



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Comportamiento del cultivo de plátano
(*Musa paradisiaca* L.), empleando
Trichoderma harzianum, en estado de
floración ciclo 2020- 2021, en centro
experimental El Plantel, Managua,
Nicaragua**

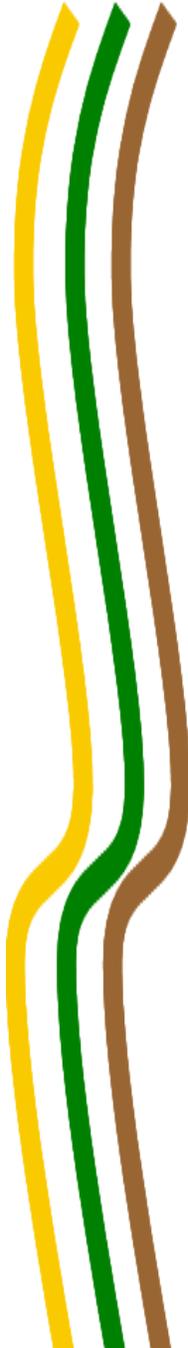
Autores

Br. Oscar Danilo Palma Pineda
Br. Elton Osmar Guevara Matute

Asesor

Ing. MSc. Trinidad Castillo Arévalo

**Managua, Nicaragua
Mayo, 2022**





“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Comportamiento del cultivo del plátano
(*Musa paradisiaca* L.), empleando
Trichoderma harzianum, en estado de
floración ciclo 2020- 2021, en centro
experimental El Plantel, Managua,
Nicaragua**

Autores

Br. Oscar Danilo Palma Pineda
Br. Elton Osmar Guevara Matute

Asesor

Ing. MSc. Trinidad Castillo Arévalo

*Presentado a la consideración del Honorable Comité
Evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo*

**Managua, Nicaragua
Mayo, 2022**



Hoja de Aprobación del Comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Comité Evaluador

Presidente (Grado académico y nombre)

Secretario (Grado académico y nombre)

Vocal (Grado académico y nombre)

Lugar y Fecha: _____

DEDICATORIA

Mi trabajo de graduación de tesis es el resultado de mucho trabajo, esfuerzo, dedicación, esperanza y valentía. Detrás de todas estas cualidades aplicadas ha habido personas y seres que han aportado a este logro personal.

Dedico este trabajo a **Dios** padre celestial todopoderoso que me ha cuidado e iluminado durante todo este tiempo, por no desampararme en los momentos donde me quise doblegar y él estuvo siempre ahí para mí.

También dedico este trabajo a mis padres **Narciso Humberto Guevara Navarro** y **Yolanda Elizabeth Matute**, los alfareros de mi vida. Por siempre imponerme el deber de estudiar para llegar a ser alguien de respeto en la vida. Me enorgullece el poder brindarles la dicha de tener un hijo con un título universitario, porque sé que ese fue uno de sus propósitos en la vida a parte de querer siempre lo mejor para mí. Gracias por brindarme su apoyo, sus suministros económicos, su sabiduría adquirida en la vida y la motivación que siempre necesité.

Le dedico esta tesis a **María Elizabeth Bravo**, por su infinito apoyo a lo largo del desarrollo de mi tesis, por regañarme cuando no quería trabajar, por escucharme, por simplemente estar; gracias, te quiero millones.

A mi asesor **Trinidad Castillo Arévalo**, por brindarme la dicha de trabajar a su lado en mi trabajo de tesis y por confiar en mí.

Br. Elton Osmar Guevara Matute

DEDICATORIA

En mención a mi Padre celestial, todo lo puedo en Cristo que me fortalece. Filipenses 4.13. Con mucho entusiasmo y alegría, dedico este trabajo de graduación a las personas que más amo en este mundo, mis padres **Alvino Salvador Palma Caballero** y **Maritza del Carmen Pineda Santa María** por confiar en mí desde siempre y por estar apoyándome incondicionalmente a pesar de todas las circunstancias que se nos presentaban en el trayecto académico.

A mi hermana **Silvia Elena Mejía Navarro**, por darme sus consejos los cuales me sirvieron para seguir luchando hasta llegar a la meta y en ciertos aspectos los cuales fueron necesarios para poder llegar a la etapa de culminación de estudio.

A mi abuelo **Francisco Javier Pineda Cordero** (q.e.p.d) quien fue uno de los protagonistas para que yo estudiara esta carrera que tanto amo, y para seguir adelante la cual expresa el esfuerzo y dedicación que he logrado obtener mediante al tiempo establecido en este trabajo de culminación de estudio.

A mis amigos, **Silke Herrera, Brittany Soto, Kenneth Romero, Elvin Rodríguez, Jayder Rugama, Axel Martínez**, por su apoyo emocional.

A mi asesor **Trinidad Castillo Arévalo**, por brindarme la dicha de trabajar a su lado en mi trabajo de tesis y por confiar en mí.

Br. Oscar Danilo Palma Pineda

AGRADECIMIENTO

Le agradecemos a Dios por brindarnos la vida, conocimiento, fuerza, destreza para la realización de este trabajo de graduación.

A la Universidad Nacional Agraria, por proporcionarnos los conocimientos necesarios para la realización del trabajo de graduación.

Nuestra gratitud al Ing. MSc. **Trinidad Castillo Arévalo**, por su incalculable apoyo como asesor por brindarnos la oportunidad de realizar la etapa de campo, paciencia y estímulo para realización de este trabajo de graduación.

Br. Elton Osmar Guevara Matute

Br. Oscar Danilo Palma Pineda

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1. Generalidades del cultivo	4
3.2. Origen del plátano	4
3.3. Variedad estudiada	4
3.4. Área cultivada en el país	4
3.5. Rendimientos obtenidos por hectárea	5
3.6. Generalidades de <i>T. harzianum</i>	5
3.6.1. Estudios realizados	5
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	6
4.1. Ubicación de las parcelas experimentales	7
4.2. Condiciones climáticas del área experimental	7
4.3. Duración y fechas del estudio	7
4.4. Tipo de investigación	7
4.5. Diseño experimental	7
4.5.1. Dimensiones del área experimental	7
4.5.2. Descripción de los tratamientos	8
4.6. Manejo agronómico	8
4.7. Variables evaluadas	10
4.7.1. Variables de desarrollo	10
4.7.2. Desarrollo radicular	11
4.7.3. Variables de producción	11
4.8. Operacionalización de variables	12
4.9. Análisis de datos	13
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
5.1. Variables de desarrollo	14
5.1.1. Altura de la planta	14
5.1.2. Diámetro del tallo	16
5.1.3. Área foliar	18
5.2. Subvariables de raíces	20
5.2.1. Peso de cormo	20
5.2.2. Longitud del cormo	21
5.2.3. Número de raíces	22
5.3. Coeficiente de correlación lineal para variables de desarrollo	24
5.4. Variables de producción	27

5.4.1.	Peso de racimo	29
5.4.2.	Número de manos	30
5.4.3.	Peso de manos	31
5.4.4.	Frutos por racimo	32
5.4.5.	Frutos por manos	33
5.4.6.	Peso de fruto	34
5.4.7.	Longitud de fruto	36
5.4.8.	Diámetro del fruto	37
VI.	CONCLUSIONES	39
VII.	RECOMENDACIONES	40
VIII.	LITERATURA CITADA	41
IX.	ANEXOS	46

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Descripción de los tratamientos evaluados	8
2.	Caracterización de variables de producción y desarrollo	12
3.	Significación estadística ANDEVA en variable de desarrollo (altura de la planta) en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)	15
4.	Significación estadística ANDEVA en variable de desarrollo (diámetro del tallo) en cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)	18
5.	Significación estadística ANDEVA en variable de desarrollo (área foliar) en cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)	20
6.	Significancia estadística T-Student de subvariable (Peso de cormo)	21
7.	Significancia estadística T-Student en subvariable (Longitud del cormo)	22
8.	Significancia estadística T-Student en subvariable (Número de raíces)	23
9.	Correlación lineal de Pearson en tratamiento T1 (<i>Trichoderma harzianum</i>)	24
10.	Correlación lineal de Pearson en T0 testigo	24
11.	Estadística descriptiva de variables de producción en plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)	28
12.	Significancia estadística con prueba T-student para variable peso de racimo	29
13.	Significancia estadística con prueba T-student para variable número de manos	30
14.	Significancia estadística con prueba T-student para variable peso de mano	32
15.	Significancia estadística con prueba T-student para variable frutos por racimo	33
16.	Significancia estadística con prueba T-student para variable plátanos por mano	34
17.	Significancia estadística con prueba T-student para variable peso de fruto	35
18.	Significancia estadística con prueba T-student para variable largo de fruto	36
19.	Significancia estadística con prueba T-student para variable diámetro del fruto	38

