



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA AGRÍCOLA

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÍCOLA**

TEMA:

**INFLUENCIA DE CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE EL
RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE PLÁTANO TIPO “HORN
PLANTEIN”**

AUTORES:

**MARÍN CEDEÑO ROSA BEATRIZ
SABANDO ZAMBRANO ALEX RAMÓN**

TUTOR:

ING. GALO A. CEDEÑO GARCÍA, M. Sc.

CALCETA, JUNIO 2017

DERECHO DE AUTORÍA

Alex Ramón Sabando Zambrano y Rosa Beatriz Marín Cedeño, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

ALEX R. SABANDO ZAMBRANO

ROSA B. MARÍN CEDEÑO

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Galo Alexander Cedeño García certifico haber tutelado la tesis **INFLUENCIA DE CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DOS VARIEDADES DE PLÁTANO TIPO HORN-PLANTEIN** que ha sido desarrollado por **Alex Ramón Sabando Zambrano y Rosa Beatriz Marín Cedeño** previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. GALO A. CEDEÑO GARCÍA, M. Sc.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han aprobado la tesis **INFLUENCIA DE CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE PLÁTANO TIPO HORN-PLANTEIN** que ha sido propuesta, desarrollado y sustentada por **Alex Ramón Sabando Zambrano Y Rosa Beatriz Marín Cedeño** previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. ÁNGEL F. CEDEÑO SACÓN, MSc
MIEMBRO

.....
ING. FABRICIO E. ALCÍVAR INTRIAGO, Mg.
MIEMBRO

.....
ING. GONZALO B. CONSTANTE TUBAY, MSc.
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

Yo Rosa Beatriz Marín Cedeño, agradezco a Dios por darme la fortaleza de espíritu para superar todos los obstáculos suscitado durante mi formación académica y permitirme culminar esta etapa de mi vida con éxito.

A mis padres, mis hermanos a mis tíos, sobrinos/as, amigos por estar ahí en los momentos más duros de mi vida por haber ayudado moralmente.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López por darme la oportunidad de una educación de excelencia, en la cual he forjado mis conocimientos académicos y profesionales.

Al Ing. **GALO CEDEÑO GARCÍA** por su apoyo como tutor en esta Investigación, y al Ing. **PIERO FAJARDO NAVARRETE** por estar pendiente de nuestro trabajo.

Yo Alex Ramón Sabando Zambrano, agradezco A Dios por darme las fuerzas y ser nuestro guía en cada paso que demos, por ser nuestra fortaleza en momentos de debilidad.

A mi familia que es el pilar fundamental y por apoyarme con esfuerzo y amor durante mi formación tanto personal como profesional.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me da la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual estoy forjando mis conocimientos profesionales día a día.

Los autores

DEDICATORIA

Yo Rosa Beatriz Marín Cedeño, dedico este logro con mucho amor a mis padres **JOSÉ PASCUAL MARÍN SABANDO Y TERESA BEATRIZ CEDEÑO LÓPEZ** por darme el apoyo durante estos largos años de estudios a mis hermanos; como son **ANTONIO, JAVIER, Y FRANCISCO MARÍN**, a mis tíos en especial a **PEDRO CEDEÑO**, desde luego a mi hermana de corazón **GEMA MARÍA LÓPEZ PÁRRAGA** que nunca me ha dejado sola en momentos difíciles.

Yo Alex Ramón Sabando Zambrano, dedico el presente trabajo a Dios y a mis padres **WINTER ENITO SABANDO SABANDO Y MAURA ÁNGELA ZAMBRANO COELLO**, por estar allí en los momentos más difíciles de mi vida en los cuales muchas veces me han dado su apoyo incondicionalmente para cumplir lo que hoy en día soy, un profesional con carácter humanista y sobre todo amante a su profesión dispuesto a servir al desarrollo de la sociedad.

Los autores

CONTENIDO GENERAL

CARATULA	i
DERECHO DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
CONTENIDO GENERAL.....	vii
CONTENIDO DE CUADROS Y GRÁFICOS	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
CAPITULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS GENERAL	4
1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4. HIPÓTESIS	4
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. ANTECEDENTES TÉCNICOS DEL USO DE ALTAS DENSIDADES EN PLÁTANO	5
2.2. INFLUENCIA DE ALTAS DENSIDADES DE PLÁTANO SOBRE ASPECTOS FITOSANITARIOS	6
2.3. INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y ECOFISIOLÓGICAS REALIZADAS EN PLÁTANO DE ALTAS DENSIDADES	7
2.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS CLONES BARRAGANETE Y DOMINICO-HARTÓN	8
CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	10
3.1. UBICACIÓN	10
3.1.1. CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS (ESPAM MFL, 2016)	10
3.2.1. DURACIÓN DEL TRABAJO.....	10
3.2.2 FACTORES EN ESTUDIO	10
3.2.3. FACTOR A (VARIETADES DE PLÁTANO TIPO HORN PLANTEIN).....	10
3.2.4. FACTOR B (4 DENSIDADES DE SIEMBRA)	11
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	12

3.4. VARIABLES RESPUESTA.....	13
3.4.1. FENOLÓGICA.....	13
3.4.1.1. DÍAS A LA FLORACIÓN.....	13
3.4.1.2. DÍAS A LA COSECHA.....	13
3.4.1.3. ALTURA DE PLANTA (m).....	13
3.4.1.4. PERÍMETRO DEL PSEUDOTALLO (cm).....	14
3.4.2. SANITARIAS.....	14
3.4.2.1. NÚMERO DE HOJAS FUNCIONALES A FLORACIÓN Y COSECHA.....	14
3.4.2.2. PROMEDIO PONDERADO INFECCIOSO DE SIGATOKA NEGRA (PPI).....	14
AGRONÓMICAS.....	15
3.4.3.1. PESO DEL RACIMO (kg):.....	15
3.4.3.2. RENDIMIENTO (caja ha ⁻¹):.....	15
3.5. MANEJO ESPECÍFICO Y DESARROLLO DEL EXPERIMENTO.....	15
3.5.1. PROPAGACIÓN DE PLÁNTULAS:.....	15
3.5.2. FERTILIZACIÓN:.....	15
3.5.3. MANEJO DE MALEZAS:.....	16
3.5.4. MANEJO DE PLAGAS:.....	16
3.5.5. MANEJO DE ENFERMEDADES:.....	16
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE VARIABLES FENOLÓGICAS.....	17
4.1.1. DÍAS A LA FLORACIÓN.....	17
4.1.2. DÍAS A LA COSECHA.....	18
4.1.3. ALTURA DE PLANTA (m) Y PERÍMETRO DEL PSEUDOTALLO (cm). ..	19
4.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE VARIABLES SANITARIAS.....	20
4.2.1. NUMERO DE HOJAS FUNCIONALES A FLORACIÓN Y COSECHA; PROMEDIO PONDERADO DE INFECCIÓN DE SIGATOKA NEGRA.....	20
4.3. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO.....	22
4.3.1. PESO DEL RACIMO (KG).....	22
4.3.2. RENDIMIENTO (caja ha ⁻¹).....	24
4.4. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	26
4.5. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	26
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	28
5.1. CONCLUSIONES.....	28
5.2. RECOMENDACIONES.....	28
BIBLIOGRAFÍA.....	29

ANEXOS.....	34
Anexo 1. Manejo fitosanitario antes de la siembra	35
Anexo 2. Siembra de las dos variedades barraganete y dominico hartón.....	35
Anexo 3. Cultivo ya establecido	36
Anexo 4. Fertilización	36
Anexo 5. Prácticas culturales	37
Anexo 6. Selección de 10 Plantas útiles	38
Anexo 7. Fertilización foliar	38
Anexo 8. Altura de planta, Días a floración	39
Anexo 9. Perímetro del pseudotallo	39
Anexo 10. Destore y deschive.....	40
Anexo 11. Cosecha.....	40
Anexo 12. Longitud. Peso de racimo, número de manos, número de dedos, peso del raquis.....	41

CONTENIDO DE CUADROS Y GRÁFICOS

Cuadro 1. Características genotípicas de los clones de plátano Barraganete y Dominico-Hartón.....	9
Cuadro 2. Descripción de los tratamientos con las respectivas distancias y arreglos de siembra.....	11
Cuadro 3. Número de plantas totales y netas por unidad experimental.....	12
Cuadro 4. Valores promedios de días a floración.....	17
Cuadro 5. Valores promedios de días a la cosecha.....	19
Cuadro 6. Valores promedios de altura de planta y perímetro de tallo.....	20
Cuadro 7. Valores promedios de hojas funcionales, hoja más joven enferma y quemada, promedio ponderado de infección a floración y cosecha.....	21
Cuadro 8. Análisis económico de altas densidades comparadas con un testigo de baja densidad en dos clones de plátano.....	27
Gráfico 1. Diferencias morfológicas entre racimos del clon Barraganete (A) y Dominico-Hartón (B).....	9
Gráfico 2. Escala de Stover modificada por Gauhl (1994), para determinar incidencia y severidad de Sigatoka negra en plátano.....	14
Gráfico 3. Zona de aplicación de fertilizantes en plantaciones de banano y plátano.....	15
Gráfico 4. Efecto de cuatro densidades de siembra sobre el peso neto de racimo del plátano cv. Barraganete.....	22
Gráfico 5. Efecto de cuatro densidades de siembra sobre el peso neto de racimo del plátano cv. Dominico-Hartón.....	23
Gráfico 6. Efecto de cuatro densidades de siembra sobre el rendimiento del plátano cv. Barraganete.....	25
Gráfico 7. Efecto de cuatro densidades de siembra sobre el rendimiento del plátano cv. Dominico-Hartón.....	25

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar la influencia de cuatro densidades de siembra sobre el rendimiento de dos variedades de plátano tipo Horn-Plantein, y se desarrolló desde enero del 2016 a enero del 2017 en el campus politécnico de la ESPAM "MFL". Los tratamientos fueron densidades de siembra de 1500, 2000, 2500 y 3000 plantas ha^{-1} en los clones de plátano Barraganete y Dominico-Hartón. El diseño utilizado fue de bloques completos al azar en arreglo factorial de parcelas divididas, con tres replicas por tratamiento. Las principales variables registradas fueron el rendimiento en peso neto de racimo (kg) y cajas ha^{-1} , y la rentabilidad económica en base al incremento de beneficios netos y costos variables. Los resultados obtenidos indicaron que el cultivar Barraganete presentó mayor precocidad que el colon Dominico-Hartón, independientemente de la densidad de siembra. El peso del racimo mostro un comportamiento inversamente proporcional a la densidad de siembra, independientemente del clon evaluado, razón por la cual las bajas densidades deben destinarse al comercio local en venta por racimos. El rendimiento en cajas ha^{-1} fue directamente proporcional a la densidad siembra, motivo por el cual las altas densidades deben destinarse a la explotación comercial para exportación. Desde el punto de vista económico las densidades de 2000 y 2500 plantas ha^{-1} , mostraron el mayor incremento en beneficios netos con el menor incremento en los costos que varían.

