UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

TESIS

INFLUENCIA DE LA ALTURA DE CORTE DEL PSEUDOTALLO Y NIVELES DE NITRÓGENO EN LA INDUCCIÓN DE HIJUELOS DE PLATANO (*Musa paradisiaca*) cv. "BELLACO PLANTANO" EN TINGO MARÍA

Para optar el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

Elaborado por

MAO RODRIGUEZ PINEDO

Tingo María – Perú

2019

"Año de la lucha de la corrupción y la impunidad"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS Nº 018-2019-FA-UNAS

BACHILLER : Mao RODRIGUEZ PINEDO

TÍTULO : INFLUENCIA DE LA ALTURA DE CORTE DEL PSEUDOTALLO Y NIVELES DE NITRÓGENO EN LA INDUCCION DE HIJUELOS DE PLATANO (*Musa paradisiaca*) cv. "BELLACO PLATANO" EN TINGO MARIA.

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE	:	Dr. JOSÉ W. ZAVALA SOLORZANO
VOCAL	:	Ing. CARLOS M. MIRANDA ARMAS
VOCAL	:	Ing. JORGE CERON CHAVEZ
ASESOR	:	Ing. JAIME J. CHAVEZ MATIAS.

FECHA DE SUSTENTACIÓN	:	24 de mayo del 2019
HORA DE SUSTENTACIÓN	:	11:00 am
LUGAR DE SUSTENTACIÓN	:	SALA DE SESIONES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
CALIFICATIVO	:	MUY BUENO
RESULTADO	:	APROBADO
OBSERVACIONES A LA TESIS:		EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 24 de mayo del 2019.

Dr. JOSÉ W. ZAVALA SOLÓRZANO
PRESIDENTE

Ing. CARLOS M. MIRANDA ARMAS
VOCAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Tingo María

Ing. JORGE CERÓN CHÁVEZ
VOCAL

Ing. JAIME J. CHAVEZ MATIAS
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, porque siempre está conmigo, y me da aliento en momentos de dificultad.

A mis padres, Aparicio Rodríguez Quipuzco y Herma Pinedo Pérez, que son el motivo de mi vida.

A todos mis hermanos, cuya compañía y consejos me permitieron seguir adelante en mis estudios.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, alma mater de mi desarrollo académica; en especial a la Facultad de Agronomía que me formo como profesional.

Al Ing. Agr. Jaime Josseph Chávez Matías, asesor de la presente investigación, por su valiosa colaboración y supervisión en el desarrollo de todas las actividades realizadas durante todo el periodo de ejecución.

A los miembros del Jurado de Tesis; Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano, presidente, Ing. Agr. Carlos Miranda Armas, e Ing. Agr. Jorge Cerón Chávez, vocales; por su activa participación en la revisión y difusión del presente trabajo de investigación.

A mis amigos, por brindarme su ayuda en la ejecución, evaluación y sustentación de la presente Tesis.

Al señor Genrry Díaz Ríos, dueño de la parcela de plátano, quien me brindó todas las facilidades para la ejecución del trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

I. INTRODUCCIÓN 12

1.1. Objetivo general 13

1.2. Objetivo específico 13

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 14

2.1. Generalidades del cultivo de plántanos 14

2.1.1. Aspectos fenológicos 14

2.1.2. Factores ambientales para el cultivo de plátano 15

2.1.3. Factor edáfico 17

2.2. Morfología de las musáceas 17

2.2.1. Hojas 17

2.2.2. Pseudotallo 18

2.2.3. Sistema radicular 19

2.2.4. Fruto 19

2.3. Propagación del cultivo de plátano 20

2.3.1. Propagación tradicional 20

2.3.2. Hijuelos 20

2.4. Características de la variedad “Bellaco” 23

2.5. Fertilización nitrogenada 24

2.5.1. Urea (46% de N) 25

2.6. Manejo de corte del pseudotallo de plátano 26

III. MATERIALES Y MÉTODOS 29

3.1. Lugar y ubicación geográfica 29

3.1.1. Características meteorológicas y edáficas 29

3.2. Componentes en estudio 31

3.2.1. Factor A: Altura de cortes del pseudotallo 32

3.2.2. Factor B: Dosis de nitrógeno (N) 32

3.3. Tratamientos en estudio 32

3.4. Diseño experimental 33

3.4.1. Modelo aditivo lineal 34

3.5. Dimensiones del campo experimental 35

3.6. Ejecución del experimento 36

3.6.1. Identificación y selección de plantas madres 36

3.6.2. Demarcación del campo y muestreo de suelo 36

3.6.3. Preparación y acondicionamiento previo de las plantas madres a experimentar 37

3.7. Características evaluadas 39

3.7.1. Tiempo de brotamiento de hijuelos 39

3.7.2. Número de hijuelos 40

3.7.3. Altura de hijuelos 40

3.7.4. Diámetro de hijuelos 40

3.7.5. Peso fresco de hijuelos 41

3.7.6. Peso seco de hijuelos 41

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 42

4.1. Tiempo de brotamiento de hijuelos 42

4.2. Número de hijuelos 47

4.3. Altura de hijuelos 58

4.4. Peso fresco de hijuelos 75

4.5. Peso seco de hijuelos 80

V. CONCLUSIONES 84

VI. RECOMENDACIONES 85

VII. RESUMEN 86

ABSTRACT 87

IX. BIBLIOGRAFÍA 88

X. ANEXO 95

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

1. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento (marzo – agosto de 2014). 30
2. Resultados del análisis físico - químico de suelo..... 31
3. Descripción de los tratamientos en estudio. 33
4. Esquema del análisis de variancia..... 34
5. Análisis de variancia para el tiempo de brotamiento de hijuelos. 42
6. Prueba de Duncan (α = 0.05) para el tiempo de brotamiento de hijuelos de plátano. 43
7. Prueba de Duncan (α = 0.05) del efecto principal de los factores A y B para el tiempo de brotamiento de hijuelos de plátano. 46
8. Análisis de variancia para el número de hijuelos de plátano. 47
9. Prueba de Duncan (α = 0.05) para el número de hijuelos de plátano. 48
10. Análisis de variancia del efecto simple para el número de hijuelos de plátano. 50
11. Prueba de Duncan (α = 0.05) del efecto simple del factor A para el número de hijuelos de plátano. 52
12. Prueba de Duncan (α = 0.05) del efecto simple del factor B para el número de hijuelos de plátano. 52

13. Prueba de Duncan (α = 0.05) del efecto principal de los factores A y B para el número de hijuelos de plátano. 56

14. Análisis de variancia para la altura de hijuelos de plátano. 58

15. Prueba de Duncan (α = 0.05) para la altura de hijuelos de plátano. 59

16. Prueba de Duncan (α = 0.05) del efecto principal del factor A para la altura de hijuelos a 90 días de aplicado los tratamientos. 67

17. Análisis de variancia para el diámetro de hijuelos de plátano a 90 días de aplicado los tratamientos. 69

18. Prueba Duncan (α=0.05) para el diámetro de hijuelos de plátano a 90 días de aplicado los tratamientos. 70

19. Prueba de Duncan (α = 0.05) del efecto principal de los factores A y B para el diámetro de hijuelos de plátano a 90 días de aplicado los tratamientos. 73

20. Análisis de variancia para el peso fresco de hijuelos de plátano a 90 días de aplicado los tratamientos. 75

21. Prueba de Duncan (α = 0.05) para el peso fresco de hijuelos de plátano a 90 días de aplicado los tratamientos. 76

22. Prueba de Duncan (α = 0.05) del efecto principal de los factores A y B para el peso fresco hijuelos de plátano a 90 días de aplicado los tratamientos. 78

23. Análisis de variancia para el peso seco de hijuelos de plátano a 90 días de aplicado los tratamientos. 80

24. Prueba de Duncan (α = 0.05) para el peso seco de hijuelos a 90 días de aplicado los tratamientos. 81

25. Prueba de Duncan (α = 0.05) del efecto principal de los factores A y B para el peso seco hijuelos de plátano a 90 días de aplicado los tratamientos. 83

26. Presupuesto de producción de hijuelos de plátano. 97

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

1. Número de hijuelos de plátano encontrados en el efecto simple de los factores altura de cortes de pseudotallo (A) y dosis de N (B). 53
2. Comportamiento de las 4 forma de corte del pseudotallo en el crecimiento de hijuelos al no utilizar N. 62
3. Comportamiento de las 4 forma de corte del pseudotallo en el crecimiento de hijuelos al utilizar 46 g de N. 63
4. Comportamiento de las 4 forma de corte del pseudotallo en el crecimiento de hijuelos al utilizar 92 g de N. 64
5. Comportamiento de las 4 forma de corte del pseudotallo en el crecimiento de hijuelos al utilizar 138 g de N. 65
6. Distribución de los tratamientos en estudio. 96
7. Corte de pseudotallo a 10 cm de altura. 98
8. Corte de pseudotallo a 150 cm de altura. 98
9. Aplicación de 46 g/planta de N ($T_3 = a_0b_2$). 99
10. Aplicación de 92 g/planta de N ($T_7 = a_1b_2$). 99
11. Brotamiento de hijuelos ($T_8 = a_1b_3$). 100
12. Brotamiento de hijuelos ($T_{13} = a_3b_0$). 100
13. Evaluación de la altura de hijuelo. 101

14. Evaluación del diámetro de hijuelo. 101

15. Racimo del plátano cv. Bellaco. 102

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*), por ser un fruto cotizado, y por la fácil propagación asexual, tiene aceptación en zonas tropicales, donde el consumo es cada vez mayor a su producción, por tal motivo en la actualidad se propaga en zonas con condiciones climáticas no favorables para el buen desarrollo, esto gracias a la exportación masiva de este cultivo.

En la selva, constituye una de las actividades agrícolas importante, por ser fuente de trabajo y de ingresos económicos para los agricultores. No obstante la importancia que tiene en el país, la producción se ve limitada por una serie de factores, entre ellos, la falta de material vegetativo de buena calidad para su correcta propagación, siendo consecuencia de ello que no se tenga buena producción y que no abastece los requerimientos y exigencias de calidad del mercado. En la selva existen extensas áreas disponibles de suelos aluviales apropiados para este cultivo ubicadas en ambas márgenes de los ríos que conforman la red hidrográfica de la Amazonía por lo que este cultivo podría ser fuente de desarrollo para los agricultores, si se explotaría con la tecnología adecuada. En nuestra zona la obtención de material vegetativo con fines de propagación es indistintamente de plantaciones destinadas a la producción comercial; lo cual conlleva a que el material vegetativo a obtenerse no reúna las características deseadas en cuanto a tamaño, peso, vigor, edad, sanidad y algunas veces incurriendo en una mescolanza de variedades, lo que conlleva a tener parcelas desuniformes y con poca capacidad de producción.

De acuerdo a lo mencionado, la propagación y obtención de material vegetativo a través de la inducción en plantaciones de producción comerciales, el tamaño del pseudotallo y la aplicación de nitrógeno es una manera adecuada para obtener hijuelos en mayor cantidad y de buena calidad, sin plagas y enfermedades debido a que estos métodos promueven el crecimiento vigoroso de hijuelos de los rizomas del plátano, lo que conllevaría a la obtención de material vegetativo con las características deseadas y lograr una uniformidad de la variedad a instalar por las gran cantidad de hijuelos producidos. Por lo indicado, la presente investigación pone al alcance alternativas viables de solución a las limitaciones en la producción de hijuelos, considerando los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general

- Determinar la influencia de la altura de corte del pseudotallo y la dosis de nitrógeno en la inducción de hijuelos de plátano (*Musa paradisiaca*) cv. “Bellaco Plantano”.

1.2. Objetivo específico

- Determinar el efecto de la altura de corte del pseudotallo sobre la brotación y las características biométricas de los hijuelos de plátano (*Musa paradisiaca*) cv. “Bellaco Plantano”.
- Determinar el efecto de la dosis de nitrógeno sobre la brotación y las características biométricas de los hijuelos de plátano (*Musa paradisiaca*) cv. “Bellaco Plantano”.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades del cultivo de plántanos

El plátano es una planta monocotiledónea (Musaceae), comúnmente de hasta 3 m de altura, sin lignificación o engrosamiento secundario de los tallos que es característico de los árboles. El centro de origen del grupo se encuentra en el sudeste asiático, donde ocurren desde India hasta la Polinesia. El centro de la diversidad se ha colocado en Malasia o Indonesia, aunque se conoce una diversidad considerable en toda la gama. Las plantas se distribuyen principalmente en los bosques tropicales húmedos (Simmonds, 1962; Daniells *et al.,* 2001; Wong *et al.,* 2002; citados por HESLOP-HARRISON y SCHWARZACHER, 2007). Las especies del género Musa son muy conocidas por la importancia económica, especialmente en aquellos países tropicales en vías de desarrollo donde constituyen uno de los alimentos básicos de subsistencia. Millones de pequeños agricultores de África, el Sureste Asiático y Latinoamérica lo cultivan para autoabastecimiento y producción industrial (HESLOP-HARRISON y SCHWARZACHER, 2007).

2.1.1. Aspectos fenológicos

El plátano pertenece a la familia de las Musáceas, que consta de un tallo subterráneo (cormo o rizoma) del cual brota un pseudotallo aéreo; el cormo emite raíces y yemas laterales que formaran los hijos o retoños. Morfológicamente, el desarrollo de una planta de plátano comprende tres fases: vegetativa, floral y fructificación (GUERRERO, 2010).

a. Fase vegetativa

"Tiene una duración de 6 meses y es donde en su inicio ocurre la formación de raíces principales y secundarias, desarrollo de pseudotallo e hijos; también es donde se emiten las primeras hojas" (SOLÍS, 2007 y GUERRERO, 2010).

b. Fase floral

"Tiene una duración aproximada de tres meses a partir de los seis meses de la fase vegetativa. El tallo floral se eleva del cormo a través del pseudotallo y es visible hasta el momento de la aparición de la inflorescencia del plátano" (GUERRERO, 2010).

c. Fase de fructificación

"Tiene una duración aproximada de tres meses y ocurre después de la fase floral, en esta fase se diferencia las flores masculinas y las flores femeninas (dedos) y hay una disminución gradual del área foliar y finaliza con la cosecha, el tiempo desde inicio de la floración a la cosecha del racimo es de 81 a 90 días" (GUERRERO, 2010).

2.1.2. Factores ambientales para el cultivo de plátano

a. Temperatura

"La temperatura adecuada para el cultivo comercial del plátano está en el rango de 20 a 32 °C, pudiendo soportar una temperatura máxima

promedio de 35 °C. Existe una importante relación entre la temperatura y la edad de la planta. Con una temperatura promedio de 25.5 °C, durante el mes que coincide con la cosecha se registra un aumento de peso en el racimo. Este efecto se incrementa hasta los 28.8 °C. A mayor temperatura la maduración se acelera, pero el peso de los frutos disminuye. Entre uno y dos meses antes de la cosecha, la temperatura apropiada es de 25.5 °C" (FIGUEROA Y WILISON, 1992).

b. Agua

"Este cultivo requiere cantidades abundantes de agua para su buen desarrollo por lo que se recomienda sembrarlo en zonas cuya precipitación oscile entre 1,800 a 2,500 mm distribuidos en todo el año. Las necesidades mensuales de agua son de 150 a 180 mm (GUERRERO, 2010). Los requerimientos de agua en la planta de plátano son altos debido a su naturaleza herbácea y a su gran superficie foliar expuesta a la evapotranspiración. Aproximadamente, entre el 85 al 88% del peso del plátano está constituido por agua; por lo tanto, requiere un suministro mensual durante todo el año de aproximadamente 1,200 a 1,300 m^3/ha" (SOTO, 2008).

c. Luz

"Para el cultivo del plátano, al igual que para otras plantas, la iluminación solar tiene gran importancia no solo en términos de intensidad, sino de duración diaria y de variaciones estacionales en el curso del año. La iluminación solar es determinante en el comportamiento del plátano tanto en el aspecto morfológico como en su aspecto fisiológico (Figueroa y Wilison, 1992;

citados por CUÑACHI, 2014). Al disminuir la intensidad de luz, el ciclo vegetativo de la planta se alarga y viceversa" (GUERRERO, 2010).

d. Viento

"No se recomienda establecer plantaciones en áreas expuestas a vientos con velocidades mayores de 20 km/hora, dado que se dan problemas con acame de plantas, daños en el área foliar y pérdidas en la producción" (CORPOICA, 2006 y GUERRERO, 2010).

2.1.3. Factor edáfico

"El plátano requieren suelos con profundidad no menor a 1.2 m, sin problemas internos de drenaje, de textura franco arenosa muy fina, franco limoso o franco arcillo limoso y un pH de 5.5 a 7.0" (GUERRERO, 2010). Requiere de suelos con topografías onduladas a plana, fértiles y con buena cantidad de materia orgánica (CORPOICA, 2006).

2.2. Morfología de las musáceas

2.2.1. Hojas

"Muy grandes y dispuestas en forma de espiral, de 2 - 4 m de largo y hasta de medio metro de ancho, con un peciolo de 1 m o más de longitud y limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el peciolo, un poco ondulado y glabro" (HERRERA y COLONIA, 2011). La lámina foliar es delgada, muy verde en su cara superior y más o menos verdosa en la inferior. Está

surcada por una nervadura estriada formada por las venas mayores que resaltan en la cara haz y están espaciadas de 5 a 10 mm, se extiende de la vena media hasta la margen casi perpendicular al eje, hay otras venas menores no tan definidas. Las estomas son menos frecuentes en la superficie del haz que en la del envés, aunque, en algunos clones, como el gran enano, presentan mayor densidad en ambas superficies (SOTO, 2008).

2.2.2. Pseudotallo

Las vainas foliares se originan en el cormo y están conformadas por la prolongación y modificación de las hojas; las cuales están insertadas en el rizoma creciendo de forma helicoidal, conformando vainas envolventes que se traslapan a lo largo dando origen al pseudotallo. Éste almacena sustancias hídricas amiláceas y crece de adentro hacia afuera a medida que van apareciendo las hojas (SOLÍS, 2007). El pseudotallo, inicialmente es de color blanco, tornándose verde al exponerse a la luz solar, es cilíndrico, recto y rígido. Anatómicamente tiene la misma estructura del cormo, pero se diferencia en el espesor de la corteza que se reduce ostensiblemente; como en la composición del sistema vascular que solamente está formado de haces que serán parte del sistema foliar. La longitud del pseudotallo y su grosor están en relación directa, en primer término, con el tipo de clon; y luego, con el vigor de la planta, resultado de su crecimiento (SOTO, 2008). “El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas; éstas se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado. A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en

una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge” (HERRERA y COLONIA, 2011).