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Comportamiento del crecimiento en cuatro momentos de la altura de la planta en ambos tratamientos después de aplicado	15
2.	Promedio de altura de la planta en cuatro momentos evaluados analizados en las variables en ambos tratamientos	16
3.	Comportamiento del diámetro del tallo en cuatro momentos, analizado en la variable en ambos tratamientos después de aplicado	17
4.	Promedio del diámetro del tallo en cuatro momentos evaluados en variables en ambos tratamientos	18
5.	Comportamiento del área foliar en cuatro momentos, analizado en la variable en ambos tratamientos después de aplicado	19
6.	Promedio del área foliar en cuatro momentos evaluados en variables en ambos tratamientos	20
7.	Numero de raíces, longitud del corno y peso de corno en los tratamientos T1 y T0 Testigo	23
8.	Diagramas de dispersión entre variables de altura-diámetro (T0-T1)	25
9.	Diagramas de dispersión entre variables altura y área foliar (T0-T1)	25
10.	Diagramas de dispersión entre variables de diámetro-área foliar (T0-T1)	26
11.	Gráfico radial de medias muestrales en variables de producción	27
12.	Separación de medias en variable de peso de racimo para los tratamientos evaluados	29
13.	Separación de media muestral en variable de número de manos para los tratamientos evaluados	31
14.	Separación de media muestral en variable de peso de mano para los tratamientos evaluados	32
15.	Separación de medias en variable frutos por racimo para los tratamientos evaluados	33
16.	Separación de medias en variables frutos por manos para los tratamientos evaluados	34
17.	Separación de medias en variables peso de fruto para los tratamientos evaluados	36
18.	Separación de medias en variables longitud de fruto para los tratamientos evaluados	37
19.	Separación de medias en variables diámetro del fruto para tratamientos evaluados	38

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Plano de campo, dimensión experimental del área	46
2. Perspectiva satelital del área experimental	46
3. Formato de campo para variables desarrollo (diámetro del tallo y altura de la planta)	47
4. Ruta para llegar al área experimental	48
5. Área del ensayo experimental	48
6. Preparación de aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i> tercera aplicación	49
7. Evaluación de variable de producción, peso de plátano	49
8. Aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i> primer aplicación	50
9. Formato para toma de datos en campo para variable (Área foliar)	50
10. Formato para toma de datos en campo para variable de producción (Peso de racimo, manos por racimo y dedos por mano)	52
11. Formato para toma de datos en campo para variables de producción (Longitud y diámetro de dedos)	53

RESUMEN

El presente trabajo se realizó para determinar la influencia del hongo *Trichoderma harzianum* como bioestimulador de desarrollo radicular, desarrollo físico y producción del cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L) de la variedad CEMSA ¾ con aplicaciones en la etapa de floración del cultivo en el área experimental de la finca El Plantel propiedad de la Universidad Nacional Agraria, Managua-Nicaragua. Todas las labores de campo se hicieron de forma manual a excepción del riego que se hizo con aspersores. Se estableció un ensayo conformado por dos parcelas de 3,511 metros cuadrados cada una con dimensiones de 26 metros de ancho y 135 metros de largo. Cada parcela conformaba un tratamiento (T1 y testigo); el T1 fue la parcela aplicada con *Trichoderma* y al testigo. Las variables de desarrollo estudiadas fueron (altura de la planta, diámetro del tallo y área foliar), las variables de desarrollo radicular fueron (Peso del cormo, longitud del cormo y número de raíces) y las variables de producción (peso de racimo, plátanos por racimo, número de manos, peso de manos, plátanos por manos, peso de plátano, longitud de plátano y grosor de plátano). Se hizo uso de los procedimientos estadísticos prueba T-student con separación de medias (Fisher) al 95% de confianza, ANDEVA, correlación lineal de Pearson y regresión lineal. Como resultado no hubo diferencia significativa entre ambos tratamientos a excepción de la variable de producción (número de manos y peso de fruto) y en subvariable número de raíces, siendo las únicas entre todas las variables estudiadas; también se concluyó que todas las variables de desarrollo tienen una fuerte correlación y que son de tendencia ascendente en el diagrama de dispersión.

Palabras clave: Raíz, musáceas, cepa, el diámetro basal.

ABSTRACT

The present work was carried out to determine the influence of the fungus *Trichoderma harzianum* as a biostimulator of root development, physical development and production of the banana crop (*Musa paradisiaca L*) of the CEMSA $\frac{3}{4}$ variety with applications in the flowering stage of the crop in the experimental area. of the El Plantel farm owned by UNA, Managua-Nicaragua. All field work was done manually except for irrigation, which was done with sprinklers. An essay consisting of two plots of 3511 square meters each with dimensions of 26 meters wide and 135 meters long was established. Each plot formed a treatment (T1 and control); T1 was the plot applied with *Trichoderma* and the control. The development variables studied were (plant height, stem diameter and leaf area), the root development variables were (corm weight, corm length and number of roots) and the production variables (bunch weight, bananas per bunch, number of hands, weight of hands, bananas per hands, weight of banana, length of banana and thickness of banana). The statistical procedures T-student test with separation of means (Fisher) at 95% confidence, ANOVA, Pearson's linear correlation and linear regression were used. As a result, there was no significant difference between both treatments, except for the production variable (number of hands and fruit weight) and the subvariable number of roots, being the only ones among all the variables studied; It was also concluded that all the development variables have a strong correlation and that they have an upward trend in the dispersion diagram.

Keywords: root, musaceae, UNA strain, Basal diameter.

I. INTRODUCCIÓN

El plátano (*Musa paradisiaca* L) es una fruta tropical originada en el sudoeste asiático, perteneciente a la familia de las musáceas (es un híbrido triploide de *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*). El plátano se cultivaba en el sur de la india alrededor del siglo V, A.C, de allí se distribuyó a Malasia, Madagascar, Japón y Samoa. Fue introducido probablemente a África del este y oeste, entre los años 1 000 y 1 500 de la era cristiana. Finalmente llegó al caribe y latinoamérica, poco después del descubrimiento del continente. (Ministerio de Fomento, Industria y Comercio [MIFIC], 2007).

El plátano es uno de los cultivos más importantes en la agricultura de américa, es un alimento básico, por su bajo precio, su agradable sabor, disponibilidad todo el año, combinaciones múltiples en la preparación de alimentos, genera sensación de saciedad y alto valor nutritivo (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria [COVECA], 2010). En Nicaragua el cultivo de plátano presenta características importantes tanto a nivel social como sectorial ya que genera empleo local, e indirectamente beneficia a transportistas, comerciantes e industria. De la misma forma el cultivo del plátano en Nicaragua ha venido teniendo un auge desde 1998, donde un 65% de los productores son pequeños productores con propiedades desde ¼ a tres hectáreas (MIFIC, 2007).

Existen varios tipos de organismos, tales como virus, hongos, bacterias y nematodos (Monzón, 2001). Asimismo, Martínez, Infante y Reyes (2013) definen que el hongo *Trichoderma harzianum* presenta muchas bondades antagonistas ante otros organismos, tanto así que han hecho posible la elaboración de productos biológicos con características amigables con el ambiente.

Harman, (2000), Define que *Trichoderma,harzianum*. es un hongo natural del suelo o de materiales vegetales en estado de descomposición, que se presenta en numerosos suelos agrícolas y tiene la capacidad de adaptarse a varios ambientes. Los cambios morfológicos y bioquímicos en las plantas, conlleva a la resistencia sistemática inducida de la planta, esto significa que las plantas inician una serie de colonización y penetración en los tejidos de las raíces de cualquier árbol.

Estudio realizado por Yedidia, Sriyastya y Kapulnik (2001) afirma que la capacidad de *Trichoderma harzianum* de promover el crecimiento, fue verificado en experimentos de invernaderos y en sistemas hidropónicos, donde observó 30% de incrementos en la emergencia de la semilla, y estas plantas presentaron un incremento de 25% del área radicular, asimismo un incremento en las concentraciones de fósforo y hierro en las plantas.

Esto significa que entre los principales microorganismos presentes en el suelo capaces de lograr este efecto se encuentra el hongo *Trichoderma harzianum*, el cual se ha comprobado su efecto como estimulador de crecimiento en múltiples cultivos reportados como estimulador de crecimiento en numerosos cultivos hortícolas y plantas ornamentales (Pérez y Urbaneja, 2001).

Asimismo, el estudio realizado por Mayea, (1995) en su investigación señala que los microorganismos de biofertilizantes tienen un triple papel como suministradores de nutrientes, fitohormonas y antagonistas de organismos fitopatógenos.

