

EFFECTO DE ALTAS DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE EL HÍBRIDO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) IMPACTO

HIGH DENSITY SOWING EFFECT ON THE CORN HYBRID (*Zea mays* L.) IMPACTO

Quevedo Amaya, Yeison.¹; Barragan Quijano, Eduardo.¹; Beltran Medina, Jose.²

Resumen

La densidad poblacional en un cultivo de maíz es considerado como el factor controlable más importante para obtener buenos rendimientos, con el uso de altas densidades de siembra (mayores a 80000 plantas/ha) se pretende aumentar la antena colectora de luz con miras a mejorar la producción y la rentabilidad. El objetivo de este proyecto era encontrar el impacto que tiene el uso de diferentes densidades de siembra sobre la concentración de clorofila en el estado vegetativo, la altura de mazorca y cuatro componentes de rendimiento como la prolificidad, número de granos por hilera, número de hileras y peso de estos granos, del híbrido de maíz Impacto en el municipio de Valle de San Juan (Tolima). Para desarrollar la investigación se estableció un ensayo con un diseño de bloques completos al azar en parcela sub-dividida con cuatro repeticiones, en la parcela principal se establecieron los tratamientos de distancia entre surcos (0.7 m y 0.8 m) y en la sub-parcela los tratamientos de número de plantas por metro lineal (7, 8 y 9). Se obtuvieron resultados que demuestran que el contenido de clorofila, altura de mazorca, número de hileras, peso de 1000 granos y rendimiento no se ven afectados a nivel significativo (0.05) por las altas densidades poblacionales, mientras que el número de granos por hilera se afectó por acción de la distancia entre surcos a nivel significativo. El tratamiento con mayores rendimientos (11 690.97 kg/ha \pm 1303) y rentabilidad (59.65 %) se logró con una densidad de 112 500 plantas por hectárea.

Palabras clave: Clorofila, componentes de rendimiento, rentabilidad, elasticidad, competencia intraespecifica.

Abstract

The poblational density of corn yield is considered as the most important controllable factor for good performance, with the use of high densities of yield (greater than 80000 plants/ha) is aimed to increase the collecting antenna daylight to improve controllable factor the production and profitability. The objective of this project was to find the impact of using different yield densities on chlorophyll concentration in the vegetative stage, cob height and four performance components as Prolificacy, number of corn kernels per row, the rows number and weight of these corn kernels, of the hybrid corn "Impact in the town of Valley off San Juan (Tolima)". The researching to develop a test with a completely randomized design in sub-divided plot with four replicates blocks, at the main estate is established treatments row spacing (0.7 m and 0.8 m) and the sub-estate the treatments number of plants per lineal meter (7, 8 and 9). Results show that the content of chlorophyll, cob height, number of rows, the 1000 corn kernels weight and performance not affected at significant level (0.05) by

¹ Corpoica. Ingeniero Agrónomo. Centro de Investigaciones Nataima.

² Corpoica. Investigador Ph.D Centro de Investigación Nataima.

Correo para correspondencia: ymquevedo@ut.edu.co.

high population densities were obtained, while the number of kernels per row is affected by the action of row spacing to significant level. Treatment with higher performance (11690.97 kg/ha \pm 1303) and profitability (59.65 %) was achieved with a density of 112 500 plants per hectare.

Keywords: Chlorophyll, Row spacing, yield components, profitability, elasticity, intraspecific competition.

Introducción

El cultivo del maíz es de los más antiguos que se conocen, debido a sus grandes bondades y multitud de usos se ha convertido en el cultivo más importante de cereales a nivel mundial por su producción de 795 935 000 de toneladas, en la temporada 2009-2010, superando al trigo y al arroz, de las cuales el 90 % corresponden a maíz amarillo y el 10 % restante a maíz blanco. El maíz ocupa el segundo lugar en área de siembra, con alrededor de 140 millones de hectáreas y se siembra en 135 países [1].

