles en el mercado de semillas.

REVISIÓN DE LITERATURA

La población de plantas ha sido considerada desde hace mucho tiempo, como uno de los factores en la determinación de los rendimientos y la proporción de los ingresos (Colville, 1962).

Colville (1967) afirma que después de los factores climáticos y la fertilidad del suelo, las densidades de siembra inapropiadas son responsables de los bajos rendimientos obtenidos por los productores de maíz en los Estados Unidos.

Por otro lado, Sprague y Larson (1966) reportan que no existe una densidad óptima universal para el maíz, aunque el objetivo en cualquier área sea el maximizar los rendimientos por unidad de superficie.

Laird y Col. (1960) señalan que la población óptima en la práctica, es el menor número de plantas por hectárea capaz de producir rendimientos máximos por unidad de superficie. Por consiguiente, universalmente se acepta que la densidad de siembra óptima en maíz está sujeta a la fertilidad y humedad del suelo, cultivares utilizados (variedades o híbridos) y al porcentaje de germinación.

Delorit y Alghren (1959) afirman que la densidad de siembra en maíz variará con el tamaño de las plantas, aumentando la población cuando se siembran cultivares de porte pequeño y precoces, y disminuyendo la población en cultivares altos y tardíos.

Termude y Col. (1963) determinaron que el incremento en la población disminuyó el tamaño de la mazorca y afectó la uniformidad en el tamaño de las plantas.

Arias (1973) afirma que la distancia entre plantas no influyó sobre los días a floración, madurez fisiológica, longitud y diámetro de la mazorca, grosor del tallo y porcentaje de acame de la variedad en estudio. Además, este autor afirma que un aumento de la población causa un incremento en la altura de la planta.

Espino (1972) determinó que a medida que se aumenta la densidad, la producción en grano seco fue mayor, siendo muy similar entre 30, 40 y 50 mil plantas por hectárea.

Salas (1970) en un experimento realizado en Costa Rica obtuvo mayores rendimientos (8.70 y 8.65 Tm/ha) cuando las distancias entre plantas fueron 0.15 y 0.25 m, respectivamente, manteniendo 0.75 m entre surcos.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Localización de los ensayos

La investigación se realizó en el distrito de Alanje, provincia de Chiriquí, situado entre los 8°15' de latitud Norte y los 82°46' de longitud Oeste, y con una superficie de 488.08 km². El distrito se encuentra localizado en las planicies costeras del golfo de Chiriquí a una altitud de 0 a 100 msnm. La temperatura promedio anual varía entre los 24 y 30°C, mientras que la humedad relativa oscila entre 70 y 95%, y una precipitación promedio anual de 2400 mm.

Los ensayos se localizaron en el campo experimental de Alanje en 1984 y 1986, mientras que en 1985 el ensayo se

realizó en la finca del productor Rubén Carreño en Mostrenco. Esta comunidad pertenece al corregimiento de Guarumal, distante 5 km del poblado cabecera de Alanje. Los suelos de Alanje presentan una gran variabilidad en sus características físicas. La textura varía desde arenoso a franco-arenoso, profundos y bien drenados. También se encuentran suelos de origen volcánico con buenas características físicas y alto potencial de producción.

2. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de parcelas divididas con un arreglo en campo de bloques completos al azar y cuatro repeticiones. Las densidades ocuparon la parcela principal y los cultivares las subparcelas. En cada repetición se usaron parcelas de cuatro surcos de cinco metros de largo a 80 cm entre surcos. El área útil fue de 6.4 m² y el resto correspondió a bordes.

3. Tratamientos

En 1984 se evaluaron ocho cultivares de maíz, de los cuales cinco híbridos procedían de Pioneer Seed Co., tres variedades del Programa Regional de Maíz, y se establecieron tres densidades de siembra.

Los cultivares evaluados fueron:

1. Pioneer X-306 B
2. Pioneer X-3214
3. Pioneer X-5800
4. Pioneer X-304 C
5. Pioneer X-3204
6. Across 7728
7. Tocumen 7428
8. Tocumen Planta Baja

En 1985 se evaluaron ocho cultivares de maíz, de los cuales tres híbridos procedían de Pioneer Seed Co., cuatro variedades del Programa Regional de Maíz de Chiriquí y el híbrido experimental T-66 (de la NK); se establecieron tres densidades de siembra.