2.2.3. Sistema radicular

“Las raíces en su mayoría, en un rizoma bien desarrollado, surgen de su parte superior, debajo de la intersección de las hojas y disminuyen en número hacia la parte inferior. Las raíces absorbentes se encuentran en mayor cantidad en la porción del suelo de 10 a 15 cm de profundidad y se extiende radicalmente de 25 a 30 cm o más, a partir del pseudotallo” (FIGUEROA, 1986) “Son superficiales distribuidas en una capa de 30 - 40 cm. Son de color blanco y tiernas cuando emergen, posteriormente son duras, amarillentas. Pueden alcanzar los 3 m de crecimiento lateral y 1.5 m de profundidad. El poder de penetración de la raíz es débil, por lo que la distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo” (HERRERA y COLONIA, 2011).

2.2.4. Fruto

“El desarrollo del fruto es partenocárpico (sin polinización). Al inicio, el ovario crece en longitud y en diámetro. Durante la primera semana del desarrollo del fruto hay poco aumento en la pulpa, dos semanas más tarde, el número de células en la pulpa aumenta considerablemente en proporción. El tiempo necesario para el desarrollo de la fruta es de 70 a 90 días (10 a 13 semanas). En lugares con temperaturas bajas entre 20 °C a 26 °C y períodos largos de luminosidad, el desarrollo puede tardar de 98 a 112 días (14 a 16

semanas). Las condiciones vegetativas antes de la floración, influyen de manera predominante en el desarrollo de la fruta" (SOTO, 2008).

2.3. Propagación del cultivo de plátano

Las musáceas se propagan mediante el cormo rizoma o bulbo, es aquí donde se desarrollas las yemas laterales llamados hijos o retoños, que se convierten en plantas que reemplazarán a los que dieron sus frutos; estos deben proceder de plantas jóvenes y sanas (HERRERA y COLONIA, 2011).

2.3.1. Propagación tradicional

Generalmente para la propagación de plantas de plátano se da por diferentes tipos de semillas convencionales utilizadas para la propagación (ORTIZ *et al.*, 1999), es el sistema de propagación más antiguo y hace uso de hijos o retoños (hijuelos). Se caracteriza por la escasa aplicación de prácticas culturales básicas, de manera que las plantas se encuentran bajo libre crecimiento, lo que provoca un alto índice de competencia entre ellas; el material de propagación usado en este sistema proviene generalmente de la misma plantación, existiendo riesgos de diseminación de enfermedades (HERRERA y COLONIA, 2011).

2.3.2. Hijuelos

Los hijuelos son parte de la propagación tradicional, los cuales son desprendidos de la planta (brote, yema terminal), el cual debe prepararse

adecuadamente antes de ser plantado. Esta operación consiste en eliminar los hijuelos muy diferenciados y quitar las raíces o limpiar las partes superficiales necrosadas. Es importante que tengan tamaño suficiente, ya que los hijuelos gruesos y las cepas gruesas proporcionan plantas vigorosas que se desarrollan rápidamente. Sin embargo, las “chimeneas” o hijuelos de forma cónica que constituyen un excelente material no se usan generalmente por su peso y volumen. Aproximadamente una planta de plátano emite el mismo número de hijuelos que de hojas, que es alrededor de 30 a 36 (SIMMONSD, 1973).

En la zona interna del bulbo se originan las raíces y varias yemas vegetativas que dan origen a los hijos. Las yemas axilares, que se encuentran en la unión de la hoja y del cormo, se transforman para poder producir hijos. Toda yema tiene la capacidad para desarrollarse y producir un nuevo tallo normal. En su región externa, el cormo está formado por entrenudos cortos marcados por las cicatrices de las hojas que lo atravesaron durante su desarrollo. Las yemas donde se genera el crecimiento del simpodio o futuro hijuelo tienden a ubicarse en la parte media superior del cormo, factor que incide en que los hijos broten cada vez más cerca de la superficie del suelo. Normalmente, 2 a 3 yemas son las que originan los nuevos hijos. Crecen casi perpendicularmente a la superficie del rizoma y se enderezan luego rápidamente, en respuesta a su geotropismo negativo. El cormo produce muchas ramificaciones llamadas “hijuelos” y a la unidad en su total se le llama “mata o plantón”. Luego que la planta ha sido cosechada, la planta madre es eliminada; y uno de los hijuelos, (seguidores o plantas hijas), es seleccionado

por el plantador para continuar la producción (Pérez, 1997; citado por TORRES y QUEZADA, 2012). Algunos tipos de hijuelos o hijos son las siguientes:

a. Hijos de espada

Es toda yema que emerge a la superficie del suelo separado algunos centímetros alrededor del rizoma o planta madre los mismos que se distinguen por su tamaño y vigorosidad. Por su ubicación reciben nutrición y dominancia apical de la planta madre, teniendo un desarrollo sincronizado con un sistema de raíces bien desarrollado y un sistema foliar formado por escasas hojas angostas y lanceoladas. Los primeros hijos en aparecer son los más vigorosos, pero el hijo primario no solo es el primero que emerge sino que por lo general es el mejor (WILL, 2014).

b. Hijos de aguja

Material proveniente de retoños malformados, de poca vitalidad y crecimiento desincronizado. Son provenientes de cormos de plantas cosechadas o muy afectadas por plagas. Esta semilla no debe plantarse por ningún concepto. Se reconoce por su tamaño pequeño de forma alargada y yemas con poca vitalidad, estos al llegar al estado adulto no producen y si producen no son racimos económicamente válidos (Belalcazar, 1991; citado por ZAVALETA, 2006).

c. Hijos de agua

Se denomina hijos de agua aquellos brotes de crecimiento desincronizado. Debido a la ausencia de dominancia apical y de nutrición de la

planta madre (WILL, 2014), son de poca vitalidad y provenientes de cormos de plantas cosechadas o muy afectadas por plagas (ZAVALETA, 2006). Se caracterizan por hojas anchas y el pseudotallo de diámetro angosto y uniforme. No es recomendable el uso de este tipo de plantas como semilla por no producir racimos y frutas de calidad aceptable, por lo que deben eliminarse (GUERREO, 2010).

d. Hijos de retoño

Son aquellos hijuelos que rebrotan después del deshije. Se recomienda que se corten los hijos de agua y los de retoño para dejar la planta madre en producción, un hijo de espada de edad media y otro de corta edad, es decir, se dejan madre, el hijo y el nieto (Marcelino *et al*. 2004; citados por ORMAZA, 2017).

2.4. Características de la variedad “Bellaco”

También conocido como hartón, pertenece al subgrupo plátano, musa AAB. Alcanza una altura promedio de 3.78 m y un diámetro de 20 cm, medido a un metro de superficie del suelo variando su hábitat. En el momento de aparecer la inflorescencia su color es verde claro con manchas oscuras, pero sin tonalidades rojizas, sus rebrotes no son muy numerosos y presentan bastante cera tanto en las vainas como en las hojas, se ha observado que forman hojas funcionales a mayor altura (1.50 m) que los rebrotes de otros clones, también en hojas de rebrotes denominados como “orejones” se observan manchas rojas (Belalcazar, 1991; citado por ZAVALETA, 2006). Al

completar su desarrollo de racimo presenta un promedio de 70 frutos, con un peso por unidad de alrededor de 180 g. El color de la pulpa del fruto maduro varía de una variedad a otra, entre amarillo a rosado. La pulpa en su composición sobresale el contenido relativamente alto de almidón. Debido a este contenido, el Bellaco, en estado verde y maduro se consume cocinado o frito. Asimismo, es resistente al mal de Panamá y Sigatoka amarilla. El ciclo fisiológico de este cultivar comienza con la emisión de yema que dura entre 35 a 45 días, la emergencia de hoja ancha se da entre los 45 a 60 días, la inflorescencia perdura 7 meses y la cosecha de realiza entre los 11 a 12 meses (Arbelaes, 1986 y Figueroa, 1986; citados por ZAVALETA, 2006).

2.5. Fertilización nitrogenada

"El nitrógeno (N) es un elemento indispensable para la vida, forma parte de los aminoácidos y estos son los componentes de las proteínas. El N gaseoso presente en la atmósfera no es apto para su incorporación a la materia viva, requiere algunas transformaciones para ser absorbido primero por las plantas y de estas, ya en forma de proteínas, por los animales" (ANDREU *et al*., 2006). "Es el motor del crecimiento de la planta. Suple de 1 al 4% del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar aminoácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la

absorción de los otros nutrientes" (FAO, 2002). El N corrige los suelos alcalinos dándoles mayor acidez y es importante en la nutrición de los microorganismos que existen en el suelo. El hombre necesita una ingesta diaria de aproximadamente 50 g de proteína, lo que equivale a 8 g de nitrógeno (Schenk, 2005; citado por ANDREU *et al*., 2006).

El nitrógeno es el principal limitante de la productividad en las plantas, por ello en la producción agrícola, según el estado nutricional del suelo, se utilizan fertilizantes nitrogenados inorgánicos para compensar algunas deficiencias. Sin embargo, la aplicación de fertilizantes nitrogenados es en general ineficiente debido a que solo una tercera parte del fertilizante aplicado es absorbido de forma eficiente por el cultivo. En el caso del nitrógeno, la eficiencia fisiológica va a depender de las características de la especie y de la disponibilidad de dicho nutriente (Shrawat *et al.,* 2008; citados por CORRALES *et al*., 2015). "Debido a que la maquinaria fotosintética requiere más de la mitad del nitrógeno foliar, la fotosíntesis será afectada por la disponibilidad de nitrógeno, independientemente de que la variación de nitrógeno foliar sea causada por la disponibilidad de este nutriente en el suelo, por la edad de la hoja o por incrementos en la radiación" (CORRALES *et al*., 2015).

2.5.1. Urea (46% de N)

La urea es considerada una fuente de nitrógeno (N) muy apropiada, debido a su rápida absorción, translocación, asimilación y por su amplio y adecuado espectro de pH en solución (Arjona *et al*., 2004; citados por

ORMAZA, 2017). Constituye uno de los fertilizantes nitrogenados más empleados, a pesar de tener dos inconvenientes importantes: su gran solubilidad en agua y la posibilidad de sublimar, que provocan grandes pérdidas del fertilizante. Una forma de evitar estas pérdidas se logra combinando con diversos aldehídos, para obtener productos que poseen una amplia aplicación como fertilizantes de liberación lenta (FLORES *et al.,* 2004). La urea como fertilizante presenta la ventaja de proporcionar un alto contenido de nitrógeno, el cual, es esencial en el metabolismo de la planta (QuimiNet, 2008; citado por ORMAZA, 2017).

a. Efecto del nitrógeno en el plátano

Está relacionado con el crecimiento y producción de materia vegetal; su deficiencia disminuye el crecimiento de la planta, el número y tamaño de las hojas, adquiriendo un color verde pálido; reduce la distancia entre hojas en el pseudotallo, aparentando un arrosetado. En contraste, un exceso de N produce plantas muy desarrolladas con hojas verde oscuro; sin embargo, la fruta no llena satisfactoriamente, los frutos son más delgados y el peso del racimo es menor (Vargas, s.a.; citado por ORMAZA, 2017).

2.6. Manejo de corte del pseudotallo de plátano

La práctica de destronque o eliminación del pseudotallo de la planta madre recién cosechada está dirigida, principalmente, al manejo de plagas y enfermedades. El corte gradual permite que los restos del pseudotallo sirvan como reserva de agua y minerales para los hijos de sucesión en desarrollo, si

se hace una eliminación inmediata del pseudotallo, aunque evita la incidencia de plagas y patógenos, se descarta la recirculación de agua y nutrimentos de la planta cosechada a los hijos del siguiente ciclo de producción (Belalcázar *et al.*, 1998; citado por RODRÍGUEZ, 2006). La eliminación de la sección distal del pseudotallo en la planta de plátano, tanto al momento de la cosecha del racimo, así como la eliminación periódica del tejido descompuesto o deteriorado en la porción retenida, es una labor tradicional en el manejo de la unidad de producción de plátano en plantaciones orientadas hacia la exportación (Nayar *et al.,* 1956; Wortman *et al.,* 1994; Hassan *et al.,* 2000 y Lahav y Turner, 1992; citados por VARGAS *et al.,* 2013).

"Los cortes del pseudotallo del plátano, también es practicada como un método de inducción de brotamiento de hijuelos, gracias que al cortar el pseudotallo se rompe la dominancia apical, que es uno de los fenómenos de correlación, en el que la yema apical ejerce la dominancia sobre el crecimiento de las yemas axilares subyacentes y al ser removido el ápice, brotan yemas de la base del tallo" (COSSÍO, 2013).

En la dominancia apical la relación de concentración auxina/citocinina no es óptima para la división y diferenciación celular por la falta de las auxinas sintetizadas en el ápice. Mientras existe la yema apical se concentran en ésta (ápice) la auxina y la citocinina para producir el alargamiento del eje caular; una vez rota la dominancia apical, por mutilación del ápice, se pierde el sintetizador de auxina y el efecto orientativo en el traslado de las citocininas sintetizadas en la raíz, permitiendo la distribución de esta hormona hacia otros puntos,

promoviendo así el brote de yemas axilares (LALLANA y LALLANA, 2003), que en el plátano se manifiesta con el brotamiento de hijuelos.

Un complemento al corte del pseudotallo de plátano (romper la dominancia apical) para la inducción de brotamiento de hijuelos, en la producción rápida de semillas de plátano, es la eliminación del punto de crecimiento (LLANQUE, 2006), para lo cual el método más recomendable es el de Hamilton modificado II, o de la estaca de vampiro, comúnmente llamado método vampiro, que consiste en introducir una estaca de bambú de 30 cm de largo por 5 cm de ancho, la cual se coloca en el centro del pseudotallo a una altura aproximada de 20 cm al quinto y sexto mes de edad, cuando la planta haya emitido 20 hojas (LLANQUE, 2006 y NORIEGA, 2010).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en la parcela del señor Genrry Díaz Ríos, ubicado en el caserillo de Venenillo, a 35 km de la ciudad de Tingo María, en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, cuya coordenadas en UTM son las siguientes:

Latitud Sur : 0380378 m Este

Longitud Oeste : 8995365 m Norte

Altitud : 572 m.s.n.m.

3.1.1. Características meteorológicas y edáficas

a. Datos climatológicos

En el Cuadro 1, se observa que la temperatura media mensual durante el periodo en que se ejecutó el experimento fue de 23.75 °C, valor que se encuentran dentro del rango para el desarrollo óptimo del cultivo de plátano, correspondiente al periodo comprendido entre los meses de marzo a agosto del 2014. La precipitación promedio durante el ciclo vegetativo del cultivo fue de 144.82 mm, siendo el mes de agosto el más lluvioso con 190.60 mm. Estas precipitaciones están dentro del rango óptimo para el plátano que es de 150 a 180 mm según GUERRERO (2010).

Cuadro 1. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento (marzo – agosto de 2014).

Meses	Temperatura (ºC)			Humedad (%)		Precipitación (mm)
	Max.	Min.	Med.	Max.	Min.	
Marzo	27.80	19.40	23.60	91	72	140.10
Abril	28.50	19.50	24.00	92	73	127.20
Mayo	28.60	19.60	24.10	94	75	129.40
Junio	28.00	18.40	23.20	92	71	149.10
Julio	28.40	19.00	23.70	93	72	132.50
Agosto	28.70	19.10	23.90	94	74	190.60
Promedio	28.33	19.17	23.75	93	73	144.82

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones (2014).

b. Análisis de suelo

El terreno donde se efectuó el presente trabajo de tesis presentó una topografía plana (0 – 2%) y de origen aluvial. De acuerdo al análisis de suelo realizado en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María, se presentaron los resultados mostrados en el Cuadro 2, donde se observa que se trató de un suelo de clase textural Franco, con un pH ligeramente alcalino (7.53) y un contenido de materia orgánica media, nitrógeno total de 0.09%, CIC bajo y con CO_3Ca bajo. Respecto a los contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio, estos mostraron niveles bajos. Debido a que el suelo presentó el 100% de bases cambiables, hicieron que este terreno sea apto para el cultivo de plátano.

Cuadro 2. Resultados del análisis físico - químico de suelo.

Parámetro	Contenido	Método utilizado
Análisis físico		
Arena (%)	46	Hidrómetro (Bouyoucos)
Limo (%)	40	Hidrómetro (Bouyoucos)
Arcilla (%)	14	Hidrómetro (Bouyoucos)
Clase textural	Franco	Triangulo textural
Análisis químico		
pH (1:1) en H_2O	7.53	Potenciómetro
M.O (%)	1.76	Walkley y Black
N total (%)	0.088	Micro – Kjeldahl
CO_3 Ca (%)	1.10	Gaso - volumétrico
P disponible (ppm)	5.60	Olsen modificado
K disponible (meq/100g)	86.00	H_2SO_4 6N
Ca (meq/100g)	8.00	Acetato de amonio
Mg (meq/100g)	1.47	Acetato de amonio
K (meq/100g)	0.18	Acetato de amonio
Na (meq/100g)	0.11	Acetato de amonio
CIC (meq/100g)	9.76	Suma de cationes

Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (2014).

3.2. Componentes en estudio

Para el presente trabajo experimental se aplicó cuatro formas de corte de pseudotallo y cuatro dosis de fertilización con nitrógeno (N) en el cultivar de plátano bellaco, los cuales se presentan a continuación:

3.2.1. Factor A: Altura de cortes del pseudotallo

NJUKWE *et al.* (2007) y NORIEGA (2010) manifiestan que el corte del pseudotallo es un método de inducción de brotes en el plátano.

a_0 = Sin corte del pseudotallo de la planta

a_1 = Con corte de la inflorescencia y/o racimo de la planta

a_2 = Con corte del pseudotallo de la planta a 150 cm

a_3 = Con corte del pseudotallo de la planta a 10 cm

3.2.2. Factor B: Dosis de nitrógeno (N)

CRUZ y RUIZ (2012) mencionan que la fertilización nitrogenada es utilizada como un método de inducción de brotes, para los fines de la investigación se probaron las siguientes dosis:

b_0 = 0 g de N (Sin aplicación de urea)

b_1 = 46 g de N (100 g de urea)

b_2 = 92 g de N (200 g de urea)

b_3 = 138 g de N (300 g de urea)

3.3. Tratamientos en estudio

La combinación de los factores: altura de corte de pseudotallo y dosis de fertilización de N dieron como resultados 16 tratamientos los cuales se puede ver en el Cuadro 3, donde se especifica la clave de cada tratamiento y su respectiva descripción.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos en estudio.