En Colombia el cultivo del maíz forma parte de la agro cadena de alimentos balanceados para animales, avicultura y porcicultura [2], este cultivo en Colombia forma parte de un renglón importante en la economía agrícola nacional, en el año 2013 la superficie sembrada fue de 485 953 ha con una producción de 1 685 725 t, 976 457 t de maíz amarillo y 709 267 t de maíz blanco [3].

Uno de los factores más importantes en la producción de maíz es la definición del arreglo espacial y la densidad poblacional óptima para cada genotipo de maíz en cada zona maicera del país, debido a la baja competitividad de este sector y de un entrante acuerdo comercial con los Estados Unidos, se hace necesario encontrar alternativas viables para lograr competir en un mundo de economía globalizada.

La distancia de siembra se define como el intervalo entre dos surcos de plantas, y la densidad de siembra como la población de plantas que ocupa un área. Los dos son conceptos tecnológicos que definen la población y el arreglo de las plantas, y sin duda intervienen en el rendimiento [4]. La densidad poblacional para el cultivo del maíz es considerada como el factor controlable más importante para obtener mayores rendimientos en los cultivos, debido a que es una herramienta efectiva para la captura de luz [5].

La densidad adecuada para una variedad en particular es aquella que permite la máxima y más eficiente utilización de los recursos ambientales tales como CO₂, radiación, agua y nutrientes, factores que en últimas determinan la obtención de mayores rendimientos [6].

Uno de los factores que puede ser afectado por acción de las altas densidades de siembra es el contenido de nitrógeno foliar, un método eficiente de estimar este parámetro en campo mediante un método no destructivo es la utilización del clorofilometro que mediante la lectura del contenido de clorofila se puede estimar de forma indirecta el contenido de nitrógeno [7].

Es de resaltar que en muy bajas densidades el rendimiento puede estar limitado por la baja capacidad del cultivo para cubrir el suelo (captación de radiación incidente) y por el límite en el tamaño potencial de espiga, que no compensa la disminución en su número. Por otro parte, en altas densidades poblacionales el rendimiento también puede verse afectado debido a que la planta prioriza sus recursos el crecimiento de órganos distales (panoja) en detrimento de los axilares (espiga). Por esta razón en cultivos que se desarrollan bajo estrés, la espiga recibe proporcionalmente menor cantidad de fotoasimilados, disminuyendo en gran parte el rendimiento [8].

La densidad óptima debe ser escogida con base en oferta ambiental (radiación solar incidente, disponibilidad de agua), edáfica (disponibilidad de nutrientes en el perfil de suelo), disponibilidad de recursos entre otros [9]. Por esta razón se debe conocer la densidad poblacional óptima para cada zona maicera con el fin de hacer un uso eficiente de la oferta ambiental y con esto aumentar la competitividad y rentabilidad.

Una de los genotipos más sembrados en la zona maicera del Valle de San Juan es el híbrido simple Impacto de la multinacional Syngenta, este material tiene como característica ser de ciclo mediano a tardío (160-165 días a cosecha), un número de hileras de 16 a 18 y un rendimiento promedio de 10 toneladas por hectárea [10].

Materiales y Métodos

Esta investigación fue realizada en el municipio de Valle de San Juan (Tolima, Colombia), vereda Vallecito Bajo, georreferenciado con las coordenadas 4° 12' 42.8" latitud norte 75° 9' 38.1" longitud oeste.

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar en parcela sub-dividida con cuatro repeticiones, la

parcela principal (PP) correspondió a la distancia entre surcos y la sub-parcela (SP) fue el número de plantas por metro lineal. Se evaluaron dos distancias entre surcos: 0.70 m y 0.80 m, y tres números de plantas por metro lineal: 7, 8 y 9. La combinación de los anteriores factores arrojan los siguientes tratamientos (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos de densidades de siembra

Distancia entre surcos (m)	Plantas por metro lineal	Densidad poblacional (plantas/ha)	Tasa de siembra (kg/ha)
0.7	7	100 100	25.02
0.7	8	114 000	28.60
0.7	9	128 700	32.17
0.8	7	87 500	21.87
0.8	8	100 000	25.00
0.8	9	112 500	28.12

Las unidades experimentales estaban constituidas por seis surcos y tenían una distancia de diez metros de largo, estas fueron sembradas en el semestre B del año 2012, la siembra se realizó manualmente con dos semillas por sitio, en el estado V3 se realizó un raleo para dejar una planta por sitio.