Palabras clave: Altas densidades, cultivares de plátano, productividad y rentabilidad

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the influence of four planting densities on the performance of two varieties of plantain type Horn-Plantein, and it was developed from January 2016 to January 2017 at the ESPAM "MFL" polytechnic campus. The treatments were planting densities of 1500, 2000, 2500 and 3000 plants ha⁻¹ in the plantain clones Barraganete and Dominico-Hartón. The design used was randomized complete blocks in factorial arrangement of divided plots, with three replicates per treatment. The main variables recorded were net bunch yield (kg) and ha⁻¹ boxes, and the economic profitability based on the increase in net benefits and variable costs. The obtained results indicated that cultivate Barraganete showed a higher precocity than the Dominico-Hartón colon, independently of the density of sowing. The cluster weight showed a behavior inversely proportional to the seed density, independently of the clone evaluated, which is why low densities should be allocated to the local trade in bunches. The yield in boxes ha⁻¹ was directly proportional to the seed density, reason why the high densities should be destined to the commercial exploitation for export. From the economic point of view the densities of 2000 and 2500 plants ha⁻¹, showed the greatest increase in net profits with the lowest increase in costs that vary.

Key words: High densities, plantain cultivars, productivity and profitability.

CAPITULO I. ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El plátano y banano (*Musa spp.*), ocupan el cuarto lugar en importancia alimentaria a nivel mundial luego del trigo, arroz y maíz, en conjunto con estas musáceas son consideradas como productos básicos en la alimentación, y son fuentes de divisas y empleo. A nivel comercial, el banano y plátano constituyen las frutas de mayor exportación en términos de volumen y la segunda, luego de los cítricos, en términos de valor comercial (Singh *et al*, 2011).

A nivel internacional, las musáceas comerciales representan importantes rubros en términos económicos para la mayoría de países productores, Además, contribuyen con la seguridad y soberanía alimentaria de países en vía de desarrollo, ya que son alimentos básicos en la dieta diaria de millones de personas, tanto como alimento fresco, de cocción y procesado, junto a las raíces y tubérculos aportan alrededor del 40% de la oferta de alimentos ricos en energía (Arias *et al*, 2004; Ruíz y Ureña, 2009; Loeillet, 2012).

Según estadísticas oficiales, existen establecidas en el Ecuador 151.441 hectáreas de plátano, de las cuales la mayor parte se encuentran en el territorio de la provincia de Manabí, donde se reportan 50376 ha (33%), seguida de las provincias de Santo Domingo, Esmeraldas, Guayas y Los Ríos con 18980, 12034, 10820 y 10313 ha, respectivamente (INEC, 2015). Las principales variedades explotadas en el país son Dominico y Barraganete, de las cuales la más difundida en el territorio es Dominico que se destina mayoritariamente al consumo nacional, mientras que el Barraganete se lo destina en su mayoría a la exportación (Armijos, 2008).

El principal cantón productor de plátano Barraganete para exportación es El Carmen ubicado al noreste de la provincia de Manabí, de donde se considera que sale el 95% del plátano exportable (Armijos, 2008). En este cantón se ha documentado que semanalmente se exportan 140000 cajas de clase A (50 libras) y 60000 cajas clase

B (80 libras)¹. Además la actividad platanera en El Carmen genera 25040 plazas de trabajo, de las cuales 7691 son permanentes y 17349 son ocasionales (Jumbo, 2010). Sin embargo, los valles de los ríos Portoviejo, Carrizal y Chone cada vez comienzan a ser más representativos en la producción de plátano, tanto para comercio local e internacional.

Ecuador registra bajos rendimientos del cultivo, con apenas 5 t ha⁻¹ en comparación con nuestros principales competidores en el mercado internacional, como son Costa Rica y Colombia, quienes alcanzan rendimientos promedios de 11 y 8 t ha⁻¹ (FAO, 2015). Dentro del litoral Ecuatoriano, Manabí es la provincia que registra el menor rendimiento, con tan solo 4.5 t ha⁻¹, mientras que Guayas y Los Ríos los rendimientos promedios son 7 y 6 t ha⁻¹ (INEC, 2015). Esto es debido a que de las 50376 ha que registra Manabí, tan solo alrededor de 5000 ha (5%) reciben riego y fertilización, mientras que el restante 95% de la superficie platanera no recibe estas prácticas agrícolas, es decir se las cultiva bajo condiciones de secano (INEC, 2015).

En la actualidad se presenta una nueva alternativa agronómica para maximizar la productividad del cultivo por área cosechada. Esta tecnología, es denominada altas densidades de siembra, la cual se maneja a un solo ciclo de producción, mediante diferentes distanciamientos y arreglos de plantación; lo cual induce a manejar el plátano como un cultivo anual, de forma tal, que cuando se realiza la primera cosecha, se proceda a eliminar la plantación y a restablecer en la misma área una nueva (Rosales *et al.*, 2006). Con respecto a las siembras convencionales, el sistema de altas densidades, modifica de forma cualitativa y cuantitativa, aspectos relacionados con el crecimiento y desarrollo, tales como alargamiento del ciclo productivo y peso de racimos. Esto sin embargo, se compensa con el alto rendimiento que pueden ser incrementado hasta en 100%, lo cual incrementa el ingreso económico por hectárea (Belalcázar, 2002; Delgado *et al.*, 2008).

¿Pueden las altas densidades de siembra incrementar el rendimiento y rentabilidad de variedades de plátano tipo Horn-plantain bajo las condiciones del valle del río Carrizal?

¹ FENAPROPE (Federación Nacional de Productores de Plátano del Ecuador).

1.2. JUSTIFICACIÓN

Debido a muchos fracasos obtenidos en producción de plátano se requiere conocer nuevos sistemas de producción intensiva e inteligentes que contribuyan a sacar el máximo provecho del cultivo, invirtiendo menor cantidad de recursos económicos.

En este sentido, las altas densidades de siembra, se destacan como una tecnología alternativa para la producción intensiva, programada y eficiente del cultivo de plátano, puesto que ofrecen la ventaja de que se puede incrementar significativamente la producción por área cultivada, con la consiguiente programación de la cosecha hacia las temporadas de mayor demanda y mejores precios del producto.

El cultivo de plátano con diferentes densidades de siembra, permitirá disponer de información generada en las condiciones del valle del río Carrizal, puesto que en la provincia no se ha generado esta información, a pesar de que los sistemas de altas densidades han sido desde hace mucho tiempo evaluados en países vecinos con gran éxito. Por las razones, descritas y dada la escasa información generada en la provincia relacionada a altas densidades de siembra, la presente investigación plantea validar una técnica eficaz para incrementar la producción de plátano en Manabí.

1.3. OBJETIVOS GENERAL

- Valorar la influencia de cuatro densidades de siembra sobre el rendimiento de dos variedades de plátano tipo “Horn Plantein” bajo condiciones del valle del Río Carrizal

1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la respuesta agronómica, fenológica y sanitaria de dos variedades de plátano tipo “Horn Plantein” bajo cuatro densidades de siembra en condiciones del valle del Río Carrizal.
- Seleccionar la variedad y densidad óptima de siembra en plátano tipo “Horn Plantein” para las condiciones del valle del Río Carrizal.
- Establecer las ventajas económicas del uso de altas densidades de siembra en plátano.

1.4. HIPÓTESIS

- Las altas densidades de siembra incrementan significativamente el rendimiento y rentabilidad del plátano bajo las condiciones del valle del río Carrizal.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TÉCNICOS DEL USO DE ALTAS DENSIDADES EN PLÁTANO

Ecuador registra el menor rendimiento del cultivo de plátano en la región sudamericana, con alrededor de 5 Tm/ha/año, en comparación a Colombia que produce en promedio 8 Tm/ha/año en sistemas tradicionales, y más de 20 Tm/ha/año en sistemas intensivos de altas densidades y adecuada fertilización (Belalcázar y Espinoza, 2000; FAO, 2015).

Bajo los sistemas de siembra convencionales, el plátano se caracteriza por ser manejado como cultivo perenne, donde la producción es relativamente baja, los costos de producción elevados y la incidencia de plagas y enfermedades un problema constante (Belalcázar, 2002; Delgado *et al.*, 2008; Orozco *et al.*, 2008).

