



*Palma de plátano  
(Vereda Sabaletas – Buenaventura)  
Fotografía - Mario Mayolo*



*Despertador del campo*  
(Vereda Sabaletas – Buenaventura)  
Fotografía - Mario Mayolo

# EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE MAÍZ "CHOCOCITO", (*Zea mays* L.)

## EFFECT OF PLANTING DENSITY ON YIELD OF MAIZE, *Zea mays* L., "CHOCOCITO"

**Javier López M.**

Magíster en Suelos y Aguas, I.A, Magister en suelos  
Correo-E: [ingjavierlopez@yahoo.es](mailto:ingjavierlopez@yahoo.es)

Rec: 10.06.2013 Acep: 09 .12. 2013

### Resumen

El potencial de rendimiento del maíz *Zea mays* L. variedad "chococito", originario del andén Pacífico colombiano, se desconoce, entre otras cosas, porque se siembra regando la semilla al voleo sobre el rastrojo y porque al cultivo no se le da un manejo técnico, sino hasta la cosecha, lo que repercute en resultados desfavorables para las poblaciones de la región en relación con seguridad alimentaria. Por eso, en las inmediaciones de Buenaventura y bajo condiciones de colinas bajas, se evaluó el rendimiento del maíz "chococito" sembrándolo en hileras en comparación con el sistema tradicional. La siembra en una densidad de  $40 \times 10^3 \text{ ha}^{-1}$  presentó un mayor rendimiento y una mayor altura de las plantas con respecto de la siembra tradicional, por lo que se concluyó que la siembra en hileras permite una mejor distribución espacial, una mayor proporción de plantas con mazorca de superior número de granos y un mejor rendimiento.

**Palabras Clave:** andén Pacífico colombiano, maíz *Zea mays*, densidad de siembra, distribución espacial, rendimiento, fitotecnia.

### Abstract

Maize, *Zea mays* L. "chococito" is a native Colombian Pacific ecotype, ancestrally planted by Chocoes Tribes; its yield potential is not known due to, among other things, the usual form of planting by spreading the seed over the brush, with no technical management of the crop until harvest with unfavorable results for the people of the region and food security. Therefore, in the immediate vicinity of Buenaventura and under conditions of low hills, the performance of "chococito corn" sown in rows compared to the traditional broadcast seeding system was evaluated. Stocking densities were 40, 50 and 60 x 10<sup>3</sup> plants.ha<sup>-1</sup>. In the obtained population with the density of 40 x 10<sup>3</sup> plants.ha<sup>-1</sup>, significantly higher performance and greater plant height compared to broadcast seeding was

observed. It was concluded that the relation soil-plant planting in rows arrangement allowed better spatial distribution, promoting a greater proportion of plants with cobs and these, in turn, more number of grains, leading to higher performance.

**Key words:** Colombian Pacific Rim, *Zea mays*, planting in row, broadcast seeding, planting density, spatial distribution, performance.

## Introducción

Actualmente la producción agrícola en Buenaventura resulta insuficiente, lo cual hace necesario traer desde otras zonas del país productos que anteriormente se obtenían localmente, como por ejemplo el maíz. La siembra de este cultivo la hacen cada vez menos los agricultores, quienes principalmente siembran para el autoconsumo aprovechando las vegas de los ríos. Por otra parte, las condiciones edafoclimáticas del andén Pacífico colombiano hacen que sólo el 7% de esta región pueda dedicarse a la agricultura comercial (IGAC citado por Sánchez, 1998). Una alternativa de mejoramiento debería provenir de las siembras en suelos de uso agrícola como los de colinas bajas, pero con aumento en los rendimientos.

El maíz *Zea mays* L. variedad “chococito” es una especie originaria de la costa del Pacífico colombiano, gracias a las siembras ancestrales de las tribus Chocoes (Agudelo, 2005), que se ha desarrollado bajo condiciones ambientales de la región muchas veces adversas. Su potencial genético de rendimiento no se conoce, debido a la falta de seguimiento evaluativo propio de la manera tradicional de cultivo. Hasta ahora sólo se ha sembrado regando la semilla al voleo sobre el rastrojo, que posteriormente se corta sobre las plántulas de maíz dejando el lote abandonado hasta el tiempo de cosecha. Este sistema de siembra fue calificado en 1780 por el conquistador español Juan Jiménez Donoso, como una agricultura atrasada (Ortega, 1954, citado por Patiño, 1963).