El manejo agronómico de las unidades experimentales se realizó de la siguiente manera:

La preparación del suelo se realizó con un pase de arado de disco y dos pases de rastra californiana. La fertilización edáfica se hizo con base en el análisis químico de suelo. El control de malezas se realizó con una aplicación de pre-emergente con Diuron (6.25 cm³/L de agua), Atrazina (12.5 cm³/L de agua) y Glifosato (15 cm³/L de agua), posteriormente se aplicó un sello con Pendimetalina (15 cm³/L de agua). El insecto *Spodoptera frugiperda* se presentó como gusano cogollero en el estado V10, este se controló con la aplicación de Clorpirifos (6.6 cm³/L de agua).

Las mediciones se realizaron dentro de la parcela útil, es decir en los cuatro surcos centrales de cada unidad experimental.

Para encontrar el efecto de las altas densidades de siembra se evaluaron los siguientes parámetros:

Contenido de clorofila. Esta variable se estimó a los 28 y 48 días después de la emergencia, para determinar el contenido de clorofila se usó un medidor Minolta Spad 502 plus, el sensor se colocó en la quinta hoja más joven y se tomaron tres medidas por cada hoja (Basal, media y distal); esta medición se realizó en cuatro plantas por unidad experimental.

Altura de mazorca y Prolificidad. La altura de mazorca se determinó al momento de la madurez fisiológica (R6), por cada unidad experimental se

realizó la medición en cuatro sub-muestras de un metro lineal, se estimó la altura de la mazorca más baja y el número de mazorcas en cada planta presente dentro del marco de referencia.

Se cosecharon 4 metros lineales ubicados en los surcos centrales (3 y 4) de cada unidad experimental, y se seleccionaron 20 mazorcas al azar para determinar las siguientes variables de cosecha:

Número de hileras por mazorca. Con las veinte mazorcas seleccionadas se contó el número de hileras de cada mazorca.

Número de granos por hilera. En las veinte mazorcas seleccionadas se eligieron 4 hileras al azar y se contó la totalidad de los granos.

Peso de 1000 granos. Este parámetro se determinó mediante la Ec. (1), donde *P* es el peso de 1000 granos (g), *Pmaz* es el peso de la mazorca (g), *Ptus* es el peso de la tusa (g), *Hum* es el porcentaje de humedad de grano, *Nhil* es el número de hileras por mazorca y *Ngra* es el número de granos por hilera.

$$P = \left[\frac{(Pmaz - Ptus)}{(Nhil \times Ngra)} \times 0.12 \right] \times 1000 \quad (\text{Ec. 1})$$

Rendimiento. El rendimiento de cada tratamiento se calculó con la Ec. (2), donde *R* es el rendimiento en kilogramos por hectárea (kg/ha), *Pl* es la prolificidad y *Pc* es el número de plantas a cosecha

$$R = \left[\frac{(Pmaz - Ptus)}{(Nhil \times Ngran)} \times 0.12 \right] \times Pl \times Pc \quad (\text{Ec. 2})$$

Rentabilidad. El cálculo de la rentabilidad para cada tratamiento se realizó mediante un seguimiento durante todo el ciclo del cultivo del maíz a los costos de producción. Esta variable se calculó con la Ec. (3), donde *Re* es la rentabilidad (%), *Pv* es el precio de venta por kilogramo en la bolsa nacional agropecuaria (\$/kg) y *Ctot* son los costos totales de producción por hectárea (\$/ha).

$$Re = \left[\frac{(R \times Pv) - Ctot}{R \times Pv} \right] \times 100 \quad (\text{Ec.3})$$

El análisis estadístico de los datos se realizó con el paquete estadístico Infostat, en el que se analizaron las variables de manera independiente con la prueba de significancia de tukey a una probabilidad del 95 %.