Estos sistemas tradicionales de producción, se caracterizan por estar manejados por pequeños productores que practican agricultura de subsistencia, donde las plantaciones son de avanzada edad, el material genético de baja calidad, y con escaso manejo de la tecnología como riego y fertilización (Espinoza y Belalcázar, 2000; Hernández *et al.*, 2008).

En la actualidad para el caso del plátano, se presenta una nueva alternativa de producción intensiva, relacionada al establecimiento de altas densidades de población, utilizando varios distanciamientos y arreglos de plantación (Martínez *et al.*, 2009). Bajo este sistema de producción, es posible hacer un uso más adecuado de la tierra, así como también de incrementar significativamente la rentabilidad del cultivo, con relación a sistemas tradicionales de producción (Belalcázar, 2002). Según estudios realizados en Colombia, se han documentado incrementos en rendimiento que van de 270 a 345% con densidades de 3000 a 5000 plantas/ha, respectivamente, en contraste con poblaciones convencionales de 1000 plantas/ha (Belalcázar y Espinoza, 2000).

En altas densidades de siembra, es posible incrementar los rendimientos por unidad de área, al hacer un uso más eficiente de la luz, durante la etapa vegetativa del cultivo; donde la eficiencia puede modificarse mediante arreglos de siembra en cuadro o triángulo, así como también, mediante el manejo de los distanciamientos entre plantas e hileras (Cayón *et al.*, 2004). Por otra parte, aumenta la captación de la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) a través del dosel foliar, por lo que a nivel de la unidad de superficie se obtienen mayores rendimientos, pero por otra parte disminuye la cantidad de radiación en el estrato bajo de la planta, lo que impide la brotación y el desarrollo normal de los colinos, lo cual abarata costos al reducirse labores como el deshije (Cayón, 2004).

Además, con altas densidades se tiene una influencia directa sobre aspectos relacionados al desarrollo y rendimiento del cultivo en términos de superficie cultivada, pero al mismo tiempo, es notorio un efecto inverso sobre la producción individual por planta. Al respecto, resultados de diversos estudios realizados demuestran que el incremento en la duración del ciclo vegetativo es compensado con mayores rendimientos (Belalcázar, 2002). El ahorro de mano de obra y capital está relacionado a la reducción del uso de herbicidas necesarios para el control de malezas, puesto que al no penetrar la luz el estrato bajo de la plantación el crecimiento de las malezas se ve seriamente afectado.

2.2. INFLUENCIA DE ALTAS DENSIDADES DE PLÁTANO SOBRE ASPECTOS FITOSANITARIOS

En cuanto a Sigatoka negra que es mayor problema sanitario de las musáceas comerciales, se ha demostrado un mejor control de la enfermedad con altas densidades de siembra, puesto que estas al ser manejadas como cultivos anuales y plantas de la misma edad tiene la ventaja de romper el ciclo de la enfermedad al final de la cosecha, facilitando un mejor manejo de las fuentes de inóculos del agente causal (Orozco *et al.*, 2008). Por lo tanto, se reducen los niveles de severidad de la enfermedad y por ende la necesidad de aplicar fungicidas para su control, lo cual abarata costos al reducir mano de obra operativa e insumos (Álvarez y Beltrán, 2003).

El mejor manejo de plagas y enfermedades bajo altas densidades, se debe a la modificación de algunas condiciones ambientales dentro de la plantación, debido que se crean microclimas desfavorables, y además después de cada ciclo productivo el movimiento del suelo desfavorece el desarrollo de plagas y patógenos que habitan en el mismo. Por último, la renovación del material de siembra después de cada ciclo de producción, provoca una interferencia significativa en el ciclo biológico de algunas plagas y enfermedades (Rosales *et al.*, 2006; Orozco *et al.*, 2008). Un claro ejemplo del mejor manejo de las enfermedades con el sistema de altas densidades, se lo ha reportado en el sudeste Asiático en donde la raza tropical 4 de *Fusarium oxysporum f.sp. Cúbense*, está arrasando con la producción de banano Cavendish, y prácticamente el sistema de producción permanente ya no es sostenible. Debido a esta problemática, las Empresas bananeras han tenido que recurrir a la adopción del sistema de altas densidades, manejando el banano como un cultivo anual y la debida programación de cosechas (Molina, 2009).

2.3. INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y ECOFISIOLÓGICAS REALIZADAS EN PLÁTANO DE ALTAS DENSIDADES

Existen algunos resultados de investigación realizados en la región latinoamericana, que validan los beneficios anteriormente descritos. En este contexto, Muñoz (2003) al evaluar varias densidades y arreglos de siembra en plátano Curaré, reportó altos rendimientos con densidades mayores a 1800 plantas ha⁻¹ en tres bolillo, sin embargo el peso del racimo se redujo a medida que aumentó la densidad de siembra. Esto concuerda a lo reportado por Martínez *et al.* (2002), Cayón *et al.* (2004) y Hernández *et al.* (2008), quienes obtuvieron resultados similares en plátano Hartón enano, Dominico–Hartón y Hartón gigante, respectivamente. De la misma forma, Martínez *et al.* (2009) y Smith *et al.* (2010) reportaron un comportamiento similar en plátano Hartón y banano dátil, respectivamente, al implementar altas densidades.

El suministro de agua, se considera como un elemento esencial para obtener altos rendimiento en sistemas densamente poblados de plátano, ya que la planta de plátano tiene más del 85% de agua en su composición, por lo que requiere abastecimiento de agua constante para mantener la alta actividad fisiológica

(Velásquez y Pérez, 2004; Rosales *et al.*, 2006). Los requerimientos hídricos del plátano son entre 1500 a 2000 mm anuales. Una planta adulta requiere unos 50 litros diarios en días cálidos y soleados, puesto que se produce una evapotranspiración de 6 a 7 mm/día; por lo tanto, para tener una producción aceptable, se necesita un riego mínimo mensual en alrededor de 150 a 180 mm (Cayón, 2004; Rosales *et al.*, 2006; Castaño *et al.*, 2011).

El plátano es una especie muy sensible a la falta de agua en el suelo, por lo cual es muy importante implementar sistemas de riego en lugares donde las precipitaciones no son regulares y bien distribuidas, porque un estrés hídrico prolongado afecta la fisiología de las hojas y tallo, lo que trastorna el eficiente llenado del racimo y el ascenso de agua y el aprovechamiento nutrientes (Cayón, 2004; Barrera *et al.*, 2008). Es muy notorio que cuando existe un estrés hídrico prolongado por más de cuatro semanas ocurrente durante la diferenciación floral o durante el llenado del fruto, el efecto sobre la producción es devastador. Algunas experiencias en la región latinoamericana, indican pérdidas de hasta 70% de la producción si uno de estos períodos coincide con el llenado del fruto (Rosales *et al.*, 2006).

2.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS CLONES BARRAGANETE Y DOMINICO-HARTÓN

BARRAGANETE: Es un triploide (AAB) cuyo pseudotallo por lo general es más alto que el del Dominico. Su color es verde claro sin las tonalidades rojizas en los bordes de las vainas foliares. El racimo tiene un menor número de manos y de frutos que el Dominico, solo la primera mano tiene doble hilera de frutos. Produce menor cantidad de hijos que el clon dominico y el Dominico-Hartón (Belalcazar *et al.* 1991).

DOMINICO HARTÓN: Es un triploide (AAB) cuyos frutos son similares a los de Barraganete, pero la conformación del racimo es parecida a la del Dominico. Genéticamente es muy inestable, pues en la segunda o tercera generación muchos de ellos se vuelven Dominico o Barraganete si no reciben las prácticas agronómicas necesarias para que su potencial genético no se afecte. Presenta doble hilera de

frutos hasta la quinta mano de ahí en adelante solo se presenta una hilera de frutos (Belalcazar *et al.* 1991).

En el (Cuadro 1), se muestran las características genóticas de los clones Barraganete y Dominico-Hartón de acuerdo a Daniells *et al.* (2001). Además en las figuras 1A y 1B se ilustran las diferencias morfológicas entre racimos de los clones.

Cuadro 1. Características genóticas de los clones de plátano Barraganete y Dominico-Hartón.

Cultivar (nombre común en Ecuador)	Grupo genómico	Subgrupo^{1/}	Ploidia^{1/}
Dominico-Hartón	AAB	Plantain tipo French x Horn	Triploide
Barraganete	AAB	Plantain tipo Horn	Triploide

^{1/}Clasificación y ploidia de acuerdo a Daniells *et al.* (2001).



Gráfico 1. Diferencias morfológicas entre racimos del clon Barraganete (A) y Dominico-Hartón (B).

CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La investigación se desarrolló en la unidad de docencia, investigación y vinculación de plátano ubicada en del Campus Politécnico de la ESPAM-MFL, ubicado en el sitio el limón perteneciente al cantón Bolívar, Manabí., posicionado geográficamente en las coordenadas 0° 49' latitud sur y 80° 10' latitud oeste, a una altitud de 18 msnm, una Heliofanía de 1045 horas anuales y un promedio de precipitaciones de 839 mm anuales.

3.1.1. CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS (ESPAM MFL, 2016)

Precipitación media anual:	992,7 mm
Temperatura media anual:	27°C
Humedad relativa:	82,3%
Heliofanía anual:	1134,7 (horas sol)
Vientos:	1,5 m/s
Topografía:	Plana
Textura del suelo:	Franco arenoso
pH:	6,6

3.2.1. DURACIÓN DEL TRABAJO

El presente trabajo se desarrolló desde enero del 2016 hasta enero del 2017.

3.2.2 FACTORES EN ESTUDIO

3.2.3. FACTOR A (VARIEDADES DE PLÁTANO TIPO HORN PLANTEIN)

- Barraganete (Musa AAB Simmonds.)
- Dominico – Hartón (Musa AAB Simmonds.)