Los cultivares evaluados fueron:

1. Pioneer X-306 B
2. Pioneer X-304 C
3. Pioneer X-3214
4. T-66 (Northrup King)
5. Across 7728
6. Tocumen 7428
7. Alanje 1
8. Caisán Planta Baja

En 1986 se evaluaron cinco cultivares de maíz, de los cuales dos híbridos procedían de Pioneer Seed. Co., y tres variedades del Programa Regional de maíz en Chiriquí, a tres densidades de siembra.

Los cultivares evaluados fueron:

1. Pioneer X-306 B
2. Pioneer X-304 C
3. Alanje 1
4. Across 7728
5. Tocumen 7428

En los tres años de la investigación las densidades utilizadas fueron:

Densidades	Distancia entre surcos	Distancia entre plantas
D ₁ = 53,000 plantas/ha	80 cm	25 cm
D ₂ = 62,500 plantas/ha	80 cm	20 cm
D ₃ = 71,428 plantas/ha	80 cm	17,5 cm

Además del rendimiento, se registraron datos de floración, altura de la planta y altura de la mazorca. Los ensayos se establecieron con el método de preparación convencional.

4. Manejo del Experimento

En los tres años de investigación se abonó a razón de 6 qq/ha de 12-24-12 a la siembra, adicionando un abono nitrogenado (Urea 46%) a razón de 4 qq/ha a los 30 días después de la siembra.

Se aplicó Gesaprim 80 P.W. a razón de 3 kg p.c./ha en pre-emergencia al cultivo y a las malezas. Adicionalmente, se aplicó Gramoxone a razón de 2 lt p.c./ha a los 30 días de la siembra en aplicación dirigida con pantalla.

Para el control de insectos del suelo se utilizó Furadan 10G a la siembra a razón de 15 kg/ha al fondo del hoyo. Para el control de insectos del follaje (gusano cogollero y otros) se aplicó Decis en dosis de 1/4 lt p.c./ha en aplicación foliar, cuando se presentó el daño.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de rendimiento obtenidos en 1984 con los cultivares en maíz y el comportamiento de los mismos según la densidad de siembra.

Se obtuvieron diferencias altamente significativas en el rendimiento de los cultivares evaluados ($P < .01$); el híbrido Pioneer X-306B mostró el mayor promedio de rendimiento con 5916 kg/ha, y entre las variedades evaluadas la mejor fue Across 7728 con rendimiento promedio de 5046 kg/ha.

En cuanto a las densidades en estudio no hubo diferencias significativas entre sí. Las densidades y los rendimientos promedios de los tratamientos fueron: $D_1 = 53,000$ plantas/ha, 5234 kg/ha; $D_2 = 62,500$ plantas/ha, 5265 kg/ha; $D_3 = 71,428$ plantas/ha, 5324 kg/ha.

En relación a la interacción cultivares x densidad no se encontró diferencias significativas, ya que no se aprecia respuesta de alguna variedad o híbrido a una densidad específica.

Cuadro 1. Rendimiento de cultivares de maíz (híbridos y variedades) bajo tres densidades de siembra. IDIAP, Alanje, 1984.

Cultivares	Rendimiento, kg/ha			Promedio \bar{x}	Diferencias de Medias Duncan
	Densidad, plantas/ha				
	53,000 80 x 25 cm	62,500 80 x 20 cm	71,428 80 x 17.5 cm		
Pioneer X 306 B	5717	5825	6207	5916	a
Pioneer X 5800	5800	5624	5951	5794	a b
Pioneer X 304 C	5347	5558	5497	5467	a b c
Pioneer X 3214	5255	5558	5187	5333	b c
Pioneer X 3204	5039	5464	5470	5324	b c d
Across 7728	5087	4918	5134	5046	b c d
Tocumen 7428	5223	5026	4529	4926	c d
Caisán Planta Baja	4394	4146	4615	4385	d
Promedio (kg/ha):	5234	5265	5324		
C.V. = 12.0%					
Análisis de Varianza					
Fuente de Variación		G.L.	Cuadrados Medios	Significancia	
Repetición		3	2806504.177	*	
Densidad		2	66776.260	N.S.	
Error		6	1474242.635		
Cultivares		7	2895919.296	**	
Densidad x Cultivares		14	219361.939	N.S.	
Error		63	395172.895		

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

N.S. No significativo

Las observaciones realizadas en campo a las distintas densidades permiten indicar que la $D_3 = 71,428$ plantas/ha, mostró diferencias en cuanto al porcentaje de acame, grosor del tallo y tamaño de mazorcas, por efectos visibles de sobrepoblación.

