

Prueba de cuatro densidades y tres arreglos espaciales de siembra en plátano¹

Carlos Muñoz Ruiz²

Palabras clave

arreglos espaciales, densidades de siembra, plátano (*Musa AAB*).

Resumen

Se evaluó el efecto de tres arreglos espaciales o métodos de siembra (el cuadro, tresbolillo y el doble surco) y cuatro densidades de siembra (1.100, 1.800, 2.500 y 3.200 plantas/ha), sobre las variables vegetativas y productivas, durante tres generaciones (madres-hijas-nietas) del plátano *Musa AAB*, cultivar “Curraré”, con el propósito de determinar qué combinación produce los mejores rendimientos y calidad de frutos.

El proyecto se ordenó en un diseño experimental de bloques al azar, con un arreglo factorial (4 x 3) de parcelas divididas, con tres repeticiones.

Se evaluaron las variables vegetativas, durante el desarrollo de la plantación y las variables productivas, al momento de cosechar los racimos.

El análisis de los datos indica que las variables vegetativas no se ven influenciadas por la interacción del método y la densidad de siembra.

El método de siembra no afectó la producción del plátano, mientras que la densidad de siembra sí influyó en las tres generaciones de producción evaluadas.

En las altas densidades (2.500 y 3.200 plantas/ha), el calibre del dedo presentó los valores más altos. Sin embargo, el número de manos por racimo y dedos por racimo, fue mayor en las bajas densidades.

La interacción entre el método de siembra o arreglo espacial del tresbolillo y la densidad de 1.800 plantas/ha, fue la que produjo el promedio más alto, para la variable productiva de manos por racimo.

Introducción

La Región Huetar Norte de Costa Rica se caracteriza por poseer pequeñas plantaciones de plátano.

1 Resultados de un proyecto de investigación financiado por la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del ITCR.

2 Ingeniero Agrónomo, candidato a doctor en Producción Sostenible de Cultivos Tropicales de la UCR.

La variedad popularmente difundida y bien adaptada a las condiciones climáticas y edáficas de la zona, es el plátano cv. “Curraré”, “Harton” o “falso cuerno” (Musa AAB), con utilización nula o limitada de paquetes tecnológicos. El cultivo se caracteriza, además, por presentar baja productividad, requerimiento de pocos insumos, método de siembra tradicional, en cuadro y densidades de siembra aproximadas a las mil cien plantas por hectárea (Muñoz 1993). Las pequeñas plantaciones son tradicionales, establecidas con distancias de siembra amplias y con un mal manejo, que resulta en rendimientos bajos de 3 a 9 toneladas por hectárea por año (Morales 1991).

Según Muñoz (*Ibid.*), los plataneros de la zona deben luchar en contra de aspectos como la falta de asistencia técnica, uso de semilla de calidad deficiente, alta incidencia de la enfermedad Sigatoka negra, mercado inestable e inseguro, canales de comercialización inadecuados y falta de incentivos agrícolas. Aún así, el cultivo persiste y su importancia se mantiene o aumenta; por tal causa, en este caso el aporte de la investigación adquiere un papel a considerar, al pretender recomendar el arreglo espacial y densidad de siembra más conveniente para el productor, con el fin de lograr el máximo aprovechamiento del terreno y de elevar la retribución económica en beneficio del productor.

La distancia de siembra y el arreglo o distribución de las plantas en el campo, es una de las alternativas que pueden aumentar la producción significativamente, siempre que se dé un manejo adecuado a la plantación (Morales 1991).

Como objetivos de la investigación, se pretendió evaluar en una plantación comercial lo siguiente:

a) tres arreglos espaciales y cuatro densidades de siembra en plátano cv.

“Curraré” (Musa AAB) en la Región Huetar Norte, b) valorar el rendimiento y calidad del fruto en cada densidad y arreglo espacial evaluado; c) recomendar al productor el arreglo espacial de siembra y densidad de siembra más conveniente.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la finca La Esmeralda, situada en la Sede Regional del Instituto Tecnológico de Costa Rica, en Santa Clara, San Carlos, ubicada geográficamente entre los 10°20' y los 10°21' latitud norte y entre los 84°31' y 83°35' longitud oeste. Su altura es de 160 msnm. Presenta condiciones climáticas anuales promedio: precipitación 3.150 mm, temperatura de 25,9°C; humedad relativa de 83,8% y velocidad del viento de 6,9 km/h con dirección al norte.

Esta investigación se llevó a cabo en cuatro etapas: en la primera (mayo a diciembre de 1997) se realizó la siembra y se montó el diseño experimental, evaluando el crecimiento vegetativo de las plantas mensualmente hasta la primera floración.

La segunda etapa abarcó los meses de enero–febrero del año 1998, hasta julio del mismo año, se continuó con la toma de datos de las variables vegetativas y se iniciaron las evaluaciones productivas, terminando la etapa dos, con la cosecha de las plantas madre (primera generación).

La tercera etapa se ubicó entre julio de 1998 y abril de 1999; las evaluaciones vegetativas junto con las productivas se continuaron, terminando con la cosecha de la segunda generación (plantas hijas).

La última etapa abarcó de abril de 1999 a octubre de 1999, terminando con la cosecha de las plantas de esta generación. Durante ese período se

tomaron los datos de las variables vegetativas y productivas en la tercera generación de plantas (nietas).

El material original provino de CORBANA, del Centro de Investigaciones Agrícolas en 28 Millas de Limón, como plántulas embolsadas del plátano (*Musa AAB*) cv. Curraré blanco o corriente. Se utilizaron inicialmente rebrotes de 10-15 cm de tamaño y en las siguientes etapas se utilizaron sucesivamente los hijos de espada seleccionados de las plantas de cada generación que fungen como plantas madres.

Los parámetros vegetativos evaluados fueron: altura de la planta (metros); circunferencia del pseudotallo a un metro del suelo (cm); número de hojas (unidades) sanas y área foliar (m²). Las variables de producción evaluaron los siguientes aspectos: peso del racimo (kg.); número de manos (unidades); número de dedos/mano (unidades); calibre del dedo central de la segunda mano (en 32 avos de pulgada); longitud del dedo central de la segunda mano (cm) y número de dedos/racimo (unidades).