3.2.4. FACTOR B (4 DENSIDADES DE SIEMBRA)

- 1500 plantas ha⁻¹
- 2000 plantas ha⁻¹
- 2500 plantas ha⁻¹
- 3000 plantas ha⁻¹

La combinación de los niveles de ambos factores en estudio dio como resultado ocho tratamientos (Cuadro 2), que fueron replicados tres veces para un total de 24 unidades experimentales, las cuales estuvieron conformadas por 30, 36, 42 y 54 plantas, respectivamente de acuerdo a las distancias y arreglo de siembra (Cuadro 3), donde se registraron los datos en las plantas centrales o parcela neta. El tamaño de cada unidad experimental fue de 120 m², independientemente de la densidad de siembra.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos con las respectivas distancias y arreglos de siembra.

Tratamientos	Variedad	Densidad	Distancias de siembra	Arreglo espacial
T 1	Dominico-Hartón	1500	2 + 3 x 2.6	Doble hilera
T 2	Barraganete	1500	2 + 3 x 2.6	Doble hilera
T 3	Dominico-Hartón	2000	2 + 3 x 2	Doble hilera
T 4	Barraganete	2000	2 + 3 x 2	Doble hilera
T 5	Dominico-Hartón	2500	2 + 3 x 1.6	Doble hilera
T 6	Barraganete	2500	2 + 3 x 1.6	Doble hilera
T 7	Dominico-Hartón	3000	2 + 3 x 1.3	Doble hilera
T 8	Barraganete	3000	2 + 3 x 1.3	Doble hilera

Cuadro 3. Número de plantas totales y netas por unidad experimental, de acuerdo a las distancias de siembra y el arreglo espacial.

Tratamientos	Variedad	Distancias de siembra	Arreglo espacial	N° de plantas/parcela	N° de plantas netas
T 1	Dominico-Hartón	2 + 3 x 2.6	Doble hilera	30	12
T 2	Barraganete	2 + 3 x 2.6	Doble hilera	30	12
T 3	Dominico-Hartón	2 + 3 x 2	Doble hilera	36	16
T 4	Barraganete	2 + 3 x 2	Doble hilera	36	16
T 5	Dominico-Hartón	2 + 3 x 1.6	Doble hilera	42	20
T 6	Barraganete	2 + 3 x 1.6	Doble hilera	42	20
T 7	Dominico-Hartón	2 + 3 x 1.3	Doble hilera	54	28
T 8	Barraganete	2 + 3 x 1.3	Doble hilera	54	28

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se lo estableció bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial de parcelas divididas, con tres bloques por tratamiento. El análisis de datos se lo realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA), y la separación de medias con la prueba de Tukey_{0.05}. Ambos procesos estadísticos fueron realizados con la ayuda del paquete Infostat profesional versión 2008. El modelo matemático del experimento es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + S_j + E_{ij}(a) + D_k + (SD)_{jk} + E_{ijk}(b)$$

DONDE:

Y_{ijk} = es la observación de la densidad de siembra k , en las variedades j , en el bloque i .

μ = es la media general.

B_i es el efecto del bloque i

S_j es el efecto de las variedades j

$E_{ij}(a)$ es el error experimental en parcelas grandes (variedades)

D_k es el efecto de la densidad de siembra k

$(SD)_{jk}$ es el efecto de la interacción de variedades j densidad de siembra k

$E_{ijk}(b)$ es el error experimental de las subparcelas (densidades de siembra)

A continuación se describe el esquema del ANOVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Bloques	$r - 1 = 2$
Parcelas grandes (variedades)	$a - 1 = 1$
Error a	$(r-1) (a-1) = 2$
Parcelas pequeñas (densidades)	$b - 1 = 3$
Interacción variedades Densidades	$(a-1) (b-1) = 3$
Error b	$a(r-1) (b-1) = 12$
Total	$rab - 1 = 23$

3.4. VARIABLES RESPUESTA

3.4.1. FENOLÓGICA

3.4.1.1. DÍAS A LA FLORACIÓN

Se estimó contabilizando los días desde el momento de la siembra hasta cuando el 50% de las plantas de la unidad experimental hayan emitido la bellota floral.

3.4.1.2. DÍAS A LA COSECHA

Se estimó contabilizando los días desde la emisión de la bellota floral hasta cuando el 50% de las plantas de la unidad experimental hayan sido cosechadas.

3.4.1.3. ALTURA DE PLANTA (m)

Se determinó al momento de la floración con la ayuda de una cinta métrica o flexómetro, para lo cual se registró la medida desde el nivel del suelo hasta la V formada por la última hoja y el raquis del racimo.

3.4.1.4 PERÍMETRO DEL PSEUDOTALLO (cm)

Se determinó al momento de la floración midiendo la circunferencia del pseudotallo con la ayuda de una cinta métrica a una altura de 50 cm con relación al nivel del suelo.

3.4.2 SANITARIAS

3.4.2.1 NÚMERO DE HOJAS FUNCIONALES A FLORACIÓN Y COSECHA

Se estimó contabilizando las hojas que presenten máximo hasta el grado 3 de la Escala de Stover modificada por Gauhl (1994), Gráfico 2.

3.4.2.2 PROMEDIO PONDERADO INFECCIOSO DE SIGATOKA NEGRA (PPI)

Esta variable se determinó a floración y cosecha con la ayuda de la escala de Stover modificada por Gauhl (1994), Gráfico 2.

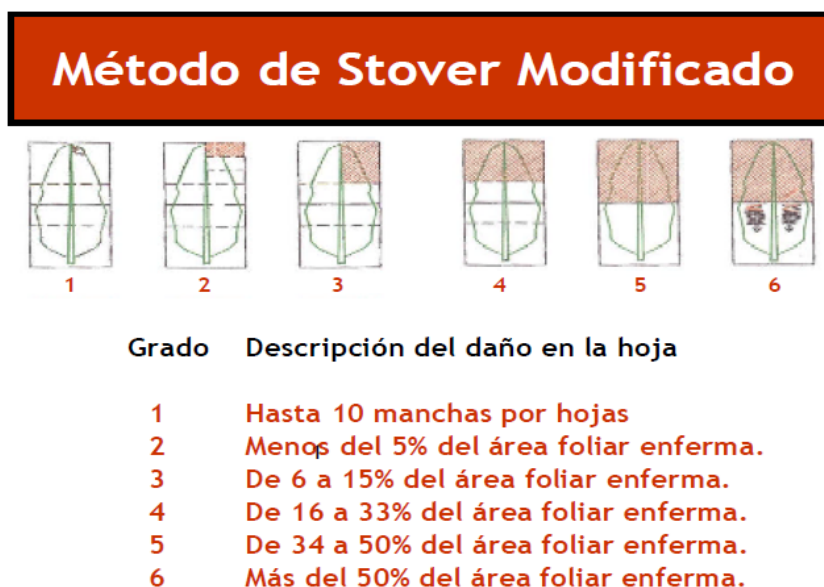


Gráfico 2. Escala de Stover modificada por Gauhl (1994), para determinar incidencia y severidad de Sigatoka negra en plátano. Se considera como hoja funcional hasta el grado 3 de la escala arriba descrita.

AGRONÓMICAS

3.4.3.1. PESO DEL RACIMO (kg):

Se determinó a la cosecha con la ayuda de una balanza de precisión.

3.4.3.2. RENDIMIENTO (caja ha⁻¹):

Se realizó al momento de la cosecha, para lo cual la producción total registrada en kg se la dividirá para 23 kg que es el peso de una caja comercial exportable.

3.5. MANEJO ESPECÍFICO Y DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

3.5.1 PROPAGACIÓN DE PLÁNTULAS:

La propagación de plántulas se llevó a cabo mediante la metodología cormos de entre 200 a 300 g de peso, los cuales fueron sembrados directamente en fundas plásticas de polietileno de 6 x 9”.

3.5.2 FERTILIZACIÓN:

La fertilización del cultivo se realizó en base al análisis de suelo y a la demanda nutricional del cultivo. La aplicación del fertilizante se hizo en semi-luna de acuerdo a las recomendaciones del IPNI (International Plant Nutrition Institute) Gráfico 3. La fertilización se la hizo de forma fraccionada en cuatro ocasiones.

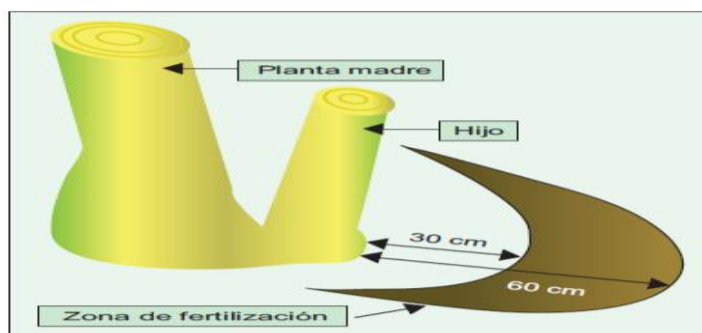


Gráfico 3. Zona de aplicación de fertilizantes en plantaciones de banano y plátano.

3.5.3 MANEJO DE MALEZAS:

El control de malezas se hizo mecánicamente con rozadoras, y en dos ocasiones se recurrió al control químico utilizando herbicidas sistémicos como el glifosato y de contacto como paraquat y glufosinato de amonio.

3.5.4 MANEJO DE PLAGAS:

No se presentaron problemas de picudo negro y nematodos durante la ejecución del ensayo, razón por la cual no fue necesario realizar actividades de control de estas plagas.