El Cuadro 2 registra los resultados de rendimientos obtenidos de las variedades e híbridos evaluados a tres densidades de siembra, en la localidad de Mostrenco, corregimiento de Guarumal, distrito de Alanje.

Se encontró diferencias altamente significativas entre los cultivares evaluados ($P \leq .01$) en los rendimientos promedios obtenidos. El híbrido Pioneer X-304 C superó al resto de los cultivares con rendimientos promedios de 4329 kg/ha; de las variedades en estudio, Alanje 1 fue la de mejor rendimiento con 3560 kg/ha.

Las densidades estudiadas no presentaron diferencias significativas entre sí, los promedios obtenidos fueron: $D_1 = 53,000$ plantas/ha, 3455 kg/ha; $D_2 = 62,500$ plantas/ha, 3421 kg/ha; $D_3 = 71,428$ plantas/ha, 3368 kg/ha.

En cuanto a la interacción cultivares x densidad no hubo diferencias significativas, lo que indica que ninguna de las variedades o híbridos responde a una densidad específica. Una vez más, se observaron diferencias visuales en la $D_3 = 71,428$ plantas/ha, en cuanto al porcentaje de acame, grosor del tallo y tamaño de la mazorca, por la alta población de plantas.

El Cuadro 3 muestra la información recogida en 1986, de rendimientos de los cultivares evaluados a tres densidades de siembra.

Se determinaron diferencias significativas entre los cultivares ($P \leq .05$) para los rendimientos promedios obtenidos. El híbrido Pioneer X-304 C con 6676 kg/ha, superó al resto de los cultivares; de las variedades evaluadas, Across 7728 resultó ser la mejor con 5357 kg/ha.

Entre las densidades en estudio se encontró diferencias significativas ($P \leq .05$) para los rendimientos promedios

Cuadro 2. Rendimiento de cultivares de maíz (híbridos y variedades) bajo tres densidades de siembra. IDIAP, 1985.

Cultivares	Rendimiento, kg/ha			Promedio \bar{x}	Diferencias de Medias, Duncan
	Densidad, plantas/ha				
	53,000 80 x 25 cm	62,500 80 x 20 cm	71,428 80 x 17.5cm		
Pioneer X 304 C	4406	4418	4164	4329	a
Pioneer X 3214	3925	4215	4438	4193	a
Pioneer X 306 B	3793	3481	3527	3600	b
Alanje 1	3419	3492	3768	3560	b
Tocumen 7428	3756	3116	3319	3397	b
Across 7728	3306	3629	3118	3351	b
Caisán Planta Baja	2543	2443	2430	2472	c
T:66 (Northrup King)	2496	2573	2182	2417	c
Promedio (kg/ha):	3455	3421	3368		
C.V. = 13.68%					

Análisis de Varianza			
Fuente de Variación	G.L.	Rendimiento, kg/ha Cuadrados Medios	Significancia
Repetición	3	996877.264	N.S.
Densidad	2	22196.891	N.S.
Error	6	197304.694	
Cultivares	7	3715736.357	**
Densidad x Cultivar	14	18663.422	N.S.
Error	63	217306.899	

* Significativo al 5%
 ** Significativo al 1%
 N.S. No significativo

Cuadro 3. Rendimiento de cultivares (híbridos y variedades) bajo tres densidades de siembra. IDIAP, Alanje, 1986.