Resultados y discusión

Contenido de clorofila. La concentración de clorofila se asocia con la eficiencia de la fertilización nitrogenada [11], por lo que esta variable se pudo ver

afectada por acción de la competencia intraespecífica entre las plantas de maíz, en la Tabla 2 se observa que en el contenido de clorofila en la fase vegetativa del maíz, evaluado a los 28 y 48 días después de la emergencia, no se encontraron diferencias significativas (0.05) por efecto de la distancia entre surcos y del número de plantas por metro lineal, es decir que los tratamientos de densidades poblacionales no tuvieron efecto sobre esta variable.

Prolificidad. La prolificidad es el índice que relaciona el número de mazorcas por cada planta o mazorcas por parcela, este valor tiene una relación directa con la producción [12], en la Tabla 3 se observa que en este ensayo no se obtuvieron diferencias significativas (0.05) para esta variable por efecto de la distancia entre surcos ni del número de plantas por metro lineal, es decir que para el híbrido de maíz Impacto el número de mazorcas por planta no se ve afectado por el número de plantas por unidad de área.

Altura de mazorca. La altura de mazorca se relaciona directamente con la tolerancia al volcamiento de una planta, por lo que es deseable una baja altura de mazorca [13], en la Tabla 3 se observa que no existen diferencias significativas (0.05) para la altura de mazorca por acción de la distancia entre surcos y del número de plantas por metro lineal, sin embargo se denota que al aumentar la distancia entre surcos esta variable también se incrementa, siendo con una distancia de 0.7 m una altura de mazorca de 0.87

± 0.13 m y a una distancia de 0.8 m una altura de mazorca de $0.93 \text{ m} \pm 0.089$.

Número de granos por hilera. El número de granos por hilera como se observa en la Tabla 4, no presentó diferencias a nivel significativo (0.05) para el número de plantas por metro lineal, mientras que si lo hizo para la distancia entre surcos, esta variable se incrementó a medida que la distancia entre surcos es mayor. El número de granos por hilera a una distancia de 0.8 m entre surcos fue de 26.92 ± 4.79 granos mientras que a 0.7 m fue de 22.41 ± 3.39 granos.

Número de hileras por mazorca. Para la variable de número de hileras por mazorca, no se obtuvieron diferencias a nivel significativo (0.05) por efecto de la distancia entre surcos ni del número de plantas por metro lineal, como se observa en la Tabla 4, es decir que este componente de rendimiento no se ve afectado por los tratamientos de densidades poblacionales.

Peso de 1000 granos. Esta variable no se vio afectada por acción de las distancias entre surcos y el número de plantas por metro lineal evaluadas, siendo este parámetro igual a nivel significativo como se observa en la Tabla 4, por lo tanto el peso de los granos del híbrido de maíz Impacto no se ve influenciado por las densidades poblacionales.

Tabla 2. Contenido de clorofila a los 28 y 48 días después de la emergencia según los tratamientos de densidades poblacionales.

Distancia entre surcos (m)		Clorofila 28 dde	Clorofila 48 dde
0.7		48.13 \pm 5.37 A	49.44 \pm 4.59 A
0.8		50.72 \pm 4.59 A	51.97 \pm 5.99 A
Plantas por metro lineal		Clorofila 28 dde	Clorofila 48 dde
7		49.13 \pm 5.13 A	51.12 \pm 4.53 A
8		49.50 \pm 5.72 A	50.26 \pm 6.24 A
9		49.65 \pm 5.00 A	50.75 \pm 3.93 A
Distancia entre surcos (m)	Plantas por metro lineal	Clorofila 28 dde	Clorofila 48 dde
0.7	7	47.44 \pm 5.84 A	49.16 \pm 3.57 A
0.7	8	45.87 \pm 5.83 A	48.64 \pm 2.04 A
0.7	9	51.16 \pm 4.14 A	50.54 \pm 3.48 A
0.8	7	51.55 \pm 3.99 A	53.08 \pm 4.99 A
0.8	8	53.52 \pm 1.52 A	47.09 \pm 8.93 A
0.8	9	47.09 \pm 5.49 A	50.95 \pm 4.88 A

Las letras en cada fila indican diferencias a nivel significativo ($P < 0.05$)

Tabla 3. Prolifricidad y altura de mazorca (cm) según los tratamientos de densidades poblacionales.