3.5.5 MANEJO DE ENFERMEDADES:

Los índices de infección de Sigatoka negra fueron muy bajos, razón por la cual no fue necesario la aplicación de agroquímicos para su control, fue suficiente la práctica del deshoje.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE VARIABLES FENOLÓGICAS

4.1.1. DÍAS A LA FLORACIÓN

En análisis de varianza aplicado a la variable días a floración mostró diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) para el efecto de interacción entre los factores clones y densidades, lo cual indica que ambos clones son influenciados por las densidades de siembra. Mientras que el efecto separado de los clones y las densidades no mostraron diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0.05$). Se aprecia en el (Cuadro 4), que en la interacción el clon barraganete presentó menores días a floración en todas las densidades evaluadas, en contraste al clon Dominico-Hartón que presentó mayor números días a floración en todas sus densidades.

Cuadro 4. Valores promedios de días a floración en dos clones de plátano establecidos bajo cuatro densidades de siembra. Calceta, Ecuador. 2016.

Tratamientos		Días a floración
<i>Efecto de los clones</i>		
Barraganete		250,50
Dominico-Hartón		274,67
<i>Efecto de las densidades</i>		
1500 plantas/ha		259,00
2000 plantas/ha		260,67
2500 plantas/ha		264,33
3000 plantas/ha		266,33
<i>Efecto de la interacción clones x densidades</i>		
Barraganete	1500	244,67 b
	2000	257,43 ab
	2500	238,67 b
	3000	261,33 ab
Dominico-Hartón	1500	273,33 ab
	2000	264,00 ab
	2500	290,00 a
	3000	271,33 ab
Error estándar		148,15
Probabilidad (ANOVA)		
Clones		0,0734 NS
Densidades		0,7192 NS
Clones x densidades		0,0287 *

^{NS} No significativo, * Significativo, ** Altamente significativo

Medias dentro de columnas con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo al test de Tukey_{0.05}.

Este efecto de mayor precocidad a floración del clon Barraganete puede deberse a que este cultivar presenta mejor comportamiento agronómico en agro ecosistemas cálidos por debajo de los 800 msnm, lo cual concuerda a lo expresado por Cayón (2004) y Palencia *et al.* (2006) quienes mencionan que el clon Hartón o Barraganete se adapta mejor a climas más cálidos, mientras que el clon Dominico-Hartón se comporta mejor en zonas más temperadas del trópico. Otras posibles razones que pueden explicar la mayor precocidad expresada por el clon Barraganete, es la mayor tasa fotosintética en comparación al Dominico-Hartón que presenta menor tasa de fotosíntesis, además que el racimo del clon Hartón o Barraganete presenta un racimo de menor tamaño que en teoría alcanzaría el llenado del fruto en menor tiempo (Belalcazar *et al.*, 1991; Cayón, 2004; Barrera *et al.*, 2011).

4.1.2. DÍAS A LA COSECHA

En el (Cuadro 5), se presentan los valores promedios de la variable días a la cosecha. El análisis de varianza mostro diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) para el factor clones, densidades y para su respectiva interacción. En el efecto de interacción se aprecia que el cultivar Barraganete en todas las densidades evaluadas alcanzó la cosecha en menor tiempo, en comparación al clon Dominico-Hartón que fue más tardía en todas las densidades evaluadas.

Los resultados alcanzados son cercanos a los obtenidos por Gómez *et al.* (2004) y Hernández *et al.* (2008) quienes reportaron un tiempo de siembra a cosecha entre 339 y 366 días en el clon Hartón o Barraganete en densidades de 2000, 2500 y 3000 plantas h^{-1} . En cuanto al clon Dominico-Hartón los resultados son cercanos a los reportados por Cayón *et al.* (2004) quienes reportan un tiempo de siembra a cosecha superior a los reportados por Gómez *et al.* (2004) y Hernández *et al.* (2008) en el clon Hartón o Barraganete, lo cual deja claro que este último cultivar es más precoz al menos en estas condiciones.

Cuadro 5. Valores promedios de días a la cosecha en dos clones de plátano establecidos bajo cuatro densidades de siembra. Calceta, Ecuador. 2016.

Tratamientos		Días a cosecha
<i>Efecto de los clones</i>		
Barraganete		328,58 a
Dominico-Hartón		340,92 b
<i>Efecto de las densidades</i>		
1500 plantas/ha		326,17 a
2000 plantas/ha		329,33 b
2500 plantas/ha		337,83 c
3000 plantas/ha		345,67 d
<i>Efecto de la interacción clones x densidades</i>		
Barraganete	1500	317,00 d
	2000	319,67 d
	2500	336,67 bc
	3000	341,00 b
Dominico-Hartón	1500	335,33 c
	2000	339,00 bc
	2500	339,00 bc
	3000	350,33 a
Error estándar		2,69
Probabilidad (ANOVA)		
Clones		0,0074*
Densidades		0,0001**
Clones x densidades		0,0001**

^{NS} No significativo, * Significativo, ** Altamente significativo

Medias dentro de columnas con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo al test de Tukey_{0,05}.

4.1.3. ALTURA DE PLANTA (m) Y PERÍMETRO DEL PSEUDOTALLO (cm)

En el (Cuadro 6) de resultados, se presenta los valores promedios de las variables altura de planta y perímetro del pseudotallo. Los análisis de varianza no mostraron diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0.05$) en ninguno de los factores analizados (clones, densidades e interacción clon x densidad), lo cual indica que los clones y las densidades de siembra no influyeron en la altura de planta y grosor del pseudotallo bajo las condiciones del valle río Carrizal.

Estos resultados coinciden a los reportados por Muñoz (2003) y Cayón *et al.* (2004) quienes no observaron diferencias significativas en altura de planta y perímetro del tallo en las diferentes densidades evaluadas, sin embargo, pudieron observar que a mayores densidades de siembra se aprecian diferencias numéricas con plantas de mayor altura y con tallos de menor grosor, lo cual se ha indicado se debe a un efecto de competencia por luz.

Cuadro 6. Valores promedios de altura de planta y perímetro de tallo en dos clones de plátano establecidos bajo cuatro densidades de siembra. Calceta, Ecuador. 2016.

Tratamientos	Altura de planta (m)	Perímetro del pseudotallo (cm)
<i>Efecto de los clones</i>		
Barraganete	3,33	63,00
Dominico-Hartón	3,43	67,00
<i>Efecto de las densidades</i>		
1500 plantas/ha	3,27	66,00
2000 plantas/ha	3,40	65,00
2500 plantas/ha	3,40	65,00
3000 plantas/ha	3,47	64,00
Error estándar	0,02	0,0001
Probabilidad (ANOVA)		
Clones	0,3440 ^{NS}	0,0904 ^{NS}
Densidades	0,1854 ^{NS}	0,7861 ^{NS}
Clones x densidades	0,5552 ^{NS}	0,5939 ^{NS}

^{NS} No significativo

4.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE VARIABLES SANITARIAS

4.2.1 NUMERO DE HOJAS FUNCIONALES A FLORACIÓN Y COSECHA; PROMEDIO PONDERADO DE INFECCIÓN DE SIGATOKA NEGRA

En el (Cuadro 7) de resultados, se presentan los valores promedios del número de hojas funcionales a floración (HFF) y cosecha (HFC), así como, el promedio ponderado de infección (PPI) de Sigatoka negra a floración y cosecha. Los análisis de varianza no mostraron diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0.05$) para ninguno de los factores analizados (clones, densidades e interacción clon x

densidad), por lo tanto, clones y las densidades de siembra no influyeron en estas variables, bajo las condiciones edafoclimáticas del valle río Carrizal.

Cuadro 7. Valores promedios de hojas funcionales, hoja más joven enferma y quemada, promedio ponderado de infección a floración y cosecha de dos clones de plátano establecidos bajo cuatro densidades de siembra. Calceta, Ecuador. 2016.

Tratamientos	HFF floración	HFC cosecha	PPI floración	PPI cosecha
<i>Efecto de los clones</i>				
Barraganete	12,65	9,58	1,11	1,00
Dominico-Hartón	13,46	10,08	1,13	1,00
<i>Efecto de las densidades</i>				
1500 plantas ha ⁻¹	13,16	9,83	1,28	1,09
2000 plantas ha ⁻¹	13,39	10,00	1,02	0,92
2500 plantas ha ⁻¹	13,07	9,83	1,13	1,02
3000 plantas ha ⁻¹	12,60	9,67	1,06	0,97
Error estándar	0,44	0,19	0,05	0,03
Probabilidad (ANOVA)				
Clones	0,0711 ^{NS}	0,2621 ^{NS}	0,8366 ^{NS}	0,9554 ^{NS}
Densidades	0,2592 ^{NS}	0,6445 ^{NS}	0,2492 ^{NS}	0,4450 ^{NS}
Clones x densidades	0,3778 ^{NS}	0,2829 ^{NS}	0,6854 ^{NS}	0,6943 ^{NS}

^{HFF} Hojas funcionales a floración; ^{HFC} Hojas funcionales a cosecha; ^{PPI} Promedio Ponderado de Infección. ^{NS}No significativo

Posiblemente estos resultados responden a que el clima del valle del río Carrizal está influenciado por el bosque tropical seco, donde existe una marcada estación seca y larga durante el año, la precipitación rara vez supera los 800 mm anuales, motivo por el cual la Sigatoka negra que si está presente en la zona se mantiene en niveles abajo del umbral crítico infeccioso, puesto que la enfermedad necesita condiciones combinadas de alta humedad y temperatura para manifestar niveles significativos de severidad (Manzo *et al.*, 2005; Ruiz *et al.*, 2009). En contraste a los resultados obtenidos, varios autores han señalado que las altas densidades de siembra ofrecen el beneficio adicional de reducir los niveles de severidad de Sigatoka negra (Álvarez y Beltrán, 2003; Belalcázar *et al.*, 2003; Orozco *et al.*, 2008), lo cual no se cumplió en este estudio debido a que las condiciones del valle del río Carrizal no favorecen la virulencia del patógeno.