Cultivares	Rendimiento, kg/ha			Promedio \bar{x}	Diferencias de Medias Duncan
	Densidad, plantas/ha				
	53,000 80 x 25 cm	62,500 80 x 20 cm	71,428 80 x 17.5 cm		
Pioneer X 304 C	6190	7046	6775	6670	a
Across 7728	4379	5984	5710	5358	b
Alanje 1	4850	4872	4964	4895	b
Pioneer X 306 B	4908	4610	4896	4805	b
Tocumen 7428	3910	5202	4846	4679	b
Promedio (kg/ha):	4863	5543	5438		
C.V. = 15.36%					

Análisis de Varianza	Rendimiento, kg/ha		Significancia
	G.L.	Cuadrados Medios	
Repetición	3	202566.394	N.S.
Densidad	2	2676088.517	**
Cultivar	4	800237.308	*
Cultivar x densidad	8	679614.121	N.S.
Error	42	657982.562	

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

N.S. No significativo

de todos los tratamientos. No hubo diferencias entre las densidades D_2 y D_3 , con rendimientos promedios de 5543 y 5438 kg/ha, respectivamente. Sin embargo, la D_1 obtuvo el rendimiento más bajo entre las densidades, con 4863 kg/ha.

En cuanto a la interacción cultivares x densidad no se observó diferencias significativas, por lo que no existe una densidad específica para una variedad o híbrido determinado.

CONCLUSIONES

1. En los tres años de investigación, los híbridos X-304 C y X-306 B mostraron mayor potencial de rendimiento en las tres densidades estudiadas.
2. Las variedades Across 7728 y Tocumen 7428 presentaron rendimientos satisfactorios. La variedad experimental Alanje 1 (selección en progreso) mostró niveles de rendimientos competitivos al compararse con los cultivares comerciales evaluados.
3. Las densidades de 53,000 y 62,500 plantas por hectárea, resultaron las más adecuadas para la mayoría de los cultivares estudiados.

ABSTRACT

In the greater part of the crops, the density of sowing represents one of the elements which directly fall into production, mainly of basic seeds and specially corn. This job was made between 1984 and 1986 whose main objective was to evaluate commercial varieties and hybrids of corn to a different crops densities, for a mechanical system of corn production. The results allow us to indicate the feasibility of corn production in mechanical crops into densities of 62,500 plants by hectare (0.80 x 0.20cm) with the suggested varieties and hybrids to Chiriqui on the hindermost crop. With this density we got outputs of 5265, 3421 and 5543 Kg/ha, respectively, being the most stable density through the years of the evaluation. The commercial hybrids X-304C, X-306B and X-3214 got the greatest outputs from all the years with 5489, 4774 and 4763 Kg/ha, respectively. Between the national varieties Across 7728 and Tocumen 7428 got outputs of 4585 and 4334 Kg/ha, respectively.

BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS, F.R. Efecto de la distancia de siembra sobre el rendimiento y expansión del maíz, (*Zea mais* L.) en Apodaca, N.L. Tesis de Ing. Agrónomo. División CC. Agrop. y Mavit del Instituto de Estudios Superiores de Monterrey, México. 1973. 83 p.
- COLVILLE, W.L. Influencia de la densidad de siembra y otros componentes agronómicos en el maíz bajo irrigación. Agronomy Journal (Estados Unidos) 54(4):298-301, 1962.
- COLVILLE, W.L. Influencia de la población y distribución de plantas sobre aspectos del microclima y ecosistema del maíz. Agronomy Journal (Estados Unidos) 60(1):65-69 1968.
- DELORIT, R.J. y ALHGREN, H.L. Producción de maíz. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. pp.68-69, 1959.
- ESPINO Q., D.A. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y caracteres agronómicos en cuatro variedades de maíz (*Zea mays* L.) en Apodaca, N.L. Tesis de Ing. Agrónomo. Escuela de Agricultura y Ganadería del Inst. Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, México. 1972. 102 p.
- LAIRD, R.J. y otros. Fertilizantes comerciales y densidad óptima de población para maíz de riego en Guanajuato, Querétaro y Michoacán. Folleto Técnico N°26, O.E.E., S.A.A. México D.F., 1955.
- SALAS, C. Efecto de las distancias y densidades de siembra y fertilización en el rendimiento de maíz. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. Boletín Técnico (6). Volumen III. 1970. 13 p.
- SPRAGUE, G.F. y LARSON, W.E. Producción Agronómica de maíz. Washington, D.C., United States Department of Agriculture, 1966. (Boletín Técnico, 322). 14 p.
- TERMUDE, D.E. y otros. Efecto de la población de plantas en la faja maicera del noreste de los Estados Unidos. Agronomy Journal (Estados Unidos) 35(6):551-554. 1963.