Existe muy poca información documentada sobre intentos para evaluar las prácticas ancestrales de producción del maíz “chococito”. Se tiene el reporte de Estrada (2006) que trabajó en un suelo aluvial, sembrando en hileras con una densidad de 112.500 plantas por hectárea y realizando tratamientos con abono químico, orgánico y sin abono, registrando rendimientos de grano de 535, 126 y 79 Kg/ha respectivamente.

El objetivo de esta investigación fue implementar el aumento del rendimiento del maíz “chococito”, como consecuencia de una densidad de siembra adecuada, sin afectar la fisiología de la planta, debido al autosombreamiento bajo condiciones de las colinas bajas del municipio de Buenaventura, que a diferencia de las vegas de los ríos, no son muy utilizadas para cultivo del maíz.

## Materiales y Métodos

**Localización.** Terreno sinuoso ubicado en inmediaciones de la sede principal de la Universidad del Pacífico, en una zona de colinas bajas con una pendiente promedio del 10%. El terreno se usó con siembra de habichuela y luego estuvo un año en barbecho. Se mencionan las siguientes condiciones climáticas medias: precipitación anual de 6,400 mm; temperatura de 25.8°C; humedad relativa de 87% y brillo solar de 3.3 horas diarias (Eslava, 1994). Las características químicas del suelo se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características químicas del suelo

<b>pH</b>	4.68 (en agua 1:1)	<b>C.I.C</b>	9.80 cmol/Kg
<b>M.O.</b>	3.33%	<b>S</b>	39.57 mg/Kg
<b>P</b>	3.55 mg/Kg	<b>B</b>	0.57 mg/Kg
<b>K</b>	0.09 cmol/Kg	<b>Fe</b>	399.95 mg/kg
<b>Ca</b>	1.36 cmol/Kg	<b>Mn</b>	8.16 mg/Kg
<b>Mg</b>	0.21 cmol/Kg	<b>Cu</b>	1.13 mg/Kg
<b>Al</b>	1.66 cmol/kg	<b>Zn</b>	2.30 mg/Kg

**Diseño y tratamientos.** Se utilizaron parcelas de 5.6 m de ancho por 5.0 m de largo y 12 m<sup>2</sup> (4x3 m) como área de cálculo. Las parcelas se distribuyeron en un arreglo de bloques completamente al azar con 3 repeticiones, en los cuales se sembraron los tratamientos que se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. Tratamientos utilizados

Tratamiento	Densidad (plantas/ha)	Dist. Entre surcos (m)	Surcos sembrados	Dist. Entre plantas (m)	Plantas en 5 m.	Semilla (Kg/ha)
<b>1</b>	40.000	0.8	7	0.31	16	7.6
<b>2</b>	50.000	0.8	7	0.25	20	9.5
<b>3</b>	60.000	0.8	7	0.21	24	11.4
<b>4</b>	64.750 Densidad de la cosecha – Siembra tradicional al voleo					13.7

**Semilla utilizada.** En un terreno situado en la vega del vecino río Dagua, se obtuvo el grano recientemente cosechado para sembrar el experimento. Este material de propagación tenía las siguientes características: longitud y perímetro promedio de las mazorcas, 13.4 cm y 11.8 cm respectivamente; peso de 100 semillas, 19 g; peso del grano de un almud (192 mazorcas), 13.7 kg; germinación, 100%.

**Abono orgánico.** Gallinaza de piso con un 50% de aserrín de madera y una composición química aproximada de N=2,1%; P=2,6%; K=2,8%; Ca=10,3%; Mg=0,8%.

**Preparación del suelo y de la siembra.** Parcelas sembradas en hileras: se cortó la vegetación a ras del suelo y se trazaron los surcos en los cuales se depositaron las semillas con 5 cm de distancia entre cada una. Posteriormente, se aplicó gallinaza en bandas en dosis de 4.5 t/ha y se tapó con suelo. Tres semanas después de la siembra y utilizando reglas de madera marcadas, mediante un raleo se ajustó el número de plantas de acuerdo con la densidad de siembra definida para cada tratamiento, eliminando de paso las especies no deseadas.