4.3. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO

4.3.1 PESO DEL RACIMO (KG)

El peso neto del racimo mostró diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) para el factor densidad, mientras que para el factor clon y la interacción clon x densidad no se obtuvo diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0.05$). Esto indica la independencia de los efectos de los clones con respecto a las densidades de siembra. En los (Gráficos 4 y 5), se aprecia que de acuerdo a la prueba de separación de medias realizadas a las densidades en cada clon, la densidad de 1500 planta ha^{-1} fue la que obtuvo el mayor peso neto de racimos y es estadísticamente diferente ($p \leq 0.05$) a las demás densidades. Se aprecia que para el caso del clon Barraganete el peso alcanzado fue de 14,53 kg y para el Dominico-Hartón 15, 28 kg.

Por otra parte, la prueba de separación de medias mostró que la densidad de 3000 plantas ha^{-1} alcanzó el menor peso del racimo en ambos clones y se diferencia estadísticamente ($p \leq 0.05$) de las otras densidades. En esta densidad el peso alcanzado fue de 12,87 kg para el clon Barraganete y 12,39 kg para el clon Dominio-Hartón. Las densidades de 2000 y 2500 plantas ha^{-1} fueron estadísticamente iguales entre sí pero diferentes a las densidades de 1500 y 3000 plantas ha^{-1} . Además, obtuvieron un peso de racimo intermedio entre las densidades de 1500 y 3000 plantas ha^{-1} tal como se muestran en los (Gráficos 4 y 5).

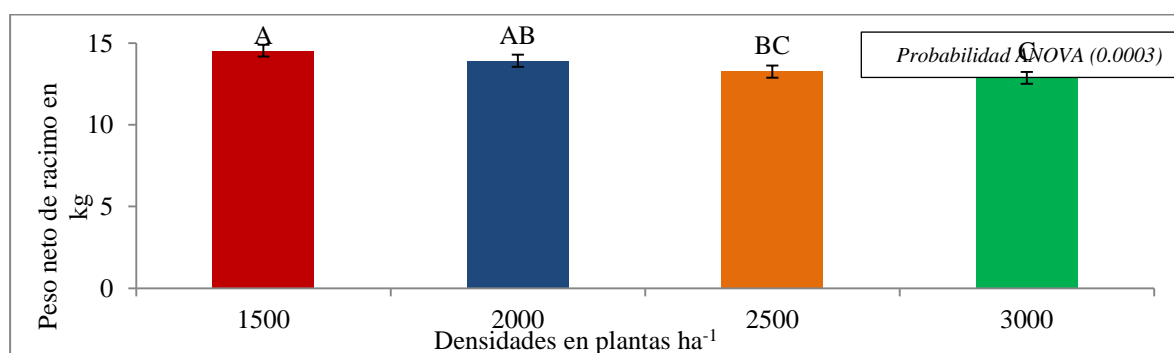


Gráfico 4. Efecto de cuatro densidades de siembra sobre el peso neto de racimo del plátano cv. Barraganete. Cada barra representa la media de tres repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes en cada barra representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey_{0.05}.

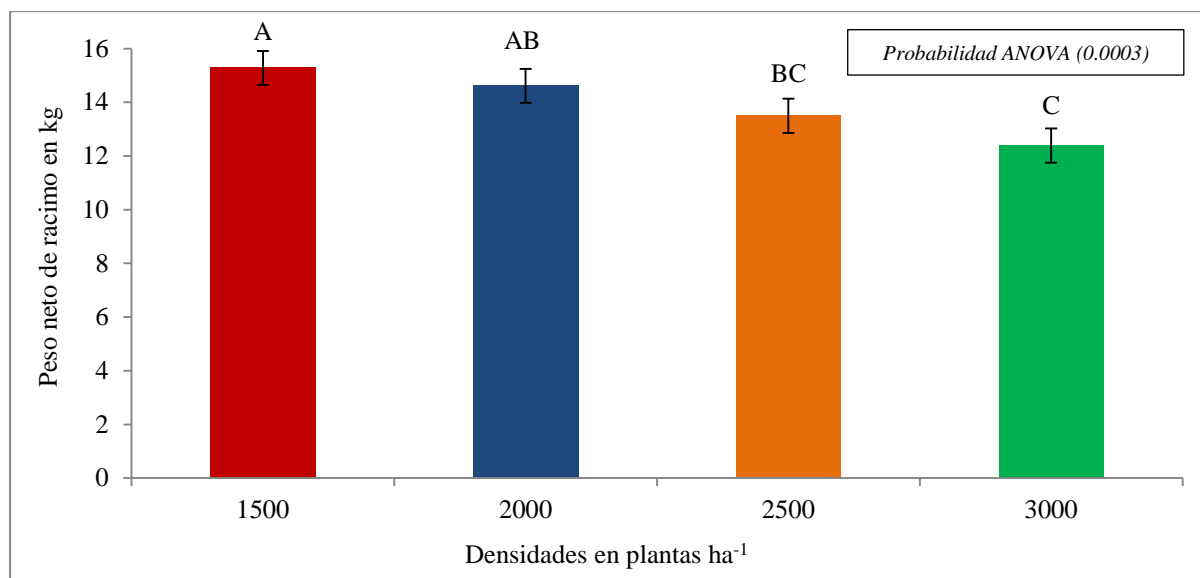


Gráfico 5. Efecto de cuatro densidades de siembra sobre el peso neto de racimo del plátano cv. Dominico-Hartón. Cada barra representa la media de tres repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes en cada barra representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey_{0.05}.

Los resultados muestran que en ambos clones el peso neto del racimo fue inversamente proporcional a la densidad de siembra, lo cual concuerda a los resultados obtenidos por Benalcázar y Espinoza (2000), Toapanta *et al.* (2002) Martínez *et al.* (2002), Gómez *et al.* (2004), Hernández *et al.* (2008), quienes reportaron menor peso de racimo a medida que se incrementa la densidad de plantas. Esta relación inversa entre peso de racimos y densidades de siembra, posiblemente se deba a la competencia entre plantas por factores de crecimiento como la luz, agua y nutrientes, lo cual permite a las densidades mayores destinar mayor cantidad de fotoasimilados al crecimiento del tallo que al llenado del racimo, con la finalidad de captar mayor luminosidad. Además trabajos de investigación realizados por Cayón *et al.* (1995), Cayón (2004) y Barrera *et al.* (2011) demuestran que en altas densidades la tasa de fotosíntesis y transpiración son menores en plantas individuales, al existir mayor número de hojas sombreadas que realizan ambos procesos a menor intensidad de radiación.

4.3.2. RENDIMIENTO (caja ha⁻¹)

El rendimiento en cajas ha⁻¹ solo mostró diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) para el factor densidad, mientras que para el factor clon y la interacción clon x densidad no se obtuvo diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0.05$). Esto indica la independencia de los efectos de los clones con respecto a las densidades de siembra. En los (Gráficos 6 y 7), se aprecia que de acuerdo a la prueba de separación de medias realizadas a las densidades en cada clon, la densidad de 3000 plantas ha⁻¹ fue la que obtuvo el mayor rendimiento y es estadísticamente diferente ($p \leq 0.05$) a las demás densidades. Para el caso del clon Barraganete el rendimiento alcanzado fue de 1615 cajas ha⁻¹ y para el Dominico-Hartón 1679 cajas ha⁻¹.

Finalmente, la prueba de separación de medias mostró que la densidad de 1500 plantas ha⁻¹ alcanzó el menor rendimiento en ambos clones y se diferencia estadísticamente ($p \leq 0.05$) de las otras densidades. En esta densidad el rendimiento alcanzado fue de 948 cajas ha⁻¹ para el clon Barraganete y 996 cajas ha⁻¹ para el clon Dominio-Hartón, tal como se muestra en los (Gráficos 6 y 7).

Los resultados reflejan que el rendimiento del cultivo de plátano independientemente del clon es directamente proporcional a la densidad de siembra, y coinciden a los reportados por Belalcázar y Espinoza (2000), Toapanta *et al.* (2002), Ruiz y Ureña (2009), Cayón *et al.* (2004), Hernández *et al.* (2008), Delgado *et al.* (2008) y Martínez *et al.* (2009) quienes reportaron incrementos significativos del rendimiento con altas densidades de siembra superiores a 2500 plantas ha⁻¹.

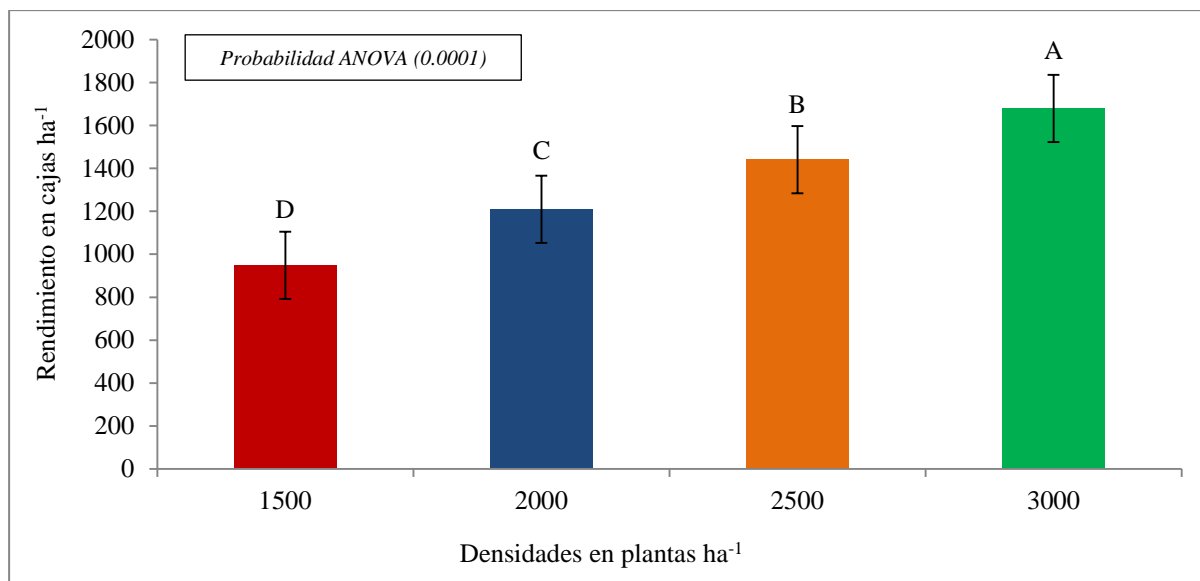


Gráfico 6. Efecto de cuatro densidades de siembra sobre el rendimiento del plátano cv. Barraganete. Cada barra representa la media de tres repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes en cada barra representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey_{0.05}.