Trat.	Clave	Descripción
T_1	a_0b_0	Sin corte de pseudotallo, sin aplicación de N (testigo)
T_2	a_0b_1	Sin corte de pseudotallo + 46 g de N
T_3	a_0b_2	Sin corte de pseudotallo + 92 g de N
T_4	a_0b_3	Sin corte de pseudotallo + 138 g de N
T_5	a_1b_0	Con corte del racimo, sin aplicación de N (0 g)
T_6	a_1b_1	Con corte del racimo + 46 g de N
T_7	a_1b_2	Con corte del racimo + 92 g de N
T_8	a_1b_3	Con corte del racimo + 138 g de N
T_9	a_2b_0	Con corte del pseudotallo a 150 cm, sin aplicación de N (0 g)
T_{10}	a_2b_1	Con corte del pseudotallo a 150 cm + 46 g de N
T_{11}	a_2b_2	Con corte del pseudotallo a 150 cm + 92 g de N
T_{12}	a_2b_3	Con corte del pseudotallo a 150 cm + 138 g de N
T_{13}	a_3b_0	Con corte del pseudotallo a 10 cm, sin aplicación de N (0 g)
T_{14}	a_3b_1	Con corte del pseudotallo a 10 cm + 46 g de N
T_{15}	a_3b_2	Con corte del pseudotallo a 10 cm + 92 g de N
T_{16}	a_3b_3	Con corte del pseudotallo a 10 cm + 138 g de N

3.4. Diseño experimental

Para el presente trabajo de investigación los tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente, utilizando un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial 4A x 4B y con 4 bloques. Las características evaluadas de la interacción de cada uno de los tratamientos se sometieron al ANVA y la significación estadística se determinó por la prueba de Duncan a un nivel de 5% de significancia.

3.4.1. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \sigma_i + \beta_j + (\sigma\beta)_{ij} + \varphi_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Respuesta del i – ésimo tratamiento, el j – ésimo repetición en el k – ésimo bloque.

μ = Media general.

σ_i = Efecto del i – ésimo factor A.

β_j = Efecto del j – ésimo factor B.

$\sigma\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i – ésimo factor A con el j – ésimo factor B.

φ_k = Efecto del k – ésimo bloque

ε_{ijk} = Efecto aleatorio del error experimental.

En el Cuadro 4 se presenta el análisis de variancia que se utilizó para el análisis de los datos generados por los tratamientos del presente trabajo.

Cuadro 4. Esquema del análisis de variancia.

Fuente de Variabilidad	GL
Bloques	(k - 1) = 3
Tratamientos	(t - 1) = 15
Altura de cortes del pseudotallo (A)	(a - 1) = 3
Dosis de N (B)	(b - 1) = 3
AxB	(a - 1) (b - 1) = 9
Error experimental	(ab - 1) (k - 1) = 45
Total	(abk - 1) = 63

3.5. Dimensiones del campo experimental

a. Bloques

- Número de bloques 4
- Largo de bloque 56 m
- Ancho del bloque 3.5 m
- Área de bloques 196 m^2

b. Parcelas

- Número de parcelas por bloque 16
- Largo de la parcela 3.5 m
- Ancho de la parcela 3.5 m
- Área total de la parcela 12.25 m^2
- Área neta de la parcela 12.25 m^2
- Número total de las parcelas 64

c. Detalles de la parcela

- Número de hileras (sitios) 5
- Número de golpes/hilera 5
- Distancia entre hileras 1. 5 m
- Número de plantas/golpe 1
- Número de plantas/parcela 5
- Número de plantas evaluadas/parcela 5

- Número de plantas evaluadas/bloque 80
- Número de planta evaluada/experimento 320

3.6. Ejecución del experimento

3.6.1. Identificación y selección de plantas madres

Se identificaron aquellas plantas que reúnen las características ideales del material que se experimentó, en la parcela de plátano Bellaco en producción, con un suelo de buen manejo, seleccionado previamente, estas características fueron las siguientes:

- Cultivar: Plantas de Bellaco de 9 a 11 meses de edad aproximadamente.
- Vigor de la planta: Altura de planta (3.5 a 4 m), tamaño de las hojas (2 a 3 m de largo x 0.40 a 0.60 m de ancho) y entre 1 a 3 plantas por mata.
- Sanidad: Plantas libre de plagas y enfermedades.
- Racimo (para los tratamientos T_5, T_6, T_7 y T_8): Peso del racimo (de 10 a 15 kg), número de dedos (30 a 40 dedos) (ver Figura 15 del anexo).

3.6.2. Demarcación del campo y muestreo de suelo

Una vez identificado las plantas madres o matas, se procedió a demarcar el lugar donde estaría ubicado el campo experimental, los bloques y los tratamientos, conforme a la distribución en que se encuentra en el croquis diseñado previamente (ver Figura 6 en el anexo). Para esta labor se necesitó la utilización de estacas de bambú, wincha, cordeles, etc. Para el muestreo de

suelo se consideró la extracción de 15 sub muestras en forma de zig - zag y en distintas partes del terreno a una profundidad de 20 cm que fueron homogenizadas y secadas para obtener como resultado una muestra de 1.0 kg de suelo, el cual fue llevado al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para su respectivo análisis.

3.6.3. Preparación y acondicionamiento previo de las plantas madres a experimentar

a. Limpieza de matas

Para todos los tratamientos se realizó la limpieza de las plantas madres a 1 m de diámetro, usando un azadón.

b. Deshoje y deschipe

Se efectuó el deshoje y deschipe de las plantas, eliminando las hojas secas y las calcetas desintegradas, usando un machete con filo.

c. Eliminación de hijuelos

Se eliminó en el primer momento los brotes o hijuelos matando el punto de crecimiento con un machete o un sacabocado, dejando solo de uno a dos plantas.

d. Destronque o corte del pseudotallo

Para los tratamientos del 9 al 16, se realizó el corte a una altura de 10 cm y a 150 cm del rizoma o cormo utilizando un machete y una pala

recta en forma de bisel. Para el resto de tratamientos no se realizó ningún corte en el pseudotallo. No se aplicó ningún producto o técnica para evitar la pudrición del pseudotallo.

e. Eliminación del punto de crecimiento

En forma general solo para los tratamientos del 9 al 16 (plantas sin cosechar), se realizó la eliminación del punto de crecimiento con el método vampiro (LLANQUE, 2006 y NORIEGA, 2010), utilizando machete y estaca (ver ítem 2.6); mientras que para los tratamientos entre el 5 al 8 solo cosechando el racimo se eliminó el punto de crecimiento.

f. Aplicación de la N

En las matas se procedió a la aplicación de las dosis de N de acuerdo a los tratamientos en estudio, aplicando 46, 92 y 138 g, para esto se realizó tres taras de envases para la aplicación homogénea en los sitios.

g. Aporque de matas

El aporque de matas o planta madre se realizó con un azadón extrayendo el suelo de alrededor, cubriendo todas las yemas del cormo y así se mantuvo la humedad y temperatura ideal para la emisión de brotes.

h. Cosecha de racimos

La cosecha de las plantas se dio principalmente para los tratamientos donde se realizó el corte de los racimos, la cual se hizo solo cortando el raquis, no tocando el pseudotallo de la planta.

i. Extracción de hijuelos

Una vez preparado las matas, la primera extracción se realizó a los tres meses y luego cada 15 días. En la extracción de los hijuelos se procedió en forma manual, utilizando una pala recta y machete.

j. Control de malezas

El control de malezas se realizó en forma manual utilizando machetes y azadones cada 30 días en todos los tratamientos.

k. Control fitosanitario

Con la finalidad de evitar daños de plagas y enfermedades que inciden sobre el crecimiento y desarrollo de los hijuelos, se realizó controles preventivos mediante fumigaciones con Carbofuran (Furadán 4 F) a dosis de 30 cc/mochila de 20 litros para controlar el "gorgojo negro" *Cosmopolites sordidus Gemar*, el "gorgojo rayado" *Metamasius hemipterus* Seriseus y el nemátodo *Radopholus similis* Synd Han.

3.7. Características evaluadas

3.7.1. Tiempo de brotamiento de hijuelos

Se determinó la fecha de brotamiento dentro del primer mes, haciendo evaluaciones diarias. El brotamiento se determinó cuando el primer hijuelo fue emitido (aparición en el suelo) por la mata. Para esta característica

evaluada se utilizó la observación directa y el cuaderno de campo donde se registró el tiempo en días.

3.7.2. Número de hijuelos

Se determinó visualmente cuando las plantas emitieran sus hijuelos al primer mes, luego cada 15 días, hasta terminar la etapa de producción de todos los hijuelos de las planta de la parcela neta por cada tratamiento. En esta característica se utilizó la observación directa y el cuaderno de campo donde se anotó la cantidad de hijuelos emitidos por planta madre evaluada en cada uno de los tratamiento.

3.7.3. Altura de hijuelos

Se evaluó la altura del hijuelo al primer mes, luego cada 15 días en la parcela neta por tratamiento y bloque, tomando la medida desde el nivel del suelo hasta el ápice del pseudotallo. Para esta característica se utilizó una regla graduada de 1 m y las medidas se hicieron en centímetros (cm).

3.7.4. Diámetro de hijuelos

Se evaluó al primer mes de crecimiento de los hijuelos a una altura del pseudotallo de 20 cm del nivel del suelo, luego se hicieron evaluaciones cada 15 días en la parcela neta por cada tratamiento. El diámetro se determinó con una forcípula o vernier anotando en el cuaderno de campo las mediciones en centímetros (cm).

3.7.5. Peso fresco de hijuelos

Se realizó la medición del peso de hijuelo al momento de la cosecha del mismo, previa limpieza de los restos de suelos existentes en sus raíces. Esta características se evaluó haciendo uso de una balanza de reloj de 10 kg de capacidad y las mediciones se registraron en kilogramos (kg).

3.7.6. Peso seco de hijuelos

Se determinó el peso seco cuando el hijuelo fresco perdió la totalidad de agua. Para está evaluación se dividió el hijuelos en 3 partes (rizoma, pseudotallo y hojas) las cuales fueron acondicionados y envueltos con papel de periódicos y llevados a una estufa a 40 °C. Esta características se evaluó haciendo uso de una balanza y cuyas mediciones se registraron kilogramos (kg) de materia seca.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Tiempo de brotamiento de hijuelos

En el Cuadro 5 se puede ver el análisis de variancia del tiempo de brotamiento de hijuelos de plátano, donde se encontró diferencias estadísticas significativas para los tratamientos, la altura de corte de pseudotallo (factor A) y la dosis de N (factor B); pero no se encontró diferencias estadísticas para los bloques y la interacción AxB. El coeficientes de variabilidad fue de 9.53%, demostrando una buena homogeneidad en los resultados encontrados.

Cuadro 5. Análisis de variancia para el tiempo de brotamiento de hijuelos.

F. de Variación	GL	SC	CM	
Bloques	3	11.85	3.95	NS
Tratamientos	15	204.08	13.61	S
Factorial	15	204.08	13.61	S
Cortes del pseudotallo (A)	3	186.10	62.03	S
Dosis de N (B)	3	10.80	3.60	S
A x B	9	7.18	0.80	NS
Error Experimental	45	170.13	3.78	
Total	63	386.06		
CV.		9.53%		

NS = No significativo

S = Significativo a una probabilidad (α = 0.05)

En el Cuadro 6 se puede ver la prueba de Duncan (α=0.05) para el tiempo de brotamiento de hijuelos, donde existe superioridad estadística entre los tratamientos, siendo los tratamientos T_{15} (a_3b_2 = corte de pseudotallo a 10 cm +

92 g de N), T_{16} (a_3b_3 = corte de pseudotallo a 10 cm + 138 g de N), y T_{14} (a_3b_1 = corte de pseudotallo a 10 cm + 46 g de N) los que mostraron tiempos más cortos. Si bien numéricamente el tratamiento testigo es el que tuvo las cifras más altas en el tiempo de brotamiento, para los fines buscados en la investigación, fue el tratamiento T_{15} el que tuvo el mejor comportamiento.

Cuadro 6. Prueba de Duncan (α = 0.05) para el tiempo de brotamiento de hijuelos de plátano.

Clave	Tratamiento	Tiempo (días)	Sig.
a_0b_0	Testigo (Sin corte de pseudotallo + 0 g de N)	23.02	a
a_0b_2	T_3 (Sin corte de pseudotallo + 92 g de N)	23.00	a
a_0b_3	T_4 (Sin corte de pseudotallo + 138 g de N)	22.93	ab
a_0b_1	T_2 (Sin corte de pseudotallo + 46 g de N)	22.43	ab
a_1b_2	T_7 (Corte del racimo + 92 g de N)	21.35	b
a_1b_0	T_5 (Corte del racimo + 0 g de N)	21.67	b
a_1b_1	T_6 (Corte del racimo + 46 g de N)	20.79	bc
a_2b_0	T_9 (Corte del pseudotallo a 150 cm + 0 g de N)	20.31	bc
a_1b_3	T_8 (Corte del racimo + 138 g de N)	19.90	c
a_2b_1	T_{10} (Corte de pseudotallo a 150 cm + 46 g de N)	19.67	cd
a_2b_2	T_{11} (Corte de pseudotallo a 150 cm + 92 g de N)	19.47	cd
a_3b_0	T_{13} (Corte de pseudotallo a 10 cm + 0 g de N)	19.05	cd
a_2b_3	T_{12} (Corte de pseudotallo a 150 cm + 138 g de N)	18.96	d
a_3b_1	T_{14} (Corte de pseudotallo a 10 cm + 46 g de N)	18.59	de
a_3b_3	T_{16} (Corte de pseudotallo a 10 cm + 138 g de N)	17.64	e
a_3b_2	T_{15} (Corte de pseudotallo a 10 cm + 92 g de N)	17.62	e

Uno de los principales factores de éxito en la producción del cultivo de plátano es la disponibilidad del material de propagación en cantidad suficiente y calidad adecuada en menor tiempo. Los resultados nos mostraron que la técnica de cortar el pseudotallos del plátano a una altura de 10 cm, aunado a la aplicación de N en tres dosis (46, 392 y 138 g) logró tener tiempos de brotamiento de 17.62, 17.64 y 18.59 días, menores al tiempo obtenido en otras alturas de corte evaluadas (150 cm y corte de racimo) mientras que los tratamientos donde no se realizó los cortes de pseudotallo (testigo, T_2, T_3 y T_4), mostraron tiempos más largos en brotar, llegando hasta los 23.02 días como en el tratamiento testigo (T_1). Estos tiempos, a primera impresión, posiblemente se dieron gracias a que la textura del suelo tiene un mayor contenido de arena (46 %), lo que permite un mejor desarrollo de los hijuelos y al pH de 7.53 (ver Cuadro 2) que está en el rango adecuado para el cultivo, sumado a un periodo adecuado de precipitaciones (ver Cuadro 1) que permitieron un desarrollo constante de los hijuelos (CORPOICA, 2006 y GUERRERO, 2010).

La diferencia encontrada entre los tratamientos se produce principalmente a que al cortar el pseudotallo se está rompiendo la dominancia apical, que según COSSÍO (2013) es uno de los fenómenos de correlación, en el que la yema apical ejerce la dominancia sobre el crecimiento de las yemas axilares subyacentes y al ser removido el ápice, brotan yemas de la base del tallo, a ello, LALLANA y LALLANA (2003), añaden que, la relación de concentración auxina/citocinina no es óptima para la división y diferenciación celular por la falta de las auxinas sintetizadas en el ápice. Mientras existe la yema apical se concentran en ésta la auxina y la citocinina para producir el alargamiento del

eje caular; una vez rota la dominancia apical, por mutilación del ápice, se pierde el sintetizador de auxina y el efecto orientativo, de este, en el traslado de las citocininas sintetizadas en la raíz, permitiendo la distribución de esta hormona hacia otros puntos, promoviendo así el brote de yemas axilares.

En trabajos con otros métodos del brotamiento de hijuelos se encontraron tiempos variados, como en la investigación de LIMACHI (2013), quien menciona que los primeros brotes de las hijuelos se dieron a partir de los 15 días, mientras que ANGULO (2017) y PÉREZ (2018) en pruebas realizadas en cámara térmica en la ciudad de Tingo María, encontraron que la aparición de los primeros hijuelos se da aproximadamente a los 12 días, siendo tiempo menores a los 17.62 días encontrados en esta investigación. Al no encontrar reportes que hablen de métodos similares (corte de pseudotallo + dosis de N) para realizar comparaciones específicas, se puede manifestar que al hacer el corte del pseudotallo más próximo al suelo se acelera el brotamiento de los hijuelos y si se adiciona una dosis de N, el brotamiento se acelera.

En el Cuadro 7 se puede apreciar la prueba de comparación de medias Duncan (α=0.05) del efecto principal de los factores altura de corte de pseudotallo (A) y dosis de N (B) para el tiempo de brotamiento de hijuelos, donde existe superioridad entre los niveles, siendo a_0 (sin corte de pseudotallo) el que mostró el mayor tiempo en brotamiento (22.85 días); mientras que para el segundo factor, el nivel b_0 (0 g de N) fue estadísticamente similar en el tiempo de brotamiento (21.01 días) que el resto de los niveles, a excepción del nivel b_3 que obtuvo solo 19.85 días.

Cuadro 7. Prueba de Duncan (α = 0.05) del efecto principal de los factores A y B para el tiempo de brotamiento de hijuelos de plátano.

Cortes del pseudotallo (Factor A)			**Dosis de N (Factor B)**		
Niveles	Tiempo (Días)	Sig.	Niveles	Tiempo (Días)	Sig.
a_0	22.85	a	b_0	21.01	a
a_1	20.93	b	b_1	20.37	a b
a_2	19.60	c	b_2	20.36	a b
a_3	18.22	d	b_3	19.85	b

a_0 = Sin corte de pseudotallo; a_1 = Corte del racimo; a_2 = Corte de pseudotallo a 150 cm; a_3 = Corte de pseudotallo a 10 cm; b_0 = 0 g de N; b_1 = 46 g de N; b_2 = 92 g de N; b_3 = 138 g de N.

La diferencia de tiempo de brotamiento entre las alturas de corte del pseudotallo (a_3, a_2 y a_1) se debe posiblemente a la distancia existente entre el cormo y el punto de corte, esto determina que al romper la dominancia apical uno tenga un efecto más rápido (altura más corta) que el otro (altura más larga), por lo que podemos deducir que a mayor longitud del pseudotallo mayor es el tiempo de brotamiento de hijuelos, lastimosamente no se cuenta con reportes que permiten corroborar esta deducción. Por otro lado, los tiempos encontrados en las dosis de N (factor B), permite manifestar que a 138 g de N (b_3) se generan hijuelos en menor tiempo, debido a que este nutriente (N) tiene una acción directa sobre el incremento de la masa seca porque favorece el desarrollo del tallo y el crecimiento del follaje (MARTÍNEZ *et al*., 2016) y al estar, en este caso cortado el pseudotallo, esta acción se dirigen directamente a promover el crecimiento de las yemas axilares (hijuelos), tal como lo mencionó COSSÍO (2013).

4.2. Número de hijuelos

En el Cuadro 8 se puede ver el análisis de variancia del número de hijuelos de plátano, donde se encontró diferencias estadísticas significativas para los bloques, tratamientos y los factores corte de pseudotallo (A), dosis de N (B) y la interacción AxB. El coeficientes de variabilidad fue de 7.75%, demostrando una buena homogeneidad en los resultados encontrados.

Cuadro 8. Análisis de variancia para el número de hijuelos de plátano.