Parcelas sembradas al voleo: fueron sembradas de manera tradicional por un agricultor de la zona. Según información local, se siembra un almud (el grano proveniente de 192 mazorcas) por hectárea, lo cual puede ser equivalente a 72.000 semillas/ha, de acuerdo con la semilla utilizada. El abonamiento se realizó al voleo con el mismo tipo de gallinaza y en la misma dosis.

**Cosecha.** La cosecha se hizo 144 días después de la siembra. En cada parcela el grano cosechado se pesó en fresco y luego se tomó una muestra a la cual se midió el contenido de humedad, para finalmente estandarizar la información de cada tratamiento a un 12% de humedad.

## Resultados y Discusión

**Altura de las plantas.** La altura promedio de las plantas estuvo influenciada por la densidad de siembra, de tal manera que a mayor densidad menor fue la altura presentada al momento de la cosecha; probablemente, debido a una mayor competencia por luz y nutrimentos con las otras plantas de maíz. A partir de 60.000 plantas por hectárea, sin importar la distribución espacial, las plantas fueron más bajas que a densidades de siembra inferiores (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Altura de las plantas

Tratamiento	Plantas/ha	Altura de las plantas (cm)
<b>1</b>	40,000	267.7 b
<b>2</b>	50,000	260.3 b
<b>3</b>	60,000	238.0 a
<b>4 (voleo)</b>	64,750	235.7 a
** C.V.= 4.001984		
Valores seguidos por las mismas letras no son significativamente diferentes.		

**Plantas cosechadas.** El cuadrado medio del análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para el número de plantas cosechadas, dejando clara la tendencia de aumento con cada incremento en la densidad de siembra (Ver Tabla 4). Para el tratamiento al voleo, la información local es que se siembra un almud (el grano proveniente de 192 mazorcas) por hectárea, lo que quiere decir que se deberían haber sembrado el equivalente a 72.000 semillas por hectárea; sin embargo, las 77.7 plantas cosechadas en promedio por parcela de 12 m<sup>2</sup> corresponden únicamente a 64.750 plantas por hectárea. Esto se puede explicar en la dificultad para calcular la semilla a volear en un área pequeña (a pesar de que esta siembra la hizo el agricultor dueño del terreno) o porque al no quedar tapada con suelo, se pierde parte de la misma.

Tabla 4. Número de plantas cosechadas

Tratamiento	Plantas/ha	Plantas cosechadas por parcela de 12 m <sup>2</sup>	Plantas cosechadas por hectárea
<b>1</b>	40,000	47.3 d	39,417
<b>2</b>	50,000	59.0 c	49,167
<b>3</b>	60,000	72.0 b	60,000
<b>4 (Voleo)</b>	64,750	77.7 a	64,750
*** C.V. = 2.780489			
Valores seguidos por las mismas letras no son significativamente diferentes.			

En todo caso, la siembra al voleo implica que no hay pleno control sobre la población final y ella depende más del estado y de la topografía del terreno, de la experiencia del agricultor y probablemente hasta de su estado de ánimo o de salud. Además, la distribución espacial establecida para las plantas no es uniforme, de tal modo que en unos sectores la siembra queda densa y en otros, rala.

**Proporción de plantas con mazorca.** Entre los tratamientos de siembra en hileras, la proporción de plantas con mazorca fue estadísticamente igual, pero en todos ellos fue mayor que en la siembra al voleo lo cual pone de manifiesto que para este parámetro la densidad de siembra no fue tan importante como si lo fue la distribución espacial de las plantas (Ver Tabla 5).

Tabla 5. Proporción de plantas con mazorca

Tratamiento	Plantas/ha	Plantas con mazorca (%)
<b>1</b>	40,000	28.2 a
<b>2</b>	50,000	27.6 a
<b>3</b>	60,000	27.4 a
<b>4 (voleo)</b>	64,750	64,750
** C.V. = 8.279576		
Valores seguidos por las mismas letras no son significativamente diferentes.		