Los tratamientos evaluados durante todo el proyecto, en cada una de las diferentes etapas, fueron los siguientes: métodos de siembra: en cuadro, tresbolillo y doble surco con densidades de siembra: 1.100, 1.800, 2.500 y 3.200 plantas por hectárea.

En total se emplearon 1.728 plantas en el experimento, donde 1.296 permitieron corregir el efecto de borde y 432 como plantas útiles.

El proyecto se estructuró con un diseño experimental de bloques completos al azar, con un arreglo factorial (4 x 3), de parcelas divididas para un total de 12 tratamientos.

La parcela principal estuvo constituida por el método de siembra (o arreglo

espacial) y las subparcelas correspondieron a las cuatro densidades de siembra.

Se establecieron en total 36 parcelas, en un área de 8.100 m². Cada parcela contenía aproximadamente 24 plantas, de las cuales 12 fueron evaluadas.

El manejo de la plantación se inicia con aplicaciones de fertilizantes, basadas en un análisis de suelo que se realizó antes de sembrar la plantación. El control de malezas se realizó antes de iniciar la siembra; se hicieron dos chapias y un mes después que se sembró, una aplicación de glifosato. Las malezas se continuaron controlando manualmente con chapeas periódicas, aplicaciones de glifosato y gramuron por separado en distintas épocas.

El control de nematodos se hizo con aplicaciones sistemáticas de carbofuran o terbufos (30 g/planta).

Las aplicaciones de fungicidas se realizaron en períodos entre 15 y 25 días, según los resultados del monitoreo o pronóstico (escala de Stover); del químico utilizado; de las condiciones de clima presentes en la zona, y del criterio personal del técnico.

La poda de hijos o deshija, se llevó a cabo cada tres meses.

El criterio para la deshija fue el de dejar la unidad productiva formada por la madre y un hijo; se seleccionó el hijo de espada mejor ubicado.

Se tomaron los datos de las variables en la floración (al momento de parir la planta) y en el período de cosecha.

Las variables vegetativas se midieron cada 28 días y las variables de producción, al momento de la cosecha.

El número de hojas se registró en la floración y el área foliar, se tomó en la “hoja cuatro” al momento de cosecha.

Los racimos se cosecharon entre las 11 y 13 semanas de edad.

El análisis de los datos se hizo por medio del programa estadístico SYSTAT versión 5.0. El efecto de las fuentes de variación identificadas se determinó mediante análisis de varianza. Cuando los efectos fueron significativos ($P < 0,05$), se utilizó la prueba de Tukey, para determinar las diferencias mínimas significativas entre las variables y tratamientos.

Resultados y discusión

Primera etapa del proyecto

La primera etapa corresponde al período de la siembra hasta la inducción floral de las plantas madres, en un período de 10 meses.

Según el análisis estadístico, no se presentaron diferencias significativas al 5% en los resultados de las variables: altura de la planta, circunferencia del tallo y el número de hojas sanas que la planta mantiene a la floración, en los tres arreglos espaciales y en las cuatro densidades. Se notó un ligero aumento en la altura, cuando la distancia se redujo, al aumentarse la densidad de siembra. Este comportamiento se considera normal, pues se les ha sometido a una competencia por el espacio y la luminosidad en el campo.

Estadísticamente las diferencias no fueron significativas.

La variable grosor del pseudotallo presentó el mayor valor a una menor densidad de siembra. Este comportamiento se atribuyó a la competencia por luz entre las plantas, al estar más densamente agrupadas y compitiendo por los recursos de luz y espacio, o sea la competencia intraespecífica.

En cada densidad y arreglo espacial, el número de hojas se mantuvo constante, es decir, se logró un promedio de entre 6 y 7 hojas sanas a la floración.

Se puede decir que definitivamente no hay ninguna influencia entre las variables vegetativas y los diferentes arreglos espaciales y las diferentes densidades evaluadas. Esto fortalece la regla de que las plantas de reproducción asexual, como el plátano, no sufren variación genotípica al estar sometidos a diferentes situaciones de competencia en el campo, lo que sí sucede con las plantas de reproducción sexual que son más sensibles a cambios del medio por diferentes formas de competencia. Las pequeñas diferencias observadas en las variables estudiadas se deben a la influencia de los efectos ambientales sobre el fenotipo, que no afectan al genotipo y que no son heredables

El efecto que produjo la Sigatoka negra en el experimento se considera normal en cualquier plantación comercial.

En las altas densidades se notó un número de hojas sanas próximo a 7, esto debido a que se reporta que bajo altas densidades de siembra el efecto de la enfermedad disminuye, mientras que en densidades menores (1.100, 1.800 plantas /ha) ésta se presenta en forma más drástica (Cuadro 1).

Segunda etapa del proyecto

Variables vegetativas

En esta etapa y en la variable vegetativa altura, no se encontraron diferencias significativas al 5% entre los tratamientos que se evaluaron, lo que indica que ni el arreglo espacial ni la densidad de siembra influyeron visiblemente sobre esta variable. Sí se notó un aumento en la altura a medida que se incrementó la densidad de siembra. La altura mayor se encontró en la densidad de 3.200 plantas del tresbolillo

Cuadro 1
VARIABLES VEGETATIVAS (PROMEDIO), CORRESPONDIENTES A LA PRIMERA ETAPA DEL
PROYECTO DE PLÁTANO DE ITCR EN SANTA CLARA DE SAN CARLOS, 1997-1999

Arreglo espacial	Tratamientos Densidades	Promedio Altura (m)	Promedio Circunferencia (cm)	Promedio N° Hojas Sanas (Unidades)
A	1100	2,05 + 0,38	54,28 + 0,25	6,53 + 0,84
	1800	2,15 + 0,32	50,78 + 2,77	6,53 + 0,69
	2500	2,23 + 0,29	44,97 + 2,88	6,33 + 0,75
	3200	2,26 + 0,16	42,3 + 0,54	6,33 + 0,58
B	1100	2,13 + 0,33	52,69 + 0,97	6,03 + 1,26
	1800	2,28 + 0,19	49,8 + 0,41	6,83 + 0,42
	2500	2,35 + 0,24	42,03 + 1,13	6,58 + 0,63
	3200	2,45 + 0,17	42,31 + 0,34	6,81 + 0,12
C	1100	2,09 + 0,72	52,69 + 0,53	6,96 + 1,00
	1800	2,17 + 0,18	42,64 + 0,76	6,47 + 1,20
	2500	2,24 + 0,22	41,78 + 0,25	6,47 + 0,62
	3200	2,26 + 0,45	37,47 + 1,17	6,78 + 0,77

con 3,10 metros y la menor en el mismo arreglo espacial, con la densidad de 1.100 plantas (2,50 metros).