Distancia entre surcos (m)		Prolifricidad	Altura de mazorca (m)
0.7		1.00 ± 0.01 A	0.87 ± 0.13 A
0.8		1.03 ± 0.03 A	0.93 ± 0.09 A
Plantas por metro lineal		Prolifricidad	Altura de mazorca (m)
7		1.01 ± 0.03 A	0.88 ± 0.11 A
8		1.02 ± 0.03 A	0.93 ± 0.11 A
9		1.02 ± 0.03 A	0.90 ± 0.12 A
Distancia entre surcos (m)	Plantas por metro lineal	Prolifricidad	Altura de mazorca (m)
0.7	7	1.00 ± 0.00 A	0.84 ± 0.15 A
0.7	8	1.01 ± 0.01 A	0.91 ± 0.15 A
0.7	9	1.00 ± 0.00 A	0.87 ± 0.12 A
0.8	7	1.03 ± 0.03 A	0.92 ± 0.05 A
0.8	8	1.02 ± 0.04 A	0.95 ± 0.06 A
0.8	9	1.03 ± 0.03 A	0.92 ± 0.14 A

Las letras en cada fila indican diferencias a nivel significativo (P<0.05)

Tabla 4. Número de granos por hilera y número de hileras de la mazorca según los tratamientos de densidad poblacional.

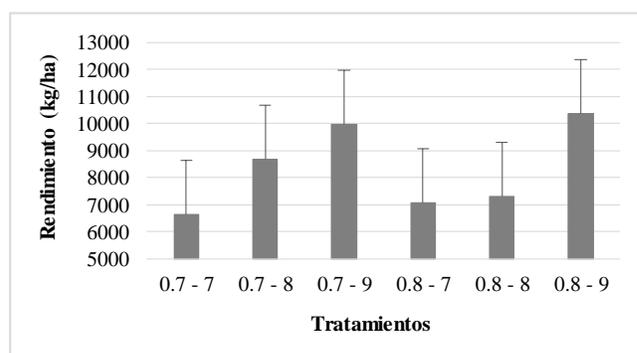
Distancia entre surcos (m)	Número de granos por hilera	Número de hileras por mazorca	Peso de 1000 granos (g)	Rendimiento (kg/ha)	
0.7	22.41 ± 3.39 A	15.55 ± 0.61 A	230.72 ± 48.16 A	9245.0 ± 768.9 A	
0.8	26.92 ± 4.79 A	15.52 ± 0.66 A	219.69 ± 17.95 A	9484.6 ± 643.6 A	
Plantas por metro lineal	Número de granos por hilera	Número de hileras por mazorca	Peso de 1000 granos (g)	Rendimiento (kg/ha)	
7	25.02 ± 4.82 A	15.63 ± 0.67 A	212.44 ± 29.43 A	7988.4 ± 633.0 A	
8	24.79 ± 4.46 A	15.31 ± 0.68 A	230.21 ± 42.43 A	9189.5 ± 277.5 A	
9	25.02 ± 5.28 A	15.68 ± 0.52 A	232.96 ± 36.12 A	10916.5 ± 1143.1 A	
Distancia entre surcos (m)	Plantas por metro lineal	Número de granos por hilera	Número de hileras por mazorca	Peso de 1000 granos (g)	Rendimiento (kg/ha)
0.7	7	21.75 ± 4.19 A	15.71 ± 0.71 A	212.97 ± 42.47 A	7796.6 ± 1150.0 A
0.7	8	23.73 ± 2.53 A	15.38 ± 0.83 A	235.28 ± 63.33 A	9796.4 ± 1098.0 A
0.7	9	21.75 ± 3.84 A	15.58 ± 0.29 A	238.92 ± 48.53 A	10142.0 ± 167.0 A
0.8	7	28.29 ± 2.85 A	15.54 ± 0.73 A	206.91 ± 11.67 A	8180.3 ± 1107.0 A
0.8	8	24.63 ± 6.29 A	15.25 ± 0.62 A	225.15 ± 11.01 A	8582.5 ± 1258.0 A
0.8	9	27.83 ± 5.07 A	15.77 ± 0.72 A	227.01 ± 24.39 A	11690.0 ± 1303.0 A