F. de Variación	GL	SC	CM	
Bloques	3	43.44	14.48	S
Tratamientos	15	2294.85	152.99	S
Factorial	15	2294.85	152.99	S
Cortes del pseudotallo (A)	3	1613.77	537.92	S
Dosis de N (B)	3	577.02	192.34	S
A x B	9	104.06	11.56	S
Error Experimental	45	107.65	2.39	
Total	63	2445.94		
CV.		7.75%		

NS = No significativo

S = Significativo a una probabilidad ($p < 0.05$)

En el Cuadro 9 se puede ver la prueba de Duncan (α=0.05) para el número de hijuelos, donde existe superioridad estadística de los tratamientos T_{16} (a_3b_3 = corte de pseudotallo a 10 cm + 138 g de N), T_{15} (a_3b_2 = corte de pseudotallo a 10 cm + 92 g de N) y T_{12} (a_2b_3 = corte de pseudotallo a 150 cm + 138 g de N) con 28, 27 y 27 hijuelos respectivamente, frente al resto de

tratamientos a excepción de T_{14} (a_3b_1), T_{11} (a_2b_2) y T_{10} (a_2b_1), de los cuales solo son superiores numéricamente, mientras que el tratamientos testigo (a_0b_0 = sin corte de pseudotallo + 0 g de N) y el T_2 (a_0b_1 = sin corte de pseudotallo, + 46 g de N) fueron los que mostraron los menores números de hijuelos alcanzando solo 10 y 11 hijuelos respectivamente.

Cuadro 9. Prueba de Duncan (α = 0.05) para el número de hijuelos de plátano.

Clave	Tratamiento	N° de hijuelos	Sig.
a_3b_3	T_{16} (corte de pseudotallo a 10 cm + 138 g de N)	28	a
a_3b_2	T_{15} (corte de pseudotallo a 10 cm + 92 g de N)	27	ab
a_2b_3	T_{12} (corte de pseudotallo a 150 cm + 138 g de N)	27	ab
a_3b_1	T_{14} (corte de pseudotallo a 10 cm + 46 g de N)	25	b
a_2b_2	T_{11} (corte de pseudotallo a 150 cm + 92 g de N)	25	b
a_2b_1	T_{10} (corte de pseudotallo a 150 cm + 46 g de N)	25	bc
a_1b_2	T_7 (corte del racimo + 92 g de N)	23	c
a_1b_3	T_8 (corte del racimo + 138 g de N)	22	cd
a_1b_1	T_6 (corte del racimo + 46 g de N)	20	d
a_3b_0	T_{13} (corte de pseudotallo a 10 cm + 0 g de N)	20	d
a_1b_0	T_5 (corte del racimo + 0 g de N)	15	e
a_2b_0	T_9 (corte del pseudotallo a 150 cm + 0 g de N)	15	e
a_0b_2	T_3 (sin corte de pseudotallo, + 92 g de N)	14	e
a_0b_3	T_4 (sin corte de pseudotallo, + 138 g de N)	13	e
a_0b_1	T_2 (sin corte de pseudotallo, + 46 g de N)	11	f
a_0b_0	Testigo (sin corte de pseudotallo + 0 g de N)	10	f

El efecto combinado del corte de pseudotallo y la fertilización con N mostró tener las mejores respuestas sobre el número de hijuelos, siendo los tratamientos donde el corte se hizo a un 10 cm de altura, fertilizados con 138 y 92 g de N (T_{16} y T_{15}) los que alcanzaron el mayor número con 28 y 27 hijuelos respectivamente, superando a los tratamientos donde no se hicieron cortes del pseudotallo (testigo, T_2, T_3 y T_4) y a los trabajos que evaluaron cada factor por separado, como la investigación de CRUZ y RUIZ (2012) quienes obtuvieron 3.8 hijuelos solo con la aplicación de Nitrato de amonio; a los resultados obtenidos por INIA (2010) quienes produjeron un promedio mínimo de 15 brotes para campo por planta madre y a FHIA (2009), quien en una de sus publicaciones menciona que con el rompimiento de la dominancia apical se logra producir en promedio 5 –10 cormos por punto de siembra en un periodo de 8-9 meses y a los trabajos de Cayon y Salazar (2001) y Belalcázar (1991), citados por CRUZ y RUIZ (2012) quienes obtuvieron 11.1 de brote con el método Barker (consiste en la exposición de las yemas del cormo y la eliminación del pseudotallo). Posiblemente esta superioridad también se pudo deber a que la ruptura de la dominancia apical tuvo una mejor respuesta en los suelos sueltos donde se realizó la tesis, tal como paso en el brotamiento, lo que permitió que los hijuelos se desarrollen más fácilmente y en mayor número.

La interacción del efecto de la fertilización con N y el corte del pseudotallo permite aprovechar al máximo el potencial productivo de yemas vegetativas de las musáceas que según FHIA (2009) es alto y equivale al número de hojas (38 a 42) que emiten las plantas durante su ciclo productivo. Esta interacción permite aprovechar la inducción de brotación de hijuelos por el rompimiento de

la dominancia apical y el efecto de bajar la relación C:N con la aplicación de altos niveles de nitrógeno, lo que permite reinvertir el crecimiento productivo al crecimiento vegetativo, estimulando la emisión de brotes (CRUZ y RUIZ, 2012 y TORRES, 2016). Con lo que se puede explicar las razones por la que se obtuvieron las cantidades altas de hijuelos en el presente trabajo.

En el Cuadro 10 se puede ver el análisis de variancia del efecto simple para el número de hijuelos brotados de plátano, donde se encontró diferencias estadísticas significativas para todos los efectos, tanto del factor A (altura de corte de pseudotallo) en los cuatro niveles de B (b_0, b_1, b_2 y b_3) como del factor B (dosis de N) en los niveles del factor A (a_0, a_1, a_2 y a_3) respectivamente.

Cuadro 10. Análisis de variancia del efecto simple para el número de hijuelos de plátano.

F. de Variación	**GL**	**SC**	**CM**	
A en b_0 (0 g de N)	3	198.10	66.03	S
A en b_1 (46 g de N)	3	559.54	186.51	S
A en b_2 (92 g de N)	3	422.71	140.90	S
A en b_3 (138 g de N)	3	537.48	179.16	S
B en a_0 (sin corte de pseudotallo)	3	31.86	10.62	S
B en a_1 (corte del racimo)	3	158.82	52.94	S
B en a_2 (corte de pseudotallo a 150 cm)	3	328.72	109.57	S
B en a_3 (corte de pseudotallo a 10 cm)	3	161.68	53.89	S
Error Experimental	45	107.65	2.39	

S = Significativo a una probabilidad ($p < 0.05$).

En los Cuadros 11 y 12 se pueden ver la prueba de Duncan (α=0.05) del efecto simple de los factores A (altura de corte de pseudotallo) y B (dosis de N) respectivamente, para el número de hijuelos brotados de plátano, donde para la comparación de los 4 niveles del factor A en cada uno de los niveles del factor B (Cuadro 11) se encontró un comportamiento superior estadística y numéricamente del nivel a_3 (corte de pseudotallo a 10 cm) en los cuatro niveles del factor B (b_0, b_1, b_2 y b_3), siendo en el nivel b_3 (138 g de N) donde tuvo su mayor expresión, alcanzando un promedio de 28 hijuelos brotados. Mientras que para la comparación de los 4 niveles del factor B en cada uno de los niveles del factor A (Cuadro 12) podemos ver que el nivel b_2 (92 g de N) tuvo un comportamiento superior estadística y numéricamente en los dos primeros niveles del factor A (a_0 y a_1), pero siendo superados numéricamente por el nivel b_3 (138 g de N) en los siguientes dos niveles (a_2 y a_3), teniendo su mayor expresión en el nivel a_3 (corte de pseudotallo a 10 cm), además se puede ver que es el nivel b_0 (sin corte de pseudotallo) el que obtuvo la menor cantidad de hijuelos en todos los niveles del factor A.

A los resultados descritos en el párrafo anterior, se representan mejor gráficamente en la Figura 1, donde se puede observar las líneas que representan el número de hijuelos brotados en el experimento, obtenidos por cada uno de los niveles del factor cortes de pseudotallo (A) considerados en el estudio, siendo comparados individualmente en los cuatro niveles del factor dosis de N (B).

Cuadro 11. Prueba de Duncan (α = 0.05) del efecto simple del factor A para el número de hijuelos de plátano.

A en b_0			**A en b_1**			**A en b_2**			**A en b_3**		
Nivel	Hijuelos	Sig.	Nivel	Hijuelos	Sig.	Nivel	Hijuelos	Sig.	Nivel	Hijuelos	Sig.
a_3	20	a	a_3	27	a	a_3	27	a	a_3	28	a
a_1	15	b	a_2	25	a	a_2	25	a	a_2	25	b
a_2	15	b	a_1	20	b	a_1	23	b	a_1	22	c
a_0	10	c	a_0	11	c	a_0	14	c	a_0	13	d

A = Cortes del pseudotallo: a_0 = Sin corte de pseudotallo; a_1 = Corte del racimo; a_2 = Corte de pseudotallo a 150 cm; a_3 = Corte de pseudotallo a 10 cm; B = Dosis de N: b_0 = 0 g de N; b_1 = 46 g de N; b_2 = 92 g de N; b_3 = 138 g de N.

Cuadro 12. Prueba de Duncan (α = 0.05) del efecto simple del factor B para el número de hijuelos de plátano.

B en a_0			**B en a_1**			**B en a_2**			**B en a_3**		
Nivel	Hijuelos	Sig.	Nivel	Hijuelos	Sig.	Nivel	Hijuelos	Sig.	Nivel	Hijuelos	Sig.
b_2	14	a	b_2	23	a	b_3	25	a	b_3	28	a
b_3	13	a b	b_3	22	a b	b_2	25	a	b_2	27	a
b_1	11	b	b_1	20	b	b_1	25	a	b_1	27	a
b_0	10	c	b_0	15	c	b_0	15	b	b_0	20	b

A = Cortes del pseudotallo: a_0 = Sin corte de pseudotallo; a_1 = Corte del racimo; a_2 = Corte de pseudotallo a 150 cm; a_3 = Corte de pseudotallo a 10 cm; B = Dosis de N: b_0 = 0 g de N; b_1 = 46 g de N; b_2 = 92 g de N; b_3 = 138 g de N.

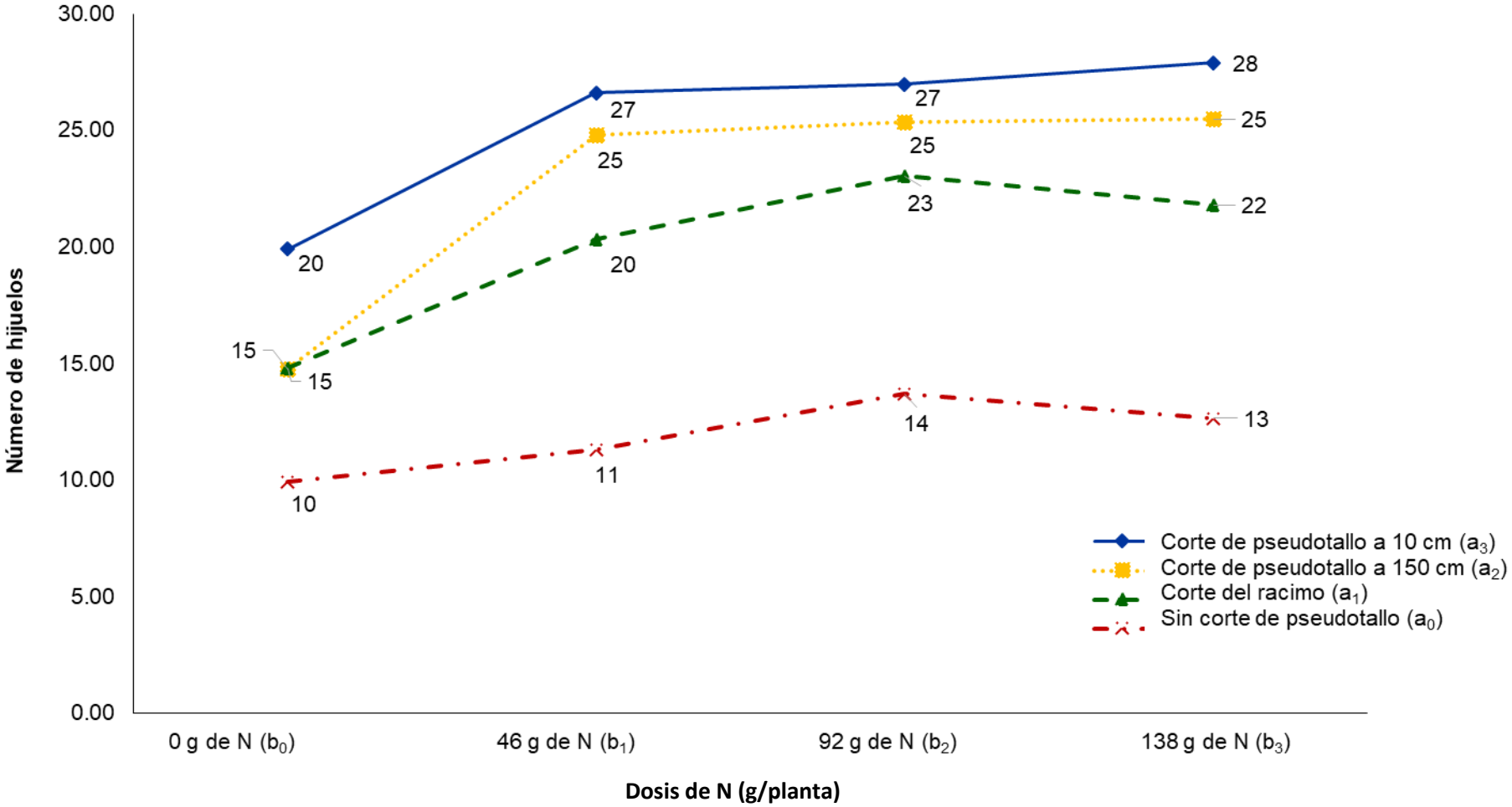


Figura 1. Número de hijuelos de plátano encontrados en el efecto simple de los factores altura de cortes de pseudotallo (A) y dosis de N (B).

Los resultados mostrados (Cuadros 11 y 12), nos permite deducir que en cualquier dosis de N, la altura de corte del pseudotallo de 10 cm muestra los mayores números de hijuelos brotados, superando al corte de mayor altura, al corte del racimo y a los tratamientos donde no se realizaron cortes, esto debido a que como ya se mencionó anteriormente, al cortar el pseudotallo se está rompiendo la dominancia apical y que al ser menor la altura del corte, el efecto de este, es más rápido logrando obtener hijuelos en mayor cantidad.

Viendo el comportamiento del factor altura de corte de pseudotallo en la Figura 1, nos podemos dar cuenta que al no realizar el corte el número de hijuelos sufre una leve variación de entre 1 a 3 hijuelos. Mientras el corte de pseudotallo a 150 cm de altura tiene un comportamiento inicial algo irregular, subiendo en número de hijuelos intempestivamente de 15 cuando no se aplica N a 25 hijuelos cuando la dosis es de 46 g de N, es decir que la adición de dicho elemento ocasionó un aumento de casi 10 hijuelos cuando se corta el pseudotallo a 150 cm, posteriormente si la dosis de N se aumenta a 92 o 138 g el número de hijuelos mantiene una similitud, siendo la diferencia menor a 1 hijuelo entre una y otra dosis. Para el corte de pseudotallo a 10 cm de altura, si bien es superior en número de hijuelos en las cuatro dosis de N (aproximadamente 2 hijuelos más), el gráfico (línea) que muestra es similar a cuando se hace el corte a 150 cm, con un incremento importante al inicio (46 g de N) y posteriormente manteniendo un regularidad en el número de hijuelos. Un caso aislado es el corte de racimo, que al aumentar de 46 a 92 g de N se incremente el número aproximadamente en 2 hijuelos pero si esta dosis se

aumenta a 138 g el número disminuye en casi 2 hijuelos, comportamiento que contradice a los resultados de las demás alturas de corte.

Estos comportamiento son causados por los tratamientos aplicados a las plantas madres, es decir influye la ruptura de la dominancia aplicar y el efecto de la N para promover un crecimiento vegetativo, favorecidos posiblemente por la textura con mayor cantidad de arena (46%) presente en el suelo, un pH ideal para el cultivo de plátano y precipitaciones (140 a 190 mm mensuales) muy cercanas a las que recomienda GUERRERO (2010), tal como lo muestra anteriormente los Cuadros 1 y 2 (ver materiales y métodos). Científicamente estos comportamientos se puede sustentar con lo reportado por Nayar *et al.* (1956); Hasan *et al.* (2000), citados por VARGAS *et al.* (2013) quienes manifiestan que cuando el pseudotallo es cortado a nivel del suelo o a 1.0 m de altura, se produce una reducción en el rendimiento (peso del racimo del hijo de sucesión) pero aumento del crecimiento vegetativo inicialmente (brotamiento de los hijuelos), posteriormente son las plantas madres con una sección de pseudotallo mayor (corte de 2 y 1.2 m) los que aumentaron la altura y el diámetro del pseudotallo del hijo de sucesión, en comparación con los hijos de sucesión de las plantas madres a las que se les eliminó la totalidad del pseudotallo (RODRÍGUEZ *et al.,* 2006), esto debido a que según Lahav y Turner (1992) y Wortman *et al.* (1994), citados por VARGAS *et al.* (2013) luego de la cosecha, el pseudotallo de la planta madre contribuye a la nutrición mineral del hijo de sucesión, permitiendo un mejor desarrollo, lo que fue demostrado en estudios de translocación desde la planta madre hacia su hijo de sucesión (Eckstein *et al.,* 1995; citado por RODRÍGUEZ *et al.,* 2006).

En el Cuadro 13 se puede ver la prueba de Duncan (α=0.05) del efecto principal de los factores A y B para el número de hijuelos, donde se encontró un comportamiento similar estadísticamente entre los niveles a_3 (corte de pseudotallo a 10 cm) y a_2 (corte de pseudotallo a 150 cm) con 24 y 23 hijuelos respectivamente, pero superiores al resto de niveles. Mientras en el factor B, los niveles b_2 (92 g de N) b_3 (138 g de N) y b_1 (46 g de N) tuvieron un comportamiento similar estadísticamente obteniendo 22, 22 y 21 hijuelos, pero siendo superior al tratamiento b_0 (0 g de N).

Cuadro 13. Prueba de Duncan (α = 0.05) del efecto principal de los factores A y B para el número de hijuelos de plátano.

Cortes del pseudotallo (Factor A)			**Dosis de N (Factor B)**		
Niveles	Núm. de hijuelos	Sig.	Niveles	Núm. de hijuelos	Sig.
a_3	24	a	b_2	22	a
a_2	23	a	b_3	22	a
a_1	20	b	b_1	21	a
a_0	12	c	b_0	15	b

a_0 = Sin corte de pseudotallo; a_1 = Corte del racimo; a_2 = Corte de pseudotallo a 150 cm; a_3 = Corte de pseudotallo a 10 cm; b_0 = 0 g de N; b_1 = 46 g de N; b_2 = 92 g de N; b_3 = 138 g de N.