Este trabajo tiene como finalidad evaluar la efectividad del hongo *Trichoderma harzianum* como bioestimulador para variables de crecimiento y producción en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.) de la variedad CEMSA ¾ con aplicaciones en etapa de floración entre el sexto y noveno mes después de la siembra (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2019); el motivo de evaluar a esta edad del plantío, se debe a que la mayoría de investigaciones relacionadas, han evaluado la influencia de *Trichoderma harzianum* en aplicaciones en etapas de germinación y crecimiento de plántulas de diversos cultivos. Esta investigación aportará conocimiento al gremio agrícola de nuestro país y servirá para determinar si el uso de *Trichoderma harzianum* en la etapa fenológica de floración es una posible alternativa viable a la producción agroecológica de Nicaragua.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento del cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.) empleando *Trichoderma harzianum* en etapa de floración.

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Comprobar efecto de *Trichoderma harzianum* sobre el crecimiento de raíces y área foliar del plátano (*M. paradisiaca* L.)

- ✓ Determinar el efecto de *Trichoderma harzianum* sobre el desarrollo de la planta en cultivo de plátano (*M. paradisiaca* L.)

- ✓ Determinar el efecto de *Trichoderma harzianum* sobre indicadores productivo del rendimiento del cultivo.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Generalidades del cultivo

En la dieta de los nicaragüenses, el plátano es de mucha importancia según (El Instituto Nicaragüense de Cooperación para la Agricultura, [IICA], 2004). El cultivo de plátano genera ingresos y empleos a las familias. El plátano de Nicaragua se exporta a Costa Rica, Honduras, Puerto Rico, se exporta un 30 por ciento y Estados Unidos un 25 por ciento.

3.2. Origen del plátano

El plátano se originó en Asia meridional antes de la era cristiana, originario de la región Indomalaya. Luego se distribuyó a Hawái y Japón desde el año 650 d.c. La especie llegó a Canarias en el siglo XV y de allí fue llevado a América en 1516 un poco después del descubrimiento del continente americano (Anónimo, 2007).

3.3. Variedad estudiada

La variedad CEMSA ¾ se caracteriza por tener plantas vigorosas, pseudotallo cilíndrico con una altura entre 2.15 a 2.75 m color verde. La disposición de las hojas es recta. El período de duración del primer ciclo vegetativo (siembra-floración) es de 210 a 270 días, el período de duración del primer ciclo productivo (floración-cosecha) es de 90 a 110 días, con un ciclo total entre 300 a 380 días. El peso neto del racimo (sin raquis) es de 7 a 13 kg, la posición de los frutos son curvos hacia arriba y son de color verde, con un promedio de 46 dedos por racimo. CEMSA ¾ es susceptible a sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* M.), nemátodos y al mal de panamá (*Fusarium oxysporum* F.). (Martínez y González, 2007).

3.4. Área cultivada en el país

El plátano se produce en todo el territorio nacional destacando Rivas como el mayor productor de plátano con casi 375 millones de unidades o dedos. Con un área de siembra cercana a las 6,300 hectáreas a nivel nacional y Rivas reportó 4401 ha, de la misma forma superado únicamente por el cultivo de caña de azúcar que genera 18,000 empleos, a razón de 2.34 plazas de trabajo por hectárea (Quintero, 2013).

3.5. Rendimientos obtenidos por hectárea

De acuerdo con Quintero, (2016) menciona que los productores rivenses venden a C\$4.20 por unidad la fruta de calidad al mercado nacional y la de segunda calidad a C\$3.60, siendo el rendimiento promedio por hectárea es de 85,200 unidades con una densidad poblacional de 2500 y 2800 plantas por hectárea.

3.6. Generalidades de *T. harzianum*

El hongo *Trichoderma* sp de 17 muestras proviene de diversos rubros agrícolas, así lo asegura Villegas, (2005) que podemos encontrar *Trichoderma* de forma natural en el ambiente y en casi todos los suelos y que pertenece a la clase Sordariomycetes, orden Hipocreales, Familia: Hypcreaceae.

Los *Trichoderma* es un hongo que tiene un crecimiento bastante rápido sobre muchos sustratos. La exposición de tres minutos de luz solar diario genera estrés e induce su conidiogénesis lo que produce una mayor esporulación del hongo. (Chávez, Montaña, Martínez, Mercado, Rodríguez y Quevedo, 2008).

3.6.1. Estudios realizados

De los 17 aislados de *Trichoderma* obtenidos, cinco de ellos fueron encontrados asociados al cultivo del plátano lo que coincide con lo reportado por otros autores, quienes también encontraron diferentes especies de *Trichoderma* en suelos agrícolas asociados al cultivo del plátano, en la tesis con el título “Aislamiento, caracterización y evaluación de *Trichoderma* sp como promotor de crecimiento vegetal en pasturas de raygrass (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*)” , expone Howell, (2002) que:

Una alternativa para mejorar la fertilidad de los suelos dedicados a la producción de forrajes es el uso de hongos del género *Trichoderma* sp, “las especies de este género son hongos de vida libre, altamente interactivos en las raíces del suelo y ambiente foliar, con una gran capacidad de inactivar exudados originados en las semillas en germinación”. Actualmente, está siendo muy utilizado en diversos cultivos debido al excelente trabajo que realiza como controlador biológico, también parece ser que actúa como promotor de crecimiento (p.5).

Este comportamiento era esperado debido a la actividad que ejerce este organismo, sobre los ciclos biogeoquímicos, particularmente en el ciclo del carbón de los hongos asociados al suelo, así lo afirman Hermosa., Viterbo, Chet y Monte (2012) que:

Trichoderma sp, estimula el crecimiento y desarrollo de raíces en plantas durante su colonización, se han sugerido mecanismos basados en la adherencia, la penetración y la colonización interna de las raíces de las plantas mediante la intervención de metabolitos tóxicos y factores de crecimiento, además posee la capacidad de solubilizar metales (zinc, magnesio, hierro o cobre) convirtiéndolos a nutrientes asimilables para la planta.

El hongo controla aspectos del crecimiento y desarrollo de las plantas por medio de auxinas y hormonas vegetales que a su vez estas aumentan la absorción de nutrientes y facilita la colonización. (Paul y Park, 2013).

“Los beneficios de *Trichoderma* sp, en la agricultura se debe a su capacidad para proteger los cultivos contra las enfermedades y aumentar el rendimiento de los cultivos en condiciones de campos” (Lorito, Woo, Harman y Monte, 2010). Por eso son llamados colonizadores de las raíces de muchas plantas como simbioses vegetales oportunistas y avirulentos.

Donoso, Lobos y Rojas (2008) sostienen lo siguiente:

en varios estudios similares de control de patógenos se ha observado que *T. harzianum* no sólo redujo la severidad de las enfermedades, sino que también indujo la estimulación del crecimiento de las plantas, existiendo reportes en especies herbáceas como lechuga, maíz, tabaco, zapallo, petunia y tomate (p.3).

“Los modos de acción de *Trichoderma harzianum* complementan el crecimiento vegetal desde el estado de plántula, ayudando a la hora del trasplante ya que proporciona mayor vigor y crecimiento a las raíces.” (Galeano, Méndez y Urbaneja, 2002).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación de las parcelas experimentales

El estudio fue establecido en la finca experimental el plantel, ubicado en el kilómetro 30 de la carretera Tipitapa-Masaya, del municipio de Nindirí en el departamento de Masaya. El área cuenta con una zona de vida de bosque tropical seco. El área experimental es propiedad de la UNA. Sus coordenadas 12°07'18''N latitud norte y 86°05'20''W longitud oeste, a una altura de 200.66 msnm. (Díaz, 2019).

4.2. Condiciones climáticas del área experimental

La zona cuenta con temperaturas que oscilan entre 24°C y 32°C grados de media anual, siendo abril el mes, con mayor temperatura presentó y diciembre el mes con temperaturas más templadas. En el año 2020 se registraron 2689.62 mm de precipitación para nuestra zona de estudio, siendo noviembre el mes más lluvioso. (Díaz, 2019).

El pH del área experimental es de 5.5, siendo un suelo ligeramente ácido. Es un tipo de suelo franco arcilloso, con 57% de arcilla, 20% de limo y 23% de arena. También presentó alto nivel de materia orgánica por media de la prueba de agua oxigenada.

4.3. Duración y fechas del estudio

El estudio tuvo una duración de un año aproximadamente. La siembra se realizó en mayo del 2020 y cosechamos en abril de 2021.