La mayor proporción de plantas con mazorca en la siembra en hileras se puede atribuir a una mejor interrelación ambiente-planta-técnica, que incide en menor competencia por luz y mejor aprovechamiento del abono aplicado en bandas, ya que cuando se aplica al voleo no queda bien repartido sobre el terreno y, además, queda descubierto sin que sea tapado con el suelo, lo que favorecería su integración rápida con el complejo edáfico. El abono solo es tapado después con la vegetación que es cortada.

Estos resultados concuerdan con lo informado por Estrada (2006), quien obtuvo mayor proporción de plantas con mazorca entre mayor era la disponibilidad de nutrientes, obteniendo como resultado un 44, 23 y 12% de plantas con mazorca en los tratamientos con abono químico, abono orgánico y testigo sin abonar, respectivamente. Por otro lado, ya que una de las características de las variedades mejoradas es que tienen un elevado número de mazorcas por planta, es razonable pensar que el mejoramiento genético puede ser una opción para mejorar esta condición en el maíz “chococito”.

**Tamaño de las mazorcas.** Aunque estadísticamente no hubo diferencia en el tamaño de 40.000 y 50.000 plantas por hectárea, las mazorcas fueron más cortas y delgadas y con menor número de granos, a medida que aumentó la competencia entre plantas por luz y nutrimentos como consecuencia de una mayor competencia intraespecífica (Ver Tabla 6).

Tabla 6. Tamaño de las mazorcas

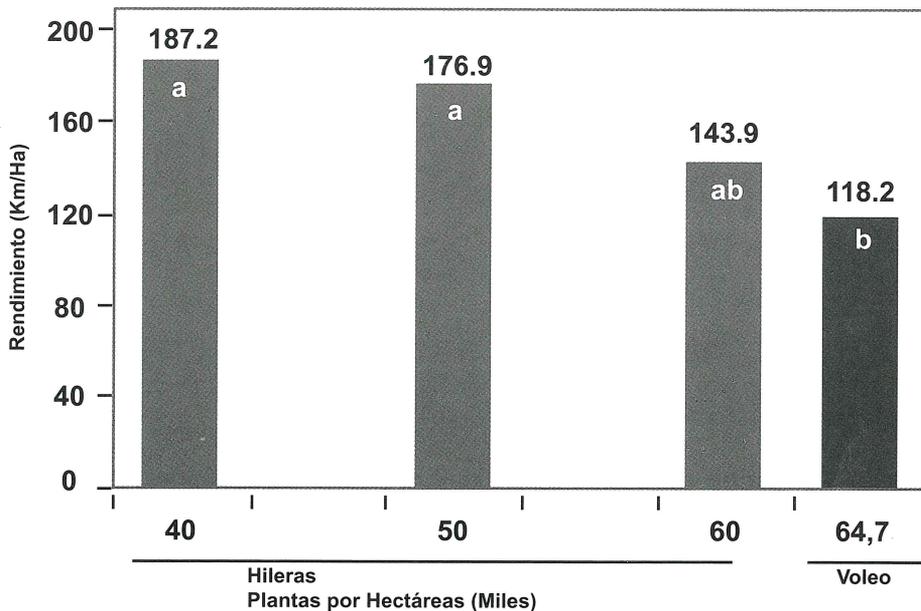
Tratamiento	Plantas/ha	Longitud (cm)	Perímetro (cm)	Número de granos por mazorca
<b>1</b>	40.000	10.3 a	10.4 a	81 a
<b>2</b>	50.000	10.1 a	10.2 ab	80 a
<b>3</b>	60.000	7.8 b	9.5 b	71 a
<b>4 (voleo)</b>	64.750	7.7 b	8.7 c	58 b
		***CV=5.89	**CV=4.63	*CV=9.52
<b>Mazorcas usadas como semilla</b>		13.4	11.8	375
Valores seguidos por las mismas letras no son significativamente diferentes.				