El efecto de la altura de corte de pseudotallo (factor A) y dosis de N (factor B) en forma individual muestran resultados que nos indican que entre cada uno de los niveles de estos factores existe diferencia relevantes. En el factor A los niveles donde se hicieron los cortes de los pseudotallos (a_3 y a_2)

mostraron ser superiores a los niveles donde no se tocó el pseudotallo (a_1 y a_0), esto debido a que según RODRÍGUEZ *et al.* (2006) la altura de corte de la planta madre tiene un efecto directo sobre el crecimiento de la siguiente generación, debido a que existe una conexión entre el pseudotallo de la planta madre y su hijuelos. En el factor B la diferencia es marcada solo por el nivel donde no se aplicó N (b_0), siendo este el que mostró la menor cantidad de hijuelos que a comparación de los niveles donde sí se aplicó esta fertilización, este comportamiento se debe a que según PERDOMO *et al*. (2013) el nitrógeno juega un rol esencial en el crecimiento de los vegetales, ya que es constituyente de moléculas como la clorofila, aminoácidos esenciales, proteínas, enzimas, trifosfato de adenosina (ATP). Además, según lo manifestado por Soto (1992) y Vázquez *et al*. (2005), citados por FURCAL y BAQUERO (2014), el N influye positivamente en el crecimiento del cultivo del plátano, y al no estar presente, el desarrollo del hijuelo no es el adecuado, porque existe una correlación positiva entre la producción de biomasa y el N absorbido por las plantas (en este caso la producción de biomasa se consideraría como la cantidad de hijuelos producidos).

Trabajos realizados en Tingo María en la producción de hijuelos como la de OZAMBELA (2015), ANGULO (2017) y PÉREZ (2018) encontraron es sus respectivas investigaciones entre 20 y 30 hijuelos por cormo aproximadamente, cabe resaltar que en estas investigaciones se utilizó enraizantes sintéticos en condiciones de cámara térmica, lo que nos permite suponer que estas cifras de hijuelos son las cantidades máximas que se pueden producir en esta zona, estando los resultados encontrados dentro de esta producción.

4.3. Altura de hijuelos

En el Cuadro 14 se puede ver el análisis de variancia para la altura de hijuelos de plátano, donde se encontró diferencias estadísticas significativas para los tratamientos, la altura de corte de pseudotallo (factor A) y la dosis de N (factor B) pero no se encontró diferencias estadísticas para los bloques y la interacción AxB. El coeficientes de variabilidad fue de 8.25%, demostrando una buena homogeneidad en los resultados encontrados.

Cuadro 14. Análisis de variancia para la altura de hijuelos de plátano.

F. de Variación	GL	SC	CM	
Bloques	3	99.09	33.03	NS
Tratamientos	15	2198.19	146.55	S
Factorial	15	2198.19	146.55	S
Cortes del pseudotallo (A)	3	1480.09	493.36	S
Dosis de N (B)	3	593.42	197.81	S
A x B	9	124.67	13.85	NS
Error Experimental	45	2129.44	47.32	
Total	63	4426.72		
CV.		8.25%		

NS = No significativo

S = Significativo a una probabilidad ($p < 0.05$)

En el Cuadro 15 se puede ver la prueba de Duncan (α=0.05) para la altura de hijuelos, donde los tratamientos T_{12} (a_2b_3 = corte de pseudotallo a 150 cm + 138 g de N) y T_{11} (a_2b_2 = corte de pseudotallo a 150 cm + 92 g de N) con 96.43 y 93.66 cm respectivamente, mostraron una superioridad estadística al resto de

los tratamientos a excepción de T_4 (a_0b_3 = sin corte de pseudotallo + 138 g de N) con el cual el T_{11} tuvo un comportamiento estadísticamente similar, mientras que el tratamiento T_{13} (a_1b_3 = corte de pseudotallo a 10 cm + 0 g de N) mostró la menor altura de hijuelos alcanzando solo 75.51 cm.

Cuadro 15. Prueba de Duncan (α = 0.05) para la altura de hijuelos de plátano.

Clave	Tratamiento	Altura (cm)	Sig.
a_2b_3	T_{12} (corte de pseudotallo a 150 cm + 138 g de N)	96.43	a
a_2b_2	T_{11} (corte de pseudotallo a 150 cm + 92 g de N)	93.66	ab
a_0b_3	T_4 (sin corte de pseudotallo + 138 g de N)	91.28	b
a_1b_3	T_8 (corte del racimo + 138 g de N)	85.24	c
a_0b_2	T_3 (sin corte de pseudotallo + 92 g de N)	85.08	c
a_2b_0	T_9 (corte del pseudotallo a 150 cm + 0 g de N)	84.61	cd
a_1b_1	T_6 (cote del racimo + 46 g de N)	82.85	cd
a_1b_2	T_7 (corte del racimo + 92 g de N)	82.27	cd
a_2b_1	T_{10} (corte de pseudotallo a 150 cm + 46 g de N)	82.04	d
a_3b_3	T_{16} (corte de pseudotallo a 10 cm + 138 g de N)	81.97	d
a_0b_1	T_2 (sin corte de pseudotallo + 46 g de N)	81.54	d
a_3b_1	T_{14} (corte de pseudotallo a 10 cm + 46 g de N)	81.29	d
a_3b_2	T_{15} (corte de pseudotallo a 10 cm + 92 g de N)	78.42	e
a_0b_0	Testigo (sin corte de pseudotallo + 0 g de N)	76.56	e
a_1b_0	T_5 (corte del racimo + 0 g de N)	75.81	e
a_3b_0	T_{13} (corte de pseudotallo a 10 cm + 0 g de N)	75.51	e

Si bien las plantas a los que se hizo los cortes a los 10 cm de altura, complementada con la fertilización de 138 y 92 g de N, mostraron tener la mayor cantidad de hijuelos en menor tiempo; para la altura de hijuelos, estos mismos (T_{16} y T_{15}) fueron superados por la mayoría de tratamientos, principalmente por las plantas con corte de pseudotallo de 150 cm de altura, fertilizadas con 138 y 92 g de N ($T_{12\ y}$ T_{11}), que fueron los tratamientos que mostraron una superioridad numérica y estadísticas. Este comportamiento posiblemente se debe a la presencia de una mayor cantidad de humedad y nutrientes provenientes de los pseudotallos, en las zonas donde estuvieron estos tratamientos, lo que permitió incrementar la altura debido a que el agua facilitó la absorción. Según Wortman *et al.* (1994), citados por VARGAS *et al.* (2013) luego de la cosecha, el pseudotallo de la planta madre contribuye a la nutrición mineral del hijo de sucesión durante su primer mes o primeros dos meses. La altura de corte de la planta madre al momento de la cosecha tiene un efecto directo sobre el crecimiento de la siguiente generación, debido a que existe una conexión entre el pseudotallo de la planta madre y su hijos de sucesión (hijuelos), permitiendo la transferencia de nutrimentos presentes en el pseudotallo (RODRÍGUEZ *et al.,* 2006).

A medida que aumentó la cantidad de biomasa retenida en la planta madre se incrementara la altura y el grosor del pseudotallo de los hijuelos (Rosales *et al*., 2008; citados por VARGAS *et al*., 2013). Deduciendo entonces que una mayor altura de corte del pseudotallo, permite incrementar la altura de los hijuelos, efecto que no se da en los tratamientos donde se realizó el corte del racimo (mayor altura del pseudotallo), debido a que los nutrientes aún

estuvieron traslocándose a las hojas existentes y a que la ruptura de la dominancia apical no tiene el efecto inmediato como en los cortes del pseudotallo a menor altura.

Aunado a todo estos efectos, la fertilización nitrogenada permite complementar la nutrición del hijuelo, siendo el rol esencial de este nutriente el crecimiento de los vegetales, ya que es constituyente de moléculas como la clorofila, aminoácidos esenciales, proteínas, enzimas, nucleoproteínas, hormonas y trifosfato de adenosina (ATP). Además, el N es esencial en muchos procesos metabólicos, como por ejemplo, la utilización de los carbohidratos (PERDOMO *et al*., 2013), también favorece el desarrollo del tallo, el crecimiento del follaje (MARTÍNEZ *et al*., 2016) y la inducción de brotación de hijuelos del plátano (TORRES, 2016) debido a que al aplicar altos niveles de nitrógeno se baja la relación C:N y de ésta forma se reinvierte el crecimiento productivo a un crecimiento vegetativo (CRUZ y RUIZ, 2012).

En las Figuras 2, 3, 4 y 5 se pueden ver el crecimiento de los hijuelos en las evaluaciones individuales de las dosis de N (0, 46, 92 y 138 g de N) desde los 30 días después de su brotamiento, hasta los 90 días, tiempo en el cual se cosecharon los hijuelos para la realización de las evaluaciones en el laboratorio. En todas las figuras a excepción de la Figura 3 (dosis de 46 g de N), las plantas madres con mejor comportamiento, fueron las que tuvieron un corte de pseudotallo a 150 cm de altura, logrando obtener los hijuelos más altos con 84.61, 93.66 y 96.43 cm respectivamente.

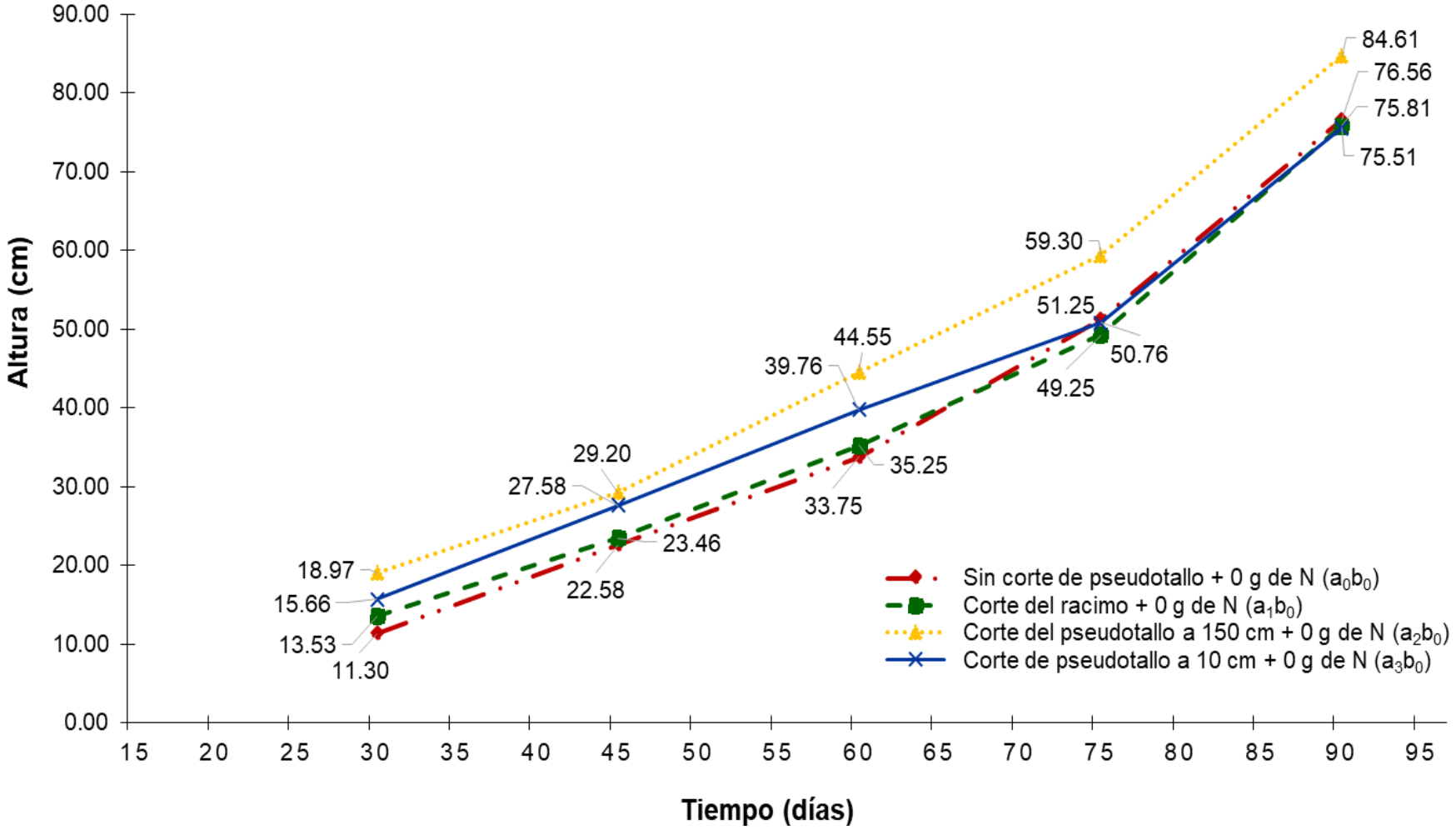


Figura 2. Comportamiento de las 4 forma de corte del pseudotallo en el crecimiento de hijuelos al no utilizar N.

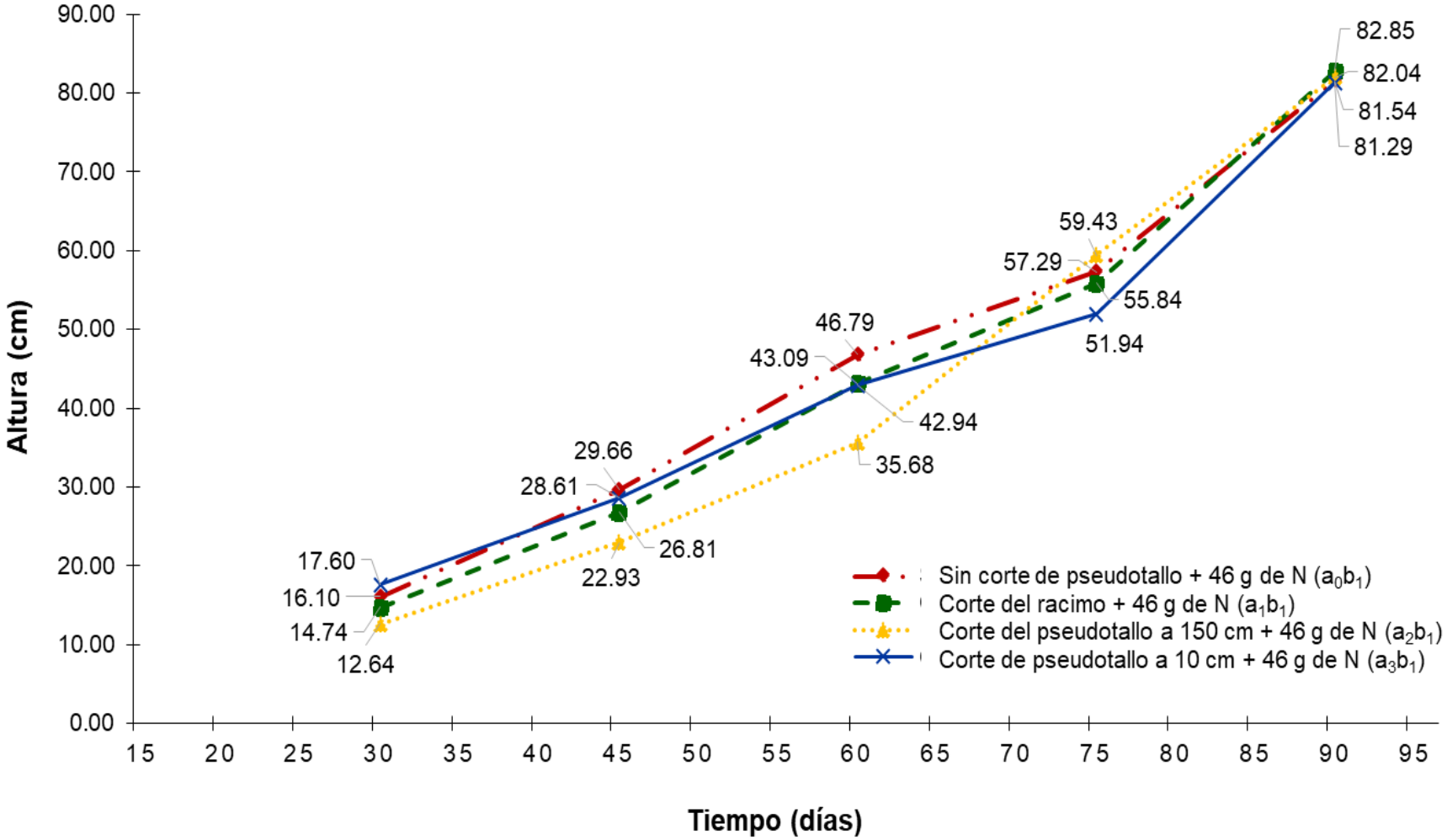


Figura 3. Comportamiento de las 4 forma de corte del pseudotallo en el crecimiento de hijuelos al utilizar 46 g de N.

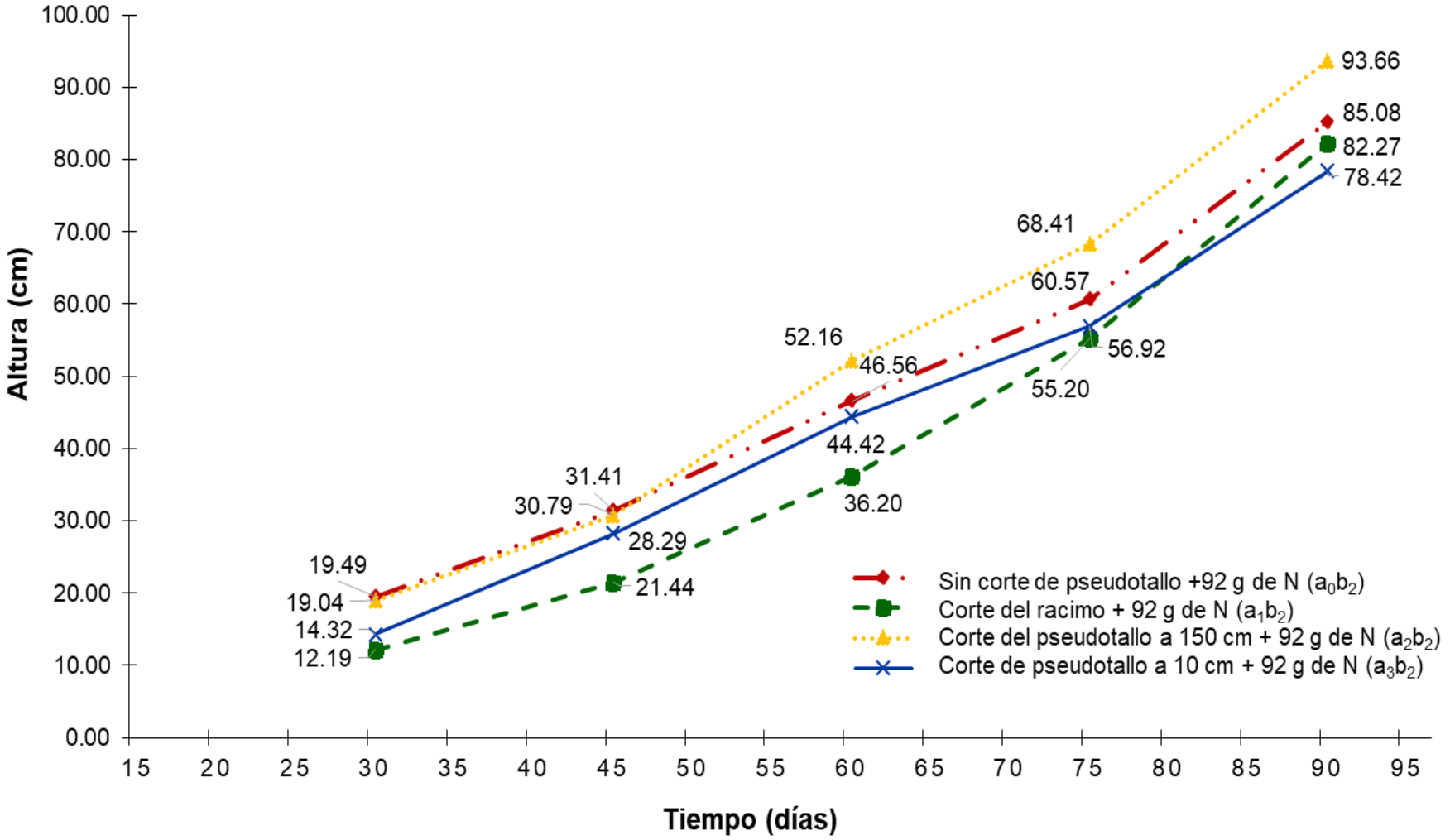


Figura 4. Comportamiento de las 4 forma de corte del pseudotallo en el crecimiento de hijuelos al utilizar 92 g de N.