4.4. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental, utilizamos el programa con hojas de cálculo Excel 2019 para la base de datos numéricos, Infostat y Minitab V.19 para el análisis estadístico, de esta forma permitieron obtener resultados estadísticos científicos.

4.5. Diseño experimental

4.5.1. Dimensiones del área experimental

Para garantizar la repetividad y facilitar el registro de datos en cada parcela/tratamiento Equivalente a 0.702 hectáreas (7026 m²), se realizaron 25 estaciones fijas (subparcelas) distribuidas diagonalmente, se aseguró un borde de 20 metros con el tratamiento colindante cada tratamiento Contó con una población de 878 plantas por parcela de una distancia de siembra y entre planta de 2 metros (Anexo 1).

4.5.2. Descripción de los tratamientos

Una de las parcelas fue tratada con *Trichoderma harzianum* (T1) y la otra parcela fue el testigo absoluto (T0).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados

Parcela	Principio activo	Organismo	Dosis/ha	Dosis/Planta	Tratamiento
T1	<i>Trichoderma harzianum</i>	Biológico	355.8 g	1.42/g	T1
T0		Sin aplicación			T0

ha= hectáreas *g= gramos* *ml= mililitro*

El tratamiento T1 conto con 25 plantas seleccionadas para establecer puntos de muestreo dentro de la parcela, fueron aplicadas con *T. harzianum* cepa UNA. Estas plantas tuvieron tres aplicaciones de *T. harzianum*, la primera fue a los 270 días, la segunda a los 284 días y la tercera a los 298 días después de la siembra a una concentración de (1×10^{12}) los conidios de *T. harzianum*.

4.6. Manejo agronómico

El manejo agronómico de la parcela fue de acuerdo como la realizó el centro experimental El Plantel, el cual se realizó la recolección previa de cormos obtenidos de un plantío recién cosechado de la finca el plantel. De cada cormo se obtuvo tres segmentos los cuales se desinfectaron con agua y cloro, este proceso se aplicó con una bomba manual de 20 litros realizando una mezcla de 50 ml para cada litro de agua. Como sustrato se utilizó suelo del área. A los 16 días se empezó a apreciar las primeras plántulas de plátano.

a). Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó a finales del mes de abril, y consistió en limpiar el área de forma manual ya que consto con mucha maleza inmediatamente luego de la limpieza se procedió a estaquillar el terreno con distancias de dos de largo por dos de ancho que se establecieron en cada parcela experimental.

b). Siembra

La siembra se realizó a inicio de mayo, se utilizaron retoños de plantas madres llamados “hijo espada”. En las dos parcelas se estableció una distancia de dos metros entre plantas y dos metros entre surcos. Luego se estaquillo los orificios a una distancia antes mencionada de dos por dos, con 30 cm de profundidad y 20 cm de ancho.

c). Riego

El riego se aplicó desde la siembra hasta mediados de agosto. En este tiempo las plantas en promedio midieron 1.6 metros de altura. Se regó con un sistema de riego miniaspercion con una lámina de riego de 4ml por día, esta práctica se realizaba tres veces por semana.

d). Fertilización

La fertilización se aplicó acorde a la etapa fenológica del cultivo, la primera en etapa de crecimiento se aplicó NPK 10-20-10, también Urea al 46% incorporada al suelo a ambos lado de la planta a una dosis de 10 gramos por golpe, la segunda en etapa de floración se aplicó fertilizante NPK 15-15-15 y urea al 46% a una dosis de 15 gramos por golpe y también en ese momento se aplicó fertilizante foliar a base de boro para ayudar con el enraizamiento de las plantas, y finalmente en la etapa de maduración se aplicó NPK de composición 15-15-15 a una dosis de 20gramos por planta. Toda esta labor se realizó en el T1 y T0 con un total de 1,756 plantas en total.

e). Cosecha

La cosecha se realizó 11 meses después de la siembra; los días 13 y 14 de abril del 2021. Se realizó cuando el fruto alcanzó su máximo desarrollo, los frutos empezaron a mostrar signos de maduración como cambio de coloración a amarillento de los plátanos y marchitez del pedúnculo inferior esta labor fue elaborada a los 325 días después de siembra.

f). Toma de datos

Para la toma de datos en campo, se utilizó formatos en hojas (Anexo 3 y 9). Luego se realizó una base de datos en hojas de cálculo de Excel donde se registró los datos adquiridos por cada variable. Las visitas al ensayo eran semanales para realizar labores de campo como limpieza, fertilización, cambio de bandas en puntos a muestrear; pero los muestreos para la recolección de datos se tomaron cada 15 días.

4.7. Variables evaluadas

4.7.1. Variables de desarrollo

a). Altura de la planta

La altura de la planta es una variable de control para determinar el crecimiento de la planta en la etapa de desarrollo y la altura máxima alcanzada en su etapa de producción. Con la ayuda de una cinta métrica de cinco metros, se midió de forma vertical desde el nivel del suelo hasta la primera intersección de las hojas más nuevas de la planta. Esta variable se tomó en metros y posteriormente el dato se anotó en el formato de campo.

b). Diámetro basal

Esta variable determina el aumento del diámetro del pseudotallo de las plantas de plátano en nuestro ensayo. La intención fue determinar el crecimiento del diámetro basal del pseudotallo a lo largo de su etapa de desarrollo hasta que alcanza la madurez reproductiva.

Esta variable se midió en (cm) y con la ayuda de un vernier. Se tomaron dos medidas en forma de cruz (+) a una altura de 20 cm arriba del nivel del suelo, para luego promediar y obtener un único dato de referencia.

c). Área foliar

Esta variable se tomó con la ayuda de una cinta métrica en metros cuadrados (m²). Se midió el largo y ancho de la cuarta hoja que estaba previamente distinguida con cinta, de las plantas seleccionadas en cada lote del ensayo según (Murray, D.B 1960). Esta variable se calculó con la siguiente fórmula.

$$A=L \times A$$

A=área foliar (metros cuadrados)

L=largo de hoja

A=ancho de hoja

4.7.2. Desarrollo radicular

Esta variable se tomó posterior a la cosecha. Se separó el cormo de la planta, el cormo con las raíces se pesó en una balanza electrónica y su unidad de medida fue en kilogramos (kg), también se midió la longitud del cormo con cinta métrica y su unidad de medida fue en centímetros (cm), posteriormente se arrancó todas las raíces y se contó una a una, el dato se sumó y se obtuvo el número de raíces provenientes del cormo, en total fueron 25 cormo por tratamiento donde se realizó el promedio del número de raíces, unidad de medida fue en unidades (u).

Se tomó el dato de las 50 plantas previamente seleccionadas que en conjunto conforman el T1 y el T0.

4.7.3. Variables de producción

a). Peso de racimo

Se midió, peso del racimo con una balanza electrónica de una capacidad de 100 kg. Una vez cortado los racimos 25 por cada tratamiento se calculó el peso promedio, este se ató del raquis del racimo con una cuerda y se colgó de la báscula eléctrica fija. Medida en kilogramos (kg).

b). Número de manos

Se le realizó el recuento de manos por cada racimo por tratamiento donde las plantas evaluadas fueron 25.

c). Peso de manos

Esta variable se realizó el peso promedio para determinar si hubo diferencia en los tratamientos evaluados con un total de 25 racimos evaluados por tratamiento y las manos evaluadas en los dos tratamientos fue el 100 %. La unidad de medida fue en kilogramos (kg).

d) Plátanos por racimo

Se realizó el recuento del número de frutos por racimo un total de 25 evaluados, y 25 plantas por tratamiento donde se identificó el promedio de fruto por racimo. Se midió en unidades (u).

e). Frutos por mano

Se realizó el recuento de número de frutos por mano de los 25 racimos por cada tratamiento, donde el T1 se evaluó 222 y el T0 200 manos.

f). Longitud del fruto

Esta variable se realizó con la ayuda de cinta métrica. Se midió desde la base del pedúnculo hasta el ápice del fruto, se evaluó el mejor fruto por cada mano individual de cada racimo sobre el dorso o parte larga del plátano. La unidad de medida utilizada fue en centímetro (cm).

g). Diámetro del fruto

Se midió con cinta métrica el diámetro de los mismos frutos por cada mano que contenía el racimo. La selección fue de forma aleatoria en ambos tratamientos y su unidad de medida fue en centímetros (cm).

h). Peso individual de fruto

Con ayuda de una báscula de 100 kg, se midió el peso individual del mismo fruto que se utilizó para medir el grosor. La medida utilizada fue en kilogramos (kg).