Al evaluar el diámetro o circunferencia del pseudotallo no existieron diferencias significativas entre los tratamientos y se encontró un comportamiento semejante a la variable anterior. La mayor circunferencia se localizó en el arreglo del cuadro con 1.100 plantas (51,68 cm). Los resultados se mantienen muy uniformes en los tratamientos y arreglos espaciales más densos.

El número de hojas sanas en este período del proyecto de investigación no mostró diferencias significativas al 5%, igual al resto de las variables vegetativas que se estudiaron. Existe una evidente uniformidad en los tratamientos, donde el máximo de hojas fueron 8.8 (el cuadro con 1.100 plantas) y el mínimo fue 7.38 hojas (tresbolillo con 2.500 plantas/ha). El número de hojas sanas es un factor de

mucha importancia para el llenado del racimo y se van a manifestar en las variables de producción (el mínimo de hojas sanas para un racimo comerciable deben ser ocho).

En lo que respecta al área foliar disponible (m²), no se presentaron diferencias significativas, aunque el arreglo espacial del doble surco, presentó los mayores datos de área foliar (14.05, 14.10 y 14.06 m² en las densidades de 1.800, 2.500 y 3.200 plantas/ha, respectivamente). Sin embargo, no hubo efecto de esta variable sobre los tratamientos que se evaluaron. Se previeron medidas de manejo de Sigatoca Negra para reducir la influencia de la enfermedad sobre la variable ya que siempre es un factor que afecta el área foliar en cualquier experimento, reduciendo este índice (Cuadro 2).

CUADRO 2
VARIABLES VEGETATIVAS (PROMEDIO) CORRESPONDIENTES AL SEGUNDO PERÍODO DE EVALUACIÓN DEL
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EN PLÁTANO CURRARÉ (MUSA AAB) SANTA CLARA DE SAN CARLOS 1997-1999

Arreglo espacial	Tratamientos Densidad	Promedio Altura (m)	Promedio Circunferencia (cm)	Promedio N° de Hojas (unidades)	Promedio Area Foliar (m ²)
A	1100	3,00±0,29	51,68±4,39	8,80±0,90	13,34±1,21
	1800	2,56±0,45	44,80±6,16	7,82±0,98	12,35±2,36
	2500	3,04±0,33	48,88±5,45	8,61±0,82	12,58±3,19
	3200	2,88±0,32	45,59±5,65	7,66±1,07	*
B	1100	2,50±0,48	44,83±6,44	7,56±0,97	12,95±1,33
	1800	2,93±0,34	50,54±4,73	8,02±0,81	13,15±0,16
	2500	2,76±0,26	47,17±4,14	7,38±0,95	12,81±2,29
	3200	3,10±0,34	48,98±5,41	7,86±0,85	13,34±0,84
C	1100	2,59±0,37	46,87±6,31	8,09±1,02	10,91±1,73
	1800	2,58±0,45	44,28±6,82	7,78±1,20	14,05±1,05
	2500	2,81±0,34	48,59±5,58	8,13±0,93	14,10±1,74
	3200	2,87±0,35	49,15±5,03	8,17±0,79	14,06±1,29

Variables productivas

La variable peso del racimo no mostró diferencias significativas al 5% entre los tratamientos evaluados, por lo que se refuerza la idea de que la variación en la densidad y en el arreglo espacial de siembra no ejerce ningún efecto visible sobre el peso del racimo; se confirmó que la uniformidad en los resultados se debe a que, durante la primera cosecha, la competencia entre la especie (intraespecífica) no fue fuerte, pues las plantas no habían alcanzado su total desarrollo como unidades de producción.

Los menores pesos se presentaron en los tratamientos del tresbolillo con 2.500 plantas/ha y en el método del cuadro con 3.200, en las cuales las densidades fueron altas, presentándose una mayor competencia entre las plantas.

En el número de manos por racimo no se encontraron diferencias signifi-

cativas, bajo las mismas condiciones del análisis estadístico (prob. al 0,05). Aunque hay una tendencia a obtener valores más altos en el número de manos por racimo en las densidades con menos competencia, pues la planta no desvía su desarrollo normal para contrarrestar el efecto que ejerce la competencia sobre esta variable. Los valores más bajos se observaron en la densidad de 3.200 plantas/ha y en el arreglo espacial del Cuadro (6,22 manos por racimo).

El número de dedos por mano no reveló diferencias significativas, pero existe una ligera tendencia de los datos a decrecer a medida que aumenta la densidad de población debido al efecto de la competencia. El dato más bajo se presentó en el arreglo espacial del Cuadro con la mayor densidad de siembra (3.200 plantas/ha) con 6.04 dedos/mano, mientras que el mayor valor también se dio en este arreglo con la menor población (1.100 plantas/ha)

con 7,57 dedos /mano. El resto de los tratamientos se comportaron muy parecidos entre sí.

La ausencia de diferencias significativas en el número de dedos por racimo reveló uniformidad de los resultados; no obstante, se observó que a medida que la densidad de plantas aumentó, el número de dedos por racimo tendió a decrecer. El mayor número de dedos /racimo lo presentó el método de siembra del Cuadro con 1.100 plantas (30.96 dedos) y el menor dato se dio en el mismo arreglo espacial con la mayor densidad de siembra (24.31 dedos/racimo). Es decir que las variables del número de dedos por racimo y la calidad de éstos se ven perjudicados en los tratamientos más densos.