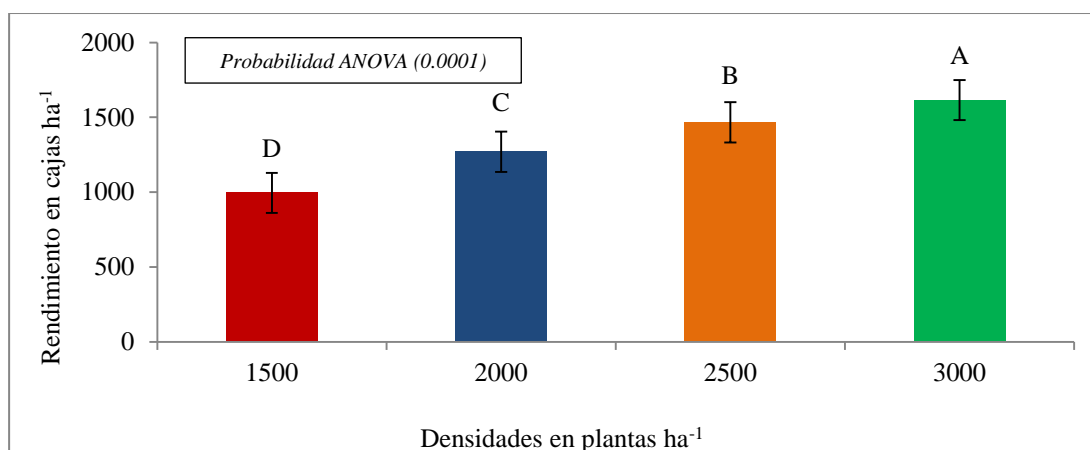


Gráfico 7. Efecto de cuatro densidades de siembra sobre el rendimiento del plátano cv. Dominico-Hartón. Cada barra representa la media de tres repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes en cada barra representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey_{0.05}.

La relación directa y proporcional entre densidades y rendimiento se debe a la mayor producción de biomasa ha⁻¹, a pesar de que algunos componentes de rendimiento como el peso de racimo se ven disminuido con el aumento de las densidades, esto es compensado con la mayor cantidad de racimos y frutos. Según investigaciones a medida que aumentan las densidades se incrementa la captación de la radiación fotosintéticamente activa por el dosel foliar de la comunidad de plantas, lo cual

incrementa los rendimientos en términos de biomasa total como consecuencia del mayor volumen de materia seca (Cayón *et al.*, 1995; Cayón, 2004; Hernández *et al.*, 2008; Martínez *et al.*, 2009).

4.4. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación, la hipótesis planteada que dice: “Las altas densidades de siembra incrementan significativamente el rendimiento y rentabilidad del plátano bajo las condiciones del valle del río Carrizal, se acepta, porque hubo incidencias de las densidades de siembra.

4.5. ANÁLISIS ECONÓMICO

En el análisis económico mostrado en el (cuadro 7), se aprecia que en ambos clones (Barraganete y Dominico-Hartón) la densidad de 2000 plantas ha^{-1} fue la más rentable al producir mayor incremento de beneficios netos en relación al testigo (1500 plantas ha^{-1}), en contraste a la densidad de 3000 plantas ha^{-1} que en ambos clones obtuvieron los menores incrementos en beneficios netos con relación al testigo.

En ambos cultivares (Barraganete y Dominico-Hartón) la densidad de 2000 plantas ha^{-1} produjeron 262 y 274 cajas adicionales al testigo, con un incremento en los costos que varían de 440 US \$ ha^{-1} que significo una ganancia adicional en términos de beneficio neto de 1473 y 1560 US \$ ha^{-1} , para cada variedad respectiva (Cuadro 7).

De acuerdo a los resultados del análisis económico, las densidades de 2000 y 2500 plantas ha^{-1} tendrían mayores ventajas económicas para la producción de plátano en altas densidades de siembra bajo las condiciones del valle del río carrizal, lo cual coinciden a los resultados económicos obtenidos por Gómez *et al.* (2004) quienes establecieron que la mejor opción económica fue la densidad de 2500 plantas ha^{-1} para las condiciones de la zona sur del Lago de Maracaibo en Venezuela. Sin embargo, estos resultados no son definitivos, pues habría que hacer ajustes

relacionados a la fertilización específica de cada densidad de siembra y arreglos de siembra para mayor aprovechamiento de la luz, por lo que se podrían modificar los resultados en términos de rendimientos y beneficios económicos (Belalcázar, 2002; Cayón *et al.*, 2004; Martínez *et al.*, 2009).

Cuadro 8. Análisis económico de altas densidades comparadas con un testigo de baja densidad en dos clones de plátano.

Tratamientos	Densidades de Siembra (plantas ha ⁻¹)	Costos totales	Costos fijos todas las densidades. Cf = Preparación de terreno + fertilizantes + control de malezas	Costo que varían por densidad de siembra (US\$ ha ⁻¹). Cqv = costo de plantas + labor de siembra + aplicación de fertilizantes + labores culturales + cosecha	Incremento de los costos que varían con respecto al testigo (US \$ ha ⁻¹): = Cqv n - Cqv 4	Rendimiento (cajas ha ⁻¹). RTn	Incrementos de los rendimientos respecto al testigo (cajas ha ⁻¹). IR = RTn - RT4	Precio unitario de venta (US \$ cajas ⁻¹): Pc	Incremento de los ingresos en relación al testigo (US \$ ha ⁻¹). Iing = IR * Pc	Ingresos totales (US \$ ha ⁻¹). IT = RTn * Pc	Beneficio neto de las densidades (US \$ ha ⁻¹). BNT n = Iing - Icqv
Clon Barraganete											
T4	3000	4180	1000	3180	550	1615	174	7,3	1270	11790	720
T3	2500	3630	1000	2630	420	1441	231	7,3	1686	10519	1266
T2	2000	3210	1000	2210	440	1210	262	7,3	1913	8833	1473
T1	1500	2770	1000	1770	0	948	0	7,3	0	6920	0
Clon Dominic - Hartón											
T4	3000	4180	1000	3180	550	1679	212	7,3	1548	12257	998
T3	2500	3630	1000	2630	420	1467	197	7,3	1438	10709	1018
T2	2000	3210	1000	2210	440	1270	274	7,3	2000	9271	1560
T1	1500	2770	1000	1770	0	996	0	7,3	0	7271	0

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El cultivar Barraganete presento mayor precocidad que el cultivar Dominico-Hartón, en todas las densidades de siembra evaluadas.
- Las densidades de siembra no modificaron significativamente la altura y perímetro del tallo en ninguno de los clones.
- Las densidades de siembra no modificaron las variables sanitarias relacionadas a Sigatoka negra.
- El peso del racimo mostro un comportamiento inversamente proporcional a las densidades de siembra.
- El rendimiento por hectárea fue directamente proporcional a las densidades de siembra.
- La mayor ventaja económica se obtuvo con las densidades de 2000 y 2500 plantas ha⁻¹, independientemente del cultivar evaluado.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para comercialización local (venta por racimos) se recomienda establecer densidades de 1500 plantas ha⁻¹, dado el mayor peso del racimo que se produce.
- Para comercio de exportación (venta por cajas) se recomienda las densidades de 2000 y 2500 plantas ha⁻¹, debido a las mayores ventajas económicas.
- Realizar ensayos de fertilización y arreglos espaciales de siembra con la finalidad de ajustar costos y potencializar rendimientos y beneficios económicos.
- Realizar ensayos con mayores densidades en ambos clones, debido a que el rendimiento obtenido con las densidades evaluadas tuvieron un comportamiento lineal.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, J., A. Beltrán. 2003. Tecnología de producción con altas densidades en bananos y plátanos en Cuba y avances hacia una producción orgánica. In: Rivas G, Rosales F (Eds.) Taller Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas en los trópicos. MUSALAC, INIBAP. Guayaquil, Ecuador. pp. 65-66.
- Arias, P; Dankers, P; Liu, P; Pilkauskas, P. 2004. La economía mundial del banano 1985-2002. Roma, Italia. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 104 p.
- Armijos, F. 2008. Principales tecnologías generadas para el manejo del cultivo de banano, plátano y otras musáceas. Guayaquil, Ecuador. INIAP. 64 p. (Boletín Técnico no. 131).
- Barrera, J., B. Díaz, J. Durango, A. Ramos. 2008. Efecto de las épocas de lluvia y sequía sobre la absorción de potasio y fósforo en plantaciones de plátano. Acta Agronómica (Palmira) 57(1): 55 – 59.
- Barrera, J.; Cardona, C. y Cayón, D. 2011. El cultivo de plátano (Musa AAB Simmonds): ecofisiología y manejo cultural sostenible. Universidad de Córdoba – Editorial Zenú. 102 p.
- Belalcázar, S. 2002. Altas densidades de siembra en plátano, una alternativa rentable y sostenible de producción. In: Memorias XV reunión de ACORBAT. Cartagena de Indias, Colombia, 2002. 390 – 396 pp.
- Belalcázar, S., L. Espinoza. 2000. Effect of Plant Density and Nutrient Management on Plantain Yield. Better Crops International 14(1): 12 – 15.
- Belalcázar, S.; Cayón, G.; Lozada, J.E. 1991. Ecofisiología del cultivo. In: Belalcázar, S. (ed.). El cultivo del plátano en el trópico. ICA-INIBAP-CIID-COMITECAFE Quindío. Feriva, Cali. pp. 91-109.