4.8. Operacionalización de variables

En esta investigación las variables se tomaron por muestreos cada 15 días para monitorear el desarrollo continuo de las plantas seleccionadas; para el análisis de las variables se obtuvieron promedio 12 meses. Un día antes de la cosecha se realizó el último muestreo de datos sobre variables de desarrollo, y se empezó el muestreo de variables de producción donde se tardó una semana, posterior se tomaron los datos de las variables de desarrollo radicular que se realizó a la cosecha.

Cuadro 2. Caracterización de variables de producción y desarrollo

Etapas del cultivo	Variable	Unidad de medida
Desarrollo	Altura de la planta	metros (m)
	Diámetro basal	centímetros (cm)
	Área foliar	metros cuadrados (m ²)
	Longitud del cormo	longitud (cm)
	Peso de cormo	peso (kg)
	Número de raíces	unidad (u)
Producción	Peso de racimo	kilogramos (kg)
	Número de manos	unidad (u)
	Peso de manos	kilogramos (kg)
	Frutos por racimo	unidad (u)
	Frutos por manos	unidad (u)
	Longitud de fruto	centímetros (cm)
	Diámetro de fruto	centímetros (cm)
Peso de fruto individual	gramos (g)	

4.9. Análisis de datos

De acuerdo con la metodología utilizada por (Barrios, Alatorre, Calvecac y Bautista (2004), Vargas, Wang, Obregón y Araya (2015), Urías, Salazar y Johandsen (2007), Rugama., Lacayo y Mayorga, 2014), después de colectados los datos, se organizó en hojas de cálculo de Excel y con la ayuda del programa estadístico Minitab (v.19) e Infostat (v.15) para procesar los datos adquiridos en campo. Las variables cuantitativas evaluadas fueron aplicación de estadísticas descriptivas con la media aritmética y la desviación estándar muestral (S), con la finalidad de realizar intervalos de confianza del 95% por medio de pruebas de comparación de medias muestrales T-student, análisis de varianza (ANDEVA) y a la vez análisis de correlación lineal.

La aplicación del coeficiente de correlación se realizó con la intención de evaluar la fuerza de unión existente entre variables de desarrollo del cultivo de plátano, para determinar si *T. harzianum* influye en esa fuerza de unión.

La aplicación de análisis de varianza (ANDEVA) y prueba t (T-student) se utilizó para determinar si hay o no diferencia significativa en las variables estudiadas entre ambos tratamientos las cuales fueron variables de desarrollo las cuales fueron Altura de la planta, Diámetro basal y Área foliar.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Variables de desarrollo

Los resultados adquiridos de estas variables se obtuvieron por medio de los muestreos desde mayo del 2020 hasta abril de 2021.

5.1.1. Altura de la planta

Se comparó los resultados de ambos tratamientos. Se observó en los registros que la altura hasta el momento de la cosecha osciló entre los 2.7 metros para el testigo y los 2.9 metros para el T1. (Figura 1). Al realizar el análisis de varianza (ANDEVA), en los modelos individuales (tratamiento y mes), se encontró alta diferencia significativa con probabilidad de (P=0.0183) para el modelo tratamiento y probabilidad de (P=0.0186) para el modelo mes; al combinar ambos modelos se obtiene diferencia significativa al encontrar una probabilidad de (P=0.4699), demostrando haber diferencia significativa para esta variable. (Cuadro 3).

Para Martínez y González, (2007) en los resultados de su trabajo de grado “Comportamiento agronómico del plátano (*Musa paradisiaca* L) variedad CEMSA $\frac{3}{4}$ mediante la selección de cormos” afirman que la altura promedio de la variedad CEMSA $\frac{3}{4}$ se encuentra entre 2.15–2.75 metros.

Según Galeano *et al.*, (2002) algunas especies de *T. harzianum* se reportan como estimuladoras de crecimiento en numerosos cultivos hortícolas y plantas ornamentales desde la etapa de semillero.

Según Inbar, Abramsky, Cohen y Chet, (1994) observaron que aplicando *T. harzianum* en semilleros de pepino y de pimentón se incrementó significativamente el crecimiento de las plántulas, en comparación con las que no recibieron la adición del hongo antagonista.

Para Romero, Amaro, Damián, Valencia, Rivera y Huerta (2017) en los resultados de su investigación nombrada “Biopreparados de *Trichoderma* spp. Para el control biológico de *Phytophthora capsici* en el cultivo de tomate de Puebla, México” concluyó con que la variable altura de la planta mostró diferencia significativa entre sus tratamientos a base de *Trichoderma harzianum* obteniendo mejores resultados, respecto al T0.

El hongo influyó en marcar una diferencia significativa cuando se aplicó en etapa de semillero y desarrollo en cultivos hortícolas y ornamentales; al aplicar *Trichoderma harzianum* en el cultivo de plátano en el momento de la floración, el hongo si influyó en una diferencia significativa en la altura de la planta como podemos observar en la figura uno en el momento inicial de floración en su noveno mes que fue enero, T1 siempre obtuvo una mejor tendencia en cuanto al promedio de las evaluaciones hasta el momento de la cosecha, esto demuestra que *T. harzianum*. estimula esta variable sin importar la edad del cultivo.

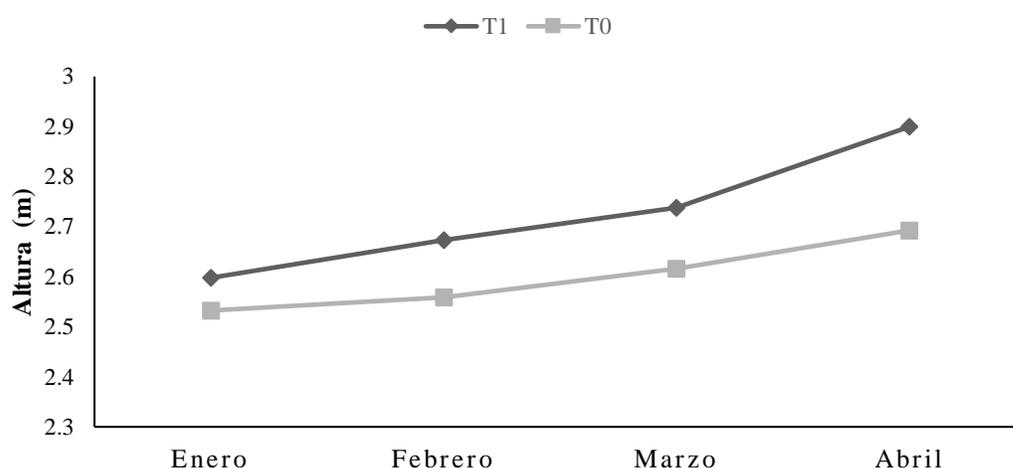


Figura 1. Comportamiento del crecimiento en cuatro momentos de la altura de la planta en ambos tratamientos después de aplicado

Cuadro 3. Significación estadística ANDEVA en variable de desarrollo (altura de la planta) en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.)

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Tratamiento	0.288272	1	0.147909	6.60	0.0183
Mes	0.282023	3	0.094007	4.20	< 0.0186
Tratamiento * mes	0.350884	2	0.003898	0.78	0.4699
Error	0.448093	20	0.022404		
Total	1.22451	26			

CV= 5.61. $R^2 = 0.63$

GL= Grados de libertad, CM= Cuadrados medios, F= Valor de Fisher, p-valor= Probabilidad. CV= Coeficiente de variación. R^2 = Coeficiente de determinación

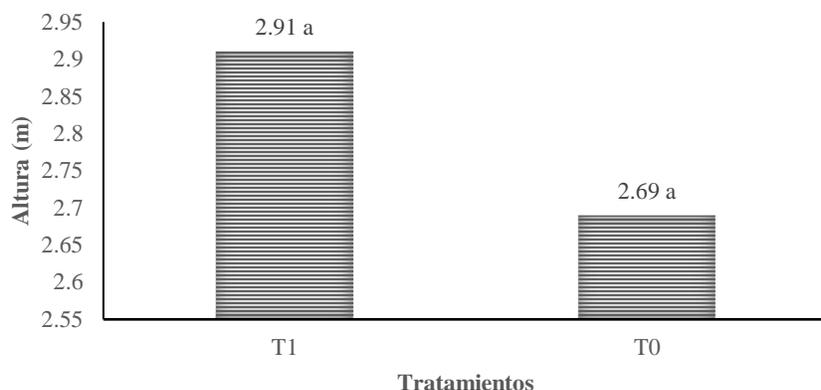


Figura 2. Promedio de altura de la planta en cuatro momentos evaluados analizados en las variables en ambos tratamientos

5.1.2. Diámetro del tallo

Se compararon los resultados obtenidos en el monitoreo de ambos tratamientos. Se observó que los diámetros promedio alcanzados fueron de 27 cm para el T0 y los 30 cm para el T1 (Figura 3). El análisis de varianza (ANDEVA) determinó que en los modelos individuales (tratamiento-mes), se encontró alta diferencia significativa con valores de probabilidad de ($P=0.0349$) para el modelo individual tratamiento y probabilidad de ($P=0.0911$) para el modelo mes. En contraste a estos resultados, al combinar estos modelos (Tratamiento*mes), obtenemos una probabilidad de ($P=0.2590$) concluyendo que se encontró diferencia significativa para esta variable (cuadro 4).