Ninguno de los tratamientos evaluados presentaron diferencias significativas con respecto al calibre del dedo central de la segunda mano; el arreglo espacial y la densidad de siembra no influyeron sobre esta variable.

La evaluación de este parámetro se justifica en la calidad de la fruta con fines de mercadeo (comercialización y exportación). Todos los tratamientos produjeron frutos con características adecuadas para su aceptación en el mercado nacional, donde fueron destinados.

Los resultados se presentaron muy uniformes, donde el mayor dato es 57.60 treinta y dos avos de pulgada (doble surco con 3.200 plantas /ha) y el menor dato es 55.68 (1/32 avos pulg), en el arreglo espacial del cuadro con la misma densidad de población.

En la evaluación de la longitud del dedo central de la segunda mano, todos los tratamientos se comportaron de forma muy similar entre sí; no se reportaron diferencias significativas entre las variables y tratamientos al 5% de probabilidad. Los valores más altos son

32.35 cm de largo en el arreglo espacial del doble surco con 3.200 plantas /ha y el menor valor logrado es 30.37 cm de longitud del dedo, en el arreglo de siembra del tresbolillo con 1.100 plantas (Cuadro 3).

Tercera etapa del proyecto

Variables vegetativas

No se reportaron diferencias significativas en las variables evaluadas a la probabilidad del 5%.

La altura de planta promedió en esta etapa, $3,49 \pm 0,63$ m, la cual se puede considerar como aceptable.

En la circunferencia del pseudotallo, ningún método de siembra sobresalió por presentar los mejores promedios en las cuatro densidades de siembra.

El promedio obtenido fue de $60,91 \pm 8,74$ cm

El número de hojas sanas por planta a la parición no presentó diferencias significativas. El promedio fue de $7,87 \pm 1,06$ unidades.

Esto sugiere que, para las condiciones de suelo, clima y manejo en que se hizo esta investigación, este promedio de hojas por planta, permite obtener racimos de buena calidad para la comercialización.

El promedio de área foliar que se obtuvo, fue de $13,93 \pm 2,64$ m².

En el caso de esta investigación, donde la diferencia entre las cuatro densidades de siembra que se evaluaron fue de 700 planta/ha, no se dieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos.

Se puede entonces decir que ni el método, ni la densidad de siembra, inciden de manera importante sobre el área foliar de las plantas del plátano Curraré en la segunda generación (Cuadro 4).

Cuadro 3
VARIABLES PRODUCTIVAS (PROMEDIO) DE LA PRIMERA GENERACIÓN (MADRES) DEL PROYECTO DE PLÁTANO CURRARÉ (*Musa AAB*), EN SANTA CLARA DE SAN CARLOS 1997-1999

Arreglo espacial	Tratamientos		Peso del racimo (kg)	N° de manos/ racimo (unidades)	N° de dedos/ mano (unidades)	N° dedos/ racimo (unidades)	Dedo central Calibre 1/32 pulg.	2da mano Longitud (cm)
	Densidad							
A	1100		11,10±2,92	6,80±0,89	7,57±1,34	30,96±6,56	57,30±3,88	32,65±2,85
	1800		10,01±1,73	6,79±0,86	7,33±1,15	29,54±4,87	57,08±3,42	31,16±2,58
	2500		10,61±2,14	6,79±0,83	6,91±1,01	28,04±4,32	57,58±4,03	31,87±3,23
	3200		8,54±2,97	6,22±1,37	6,04±1,36	24,31±7,14	55,68±4,31	31,95±3,90
B	1100		9,31±2,44	6,40±1,08	7,31±1,78	27,55±6,02	56,77±3,59	30,37±3,25
	1800		9,77±1,86	6,79±0,86	7,27±0,95	28,41±5,22	56,86±3,31	31,34±2,72
	2500		8,97±2,10	6,86±1,12	6,40±1,46	26,54±6,62	56,86±3,95	31,90±2,74
	3200		9,60±1,98	6,57±0,90	6,90±1,12	27,42±4,57	55,88±4,44	31,61±2,98
C	1100		10,47±3,30	6,78±1,22	7,10±1,07	30,10±6,24	57,36±3,53	30,78±3,24
	1800		9,23±2,61	6,81±1,22	6,84±1,16	27,63±4,49	56,36±3,76	31,04±3,89
	2500		10,74±2,22	6,87±0,95	7,24±1,29	29,45±5,56	57,25±3,98	32,35±3,02
	3200		10,02±2,12	6,76±1,01	6,94±1,30	27,80±5,73	57,60±3,13	31,68±3,33

Cuadro 4
VARIABLES VEGETATIVAS (PROMEDIO) CORRESPONDIENTES AL TERCER PERÍODO DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EN PLÁTANO CURRARÉ, (*Musa AAB*) SANTA CLARA DE SAN CARLOS 1997-1999

Arreglo espacial	Tratamientos		Promedio Altura (m)	Promedio Circunferencia (cm)	Promedio N° de Hojas (unidades)	Promedio Area Foliar (m ²)
	Densidad					
A	1100		3,84±0,56	64,92±8,04	8,10±1,22	15,09±2,94
	1800		3,58±0,38	59,52±6,15	8,00±1,11	13,58±3,51
	2500		4,31±0,40	67,35±4,90	8,23±0,77	16,04±1,73
	3200		3,49±0,89	55,70±12,39	7,78±1,20	10,57±1,12
B	1100		3,45±0,56	59,28±7,05	7,75±0,87	13,12±2,23
	1800		3,92±0,60	63,18±8,45	7,77±0,72	14,30±2,13
	2500		3,30±0,55	53,66±7,38	7,63±1,07	11,65±2,35
	3200		3,82±0,44	59,48±8,22	7,96±0,76	14,75±2,71
C	1100		3,53±0,56	62,62±6,51	7,76±1,09	14,28±1,90
	1800		3,56±0,75	60,73±9,68	7,75±1,46	15,56±2,75
	2500		3,72±0,53	62,34±8,29	7,48±0,93	14,22±2,50
	3200		3,79±0,65	61,46±9,30	8,15±1,05	14,02±2,15

Variables productivas

En el peso del racimo no se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos. El promedio general obtenido fue de $10,98 \pm 2,18$ kg.