Las letras en cada fila indican diferencias a nivel significativo (P<0.05)

Rendimiento. Este parámetro es la expresión de los componentes de rendimiento analizados con anterioridad, en esta investigación se encontró que para el híbrido de maíz Impacto en la zona de Valle de San Juan, no se presentan diferencias significativas (0.05) por efecto de la distancia entre surcos ni del número de plantas por metro lineal como se ve en la Tabla 4, sin embargo se observa en la Figura 1 una tendencia creciente del rendimiento a medida que aumenta el número de plantas por metro lineal, este mismo fenómeno sucede al incrementar la distancia entre surcos.

El tratamiento con el que se obtuvieron los mejores rendimientos fue sembrado con una distancia entre surcos de 0.8 m y con 9 plantas por metro lineal

(112 500 pl/ha) con un promedio de 11 690.97 kg/ha ± 1303.

**Figura 1.** Rendimiento (kg/ha) según densidades poblacionales.

Rentabilidad (%). La rentabilidad porcentual es la medida de la ganancia que obtienen los productores de maíz luego de la venta del grano, según los tratamientos de densidades poblacionales el tratamiento sembrado a 0.8 m entre surcos y con 9 plantas por metro lineal (112500 pl/ha) es con el que el productor puede obtener una mayor rentabilidad (59.65 %) es decir que por cada 1000 pesos invertidos en el proceso de producción, se obtendrán 596.5 pesos de ganancia.

Discusión

En esta investigación se pudo observar que el contenido de clorofila en la fase vegetativa no se afectó por los tratamientos de densidades poblacionales, siendo este parámetro igual estadísticamente (0.05), esto concuerda con lo establecido por Varvel [14] en donde los autores afirman que se observan diferencias significativas en el contenido de clorofila únicamente por efecto de los híbridos de maíz y la fecha de siembra, y no por acción de la densidad de siembra. Según Novoa [7] el contenido de clorofila estimado con el clorofilometro tiene una alta correlación ($r^2=0.88$) con el nitrógeno foliar en la fase vegetativa, el estimó que valores por debajo de 35.3 unidades Spad son símbolo de deficiencia de nitrógeno, mientras que Sainz [15] estimó que los valores adecuados de clorofila oscilan entre 47 y 54 unidades Spad, según lo encontrado dentro de este ensayo de campo todos los tratamientos poseen un contenido de clorofila dentro de este rango, por lo que se puede determinar que para este híbrido de maíz las densidades poblacionales no tienen efecto sobre este parámetro.

En cuanto a la variable altura de la mazorca, se encontró que este parámetro no se ve afectado estadísticamente (0.05) por los tratamientos evaluados, esto difiere de lo concluido por Ramírez [16], quien afirma que la altura de mazorca se incrementa por efecto de la densidad poblacional, esto puede deberse en gran parte a que el híbrido Impacto es un material considerado elástico es decir que se comporta de la misma manera con diferentes densidades.

El número de mazorca por planta o prolificidad no tiene interacción estadística en relación con los tratamientos de densidades poblacionales, mientras que Ramírez [16] dice que el número de mazorcas por planta se disminuye con el aumento de la población de

plantas; al igual que la variable de altura de mazorca esto puede deberse a que el material evaluado es elástico (estable).