El tallo cumple especialmente dos funciones, la primera es de sostén de las estructuras aéreas y la segunda es de estructura de conducción, que lleva los nutrientes generados en las hojas hacia las raíces (Fonturbel Acha y Mondaca, 2007. p. 60).

Santana, Del Busto, González, Aguilar, Carrodegua, Díaz, Páez y Lugo (2016), en los resultados de su investigación “efecto de *Trichoderma harzianum* y FitoMas-E como bioestimulantes de la germinación y crecimiento de plántulas de tomate” concluyeron con que no encontraron diferencia significativa entre los tratamientos establecidos para la variable de diámetro del tallo, pero notaron que las medias resultaron ser superior en la combinación de FitoMas-E y *Trichoderma*, dichos resultados coinciden con los resultados de esta investigación.

También, López y González, (2004) en su investigación “Selección de cepas nativas de *Trichoderma* con actividad antagónica sobre *phytophthora capsici leonian* y promotoras de crecimiento en el cultivo de chile (*Capsicum annum* L.)” donde evaluaron el crecimiento de plantas de chile en invernadero, observaron que los tratamientos que incluyeron cepas nativas de *Trichoderma harzianum* superaron al testigo donde obtuvieron tallos 15% más robusto con (P=0.002) en contraste a su testigo.

Al emplear *Trichoderma harzianum* en el cultivo de plátano en la etapa de floración, el hongo no logró influir en la determinación de una diferencia significativa en la variable del diámetro del tallo hasta el momento de su cosecha. Pero igual que la variable de altura de la planta, se observó un ligero aumento en la tendencia de la media mensual a partir del momento de aplicación al noveno mes desde la siembra. Esto demuestra que el hongo influye en el diámetro del tallo sin importar la edad del cultivo.

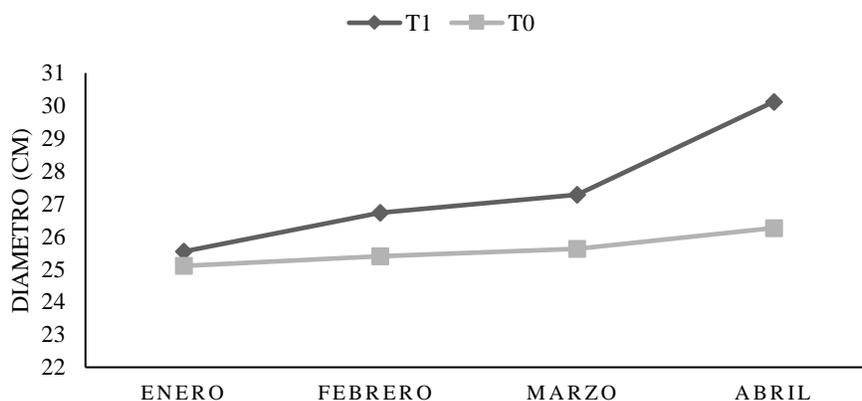


Figura 3. Comportamiento del diámetro del tallo en cuatro momentos, analizado en la variable en ambos tratamientos después de aplicado

Cuadro 4. Significación estadística ANDEVA en variable de desarrollo (diámetro del tallo) en cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.)

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Tratamiento	23.9042	1	23.9042	5.12	0.0349
Mes	34.6494	3	11.5498	2.47	0.0911
Tratamiento*mes	13.5043	2	6.7521	1.45	0.2590
Error	93.3691	20	4.66		
Total	209.499	26			

CV= 8.15. $R^2 = 0.55$

GL= Grados de libertad, CM= Cuadrados medios, F= Valor de Fisher, p-valor= Probabilidad. CV= Coeficiente de variación. R^2 = Coeficiente de determinación

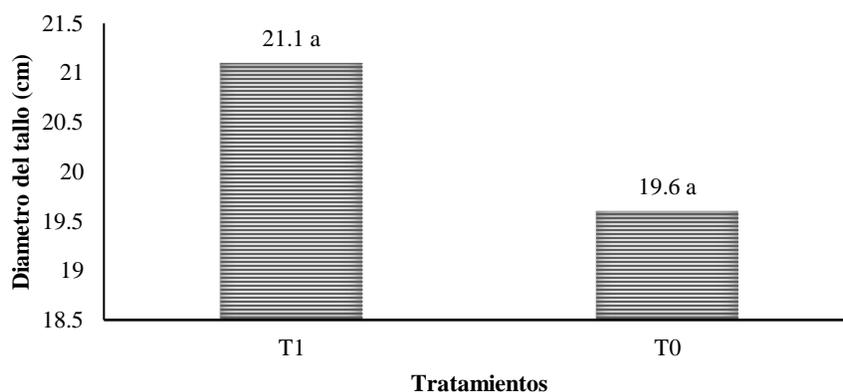


Figura 4. Promedio del diámetro del tallo en cuatro momentos evaluados en variables en ambos tratamientos

5.1.3. Área foliar

El área foliar fue de 1.83 metros en el T0 y 2.09 metros en el T1 (figura 5). Al aplicar el análisis de varianza (ANDEVA) se determinó que en los modelos (tratamiento-mes) al analizarlos de forma independiente obtuvimos resultados de probabilidad de ($P=0.0358$) para el modelo tratamiento y probabilidad de ($P=0.0001$) para el modelo mes demostrando haber alta diferencia significativa. Al combinar ambos modelos (tratamiento*mes) se obtuvo una probabilidad de ($P=0.9464$) demostrando no haber diferencia significativa entre los tratamientos establecidos para esta variable. (Cuadro 5).

El incremento en desarrollo y producción de un cultivo depende fundamentalmente del desarrollo progresivo de su área foliar, lo que permite utilizar más eficientemente la energía solar en el proceso de fotosíntesis (Aguilar, Reyes y Acuña, 2004).

Según Cárcamo y Ávila, (2014), en su investigación nombrada “Efectos de *Trichoderma* sobre el crecimiento y desarrollo de la arveja (*pisum sativum*)” donde establecieron un BCA y en su T11 (*Trichoderma* comercial en concentración $1 \cdot 10^6$ esporas/ml) observaron un aumento del 45% del área foliar en la arveja, respecto a su testigo.

Para González, Sosa y Amarilis (2015) en su trabajo de investigación nombrado “Evaluación de microorganismos eficientes y *Trichoderma harzianum* en la producción de posturas de cebolla (*Allium cepa* L.)” obtuvieron que el área foliar presentó mejores resultados en su T5 (24 kg.m² de materia orgánica, 30 gr de *Trichoderma harzianum*, 15 ml/m² a los 15 y 30 días de germinación de semilla) siendo el tratamiento que difiere significativamente del resto.

El uso de *Trichoderma harzianum* aplicado en etapa de floración en el cultivo de plátano, no logró influir en la determinación de una diferencia significativa en la variable del área foliar, hasta el momento de su cosecha. Según los resultados de los estudios antes mencionados, se obtuvieron mejores resultados en la aplicación de *Trichoderma h.* las etapas de germinación y desarrollo.

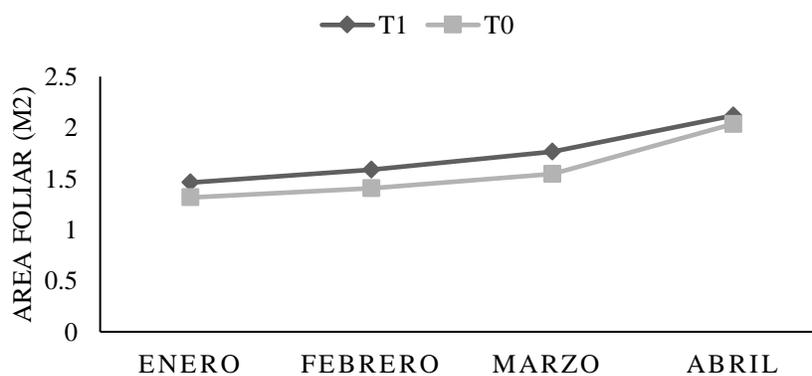


Figura 5. Comportamiento del área foliar en cuatro momentos, analizado en la variable en ambos tratamientos después de aplicado

Cuadro 5. Significación estadística ANDEVA en variable de desarrollo (área foliar) en cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.)