Respecto a las manos por racimo, el promedio general que se obtuvo fue de $7,00 \pm 0,98$. Las densidades de 1.100 y 1.800 plantas/ha presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) sobre la densidad de 3.200 plantas/ha. También se obtuvieron diferencias significativas en la interacción del método con la densidad de siembra, donde el tresbolillo a 1.800 plantas/ha fue superior a él mismo con la densidad de 2.500 plantas/ha y al doble surco sembrado a 3.200 plantas/ha.

La densidad de siembra de 3.200 plantas /ha, produjo el menor promedio de manos por racimo bajo los tres métodos de siembra. El tresbolillo a 1.800 plantas/ha fue el que produjo el mejor promedio con $7,41 \pm 0,91$ manos/racimo.

A pesar de que el método del cuadro a 1.100 plantas/ha produjo el mismo promedio que el tresbolillo a 1.800 plantas/ha, no se le consideró bueno por el hecho de que la densidad de siembra es de 700 plantas menos por hectárea.

La disminución en el número de manos por racimo que se obtuvo en la densidad de 3.200 plantas/ha (6,44, 6,36 y 6,44 manos/racimo para el método del cuadro, tresbolillo y doble surco respectivamente) se puede atribuir a un menor vigor de las plantas causado por el crecimiento de la población por área.

En el análisis de los dedos por mano no se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos.

Los datos que se obtuvieron de esta variable no resultaron significativos, posiblemente por ser una característica

influida más por el material genético, el clima, las condiciones del suelo, y el manejo de la plantación, que por el método y la densidad de siembra. Esto se puede atribuir también a un mal procedimiento en la medición de esta variable, ya que se obtuvo como el promedio de la suma de los dedos de la primera y segunda mano. De esta manera, la medición se hace innecesaria porque no aporta un dato importante en la determinación de la calidad de los frutos de plátano.

En la variable de dedos por racimo se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre la densidad de siembra 1.100 plantas/ha con la de 2.500 y la de 3.200 plantas/ha. Los valores más altos para esta variable se obtuvieron en la densidad más baja, principalmente en los métodos del cuadro y doble surco.

El promedio general que se obtuvo de dedos por racimo es de $35,72 \pm 7,82$ unidades. Las diferencias que se encontraron entre las densidades de siembra, se pueden atribuir a que en las menores densidades las plantas disponen de una mayor área, donde sus raíces pueden extenderse más en busca de nutrientes y el área foliar puede aprovechar mejor la luz solar.

En cuanto al calibre del dedo central de la segunda mano, las densidades de siembra de 2.500 y 3.200 plantas/ha produjeron un efecto significativo ($P < 0,05$) y favorecieron el mayor calibre del dedo. Lo mismo sucedió sobre los métodos de siembra, donde el método del cuadro mostró el promedio más alto. El promedio de calibre que se obtuvo fue de $53,96 \pm 3,8$ grados (4,28 cm. de diámetro aproximadamente)

Las diferencias entre los métodos de siembra fueron favorables para el método del cuadro, donde el calibre varió de 53,45 en la densidad de 1.100 plantas/ha, hasta 56,22 grados para la densidad de 3.200 plantas/ha.

El promedio mayor de calibre que se obtuvo en las densidades más altas pudo estar relacionado con el número de manos por racimo y el área foliar que se obtuvieron. Un menor número de manos por racimo dispone de más fotosintatos para acumular materia seca, principalmente en este caso en el que no se dieron diferencias del área foliar entre los tratamientos de racimo y el área foliar que se obtuvieron. Un menor número de manos por racimo dispone de más fotosintatos para acumular materia seca, principalmente en este caso en el que no se dieron diferencias del área foliar entre los tratamientos. También, al haber menos manos por racimo, es de esperar que el calibre de los dedos aumente debido, principalmente, a una mayor disponibilidad de nutrientes y fotosintatos en la repartición entre un menor número de dedos.

En la variable del largo del dedo central de la segunda mano no se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos. El promedio general de largo del dedo central obtenido fue de $31,03 \pm 2,27$ cm.

De acuerdo con el análisis general de las variables vegetativas y productivas, se puede decir que el método de siembra no influyó de manera importante sobre la producción del plátano Curraré.

Al parecer las altas densidades, 2.500 y 3.200 plantas/ha, son las que prometen los mejores rendimientos del cultivo y calidad de los frutos en la segunda generación del plátano.

Es importante mencionar, que durante esta investigación se pudo observar, que en la densidad de 3.200 plantas/ha la parición se atrasó en aproximadamente 6 y 5 semanas con respecto a los tratamientos sembrados a 1.100 y 1.800 plantas por hectárea, respectivamente.

A pesar de que en las densidades más altas las variables de manos por racimo y número de dedos por racimo se disminuyeron, la calidad de los frutos aumentó con un mejor calibre y largo del dedo.

La producción, en este caso, se aumentaría por el total de racimos que se pueden llegar a cosechar por área en las altas densidades de siembra (Cuadro 5).

Cuarta etapa del proyecto

Variables vegetativas

En la variable altura de la planta no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) ni en el sistema de siembra, ni en la densidad de siembra; los promedios que se obtuvieron son muy similares y oscilan entre un mínimo de $3,11 \pm 0,49$ m y un máximo de $3,57 \pm 0,65$ m (tresbolillo con 2.500 plantas/ha y 1800 plantas/ha, respectivamente).

El promedio general de altura fue $3,38 \pm 0,61$ m.

En cuanto a la variable circunferencia, los sistemas de siembra y las densidades de siembra no presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$), pero presentó los siguientes valores, en el arreglo espacial del cuadro con una densidad de 1.100 plantas/ha fue el mas alto (62,82 cm de circunferencia) dentro de su grupo, donde el menor dato fue 53,16 cm en la densidad de 1800 plantas/ha, mientras que con esta misma densidad, en el tresbolillo alcanzó el más alto valor con 64,26cm, el doble surco fue el más homogéneo de todos

El promedio que se obtuvo en este experimento fue de 59,86 cm, con lo que se logró un promedio aceptable de circunferencia para asegurar un desarrollo adecuado de la planta.