El rendimiento del cultivo de maíz es la expresión de los componentes de rendimiento, en esta investigación el híbrido de maíz Impacto no mostro diferencias a nivel significativo por acción de las densidades poblacionales, sin embargo se observa una tendencia creciente en el rendimiento a medida que aumenta el número de plantas por unidad de área, esto es similar a lo establecido por Semillas Valle [17] quien encontró que para sus variedades e híbridos ocurre el mismo fenómeno, sin embargo dicen que los rendimientos son muy bajos con bajas poblaciones, mientras que Ramírez [16] dice que la producción se incrementa a medida que la población es mayor hasta llegar a la densidad máxima donde los rendimientos decaen por efecto de competencia intraespecifica.

Conclusiones

Los tratamientos de densidades poblacionales no tienen efecto a nivel significativo sobre la concentración de clorofila (Contenido de nitrógeno foliar) en la fase vegetativa estimada con el medidor minolta Spad 502 plus para el híbrido impacto en la zona de Valle de San Juan (Tolima).

La altura de mazorca para el material impacto en la zona de Valle de San Juan, no se ve afectada por las altas densidades poblacionales, por lo que se concluye que una alta densidad poblacional no es sinónimo de volcamiento de plantas.

Los componentes de rendimiento prolificidad, número de granos por hilera, número de hileras por mazorca y peso de 1000 granos del híbrido Impacto en la zona de Valle de San Juan, no está influenciado a nivel significativo por el número de plantas por metro lineal. El número de granos por hilera se ve afectado a nivel significativo por la distancia entre surcos, este parámetro se incrementa cuando la distancia entre las líneas de plantas es mayor. La prolificidad, número de hileras por mazorca y peso de 1000 granos no presentaron según la prueba de significancia de tukey diferencias a nivel significativo (0.05) por efecto de la distancia entre surcos.

La expresión de los anteriores componentes de rendimiento se sintetiza en el rendimiento dado en kilogramos de grano por hectárea, este no se ve afectado a nivel significativo por los tratamientos de

densidades poblacionales para el material Impacto en la zona de Valle de San Juan, siendo los promedios iguales estadísticamente.

Como se observa en la Tabla 5, el tratamiento de densidad poblacional para el híbrido de maíz Impacto con la mayor rentabilidad (59.65 %) fue sembrado con una distancia entre surcos de 0.8 m y con 9 plantas por metro lineal (112500 pl/ha).

Tabla 5. Rentabilidad según los tratamientos de densidad poblacional.

Distancia entre surcos (m)	Plantas por metro lineal	Densidad poblacional (pl/ha)	Rentabilidad (%)
0.7	7	100 100	52.75
0.7	8	114 000	51.09
0.7	9	128 700	54.80
0.8	7	87 500	46.81
0.8	8	100 000	54.97
0.8	9	112 500	59.65

El híbrido de maíz impacto es considerado un híbrido elástico debido a que su comportamiento (Componentes de rendimiento, altura de mazorca) no se ve afectado de manera significativa (0.05), por acción de la competencia intraespecífica dada por el uso de altas densidades poblacionales.

El uso de altas densidades de siembra, en especial cortas distancias entre surcos (menor a 0.9 m) es recomendable siempre y cuando se disponga de maquinaria adecuada para la siembra, manejo de malezas, fertilización y cosecha; La utilización de altas densidades presenta problemas de carácter operativo por lo que se debe usar solo si se tienen los recursos descritos anteriormente.

Referencias

[1] Fondo Nacional Cerealista. (2010). El cultivo del maíz, historia e importancia. En: Fenalce. http://www.fenalce.org/arch_public/maiz93.pdf . [Consulta: Ene 2013].

[2] Espinal G, C. F., Martínez Cobaleda, H. J., & Acevedo Gaitan, X. (2005). La cadena de cereales, alimentos balanceados para animales, avicultura y porcicultura en Colombia. En: Agronet. http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2005_11215360_caracterizacion_cereales.pdf . [Consulta: Jun 2013].