FV	N	SC	GL	CM	F	P-Valor
Tratamiento	2	0.2734	20	0.27346	5.07	0.0358
Mes	4	1.9389	19	0.64631	11.97	< 0.0001
Tratamiento*mes	8	0.0059		0.0298	0.06	0.9464
Error		1.07967		0.0539		
Total	39	3.356190	39			

CV= 14.04. $R^2 = 0.68$

GL= Grados de libertad, CM= Cuadrados medios, F= Valor de Fisher, p-valor= Probabilidad. CV= Coeficiente de variación. R^2 = Coeficiente de determinación

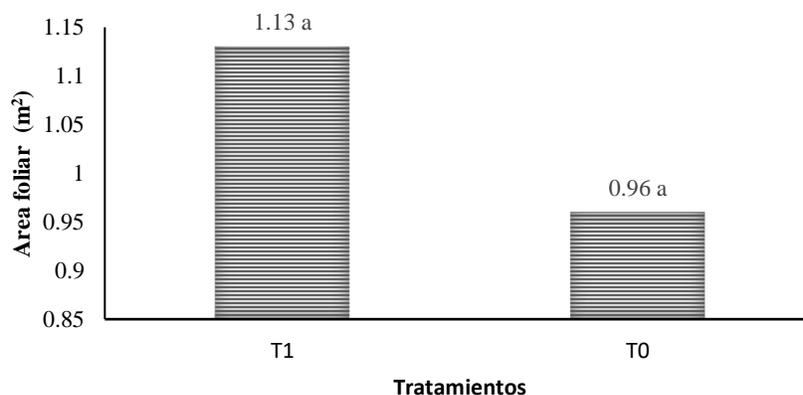


Figura 6. Promedio del área foliar en cuatro momentos evaluados en variables en ambos tratamientos

5.2. Subvariables de raíces

Se compararon los resultados adquiridos en campo para las subvariables previamente establecidas para el estudio de desarrollo radicular.

5.2.1. Peso de cormo

En la subvariable peso de cormo se observó que el promedio alcanzado para el T1 fue de 34.98 kg y para el T0 33.86 kg (Figura 7), al aplicar comparación de medias por medio de la herramienta estadística T-student, no existe diferencia significativa al obtener una probabilidad de ($P=0.166$) (Cuadro 6).

Según Hernandez, Enamorado, Casanoves, Avelin, Fernández y Ortíz (2013) en su investigación “Uso de aislamientos de *Trichoderma* spp., para el biocontrol de *Fusarium oxysporum* f. sp. Cubense (Mal de panamá) raza 1 en vitroplantas de banano de cultivar Gros Michel (AAA) en condiciones de invernadero” entre sus resultados destacan que los aislamientos endofíticos de *Trichoderma* spp. Favorecieron el peso de la raíz en comparación al testigo absoluto obteniendo un 109% más de peso; dichos resultados son opuestos a los de nuestro estudio. Cabe señalar que el ensayo de la investigación de Hernández se realizó a nivel de invernadero y la nuestra a nivel de campo.

En el estudio realizado por Martínez, Rey, Pargas, Guerra, Manzanilla y Ramírez (2021) nombrado “Efecto de sustratos y fuentes orgánicas en la propagación de banano y plátano” en la variable peso de raíces se concluyó que la siembra de secciones de cormos en sustratos de *Trichoderma*, dio como resultados un incremento en el peso de las raíces de 10 g aproximadamente obteniendo probabilidad de ($p=0.01$); dicho estudio se realizó a nivel de vitroplantas y también resultó tener resultados opuestos a esta investigación.

Cuadro 6. Significancia estadística T-Student de subvariable (Peso de cormo)

Variable	Valor T	N	CV	GL	Valor-p
T0		23	8.27	22	
T1		23	8.37	22	
Peso de Cormo	1.41	46		44	0.166

5.2.2. Longitud del cormo

En la subvariable longitud del cormo se observó que el T1 tuvo una media de 83.04 cm y el T0 82.24 cm (figura 7), ambos resultados son muy similares y al aplicar comparación de medias por medio de la herramienta estadística T-student, no existe diferencia significativa al obtener una probabilidad de ($P=0.463$) (cuadro 7).

Para Castellanos, (2006) en su tesis de grado nombrada “Efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* en el rendimiento de los cultivos de maíz y sorgo para ensilaje en Zamorano” observó que la aplicación del hongo determinó en diferir estadísticamente con una probabilidad de $P=0.05$, para la variable tamaño de raíz en comparación a su testigo.

Estos resultados son opuestos a los resultados de esta investigación. El sorgo y maíz son gramíneas con ciclos de vida de tres a cuatro meses y el plátano es una musácea con ciclo de vida de 12 meses.

Cuadro 7. Significancia estadística T-Student en subvariable (Longitud del cormo)

Variable	Valor T	N	CV	GL	Valor-p
T0		23	5.43	22	
T1		23	4.04	22	
Longitud del cormo	0.74	46		44	0.463

5.2.3. Número de raíces

En esta variable se obtuvo media para el tratamiento T1 de 165 raíces y 154 raíces en el T0 (Figura 7). El análisis (T-student) al 95% de confianza, demuestra diferencia significativa igual a (P=0.007) (Cuadro 8).

Para Sarría, Rodríguez, González, Cosío y Pérez (2010) en su investigación titulada “Influencia de *Trichoderma harzianum* en el enraizamiento de *Gardenia jasminoides*” concluyeron que respecto a la variable cantidad de raíces observaron que la mejor variante fue *Trichoderma harzianum* aplicado subapical a la estaca con respecto a su T0; obteniendo 11.44 raíces al tratamiento aplicado con *Trichoderma* 10.6 al T0.

Al comparar los resultados de ambos estudios, se observó que se obtuvo resultados similares con diferencia significativa. Esto demuestra que *Trichoderma* ejerce su papel como bioestimulador en producción de raíces aún en estados fenológicos avanzados en los cultivos. T1 de esta investigación presentó cormos con mayor cantidad de raíces pequeñas, aparentemente al momento de aplicar el hongo se activó la producción de raíces, pero el normal crecimiento de estos fue interrumpido por la cosecha.

Cuadro 8. Significancia estadística T-Student en subvariable (Número de raíces)

Variable	Valor T	N	CV	GL	Valor-p
Testigo		23	6.19	22	
T1		23	10.50	22	
Número de raíces	2.87	46		44	0.007

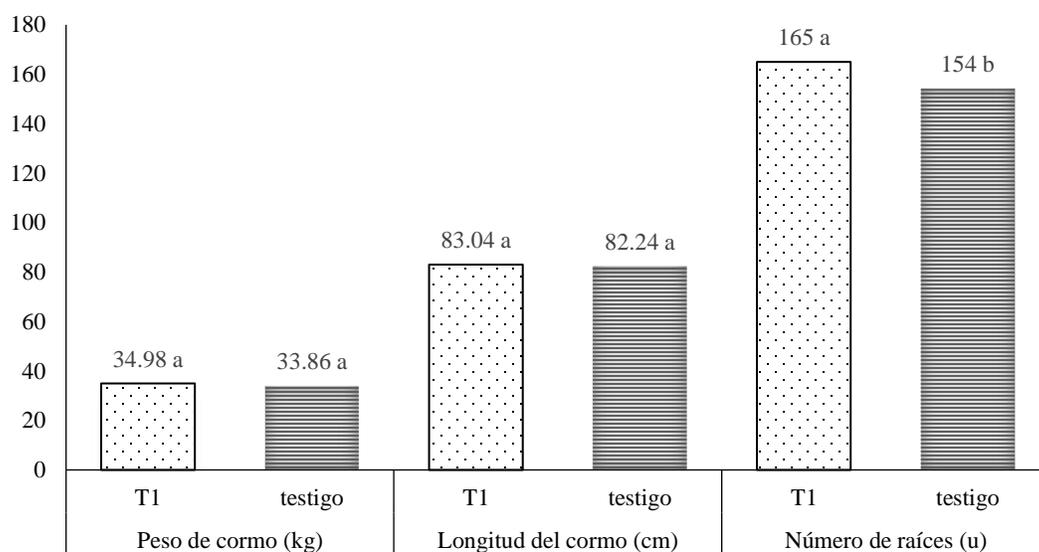


Figura 7. Numero de raíces, longitud del corno y peso de corno en los tratamientos T1 y T0 Testigo

Las tres subvariables seleccionadas obtuvieron resultados muy similares, donde la subvariable número de raíces fue la única que obtuvo diferencia significativa al comparar resultados. A pesar de no haber significancia estadística en las otras dos subvariables se observó que las medias son superiores en el tratamiento aplicado con *Trichoderma harzianum* respecto al T0.