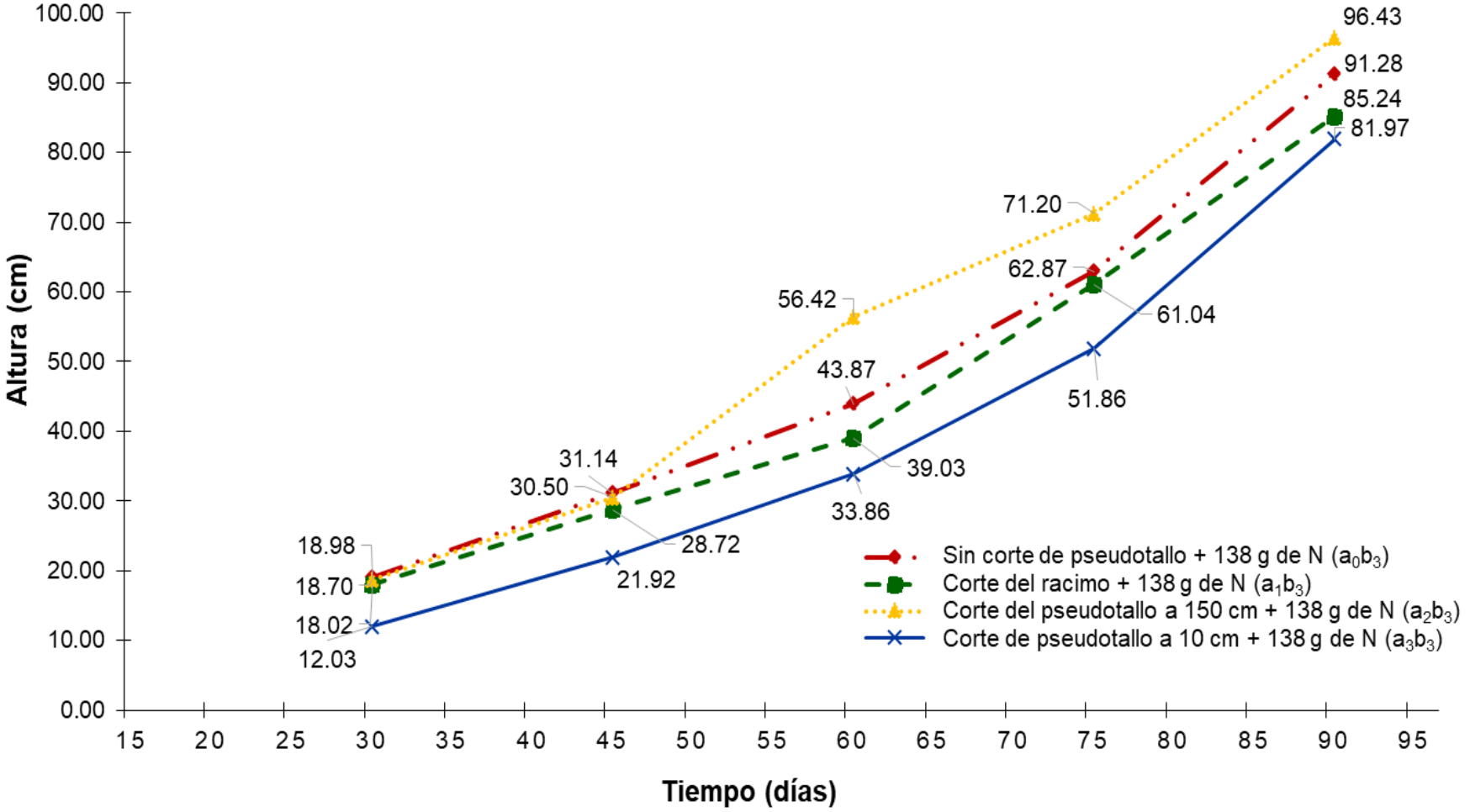


Figura 5. Comportamiento de las 4 forma de corte del pseudotallo en el crecimiento de hijuelos al utilizar 138 g de N.

El desarrollo de los hijuelos a lo largo del tiempo (90 días), permite ver el crecimiento que tuvieron en cada una de las evaluaciones y comparar sus comportamientos en una misma condición (dosis de fertilización). Cuando no se hizo la aplicación de N (b_0); la Figura 2 permite ver que las plantas donde se realizó el corte del pseudotallo a 150 cm de altura (a_2), tuvo un comportamiento constante, mostrando desde el inicio (30 días) hasta el final (90 días) dicha superioridad, obtuvieron la mayor altura de hijuelo (84.61 cm), esto debido a que de acuerdo con Araya y Vargas (2002), citado por VARGAS *et al.* (2013), conforme aumenta la altura retenida de la porción de pseudotallo remanente, existe un incremento en las características vegetativas de los hijos. Cuando se aplicó la fertilización con 46 g de N (b_1); la Figura 3 muestra que en un inicio (30 días) las plantas donde se realizaron el corte a los 10 cm (a_3) superaron en altura de hijuelo al resto de las plantas madres, pero a partir de los 45 días, estos, se ven superadas por los hijuelos de las plantas donde no se realizó corte de pseudotallo (a_0), terminando a los 90 días con los hijuelos con menor altura (81.29 cm), esto se debe a la fertilización y el rompimiento de la dominancia apical que permitió germinar hijuelos más rápido (CRUZ y RUIZ, 2012 y GAVIRIA, 2016) siendo inicialmente los más altos, pero con el pasar de los días y el agotamiento de los pocos nutrientes del pseudotallo dejado (10 cm) terminaron por tener un crecimiento más lento.

Cuando se realizó la aplicación de 92 y 138 g de N (b_2 y b_3), las Figuras 4 y 5 muestran similar comportamiento de los hijuelos de las plantas donde se realizó el corte del pseudotallo a 150 cm, iniciando con una altura menor a los

obtenidos por los hijuelos de las plantas sin el corte de pseudotallo (a_0), pero a partir de los 60 días se incrementa su desarrollo, terminando con hijuelos de 93.66 y 96.43 cm respectivamente. Este comportamiento se dio gracias a que según Daniels y O'Farrel (1987), citados por RODRÍGUEZ *et al.* (2006) en las plantas de plátano existe el proceso de translocación de nutrimentos del pseudotallo de la planta madre hacia sus respectivos hijos de sucesión; en este caso al dejar una mayor sección de pseudotallo (150 cm), la dotación de nutrientes es mayor, permitiendo a los hijuelos desarrollarse mejor durante más tiempo.

En el Cuadro 16 se observa la prueba de Duncan (α=0.05) del efecto principal del Corte de pseudotallo (factor A) para la altura de hijuelos, donde se encontró un comportamiento superior del corte de pseudotallo a 150 cm (nivel a_2) con 89.19 cm, frente al resto de los niveles de este factor. El corte de 10 cm (nivel a_3) fue el que tuvo la menor altura de hijuelos, alcanzando solo 79.30 cm.

Cuadro 16. Prueba de Duncan (α = 0.05) del efecto principal del factor A para la altura de hijuelos a 90 días de aplicado los tratamientos.

Corte de pseudotallo (Factor A)		
Niveles	Altura (cm)	Sig.
Corte de pseudotallo a 150 cm (a_2)	89.19	a
Sin corte de pseudotallo (a_0)	83.62	b
Corte del racimo (a_1)	81.54	b
Corte de pseudotallo a 10 cm (a_3)	79.30	b

Los hijuelos de las plantas donde se realizó el corte de pseudotallo a 150 cm (a_2), fueron más altos que aquellos hijuelos de las plantas donde no se realizó corte de pseudotallo (a_0), esto debido a que en estas plantas no se rompió la dominancia apical, generando que los hijuelos demoraran en brotar, retrasando su crecimiento. También fue superior a las plantas donde se cortó el racimo (a_1), supuestamente ocasionado porque que la ruptura de la dominancia apical al cortar el racimo no tuvo el efecto rápido, como si lo hizo con las plantas donde se cortó el pseudotallo a 150 cm, confirmando lo mencionado por GAVIRIA (2016) quien reportó que los hijos de sucesión que presentaron mayores altura, fueron aquellos que provenían de los tratamientos donde se dejó el pseudotallo con la mayor altura, al contrastarlos con los hijos de sucesión de las mismas cosechas (solo con el corte del racimo). Por último, también se ve que los hijuelos de las plantas con el corte de pseudotallo a 150 cm fueron superiores a las plantas que se cortaron a 10 cm (a_3), que si bien tuvieron el brotamiento más rápida y en mayor cantidad, no se desarrollaron como en las primera plantas (corte a 150 cm), teniendo una menor altura.

Las alturas encontradas en la presente investigación coinciden con otras alturas en la misma zona, como la de OZAMBELA (2015) quien produjo hijuelo de más de 80 cm a los 60 días de la siembra con la aplicación de enraizadores sintéticos, también la de ANGULO (2017) quien tuvo hijuelos de 90 cm a los 120 días con la aplicación de enraizantes bajo condiciones de cámara térmica y la de PÉREZ (2018) cuyos hijuelos alcanzaron los 60 cm de altura a los 90 días bajo estas mismas condiciones.

Diámetro de hijuelos

En el Cuadro 17 se puede ver el análisis de variancia para el diámetro de hijuelos de plátano, donde se encontró diferencias estadísticas significativas para los tratamientos, el corte de pseudotallo (factor A) y la dosis de N (factor B), pero no se encontró diferencias estadísticas para los bloques y la interacción AxB. El coeficientes de variabilidad fue de 12.60 %, demostrando una buena homogeneidad en la respuesta de los tratamientos.

Cuadro 17. Análisis de variancia para el diámetro de hijuelos de plátano a 90 días de aplicado los tratamientos.

F. de Variación	GL	SC	CM	
Bloques	3	0.52	0.17	NS
Tratamientos	15	173.49	11.57	S
Factorial	15	173.49	11.57	S
Cortes del pseudotallo (A)	3	141.69	47.23	S
Dosis de N (B)	3	27.69	9.23	S
A x B	9	4.12	0.46	NS
Error Experimental	45	97.78	2.17	
Total	63	271.80		
CV.		12.60%		

NS = No significativo
S = Significativo a una probabilidad ($p< 0.05$)

En el Cuadro 18 se puede ver la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos, donde los tratamientos T_{12} (a_2b_3 = corte de pseudotallo a

150 cm + 138 g de N), T_{11} (a_2b_2 = corte de pseudotallo a 150 cm + 92 g de N), T_8 (a_1b_3 = Corte del racimo + 138 g de N) y T_4 (a_0b_3 = Sin corte de pseudotallo + 138 g de N) con 13.78, 13.77, 13.71 y 13.58 cm, mostraron un comportamiento similar estadísticamente entre sí, pero superior al resto de los tratamientos a excepción de los tratamientos T_7 y T_{10} (13.13 y 13.00 cm respectivamente), con los que tuvieron similitud estadística en sus respuestas.

Cuadro 18. Prueba Duncan (α=0.05) para el diámetro de hijuelos de plátano a 90 días de aplicado los tratamientos.

Clave	Tratamiento	Diám. (cm)	Sig.
a_2b_3	T_{12} (corte de pseudotallo a 150 cm + 138 g de N)	13.78	a
a_2b_2	T_{11} (corte de pseudotallo a 150 cm + 92 g de N)	13.77	a
a_1b_3	T_8 (corte del racimo + 138 g de N)	13.71	a
a_0b_3	T_4 (sin corte de pseudotallo + 138 g de N)	13.58	a
a_1b_2	T_7 (corte del racimo + 92 g de N)	13.13	ab
a_2b_1	T_{10} (corte de pseudotallo a 150 cm + 46 g de N)	13.00	ab
a_0b_2	T_3 (sin corte de pseudotallo + 92 g de N)	12.46	b
a_3b_3	T_{16} (corte de pseudotallo a 10 cm + 138 g de N)	11.76	b
a_2b_0	T_9 (corte del pseudotallo a 150 cm + 0 g de N)	11.68	b
a_1b_0	T_5 (corte del racimo + 0 g de N)	11.29	c
a_3b_1	T_{14} (corte de pseudotallo a 10 cm + 46 g de N)	10.57	cd
a_0b_1	T_2 (sin corte de pseudotallo + 46 g de N)	10.09	d
a_0b_0	Testigo (sin corte de pseudotallo + 0 g de N)	9.99	d
a_1b_1	T_6 (corte del racimo + 46 g de N)	9.94	d
a_3b_2	T_{15} (corte de pseudotallo a 10 cm + 92 g de N)	9.69	d
a_3b_0	T_{13} (corte de pseudotallo a 10 cm + 0 g de N)	8.73	e

Siendo el diámetro del pseudotallo una característica biométrica que ayudó a identificar el vigor de los hijuelos (SOTO, 2008 y GUERREO, 2010), los resultados encontrados muestran que el efecto de la interacción del corte del pseudotallo a 150 cm de altura y la alta fertilización con N, en este caso 92 y 138 g (T_{12} y T_{11}), superaron numéricamente a la mayoría de tratamientos, al obtener los hijuelos con mayor diámetro, esto, supuestamente debido a la mayor presencia de humedad y gracias al aporte de nutrientes del mayor tamaño o sección de pseudotallo dejado en la plantas madres al momento del corte y de la fertilización misma generada por la aplicación de N, y que al ser estos los tratamientos donde se tuvo los menores números de hijuelos, no existe competencia por los nutrientes, tal como si se observa en el tratamiento T_{13} donde el corte del pseudotallo se hizo a 10 cm de altura y no se fertilizó. También se puede deducir que son los diferentes cortes de pseudotallo los que marcan la tendencia de los resultados y que la influencia de las dosis de N es mínima.

El supuesto aporte de nutrientes por parte del pseudotallo de la planta madre, es avalada por autores como Lahav y Turner (1992), Wortman *et al.* (1994) y Araya y Vargas (2002), citados por VARGAS *et al.* (2013) quienes reportan que la planta madre contribuye a la nutrición mineral del hijo de sucesión y que conforme aumenta la altura retenida de la porción de pseudotallo remanente, existe un incremento en las características vegetativas y productivas de sus hijos. Mientras que para el efecto del N, MARTÍNEZ *et al*. (2016) mencionan que las aplicaciones de N cuando la plantación lo requiere se traducen, generalmente, en favor del crecimiento vegetativo, al aumentar la

altura, el perímetro del pseudotallo y el área foliar debido a que según FAO (2002), el N en la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar aminoácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas.

Investigaciones como la de ORMAZA (2017), aplicando 75 g de carbamida (N) encontró un diámetro de 23.1 cm a los 75 días después de la aplicación, cabe señalar que en esta investigación se trabajó con hijuelos brotadas, por lo que sus diámetros superan a los encontrados; o trabajos como la de FURCAL y BAQUERO (2014), quienes encontraron una circunferencia de 66.9 cm (diámetro de 21.29 cm obtenido mediante fórmula) con un nivel de 200 kg/ha de N (lo que representa una dosis de aproximadamente 60 g/planta), este diámetro fue superior a lo encontrado en el presente trabajo, a pesar de tener menor dosis de N, pero que se explica por la fertilización adicional de P y K que emplearon en este trabajo. También investigaciones como la RODRÍGUEZ *et al.* (2006), quienes con un corte de pseudotallo a 2 m de altura, encontraron una perímetro de 61.75 cm (diámetro de 19.65 cm obtenido mediante fórmula) a los 90 días del corte, superando por casi 6 cm al mayor diámetro encontrado (13.78 cm), esto gracias supuestamente a la mayor sección de pseudotallo dejado, que fue 50 cm más alto. Trabajos realizados en la zona, como la de ANGULO (2017) y PÉREZ (2018) encontraron diámetros de 5 a 9 cm, bajo condiciones de cámara térmica y de OZAMBELA (2015) cuyos hijuelos alcanzaron los 7.17 cm de diámetro con la aplicación de enraizantes sintéticos.

En el Cuadro 19 se puede ver la prueba de Duncan (α=0.05) del efecto principal del cortes del pseudotallo (factor A) y dosis de N (factor B) para el diámetro de hijuelos, donde existe superioridad estadística del nivel a_2 (Corte de pseudotallo a 150 cm) con 13.20 cm, mientras que en el factor B, los niveles b_3 (138 g de N), b_2 (92 g de N) y b_1 (46 g de N) tuvieron un comportamiento similar estadísticamente, pero superiores al nivel b_0.

Cuadro 19. Prueba de Duncan (α = 0.05) del efecto principal de los factores A y B para el diámetro de hijuelos de plátano a 90 días de aplicado los tratamientos.

Cortes del pseudotallo (factor A)			**Dosis de N (factor B)**		
Niveles	Diámetro (cm)	Sig.	Niveles	Diámetro (cm)	Sig.
a_2	13.20	a	b_3	13.06	a
a_1	12.02	b	b_2	12.26	a
a_0	11.39	b	b_1	11.38	a
a_3	10.19	c	b_0	10.09	b

a_0 = Sin corte de pseudotallo; a_1 = Corte del racimo; a_2 = Corte de pseudotallo a 150 cm; a_3 = Corte de pseudotallo a 10 cm; b_0 = 0 g de N; b_1 = 46 g de N; b_2 = 92 g de N; b_3 = 138 g de N.