El promedio del número de hojas sanas en los distintos tratamientos y repeticiones (bloques) no presentó una diferencia significativa, siendo este

Cuadro 5
VARIABLES PRODUCTIVAS (PROMEDIO) DE LA SEGUNDA GENERACIÓN (HIJAS) DEL PROYECTO DE PLÁTANO CURRARÉ (MUSA AAB), EN SANTA CLARA DE SAN CARLOS 1997-1999

Arreglo espacial	Tratamientos Densidad	Peso del racimo (kg)	Nº de manos/ racimo (unidades)	Nº de dedos/ mano (unidades)	Nº dedos/ racimo (unidades)	Dedo central Calibre 1/32 pulg.	2da mano Longitud (cm)
A	1100	11,69±1,70	7,41±0,80	8,84±1,49	37,91±7,08	53,45±4,18	31,59±1,94
	1800	10,40±1,94	6,68±0,72	7,89±1,42	32,23±6,60	55,45±3,14	31,73±1,93
	2500	12,09±1,86	7,19±0,91	8,38±1,01	35,31±5,15	55,88±3,44	32,50±2,16
	3200	10,52±2,60	6,44±0,73	8,28±1,28	32,33±6,04	56,22±2,17	31,56±1,94
B	1100	10,90±1,92	6,88±0,91	8,91±1,48	36,85±8,12	53,19±3,62	31,00±2,23
	1800	11,03±1,78	7,41±0,91	8,91±1,78	38,32±7,74	52,64±3,32	30,32±1,89
	2500	9,81±2,84	6,38±0,96	7,73±1,09	29,77±10,31	54,85±3,69	30,15±3,31
	3200	10,71±1,23	6,36±0,67	8,14±1,82	34,00±7,10	54,00±4,92	31,73±2,00
C	1100	11,51±2,30	7,28±1,13	9,47±1,19	40,11±7,15	52,11±4,16	29,72±2,35
	1800	10,41±2,33	7,28±1,23	8,50±1,51	36,00±8,39	53,00±2,99	31,11±2,54
	2500	11,00±2,65	7,14±0,91	8,64±1,40	35,81±6,58	53,76±4,26	30,48±2,14
	3200	11,37±3,11	6,44±1,24	8,83±1,87	34,67±10,00	56,11±3,10	30,89±1,54

promedio de 8,99±1,93 hojas; aunque estuvo bajo, es un buen resultado que va a propiciar un crecimiento adecuado para el racimo hasta que sea cosechado.

En el área foliar no se presentaron diferencias entre los sistemas de siembra ni entre las densidades de siembra, éstas mostraron una similitud entre todos los tratamientos evaluados.

Esta variable, en cada uno de los tratamientos evaluados, mostró un promedio de 13,57 m². Para el arreglo del cuadro, se presentó la mayor superficie foliar de 16,10 m² con la densidad de 2.500 plantas/ha (Cuadro 6), mientras que el promedio del área foliar para el arreglo del tresbolillo fue de 12,69 m², con una superficie máxima de 14,64 m² en la densidad de 1.800 plantas/ha; por último en el doble surco, el promedio de la superficie foliar fue de 14,24 m², donde sobresalió la densidad de 1.100

plantas/ha con 16,45 m² de superficie foliar.

Siendo el área foliar adecuada, para obtener un desarrollo aceptable del racimo (con un peso, calibre y largo óptimos), debe oscilar entre 12,94 m² y 14,56 m²; y el que se obtuvo en el experimento fue de 13,75±5,08 m². Esto indicó que en el estudio se obtuvo un promedio aceptable de área foliar, que se pudo favorecer por el manejo adecuado que se le dio a la plantación.

Variables productivas

En la variable peso de racimos se presentaron diferencias significativas entre la densidad de 1.100 plantas/ha y la de 3.200 plantas/ha, del arreglo del cuadro y del doble surco, donde la primera presentó un peso promedio superior (11,52±2,87 kg) a la de 3.200 plantas/ha 7,95±3,51 kg y de 13,64±4,32 y de 9,39±2,94 en el doble surco; esto pudo darse debido a que a

Cuadro 6
VARIABLES VEGETATIVAS (PROMEDIO) CORRESPONDIENTES AL CUARTO PERÍODO DE EVALUACIÓN DEL
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EN PLÁTANO CURRARÉ, (MUSA AAB) SANTA CLARA DE SAN CARLOS 1997-1999

Arreglo espacial	Tratamientos		Promedio Altura (m)	Promedio Circunferencia (cm)	Promedio N° de Hojas (unidades)	Promedio Area Foliar (m ²)
	Densidad					
A	1100		3,32±0,76	62,82±11,73	9,25±1,92	14,89±4,55
	1800		3,16±0,41	53,16±10,04	8,65±1,79	12,66±4,42
	2500		3,56±0,76	59,84±10,60	9,32±1,97	16,10±4,06
	3200		3,40±0,69	54,05±11,19	7,89±1,33	10,62±4,52
B	1100		3,36±0,48	62,71±9,29	9,39±1,91	13,36±2,87
	1800		3,57±0,65	64,26±11,05	9,00±1,86	14,64±6,38
	2500		3,11±0,49	52,06±8,14	8,24±1,30	10,47±2,31
	3200		3,29±0,52	56,53±9,87	7,95±1,88	12,31±4,59
C	1100		3,47±0,54	64,21±10,29	8,92±1,74	16,45±5,86
	1800		3,43±0,70	64,25±13,27	10,00±2,04	12,74±5,94
	2500		3,35±0,53	60,11±11,17	9,45±2,35	14,65±6,18
	3200		3,40±0,56	61,24±10,67	9,20±1,80	13,14±4,23

densidades más bajas, las plantas pueden absorber mayor cantidad de nutrientes, tienen menor competencia y reciben mayor cantidad de luz, y esto repercute en una mayor producción; en este caso, de racimos con mayor peso.