En todos los tratamientos, la longitud y el perímetro de las mazorcas fueron inferiores a los que presentaron las mazorcas utilizadas como semillas, debido probablemente a que estas se obtuvieron en un suelo de vega de río, cuya fertilidad es mayor que la de los suelos de colinas. Esta diferencia en la procedencia de la semilla (fertilidad de los suelos) se manifiesta de manera evidente en el número de granos por mazorca, ya que aun en el mejor de los casos (densidad de 40.000 plantas por hectáreas) en que se produjeron 81 granos por mazorca, esta cifra es muy inferior a la presentada en las mazorcas usadas como semilla (375 granos por mazorca).

**Rendimiento.** Según Cirilo (2004), el rendimiento de maíz está directamente relacionado con la capacidad del cultivo para capturar la luz solar, especialmente en la etapa de floración; y para aumentar la captura de luz, el procedimiento agronómico más efectivo consiste en utilizar una densidad óptima de siembra, entendida como la cantidad de plantas que permite el mayor rendimiento con la mejor cobertura del suelo y el menor autosombreamiento.

El rendimiento mostró tendencia a disminuir progresivamente en los tratamientos sembrados en hilera, a medida que la densidad fue mayor dentro del rango estudiado. El hecho de que en los tratamientos en hileras los rendimientos con 40.000 y 50.000 plantas por hectárea no fueran estadísticamente diferentes del rendimiento con 60.000 plantas por hectárea, pero si fueran significativamente mayores que con 64.750 plantas por hectárea al voleo, sugiere que la distribución espacial tuvo mayor incidencia en el rendimiento que el control de la población (Ver Figura 1).

Figura 1. Rendimiento



\* C.V. = 15.01135 Valores seguidos por las mismas letras no son significativamente diferentes

La siembra en hileras en mayor densidad que las aquí exploradas fue estudiada por Estrada (2006); sin embargo, el rendimiento de 79 kg por hectárea obtenido con 112.500 plantas por hectárea, sugiere que fue una densidad excesiva.

## Conclusiones

- \* El cultivo presentó en todos los tratamientos plantas poco vigorosas y con síntomas de deficiencia de fósforo a pesar de la aplicación del abono orgánico, lo cual conduce a pensar que la composición química de la gallinaza o la dosificación o su forma de utilización no llenaron los requerimientos del cultivo.
- \* Una mejor distribución espacial en hileras permitió que una mayor proporción de plantas produjeran mazorca y que estas tuvieran mayor número de granos, lo que generó un mayor rendimiento.
- \* A mayor densidad de siembra se observó menor altura de las plantas y menor tamaño de las mazorcas.
- \* La distribución espacial de las plantas tuvo mayor incidencia en el rendimiento que la densidad de siembra.
- \* El rendimiento del maíz "chococito" en las condiciones de este experimento, hace necesario explorar posibles modificaciones en las prácticas actuales de su cultivo, con el fin de lograr incrementos apreciables en el rendimiento en condiciones de colinas bajas.

## Bibliografía

- AGUDELO, R. (2005). Experiencias locales del cultivo tradicional del maíz. Revista Semillas N°22/23. Recuperado de <http://www.semillas.org.co/sitio.shtml?apc=w1-1--&x=20154618>
- CIRILO, A. (2004). Rendimiento del cultivo de maíz. Manejo de la Densidad y Distancia entre Surcos en Maíz. INTA-Revista IDIA XXI. (4):6-Cereales, 128-133. Recuperado de <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/cereales/maiz08.pdf>
- ESLAVA, J. A. (1994). Climatología del Pacífico Colombiano. Academia Colombiana de Ciencias Geofísicas. Colección Eratóstenes (1), 79.
- ESTRADA, G. A. (2006). Respuesta del maíz chococito, *Zea mays* L. a la fertilización mineral y orgánica en un suelo ácido del corregimiento de Zacarías, municipio de Buenaventura (trabajo de Grado). Universidad del Pacífico, Buenaventura, Colombia, p. 42.
- PATIÑO, V. M. (1963). Plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial Tomo II. Plantas alimenticias. Recuperado de <http://www.banrepcultural.org/book/export/html/22269>
- SÁNCHEZ, E. (1998). Los sistemas productivos Tradicionales. Tomo IV. (Informe final Proyecto Biopacífico). Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente, p. 122.