La comparación del diámetro de hijuelos entre las plantas donde se hicieron los cortes del pseudotallo (Factor A) muestran que cuando el corte se hace a 150 cm de altura (a_2) se obtiene 13.20 cm de diámetro, superando a los hijuelos de las plantas donde se cortó el racimo (a_1) y donde no se hizo el corte del pseudotallo (a_0), a pesar de que estos tienen un mayor tamaño de pseudotallo remanente, esto debido, supuestamente, a la ruptura de la dominancia apical, que en las primeras plantas (a_1) no tuvo un efecto inmediato, haciendo que los hijuelos tuvieran un retraso en su brotamiento y

por ende un menor desarrollo, mientras que en las plantas donde no se hizo el corte no se rompió esta dominancia por lo que también tuvieron un lento desarrollo. Esta suposición tiene una base fundamentada en lo reportado por LALLANA y LALLANA (2003) quienes indican que la dominancia apical es la inhibición o control del crecimiento que ejerce la yema apical sobre las yemas axilares, por lo cual al ser eliminado se estimuló la aparición de hijuelos antes que en los tratamientos donde se conservó el punto de crecimiento central.

Los resultados también muestran que al cortar el pseudotallo a 150 cm se obtiene hijuelos con mayor diámetro que cuando el corte se hace a 10 cm de altura, a pesar de que en estos últimos, el brotamiento de los hijuelos es más rápida y en mayor cantidad. A diferencia de lo mencionado anteriormente, la razón por la que se da esta superioridad si tiene que ver con el tamaño o sección del pseudotallo remanente, ya que según RODRÍGUEZ *et al.* (2006) la altura de corte de la planta madre tiene un efecto directo sobre el crecimiento de la siguiente generación, debido a que existe una conexión entre el pseudotallo de la planta madre y su hijo de sucesión (hijuelos), permitiendo la transferencia de nutrimentos presentes en el pseudotallo. Por lo tanto, al tener una sección más pequeña y con mayor cantidad de hijuelos, los nutrientes que transfieren el pseudotallo no logra cubrir el desarrollo adecuado de los hijuelos; esta también es la razón por la cual los hijuelos de a_1 y a_0 son superiores.

La comparación de las dosis de N (factor B) muestras que cuando no se aplica la fertilización sobre las plantas madres, los hijuelos muestran un comportamiento inferior al resto. La razón claramente se debe a que al faltar el

N, el hijuelo no se desarrolló con normalidad, por ser este un nutriente muy importante en el crecimiento de los vegetales y esencial en muchos procesos metabólicos, como la utilización de los carbohidratos (PERDOMO *et al*., 2013).

4.4. Peso fresco de hijuelos

En el Cuadro 20 se puede ver el análisis de variancia para el peso fresco de hijuelos, donde se encontró diferencias estadísticas significativas para los tratamientos, el corte de pseudotallo (factor A) y la dosis de N (factor B) pero no se encontró diferencias estadísticas para los bloques y la interacción AxB. El coeficientes de variabilidad fue de 14.50%, demostrando una buena homogeneidad en la respuesta de los tratamientos.

Cuadro 20. Análisis de variancia para el peso fresco de hijuelos de plátano a 90 días de aplicado los tratamientos.

F. de Variación	GL	SC	CM	
Bloques	3	0.18	0.06	NS
Tratamientos	15	48.52	3.23	S
Factorial	15	48.52	3.23	S
Cortes del pseudotallo (A)	3	27.23	9.08	S
Dosis de N (B)	3	15.69	5.23	S
A x B	9	5.60	0.62	NS
Error Experimental	45	14.99	0.33	
Total	63	63.68		
CV.		14.50%		

NS = No significativo

S = Significativo a una probabilidad ($p < 0.05$)

En el Cuadro 21 se puede ver la prueba de Duncan (α=0.05) para el peso fresco de hijuelos, donde los tratamientos T_{12} (a_2b_3 = corte de pseudotallo a 150 cm + 138 g de N) y T_{12} (a_2b_2 = corte de pseudotallo a 150 cm + 92 g de N) con 5.60 y 5.53 kg, mostraron un comportamiento similar estadísticamente entre sí, pero superior al resto de los tratamientos a excepción de T_7 y T_4 cuyas respuestas tuvieron una similitud estadística.

Cuadro 21. Prueba de Duncan (α = 0.05) para el peso fresco de hijuelos de plátano a 90 días de aplicado los tratamientos.

Clave	Tratamiento	Peso (kg)	Sig.
a_2b_3	T_{12} (Corte de pseudotallo a 150 cm + 138 g de N)	5.60	a
a_2b_2	T_{11} (Corte de pseudotallo a 150 cm + 92 g de N)	5.53	a
a_1b_2	T_7 (Corte del racimo + 92 g de N)	5.13	ab
a_0b_3	T_4 (Sin corte de pseudotallo + 138 g de N)	4.86	ab
a_1b_3	T_8 (Corte del racimo + 138 g de N)	4.58	b
a_0b_2	T_3 (Sin corte de pseudotallo + 92 g de N)	4.11	bc
a_2b_1	T_{10} (Corte de pseudotallo a 150 cm + 46 g de N)	3.94	bc
a_1b_1	T_6 (Corte del racimo + 46 g de N)	3.90	bc
a_3b_3	T_{16} (Corte de pseudotallo a 10 cm + 138 g de N)	3.53	c
a_2b_0	T_9 (Corte del pseudotallo a 150 cm + 0 g de N)	3.53	c
a_3b_1	T_{14} (Corte de pseudotallo a 10 cm + 46 g de N)	3.50	c
a_0b_1	T_2 (Sin corte de pseudotallo, + 46 g de N)	3.35	c
a_0b_0	Testigo (Sin corte de pseudotallo + 0 g de N)	3.09	c
a_1b_0	T_5 (Corte del racimo + 0 g de N)	3.06	c
a_3b_2	T_{15} (Corte de pseudotallo a 10 cm + 92 g de N)	3.04	c
a_3b_0	T_{13} (Corte de pseudotallo a 10 cm + 0 g de N)	2.96	c

El peso de los hijuelos es una característica que permite identificar el vigor y por ende su mejor respuesta en el campo. Los resultados encontrados muestran que la interacción de cortar el pseudotallo a 150 cm de altura y una dosis alta de N (138 y 92 g), obtienen hijuelos con el mayor peso alcanzando los 5.60 y 5.53 kg (T_{12} y T_{11}), esto gracias a que como ya se explicó anteriormente, el mayor remanente de pseudotallo proporciona mayor nutrición a los hijuelos que según Rosales *et al*. (2008), citados por VARGAS *et al.* (2013), el aumento de la cantidad de biomasa retenida en la planta madre incrementa la altura y el grosor del pseudotallo de la planta sucesora y por ende su propio peso, mientras Soto (1992), citado por FURCAL y BAQUERO (2014) comenta que existe una correlación positiva entre la producción de biomasa y el N absorbido por las plantas, tal como se ve en los tratamientos que tiene mayor dosis de N, el peso de sus hijuelos es mayor.

Los mejores pesos de hijuelos superan a lo encontrado por otros autores como a ORMAZA (2017) quien encontró un peso de 4.31 kg a los 75 días después de la aplicación de 75 g de carbamida (urea), esto debido al menor tiempo que tuvieron los hijuelos, también supero a trabajos como la de ZAVALETA (2006) quien encontró pesos de 3.40 kg probando diferentes densidades de siembra. Lastimosamente no se encontraron más investigaciones con las que se puedan comparar los efectos de tratamientos similares, pero si publicaciones como la de CARRILLO, (2004), SOTO (2008), FHIA (2009), GUERRERO (2010) y HERRERA, y COLONIA (2011) quienes mencionan como un peso ideal de hijuelos de entre 3 y 5 kg aproximadamente.

En el Cuadro 22 se puede ver la prueba de Duncan (α=0.05) del efecto principal de los cortes de pseudotallo (factor A) y las dosis de N (factor B) para el peso fresco de hijuelos, donde se encontró un comportamiento similar estadísticamente entre los niveles a_2 (corte de pseudotallo a 150 cm), a_1 (corte de racimo) y a_0 (sin corte de pseudotallo) con 4.54, 4.39 y 3.84 kg, pero superiores que a_3 (corte de pseudotallo a 10 cm). Mientras en el factor B, los niveles b_3 (138 g de N) y b_2 (92 g de N) tuvieron un comportamiento similar estadísticamente, pero siendo superior al resto de niveles.

Cuadro 22. Prueba de Duncan (α = 0.05) del efecto principal de los factores A y B para el peso fresco hijuelos de plátano a 90 días de aplicado los tratamientos.

Cortes del pseudotallo (factor A)			**Dosis de N (factor B)**		
Niveles	Peso (kg)	Sig.	Niveles	Peso (kg)	Sig.
a_2	4.54	a	b_3	4.64	a
a_1	4.39	a	b_2	4.47	a
a_0	3.84	a	b_1	3.43	b
a_3	3.16	b	b_0	3.39	b

a_0 = Sin corte de pseudotallo; a_1 = Corte del racimo; a_2 = Corte de pseudotallo a 150 cm; a_3 = Corte de pseudotallo a 10 cm; b_0 = 0 g de N; b_1 = 46 g de N; b_2 = 92 g de N; b_3 = 138 g de N.

La comparación de los corte del pseudotallo (factor A) muestra que cuando este se hace 10 cm de altura (a_3), el peso de los hijuelos es menor que cuando las plantas madres se cortan a 150 cm (a_2) por los mismos motivos que se mencionaron en la altura y diámetro de hijuelo, que es por la mayor cantidad

de nutrientes trasferido desde la sección de pseudotallo dejado, tal como lo menciona Araya y Vargas (2000), citados por VARGAS *et al.* (2013) quienes encontraron que por cada 50 cm de aumento en la altura de corte del pseudotallo, aumenta las características vegetativas del hijo de sucesión. También este peso obtenido por los hijuelos de las plantas de 10 cm de altura (a_3) fue menor al obtenido por los hijuelos de las plantas donde no se hicieron corte (a_0) y donde se cortó solo el racimo (a_1), esto debido, como ya se mencionó anteriormente, a que también el pseudotallo remanente proporcionó mayor nutrición a sus hijuelos, que permitieron remontar el tiempo de desarrollo de ventaja que tuvieron los otros hijuelos.

En la comparación de las dosis de N (factor B) se muestra que al aplicar 92 y 138 g (a_2 y a_3) el hijuelo tiene una superioridad en su peso de casi 1 kg sobre la aplicación de 46 g de N (a_1), esto ocasionado por el efecto que tiene sobre las plantas el N, que según FAO (2002) se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar aminoácidos y proteínas, involucrados en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y que también, como lo menciona Soto (1992) citado por FURCAL y BAQUERO (2014), existe una correlación positiva entre la producción de biomasa y el N absorbido por las plantas, quiere decir que si el N es absorbido por estas plantas, habrá mayor producción de biomasa, mientras que aquellas plantas que no disponen de N, su contenido de biomasa es menor; esto último se refleja más claramente en los hijuelos de las plantas donde no se aplicó N (a_0) que resultaron ser los de menor peso alcanzando solo 3.39 kg.

4.5. Peso seco de hijuelos

En el Cuadro 23 se puede ver el análisis de variancia para el peso seco de hijuelos de plátano, donde se encontró diferencias estadísticas significativas para los tratamientos, el corte de pseudotallo (factor A) y la dosis de N (factor B) pero no se encontró diferencias estadísticas para los bloques y la interacción AxB. El coeficiente de variabilidad fue de 11.55%, demostrando una buena homogeneidad en los resultados encontrados.

Cuadro 23. Análisis de variancia para el peso seco de hijuelos de plátano a 90 días de aplicado los tratamientos.

F. de Variación	GL	SC	CM	
Bloques	3	0.01	0.01	NS
Tratamientos	15	1.01	0.07	S
Factorial	15	1.01	0.07	S
Cortes del pseudotallo (A)	3	0.66	0.22	S
Dosis de N (B)	3	0.27	0.09	S
A x B	9	0.08	0.01	NS
Error Experimental	45	0.23	0.01	
Total	63	1.24		
CV.		11.55%		

NS = No significativo S = Significativo a una probabilidad ($p < 0.05$)

En el Cuadro 24 se puede ver la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el peso seco de hijuelos, donde los tratamientos T_{12} (a_2b_3 = corte de pseudotallo a 150 cm + 138 g de N) y T_{11} (a_2b_2 = corte de pseudotallo a 150 cm + 92 g de N) con 0.88 y 0.84 kg, mostraron un comportamiento similar entre sí, pero superior al

resto de tratamientos a excepción de los tratamientos T_7 (a_1b_2 = corte del racimo + 92 g de N) con el que tuvieron similitud estadística en sus respuestas. También se puede ver que fue el tratamientos T_{13} (a_3b_0 = corte de pseudotallo a 10 cm + 0 g de N) el que tuvo el menor peso (0.48 kg).

Cuadro 24. Prueba de Duncan (α = 0.05) para el peso seco de hijuelos a 90 días de aplicado los tratamientos.

Clave	Tratamiento	Peso (kg)	Sig.
a_2b_3	T_{12} (corte de pseudotallo a 150 cm + 138 g de N)	0.88	a
a_2b_2	T_{11} (corte de pseudotallo a 150 cm + 92 g de N)	0.84	a
a_1b_2	T_7 (corte del racimo + 92 g de N)	0.77	ab
a_1b_3	T_8 (corte del racimo + 138 g de N)	0.70	b
a_0b_3	T_4 (sin corte de pseudotallo + 138 g de N)	0.69	b
a_2b_1	T_{10} (corte de pseudotallo a 150 cm + 46 g de N)	0.65	b
a_0b_2	T_3 (sin corte de pseudotallo + 92 g de N)	0.62	bc
a_1b_1	T_6 (corte del racimo + 46 g de N)	0.59	c
a_3b_3	T_{16} (corte de pseudotallo a 10 cm + 138 g de N)	0.54	c
a_2b_0	T_9 (corte del pseudotallo a 150 cm + 0 g de N)	0.53	c
a_3b_1	T_{14} (corte de pseudotallo a 10 cm + 46 g de N)	0.53	c
a_1b_0	T_5 (corte del racimo + 0 g de N)	0.51	c
a_0b_1	T_2 (sin corte de pseudotallo + 46 g de N)	0.50	cd
a_0b_0	Testigo (sin corte de pseudotallo + 0 g de N)	0.50	cd
a_3b_2	T_{15} (corte de pseudotallo a 10 cm + 92 g de N)	0.49	d
a_3b_0	T_{13} (corte de pseudotallo a 10 cm + 0 g de N)	0.48	d

Los resultados de los pesos secos encontrados muestran una concordancia con lo publicado por Simmons (1973), citado por VÁSQUEZ *et al*. (2005) quien menciona que aproximadamente de 85% al 88% del peso de la planta de plátano está constituida por agua. Esto permite deducir que la producción de hijuelos mediante el corte del pseudotallo de la planta madre y la aplicación de N, no ocasiona variaciones en cuanto al porcentaje promedio de materia seca presente en un hijuelo.

Al igual que para el peso fresco, las plantas donde se cortaron los pseudotallos a 150 cm de altura y se aplicó las dosis mal altas de N (T_{12} y T_{11}) tuvieron los hijuelos con mayor peso (0.88 y 0.84 kg) superando al resto de tratamientos. El peso seco del hijuelo se encuentra mayormente en su pseudotallo que según Moeseev *et al.* (1965), citados por HESLOP-HARRISON y SCHWARZACHER (2007) se puede dividir, en dos partes; una la fibras brutas, que es la suma del tejido celular de la planta, y otra parte de coloides y solubles que se encuentran formados por almidones, azúcares, pectinas, taninos, etc.

En el Cuadro 25 se puede ver la prueba de Duncan (α=0.05) del efecto principal del corte de pseudotallo (factor A) y la dosis de N (factor B) para el número de hijuelos, donde se encontró un comportamiento superior estadísticamente del nivel a_2 (corte de pseudotallo a 150 cm) con 0.73 kg. Mientras en el factor B, los niveles b_3 (138 g de N) y b_2 (92 g de N) tuvieron un comportamiento similar estadísticamente entre sí, obteniendo 0.57 y 0.51 cm, pero siendo superior al resto de niveles.

Cuadro 25. Prueba de Duncan (α = 0.05) del efecto principal de los factores A y B para el peso seco hijuelos de plátano a 90 días de aplicado los tratamientos.

Cortes del pseudotallo (factor A)			**Dosis de N (factor B)**		
Niveles	Peso (kg)	Sig.	Niveles	Peso (kg)	Sig.
a_2	0.73	a	b_3	0.70	a
a_1	0.64	b	b_2	0.68	a
a_0	0.58	b	b_1	0.57	b
a_3	0.51	b	b_0	0.51	b

a_0 = Sin corte de pseudotallo; a_1 = Corte del racimo; a_2 = Corte de pseudotallo a 150 cm; a_3 = Corte de pseudotallo a 10 cm; b_0 = 0 g de N; b_1 = 46 g de N; b_2 = 92 g de N; b_3 = 138 g de N.

El corte de pseudotallo (factor A), al igual que para el peso fresco del hijuelos muestra que cuando se hace el corte a 150 cm de altura en la planta madre (a_2), los hijuelos obtiene mayor peso seco (0.73 kg), por su mayor sección de pseudotallo remanente, y por el efecto que proporciona el corte de la dominancia apical, que permitió más tiempo de desarrollo de los hijuelos. Sobre la dosis de N (factor B), los resultados son similares estadísticamente a los obtenidos en el peso fresco, debido a que por lo general estos tiene una relación directa, es decir que a mayor peso fresco mayor peso seco. Como se puede apreciar la dosis de N de 138 g (b_3) permite obtener hijuelos de 0.70 kg, si bajamos la dosis de N a 92 g (b_2) los pesos se reducirán a 0.68 kg y si usamos solo 46 g (b_1) el peso seco será de 0.57 kg, esto indica que el N influye directamente en el peso del hijuelo, que según Soto (1992), citado por FURCAL y BAQUERO (2014) al ser absorbido el N por la plantas, habrá mayor producción de biomasa.

V. CONCLUSIONES

1. El corte del pseudotallo a 10 cm de altura con la aplicación de 92 y 138 g de nitrógeno (N) favorecen a la obtención de hijuelos en menor tiempo (17.62 días) y en mayor cantidad (27.90), mientras el efecto de la dosis de 138 g de nitrógeno (N) aplicadas en los pseudotallo cortados a 150 cm de altura, permite obtener hijuelos de buen tamaño (96.43 cm), mayor diámetro (13.78 cm), mayor peso fresco y seco (5.60 y 0.88 kg).

2. El pseudotallos cortados a 10 cm de altura mostró su mayor influencia en el brotamiento y el número de hijuelos, cortes más altos del pseudotallo, como a 150 cm favorecen al desarrollo de las características biométricas.

3. La aplicación de las dosis de 92 y 138 g de nitrógeno (N) sobre las plantas madres obtuvieron los mejores efectos principales en el brotamiento de los hijuelos y en sus características biométricas, según se disminuya estas dosis las características de las plantas también se reducen.