Los resultados que se obtuvieron en el número de manos por racimo fueron muy similares, oscilando éstos, entre un mínimo de 5,67±1,15 manos/racimo y un máximo de 6,71±0,95 manos/racimo.

Las condiciones ecológicas no influyeron en los resultados de esta variable en forma muy marcada, conservando las características genéticas del material utilizado en este trabajo.

El número de dedos por mano presentó el mismo comportamiento del peso de racimo; con diferencias significativas entre las densidades de 3.200 plantas/ha del cuadro (con un promedio mínimo de 6,55±1,89 dedos/mano) y la de 1.100 plantas/ha, del doble surco (con

8,69±1,78 dedos/mano). Esto muestra que las densidades más bajas tienden a producir racimos de mayor peso y de mayor número de dedos en cada mano, que aquellas que se encuentran más densamente pobladas, debido a causas como a una menor competencia por luz, en las bajas densidades. Se dedujo que efecto del arreglo espacial no tiene ninguna inferencia con las variables, ya que los resultados fueron muy similares entre sí.

El número de dedos por racimo con la densidad de 1.100 plantas/ha del arreglo espacial del doble surco, (37,631±7,53 dedos/racimo), mostró superioridad (diferencia significativa P<0,05) sobre la densidad de 3.200 plantas/ha, del arreglo del cuadro (25,91±9,04 dedos/racimo); esto indica que con una menor cantidad de plantas por hectárea, se producen racimos de mayor tamaño, mayor peso y mayor número de dedos por racimo. La principal causa de ello puede deberse a una menor competencia por luz en la densidad de

1.100 plantas/ha. El promedio general ($31,81 \pm 8,36$ dedos/racimo), mostró el buen rendimiento productivo del cultivo presentado en la investigación (Cuadro 7).

En la característica del calibre del dedo central de la segunda mano, no hubo diferencias significativas en las pruebas realizadas; se obtuvo promedios muy similares entre ellas.

Los máximos calibres se obtuvieron en las densidades de 2.500 y 1.800 plantas /ha del arreglo espacial del cuadro ($57,43$ y $57,00$ 12^{avos} de pulgada, respectivamente) y el menor resultado se obtuvo en el arreglo con 1.100 plantas /ha ($54,58$ 12^{avos} de pulgada).

De acuerdo con las normas de calibre del dedo, exigidas para exportación, el calibre promedio que se obtuvo en el experimento ($56,06 \pm 3,84$ /12^{avos} de pulgada), estuvo dentro del rango requerido, lo cual indicó que en cualesquiera de los sistemas de siembra,

o de las densidades de siembra utilizadas, se pueden obtener dedos con calibre adecuado para exportación.

Conclusiones

Conclusiones de la parte vegetativa

- En la variable altura, no se presentaron diferencias estadísticas en los tratamientos. Se nota un incremento en esta variable en las plantas de la segunda generación (hijas); el arreglo espacial del cuadro presentó los promedios de altura más altos.
- En la variable diámetro del tallo, no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Los diámetros más altos se dieron en las plantas “hijas” y “nietas”. No se notó la diferencia de la mayor densidad sobre la variable.

Cuadro 7
Variables de producción (promedio) de la tercera generación (nietas) del proyecto de Plátano del ITCR en Santa Clara de San Carlos 1999

Arreglo espacial	Tratamientos Densidad	Peso del racimo (kg)	Nº de manos/ racimo (unidades)	Nº de dedos/ mano (unidades)	Nº dedos/ racimo (unidades)	Dedo central Calibre 1/32 pulg.	2da mano Longitud (cm)
A	1100	11,52±2,87	6,69±0,99	7,84±1,55	34,50±8,35	55,55±3,42	31,27±3,25
	1800	10,61±3,01	6,11±0,94	7,37±1,27	30,32±7,00	57,00±3,04	31,58±2,46
	2500	12,08±2,53	6,70±1,02	7,87±0,98	32,91±5,20	57,43±3,22	31,78±2,43
	3200	7,95±3,51	5,73±0,94	6,55±1,89	25,91±9,04	55,68±4,80	29,09±3,84
B	1100	10,14±3,60	6,19±0,81	7,79±1,29	32,00±6,77	55,67±3,83	30,00±3,41
	1800	10,24±3,49	6,47±1,17	7,79±1,83	33,21±9,57	54,58±4,40	29,53±3,36
	2500	9,02±2,95	5,67±1,15	7,36±1,07	30,48±7,31	55,86±4,63	28,29±3,44
	3200	10,17±2,98	6,00±0,73	7,40±1,85	30,90±7,66	56,05±3,72	30,05±2,86
C	1100	13,64±4,32	6,71±0,95	8,69±1,78	37,63±7,53	56,88±4,01	32,71±4,49
	1800	9,37±4,27	6,00±1,96	6,63±1,60	28,27±9,10	56,07±3,06	30,33±4,10
	2500	11,17±3,48	6,48±1,18	8,19±2,02	33,14±8,89	56,81±2,68	30,29±2,37
	3200	9,39±2,94	5,89±1,13	7,25±1,94	28,56±10,1	55,56±2,73	29,89±2,05

- En el número de hojas no se presentaron diferencias significativas en los tratamientos evaluados. El doble surco fue el que presentó el mayor promedio en las plantas “nietas”.
- En la variable área foliar, tampoco se presentaron diferencias significativas en los tratamientos evaluados.

La variable fue poco constante; es influenciada por el efecto de la incidencia de la Sigatoka negra.

Los resultados son incongruentes en todos los tratamientos evaluados.

Conclusiones de la parte productiva

- En las variables productivas no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.
- Las plantas “hijas” y “nietas”, se vieron más favorecidas en las variables productivas que las plantas “madres”. El peso del racimo fue en promedio de 11 kg en todos los tratamientos.
- El número de manos/racimo mantuvo un promedio de 7 manos en todos los tratamientos. El número de dedos/mano, se mantuvo en un promedio de 8 unidades. El número de dedos/racimo también se mantuvo en un promedio de 33 unidades.
- El calibre del dedo central de la segunda mano, se mantuvo en un promedio de 56 doceavos de pulgada en todos los tratamientos, las plantas “madres” fueron las que presentaron el calibre más alto, con promedio de 57, mientras que el resto se mantuvo en 55 doceavos de pulgada.
- La longitud del dedo central de la segunda mano, se manifestó igual que el calibre, las plantas “madres” (primera generación) presentaron la mayor longitud (31 cm) en todos los tratamientos evaluados.