[3] Fenalce. (2014). Consolidado APR 2012 vs 2013. http://www.fenalce.org/nueva/plantillas/arch_down_load/APR_consolidado_2012_vs_2013.pdf. [Consulta: Mar 2014].

[4] Barragan Quijano, E., & Sarasty Pretel, J. (2012). Modelo productivo para el cultivo del algodón en el valle calido del

alto magdalena. En : Siembra. www.siembra.gov.co [Consulta: Ene 2013].

[5] Fondo Nacional Cerealista. (2011). Aspectos técnicos de la producción de maíz en Colombia. En: Biblioteca agrícola colombiana. <http://www.corpoica.org.co/bacdigital/contenidos/catalogo.asp?ca=60774> . [Consulta: Jun 2013].

[6] Embrapa Algodão. (2008). O agronegócio do algodão no Brasil, 2 edn. (Embrapa Informação Tecnológica, Brasil).

[7] Novoa, R; Villagrán, N. (2002). Evaluación de un instrumento medidor de clorofila en la determinación de niveles de nitrógeno foliar en maíz. *Agricultura técnica*, 62, 166-171.

[8] Pioneer Argentina. (2008). Respuesta de híbridos de maíz a la densidad de plantas según ambiente. http://www.pioneer.com/CMRoot/Internacional/Argentina_Int1/AGRONOMIA/boletines/Boletin_Pioneer_02.pdf. [Consulta: Ene 2013].

[9] Cirilo, A.G. (s.f). Rendimiento del cultivo de maíz. Manejo de la Densidad y Distancia entre Surcos en Maíz. En: Biblioteca virtual universal. <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210724.pdf>. [Consulta: Ene 2013].

[10] Syngenta. (s.f). Impacto. En: Syngenta. http://www.syngenta.com.mx/Data/Sites/1/semillas/golfo_impacto.pdf . [Consulta: Jun 2013].

[11] Mendoza, E.M; Mosqueda, C; Rangel, J.A; López, A; Rodríguez, S.A; Latournerie, L; Moreno, E. (2006). Densidad de población y fertilización nitrogenada en la clorofila, materia seca y rendimiento de maíz normal y QPM. *Agricultura técnica en México*, 32, 89-99.

[12] Segovia, V; Paterniani, E. (1983). Evaluación de la selección masal con control biparental para Prolificidad en maíz (*Zea mays* L.). *Agronomía Tropical*, 33, 367-382.

[13] Vargas, J.E; Vanegas, H; Molina, C; Lemos, G.A. (2010). Nuevo híbrido de maíz amarillo para la región caribe húmedo FN 115 Galileo de 33. En: Fenalce. http://www.fenalce.org.co/arch_public/HIBRIDO95.pdf. [Consulta: Ene 2013].

[14] Varvel, G. E.; Schepers, J. S. and Francis, D. D. (1997.) Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. *Soil Science Society of American Journal*, 61, 1233-1239.

[15] Sainz, H; Echeverría. (1998). Relación entre las lecturas del medidor de clorofila (Minolta SPAD 502) en distintos estadios del ciclo del cultivo de maíz y el rendimiento en grano. *Facultad de agronomía La Plata*, 103, 37-44.

[16] Ramírez Guzmán, M.C. (1980). Efectos de la densidad de siembra sobre la madurez fisiológica y período de llenado del grano de poblaciones precoces de maíz. En: Biblioteca agropecuaria colombiana. <http://corpomail.corpoica.org.co/bacdigital/contenidos/catalogo.asp?CA=2127>. [Consulta: Ene 2013].

[17] Semillas Valle. (s.f). Establecimiento de la población de plantas apropiada para maximizar rendimientos con el híbrido de maíz (*Zea mays* L.). SV 1127 en el departamento de Córdoba. En: Semillas Valle. <http://www.semillasvalle.com/estudio4.html>. [Consulta: Ene 2013].