VI. RECOMENDACIONES

1. Utilizar el corte a 150 cm de altura en los pseudotallos de las plantas madres más una fertilización de 138 g de nitrógeno (N) para lograr una producción de hijuelos con mejores características vegetativas para ser llevadas a campo definitivo.

2. Para lograr una mayor inducción de hijuelos en las plantas de plátano, utilizar un corte de pseudotallo de la planta madre a 10 cm de altura combinada con la aplicación de 138 g de nitrógeno (N).

3. Aplicar el método vampiro para la eliminación del punto de crecimiento e inducir la producción de hijuelos, si se requiere una producción más acelerada y controlar mejor los daños ocasionados por plagas y enfermedades es recomendable el uso de cámaras térmicas.

4. Plantear trabajos que evalúen cortes de pseudotallos a mayores alturas y con dosis más altas de nitrógeno (N), para determinar el límite exacto donde estos dos factores alcancen su mayor influencia.

5. Aparte de la aplicación de nitrógeno (N), también realizar la aplicación de fósforo (P) y potasio (K), para complementar el desarrollo adecuado de los hijuelos.

VII. RESUMEN

Los componentes en estudio están constituidos por cuatro formas de corte de pseudotallo (a_0 = sin corte del pseudotallo; a_1 = con corte de racimo; a_2 = con corte del pseudotallo a 150 cm y a_3 = con corte del pseudotallo a 10 cm) y cuatro dosis de N (b_0 = 0 g; b_1 = 46 g; b_2 = 92 g y b_3 = 138 g) formando un total de 16 tratamientos. Se evaluó el tiempo de brotamiento, altura, diámetro, peso fresco y peso seco de hijuelos de plátanos cv. “Bellaco”. Los resultados mostraron que el tratamiento T_{15} (a_3b_2 = corte de pseudotallo a 10 cm + 46 g de N) mostró el menor tiempo de brotamiento con 17.62 días; mientras que T_{16} (a_3b_3 = corte de pseudotallo a 10 cm + 138 g de N) tuvo el mayor número de hijuelos con 27.90; la mayor altura con 76.43 cm lo obtuvo el T_{12} (a_2b_3 = corte de pseudotallo a 150 cm + 138 g de N), este mismo tratamiento también obtuvo el mayor diámetro (13.78 cm), el mayor peso seco y fresco (5.60 y 0.88 kg). Concluyendo que los efectos del corte a 150 cm de altura del pseudotallos combinadas con 138 g de N fueron mejores para obtener hijuelos con buenas características biométricas, mientras que para obtener hijuelos en menor tiempo y en mayor cantidad se debe realizar el corte a 10 cm combinadas con 138 g de N.

Palabras claves: Pseudotallo, hijuelos, brotamiento, Bellaco y plátanos.

ABSTRACT

The components under study consist of four forms of pseudo-total cut (a_0 = without cut of the pseudo-total; a_1 = with cut of cluster; a_2 = with cut of the pseudo-total at 150 cm and a_3 = with cut of the pseudo-total at 10 cm) and four N dose (b_0 = 0 g; b_1 = 46 g; b_2 = 92 g and b_3 = 138 g) forming a total of 16 treatments. Sprouting time, height, diameter, fresh weight and dry weight of plantain kidneys cv. "Knave". The results showed that the T_{15} treatment (a_3b_2 = pseudostem cut at 10 cm + 46 g of N) showed the shortest budding time with 17.62 days; while T_{16} (a_3b_3 = pseudo-total cut at 10 cm + 138 g of N) had the highest number of children with 27.90; the greatest height with 76.43 cm was obtained by T_{12} (a_2b_3 = pseudo-cut at 150 cm + 138 g of N), this same treatment also obtained the largest diameter (13.78 cm), the greatest dry and fresh weight (5.60 and 0.88 kg). Concluding that the effects of the cut at 150 cm in height of the pseudotalls combined with 138 g of N were better to obtain children with good biometric characteristics, while to obtain children in a shorter time and in greater quantity the cut at 10 cm combined with 138 g of N.

Keywords: Pseudostem, young plantains, sprouting, Bellaco, plantains.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ANDREU, J., BETRÁN, J., DELGADO, I., ESPADA, J., GIL, M., GUTIÉRREZ, M., IGUÁCEL, F., ISLA, R., MUÑOZ, F., ORÚS, F., PÉREZ, M., QUÍLEZ, D., SIN, E. y YAGÜE, M. 2006. Fertilización nitrogenada. Guía de actualización. 1ra Edición. Editorial Cometa, Bogotá, Colombia. S.A. 197 p.

2. ANGULO, J. 2017. Efecto de tres diferentes dosis del enraizante Root Hor en la producción de hijuelos de plátano (*Musa paradisiaca* L.) variedad bellaco bajo condiciones de cámara térmica. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 101 p.

3. CARRILLO, M. 2004. Evaluación de diferentes sustratos en la aclimatación de vitro-plantas de banano (*Musa spp*.) en la fase de vivero, bajo condiciones de sombreador. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 80 p.

4. CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA. 2006. Manejo sostenible del cultivo del plátano. [En línea]: CORPOICA, (http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Publicaciones/Cultivodelpltano.pdf, Documento, 20 de Dic. 2018).

5. CORRALES, M., RADA, F. y JAIMEZ, R. 2015. Efecto del nitrógeno en los parámetros fotosintéticos y de producción de cultivos. Universidad de los Andes. Acta Agron., Palmira. 65(3):255-260.

6. COSSÍO, L. 2013. Reguladores de crecimiento en las plantas. Cátedra de fisiología vegetal. Universidad Nacional del Nordeste. FACENA. Argentina. 29 p.

7. CRUZ, L. y RUIZ, D. 2012. Métodos para acelerar la emisión y desarrollo de hijuelos en plátano (*Musa* sp.) en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Tesis para optar al título de Ing. Agrónomos. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 140 p.

8. CUÑACHI, F. 2014. Determinación de los factores de sostenibilidad del cultivo de *Musa spp* Plátano, en la zona de la provincia del Datem del Marañón, región Loreto. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. 75 p.

9. FAO, 2002. Los fertilizantes y su uso. Asociación internacional de la industria de los fertilizantes. 1ra Ed. Paris, Francia. 83 p.

10. FIGUEROA Y WILISON, 1992. Producción de Musaceas comestibles en la amazonia peruana. IICA. Publicaciones Misceláneas N°618. Lima. Perú. 23 p.

11. FIGUEROA, A. 1986. Prácticas culturales de la producción de platano. Seminario taller sobre la producción de plátano en la selva peruana. CONAFRUT- IICA. Lima-Perú. 76 – 87 p.

12. FHIA. 2009. Guía para la multiplicación rápida de cormos de plátano y banano. [En línea]: FHIA, (http://www.fhia.org.hn/dowloads/

proteccion_veg_pdfs/multiplicacion_rapida_de_cormos_de_platano_y_banano.pdf, Documento, 20 de Sep. 2018).

13. FLORES, D., GARCÍA, T., MARTÍNEZ, R., MARTÍNEZ, A., LÓPEZ, A. y RUIZ, E. 2004. Cultivos tropicales. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba. [En línea]: INCAH, (http://www.redalyc.org /pdf/1932/193230179014.pdf, Documento, 20 de Sep. 2018).
14. FURCAL, P. y BARQUERO, A. 2014. Fertilización del plátano con nitrógeno y potasio durante el primer ciclo productivo. Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR). Agron. Mesoam., Costa Rica. 25(2):267-278.
15. GAVIRIA J. 2016. Evaluación del efecto del corte del pseudotallo en planta madre, sobre los rendimientos del fruto y tiempo de floración en hijos de sucesión de la segunda generación en banano de variedad (*Cavendish valery*). Tesis para optar el título de Magíster en Ingeniería Agroindustrial. Línea de Investigación. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.158 p.
16. GUERRERO, M. 2010. Guía técnica del cultivo de plátano. Programa MAG-CENTA – frutales. El Salvador. 24 p.
17. HERRERA, M. y COLONIA, L. 2011. Manejo integrado del cultivo de plátano. Universidad Nacional Agraria La Molina. Oficina académica de extensión y proyecto social. Agrobanco. Lima, Perú. Pp. 6 - 9.

18. HESLOP-HARRISON, J. y SCHWARZACHER, T. 2007. Domestication, genomics and the future for banana. Annals of Botany, Oxford. 100:1073-1084.

19. INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA. 2010. Desarrollo de la oferta tecnológica de banano orgánico en la región Piura - Perú. [En línea]: INIA, (http://www.minag.gob.pe/portal/download/, Documento, 23 de Nov. 2018).

20. LALLANA, H. y LALLANA, M. 2003. Manual de prácticas de fisiología Vegetal. Universidad Nacional del Nordeste. 2da Edición digital. Buenos Aires, Argentina. 47 p.

21. LIMACHI, J. 2013. Producción de hijuelos de plátano, en cámara térmica. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 120 p.

22. MARTÍNEZ, L., ARAGÓN, D., ESPINOSA, R., CUÉLLAR, A., GARCÍA, J. y CUÉLLAR, R. 2016 efecto de dosis de nitrógeno, fósforo y potasio combinadas con micorrizas en el cultivo del banano. Rev. Agricultura Tropical, La Habana. 2(1):1-8.

23. NJUKWE, E., TENKOUANO, A., AMAH, D., SADIK, K., MUCHUNGUZI, P., NYINE, M. y DUBOIS, T. 2007. Macro-propagation of banana and plantain. Yaounde, Cameroon. International Institute of Tropical Agriculture (IITA). 23 p.

24. NORIEGA, M. 2010. Tecnología para la producción rápida de semilla (hijuelos) de banano (*Musa sp*.) en campo. Ministerio de agricultura. Dirección Regional Agraria Piura. Instituto Nacional de Innovación Agraria. El Chira, Piura. [en línea]: INIA,

(http://www.minag.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/cartilla-produccion-semillas-banano-organico.pdf, Documento, 10 de May. 2019).

25. ORMAZA, M. 2017. Influencia de tres niveles de carbamida sobre la inducción de hijuelos de plátano (*Musa AAB simmonds*) en el valle del río carrizal. Tesis para optar el título de Ing. Agrícola. Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”. Ecuador. 86 p.
26. ORTIZ, R. et al. 1999. El cultivo del banano. EUNED. San José – Costa Rica.186 p.
27. OZAMBELA, L. 2015. Efectos de tres enraizantes sintéticos en la producción de hijuelos de plátanos (*Mussa paradisiaca L.*) bajo condiciones de cámara térmica. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 93 p.
28. PERDOMO, C., BARBAZÁN, M. y DURÁN, J. 2013. Nitrógeno. Cátedra de fertilidad. Universidad de la Republica. Área de suelos y aguas. Montevideo, Uruguay. 83 p.
29. PÉREZ, E. 2018. Producción de hijuelos de plátano, utilizando cormos de dos variedades comerciales y dos técnicas de siembra, mediante la tecnología de cámara térmica. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 106 p.

30. RODRÍGUEZ, C., CAYÓN, G. y MIRA, J. 2006. Influencia del pseudotallo de la planta madre cosechada sobre el crecimiento y producción del hijo de sucesión en banano (Musa AAA Simmonds). Universidad Nacional de Colombia. Revista Agronomía Colombiana, Bogotá. 24(2):274-279.

31. ROJAS, J. 2006. Técnica para la producción rápida de semilla en campo mediante la técnica de inducción tipo estaca de Vampiro. Cartilla INIA. Estación Experimental Agraria. El Chira, Piura. 45 p.

32. SIMMONDS, W. 1973. Los plátanos. Editorial. Blume. Barcelona. 539 p.

33. SOLÍS, A. 2007. El cultivo de Plátano (genero Musa) en México. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo en horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México. 81 p.

34. SOTO, M. 2008. Banano. Técnicas de Producción, Manejo, Poscosecha y Comercialización del cultivo. Tercera Edición corregida y aumentada en versión CD. Litografía e Imprenta LIL. Costa Rica. 1090 p.

35. TORRES, J. 2016. Absorción, distribución y acumulación de nitrógeno en banano variedad “williams” en dos ciclos de producción en zona húmeda tropical. Tesis para optar el título de Doctor en Ciencias Agrarias: Manejo de Suelos y Aguas. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 146 p.

36. TORRES, S. y QUEZADA, P. 2012. Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira. Hidalgo Impresores E.I.R.L. 1ra edición. Piura, Perú. 72 p.

37. VARGAS, A., GUILLÉN, C. y ARCE, R. 2013. Efecto del manejo del pseudotallo de banano (Musa AAA) a la cosecha sobre la planta sucesora. Corporación Bananera Nacional. Revista Agronomía, Guápiles. 21(2):19-28.

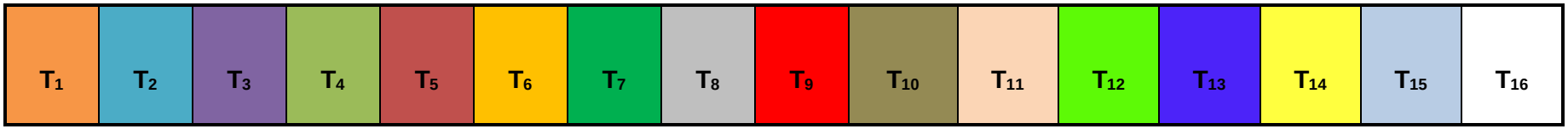
38. VÁSQUEZ, R., ROMERO, A. y FIGUEROA, J. 2005. Paquetes tecnológicos para cultivos agrícolas, en el Estado de Colima. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP). N° 001. Colima, México. 72 p.

39. WILL, F. 2014. Cultivo de banano. Manual técnico, manejo de población. Siembra tipos de hijos. [En línea]: (http://agropecuarios.net/cultivo-de-banano-siembra-tipos-de-hijos.htm, Documento, 20 de Dic. 2018).

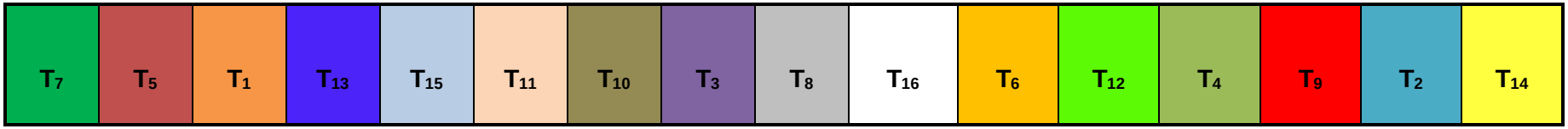
40. ZAVALETA, J. 2006. Evaluación de cinco densidades de siembra en semilleros de plátano (*Musa* sp.) cultivares “isla” *Musa paradisiaca L.* y "bellaco” *Musa corniculata L.,* en Tulumayo. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 123 p.

IX. ANEXO

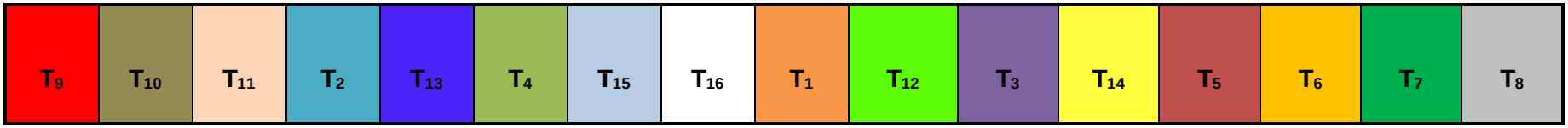
Bloque = 1



Bloque = 2



Bloque = 3



Bloque = 4

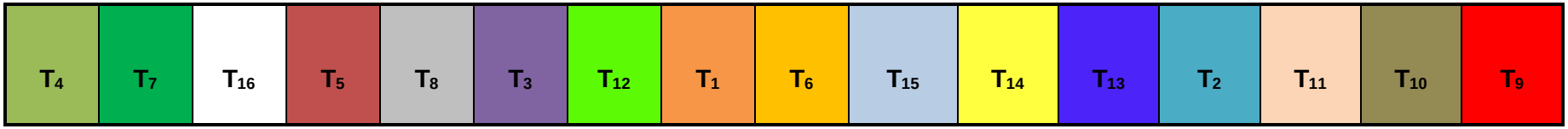


Figura 6. Distribución de los tratamientos en estudio.

Cuadro 26. Presupuesto de producción de hijuelos de plátano.

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SITIOS	TOTAL
TOTAL SITIO					**1600.00**
Sitio	Unidad	1	5.00	320	1600.00
TOTAL AGROQUIMICOS					**377.60**
Urea	kg	0.6	1.80	320	345.60
Furadan	L	0.01	10.00	320	32.00
TOTAL MATERIALES					**272.00**
Costal	Unidad	0.5	1.7	320	272.00
TOTAL MANO DE OBRA		Costo por sitio			**1056.00**
Fertilización	Sitio	1	0.20	320	64.00
Control Fito	Sitio	1	0.10	320	32.00
Inducción Física	Sitio	1	0.50	320	160.00
Control de Malezas	Sitio	1	0.50	320	160.00
Cosecha	Sitio	1	0.50	320	160.00
Limpieza	Sitio	1	0.50	320	160.00
Ensacado	Sitio	1	0.50	320	160.00
Recolección y Transporte	Sitio	1	0.50	320	160.00
TOTAL HERRAMIENTAS					**352.00**
Herramientas Varias	Unidad	1	1.10	320	352.00
TOTAL MATERIALES DE IMPRESIÓN					**271.00**
Papel Boom de 80 gramos	Millar	0.5	30.00		15.00
Copias	Hojas	800	0.10		80.00
USB	Unidad	1	50.00		50.00
Lápiz	Unidad	2	3.00		6.00
Lapiceros	Unidad	2	5.00		10.00
Regla de 60 cm	Unidad	1	10.00		10.00
Encuadernados	Unidad	8	10.00		80.00
Fotocopiado	Hojas	200	0.1.00		20.00
TOTAL SERVICIOS					**430.00**
Tipos	Unidad	100	0.5		50.00
Alquiler de cámara digital	Día	10	10		100.00
Análisis de suelo	Muestra	1	80		80.00
Pasajes	Unidad	1	200		200.00
TOTAL OTROS					**436.82**
Imprevistos (10%)					436.82

SUB TOTAL	**4358.60**
TOTAL	**4795.42**
HIJUELOS 1000 SITIOS/ANO	**4800.00**
COSTO POR HIJUELO	**1.00**

Figura 7. Corte de pseudotallo a 10 cm de altura.

Figura 8. Corte de pseudotallo a 150 cm de altura.

Figura 9. Aplicación de 46 g/planta de N ($T_3 = a_0b_2$).

Figura 10. Aplicación de 92 g/planta de N ($T_7 = a_1b_2$).

Figura 11. Brotamiento de hijuelos ($T_8 = a_1b_3$).

Figura 12. Brotamiento de hijuelos ($T_{13} = a_3b_0$).

Figura 13. Evaluación de la altura de hijuelo.

Figura 14. Evaluación del diámetro de hijuelo.

Figura 15. Racimo del plátano cv. Bellaco.