Literatura citada y consultada

- Annes, B; Tavira, E; Salas, J. 1991. Efecto de la distancia entre hileras sobre la producción de plátano. ACORBAT, Maracaibo (Ven). 1991: 457-471.
- Belalcázar, C.S.; Arango, B.H.; Valencia, M.J.; Martínez, G.A. 1991. Estudios sobre densidades de población. ICA, Manizales (Col). 1991: 39-47.
- Belalcázar, S. 1991. El cultivo del plátano (Musa AAB) en el trópico. Cali, Colombia. IICA. 376 p.
- Belalcázar, S. 1995. Cultivo del plátano en altas densidades, una nueva alternativa. INPOFOS (Ec.) 20: 1- 4.
- Belalcázar, S; Arcila, J; Valencia, D y Franco, G. 1994. Altas densidades de siembra. INFOMUSA (Francia) 3(1): 12-15.
- Blomme, G.; Tenkouano, A. 1998. Efecto de la edad de la planta y su ploidía sobre el área foliar de los bananos. INFOMUSA (Fr.) 7(2): 6-7.
- Brenes, A. 1998. Evaluación del desarrollo vegetativo del plátano c.v. “Curraré” (Musa AAB) en Santa Clara de San Carlos. Tesis Licenciatura. Instituto Tecnológico de Costa Rica. San Carlos, Costa Rica. 64p.
- Consejo Nacional de Producción (CNP). 1995. Servicio de información de mercados. s.p.
- _____. 1996. Servicio de información de mercados. s.p.
- _____. 1997. Servicio de información de mercados. s.p.
- _____. 1998. Servicio de información de mercados. s.p.
- _____. 1999. Servicio de información de mercados. s.p.
- Champion, J. 1968. El plátano. Traducción de Fermín Palomeque. Barcelona, España. 247p.
- Guzmán, G. 1997. Cuadros estadísticos sobre tres actividades agrícolas y pecuarias. San José, Costa Rica. MAG, programa de información agropecuaria. p. 20.
- Holdridge, L. 1983. Ecología basada en zonas de vida. Traducido por Humberto Jiménez. San José. Costa Rica. 216 p.
- Morales, J. L.; Rodríguez, M. 1989. Patrones de siembra de plátano en Talamanca, Costa Rica. ASBANA (C.R.) 13(31): 3-7.

- Morales, J. L. 1991. Patrones de siembra de plátano (*Musa AAB*) en La Perla de San Carlos, Costa Rica. CORBANA (C.R.) 15(36): 34-42.
- Morales, J. L. 1992. Patrones de siembra de plátano en (*Musa AAB*) en La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. CORBANA (C.R.) 16(37): 7-12.
- Muñoz, C. 1993. Paquete tecnológico del cultivo de plátano (*Musa AAB*). Comisión regional de plátano. Región Norte. San Carlos, Costa Rica. 8 p.
- Nava, C. 1994. Efecto de la distancia de siembra sobre el rendimiento del cambur Manzano (*Musa AAB*). CORBANA, San José (CRI). 1994: 587- 596.
- Pardo, J. 1983. El cultivo del banano. San José, Costa Rica. EUNED. Serie: cultivos mayores No. 7.73 p.
- Pérez, L. 1992. Densidades de siembra en plátano cv. "Curraré" (*Musa AAB*). Informe Anual 1991. CORBANA. Departamento de Investigación. (CRI). 1992:102-104.
- Pérez, L. 1992. Densidades de siembra en plátano c.v. "Curraré" (*Musa AAB*). CORBANA (C.R.). Informe anual 1991. 64 p.
- Pérez, L. 1994. Densidades de población altas en plátano, cv. "Curraré" (*Musa AAB*). CORBANA (C.R.) 19(42): 25-30.
- Rodríguez, S.; Álvarez, J.M.; Ventura, J.; López, J.; García, M.; Pino, J.A. 1997. Estrategias para el mejoramiento del banano y el plátano en Cuba. INFOMUSA (Fr.) 6(1): 12.-13.
- Rojas, E. 1993. Influencia del material de siembra sobre la producción de plátano (*Musa AAB*) en la zona de San Carlos, Costa Rica. Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica. San Carlos, Costa Rica. 88 p.
- Simmonds, N.W. 1973. Los plátanos. 2da Ed. Traducción de Esteban Riambau. Barcelona, España. BLUME. 247 p.
- Soto, M. 1992. Banano: cultivo y comercialización. 2da ed. San José, Costa Rica. LIL, S.A. 649 p.
- Vargas, A. 1999. Normas de calidad y procedimiento para el empaque de plátano de exportación. Procedimientos seguidos por Del Monte. 11p.
- Vargas, A. 1995. Validación de tecnología de producción para alto rendimiento en el cultivo del plátano Currarré o Falso Cuerno (*Musa AAB*) en el Atlántico de Costa Rica (Segunda cosecha). CORBANA (C.R.). 20(43): 28-31
- Vargas, A. 1994. Validación de tecnología de producción para alto rendimiento en el cultivo del plátano Curraré o Falso Cuerno (*Musa AAB*) en el Atlántico de Costa Rica (primera cosecha). CORBANA. (CRI). Vol. 19. N. 42: 17-24.
- Vargas, A. 1991. Normas de calidad y procedimiento para el empaque de plátano de exportación. Procedimientos seguidos por Del Monte. 11 p.

Agradecimiento

El autor agradece a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión por financiar este proyecto de investigación. También agradece a los ingenieros Fernando Gómez y Carlos Arce por la colaboración prestada y por los aportes al mismo. Se agradece, asimismo, a los estudiantes que realizaron sus prácticas de especialidad en el proyecto y su colaboración, la cual fue vital para la realización de la investigación.