- Belalcázar, S.; Rosales, F. y Espinosa, J. 2003. Altas densidades de siembra en plátano, una alternativa rentable y sostenible de producción. In: Rivas G, Rosales F (Eds.) Taller Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas en los trópicos. MUSALAC, INIBAP. Guayaquil, Ecuador. pp. 55-63.
- Castaño, A., M. Aristizábal, H. Gonzáles. 2011. Requerimientos hídricos del plátano Dominicano – Hartón (*Musa* AAB Simmonds) en la región Santágueda, Palestina, Caldas. *Agronomía* 19(1): 57 – 67.
- Cayón, D. 2004. Ecofisiología y productividad del plátano (*Musa* AAB Simmonds). In: Memorias XVI reunión de ACORBAT. Oaxaca, México, 2004. 172 – 183 pp.
- Cayón, G.; L. Valencia, H. Morales y A. Domínguez. 2004. Desarrollo y producción del plátano Dominicano Hartón (*Musa* AAB Simmonds) en diferentes densidades y arreglos de siembra. *Agronomía Colombiana* 22 (1): 18-22.
- Cayón, G.; Lozada, J. y Belalcázar, S. 1995. Respuestas fisiológicas del plátano Dominicano-hartón (*Musa* AAB Simmonds) en densidades altas de siembra. En: Vicky Morales Soto (ed.), ACORBAT Memorias XI Reunión de la Asociación para la Cooperación en Investigación de Banano en el Caribe y en América Tropical (nov. 1994, San José). ACORBAT. San José, Costa Rica. pp. 687-699.
- Daniells, J.; Jenny, C.; Karamura, D.; Tomekpe, K. 2001. *Musalogue: a catalogue of Musa germplasm. Diversity in the genus Musa* (E. Arnaud and S. Sharrock, compil.). International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Montpellier, France. 213 p.
- Delgado, E.; Gómez, N.; González, O. y Marín, C. 2008. Evaluación a nivel de finca del efecto de la alta densidad de siembra en plátano (*Musa* AAB cv. Subgrupo plátano Hartón), municipio Obispo, Barinas, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 25: 603-616.

- Espinoza, J., S. Belalcázar. 2000. Fertilization of Plantain in High Densities. *Better Crops International* 14(1): 16 – 19.
- FAO. (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 2015. Producción de cultivos. Dirección estadística – FAOSTAT. Consultado en línea (Mayo 5 del 2015). Disponible en: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/S>
- Gauhl, F. (1994). Epidemiology and ecology of black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis Morelet*) on plantain and banana (*Musa ssp*) in Costa Rica, America Central. Montpellier, francia: INIBAP 120 P.
- Gómez, C.; Surga, J.; Rumbos, R.; Trujillo, V.; Rosales, H. y Vera, J. 2004. Evaluación de cuatro densidades de siembra en doble hilera para plátano. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 21(1): 262-269.
- Hernández, J.; Maican, J. Serrano, L. 2008. Desarrollo del plátano *Musa AAB cv.* 'Hartón' en 3 densidades de siembra bajo riego. *Producción Agropecuaria* 1(1): 15 – 20.
- Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censo (INEC) 2015. Procesador de estadísticas agropecuarias: Plátano, superficie, producción y rendimiento. Consultado en línea (Mayo 5 del 2015). Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/procesador-de-estadisticas-agropecuarias-3>
- Jumbo, M. 2010. Creación de un consorcio de exportación de pequeños productores de plátano Barraganete en El Carmen para la comercialización directa hacia Holanda en el periodo 2010 – 2019. Santo. Domingo de Los Tsáchilas, EC. Tesis de Ing. Comercio Exterior e Integración. Universidad Tecnológica Equinoccial. 243 p.

- Loeillet, D. 2012. Mercado bananero internacional: De un mundo al otro. *En: II Conferencia del Foro Mundial bananero celebrado en Guayaquil, Ecuador, 28-29 febrero 2012.* 1 – 5 pp.
- Manzo, G.; Guzmán, S.; Rodríguez, C.; James, A. y Orozco, M. 2005. Biología de *Mucosphaerella fijiensis* Morelet y su interacción con *Musa* sp. *Revista Mexicana de Fitopatología* 23(1): 87 – 96.
- Martínez, G.; Manzanilla, E.; Pargas, R. y Marín, C. 2002. Respuesta del peso de racimo y otros componentes del rendimiento del plátano ‘Hartón Enano’ (*Musa* AAB) sometido a tres densidades de siembra. *En: Memorias de la XV*
- Martínez, G.; Blanco, G.; Hernández, J.; Manzanilla, E.; Pérez, A.; Pargas, R. y Marín, C. 2009. Comportamiento del plátano (*Musa* AAB Subgrupo plátano, cv. Hartón Gigante) sembrado a diferentes densidades de siembra en el Estado Yaracuy, Venezuela. *Revista UDO Agrícola* 9 (1): 259-267.
- Molina, A. 2009. Estado de la incidencia en Asia del marchitamiento por raza tropical 4 de *Fusarium* en el cultivo de banano. *In: Reunión de grupos de interés sobre los riesgos de la raza tropical 4 de Fusarium, BBTV y otras plagas de musáceas para la región del Oirsa, América latina y el Caribe. BIOVERSITY INTERNATIONAL – MUSALAC.* San Salvador, El Salvador 29 al 31 de julio del 2009. p 6 – 12.
- Muñoz, C. 2003. Prueba de cuatro densidades y tres arreglos espaciales de siembra en plátano. *Tecnología en Marcha.* 16(1): 40 – 54.
- Orozco, M., J. Orozco, O. Pérez, G. Manzo, J. Farías, W. Da Silva. 2008. Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y plátanos. *Tropical Plant Pathology* 33(3): 189-196.
- Palencia, G.; Gómez, R. y Martín, J. 2006. Manejo sostenible del cultivo de plátano. Bucaramanga, Colombia. CORPOICA. 27 p.

- Ruiz, O.; Jiménez, M.; Santos, E. y Peralta, E. 2009. Estimación Bayesiana en la relación Clima – Sigatoka negra. *Revista Tecnológica ESPOL* 22(1): 7 – 14.
- Ruíz, M; Ureña, M. 2009. Situación actual y perspectivas del mercado del plátano. Economic Research Service (ERS) – USAID – MIDAS. 16 p.
- Rosales, E., J. Álvarez, A. Vargas. 2006. Guía práctica para la producción de plátano con altas densidades. Bioersity International – MUSALAC. 24 p
- Smith, E., M. Velázquez, L. Zúñiga, J. Valerín. 2010. Efecto de la densidad de población sobre el crecimiento y producción de plantas en primera generación de banano dátil (*Musa AA*). *Agronomía Costarricense* 34(1): 77 – 83.
- Singh, H; Selvarajan, R; Uma, S; Karihaloo, J. 2011. Micropropagation for production of quality banana planting material in Asia-Pacific. New Delhi, India. Asia-Pacific Consortium on Agricultural Biotechnology (APCoAB). 92 p.
- Toapanta, J.; Mite, F. y Sotomayor, I. 2002. Efecto de la fertilización y altas densidades de plantas sobre el rendimiento del cultivo de plátano en la zona de Quevedo. *En: Memorias del VIII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo, celebrado en Portoviejo, Ecuador los días 26 y 27 de Septiembre del 2002.* Pp 1 – 7.
- Velásquez, V., Pérez, H. 2004. Riego y fertilización en plátano (*Musa sp*) cultivar FHIA-01 en la costa de Nayarit. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Santiago Ixcuintla, MX. Folleto Técnico N° 1. 32 p.

ANEXOS

Anexo 1. Manejo fitosanitario antes de la siembra



Anexo 2. Siembra de las dos variedades barraganete y dominico hartón



Anexo 3. Cultivo ya establecido



Anexo 4. Fertilización



Anexo 5. Prácticas culturales



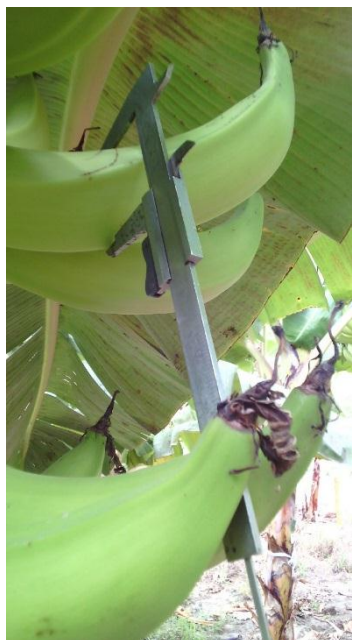
Anexo 6. Selección de 10 Plantas útiles



Anexo 7. Fertilización foliar



Anexo 8. Altura de planta, Días a floración**Anexo 9. Perímetro del pseudotallo**

Anexo 10. Destore y deschive**Anexo 11. Cosecha**

Anexo 12. Longitud. Peso de racimo, número de manos, número de dedos, peso del raquis.