5.3. Coeficiente de correlación lineal para variables de desarrollo

El coeficiente de correlación lineal de Pearson se define en términos de la covarianza de las variables aleatorias X y Y (Fallas, 2012).

La correlación determina el grado de asociación que existe entre dos variables o descriptores. La correlación se mide mediante el coeficiente r y el valor está entre 0 y ± 1 , entre más cercano a ± 1 la relación es mayor (Franco y Hidalgo, 2003).

Cuadro 9. Correlación lineal de Pearson en tratamiento T1 (*Trichoderma harzianum*)

	Altura	Diámetro	Área Foliar
Altura	1.00	0.00	0.00
Diámetro	0.97	1.00	0.00
Área Foliar	0.96	0.96	1.00

Cuadro 10. Correlación lineal de Pearson en T0 testigo

	Altura	Diámetro	Área Foliar
Altura	1.00	0.00	0.00
Diámetro	0.98	1.00	0.00
Área Foliar	0.97	0.95	1.00

Los coeficientes de correlación obtenidos fueron mayores a 0 (correlación positiva). La relación entre variables de forma general fue de alta intensidad por su alta cercanía al valor de 1. Todas las figuras presentaron tendencia ascendente de izquierda a derecha, lo que nos dice que presentan relación directamente proporcional entre las variables.

Para García, (2006) en su investigación titulada “comportamiento agronómico con las prácticas de deshije y sin deshije en vitroplantas de plátano (*Musa* spp) cultivar cuerno, genotipo (AAB) y el estudio de correlaciones lineales entre caracteres para facilitar la selección temprana de plantas con buen rendimiento” observó de que la correlación para variables de desarrollo (ancho de la hoja-área foliar) tuvo una correlación de $r=0.40$, (número de hojas-área foliar) tuvo una correlación de $r=0.50$ y (Grosor de pseudotallo-número de hojas) tuvo una correlación de $r=0.42$.

Comparando resultados, se observó que la correlación entre variables en el cultivo de plátano aumenta conforme La correlación entre variables de desarrollo en ensayos *in vitro* fue considerablemente menor con los datos obtenidos a nivel de campo en esta investigación.

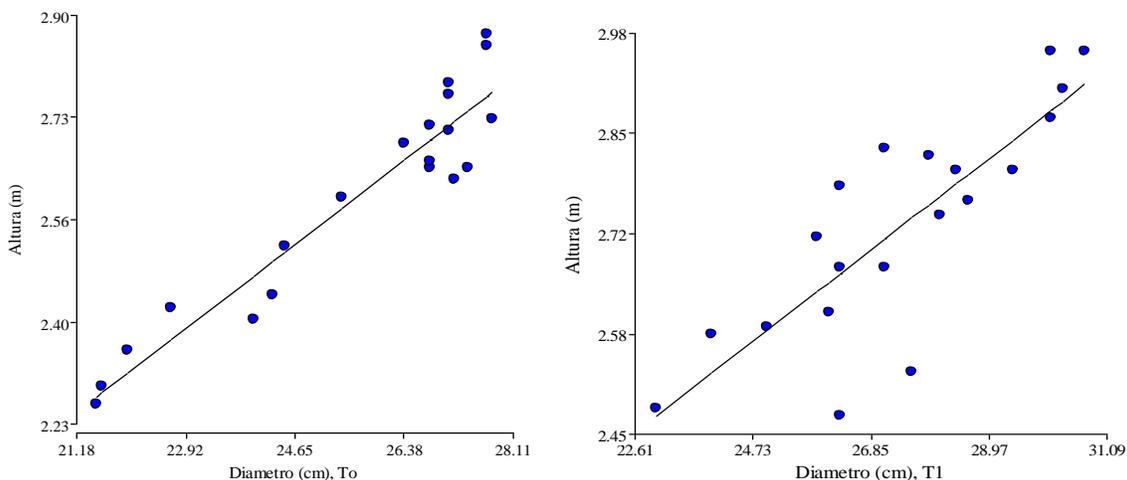


Figura 8. Diagramas de dispersión entre variables de altura-diámetro (T0-T1)

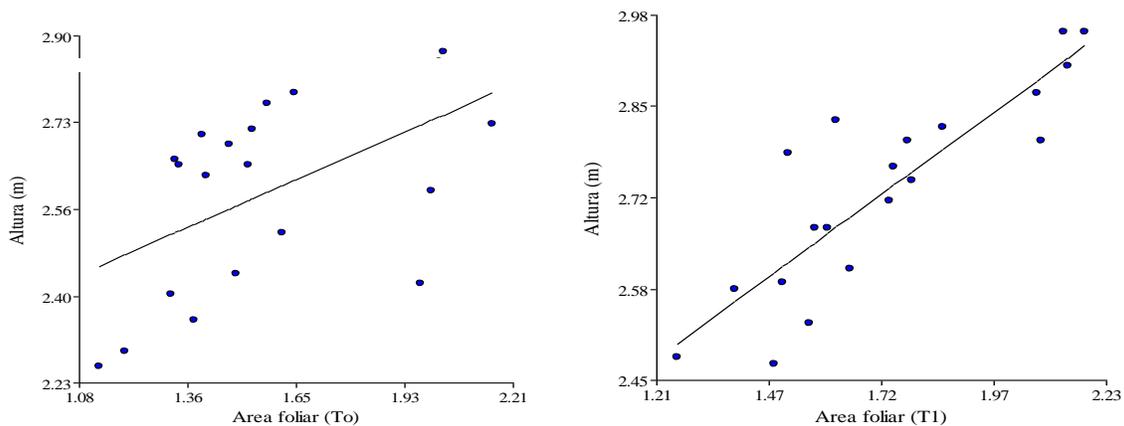


Figura 9. Diagramas de dispersión entre variables altura y área foliar (T0-T1)

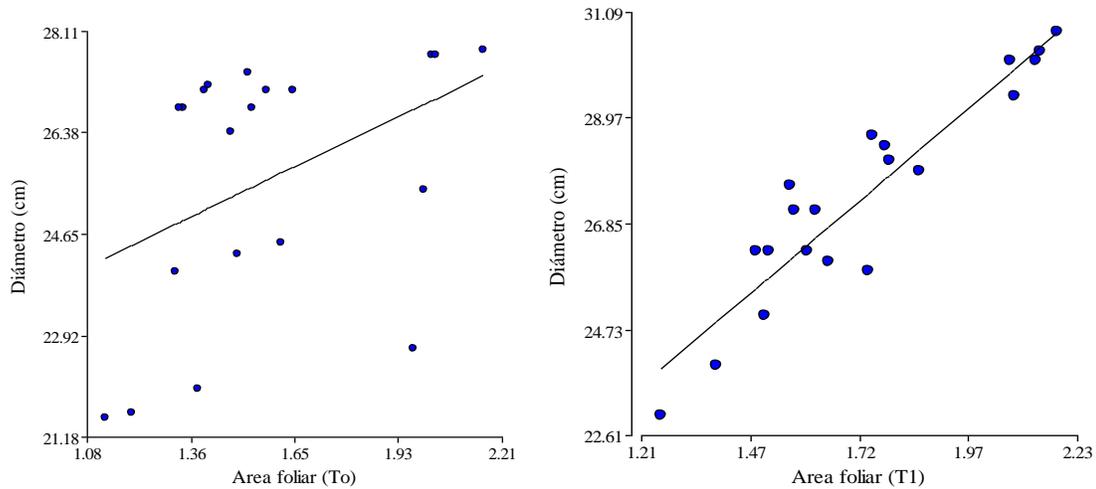


Figura 10. Diagramas de dispersión entre variables de diámetro-área foliar (T0-T1)

Al obtener resultados muy cercanos a 1 y la fuerte agrupación en el diagrama de dispersión entre todas las comparaciones entre variables y tratamientos, se concluye con que *Trichoderma h.* si influye de una manera relevante sobre la correlación de variables de desarrollo. Los resultados en ambos tratamientos son muy similares esto nos indica que si hay diferencia estadística entre los tratamientos evaluados.

También podemos afirmar la alta diferencia significativa que existe entre las variables de desarrollo en las subvariables las cuales fueron, altura de la planta y área foliar representado anteriormente en los andevas, considerando evaluados en la etapa de floración en los meses de enero a abril del 2021, también se observó en lo demostrativo mayor en nuestra regresión lineal en las (figuras 8, 9,10).

5.4. Variables de producción

En términos de medias las variables de producción no mostraron diferencias considerables en sus medias entre los tratamientos establecidos.

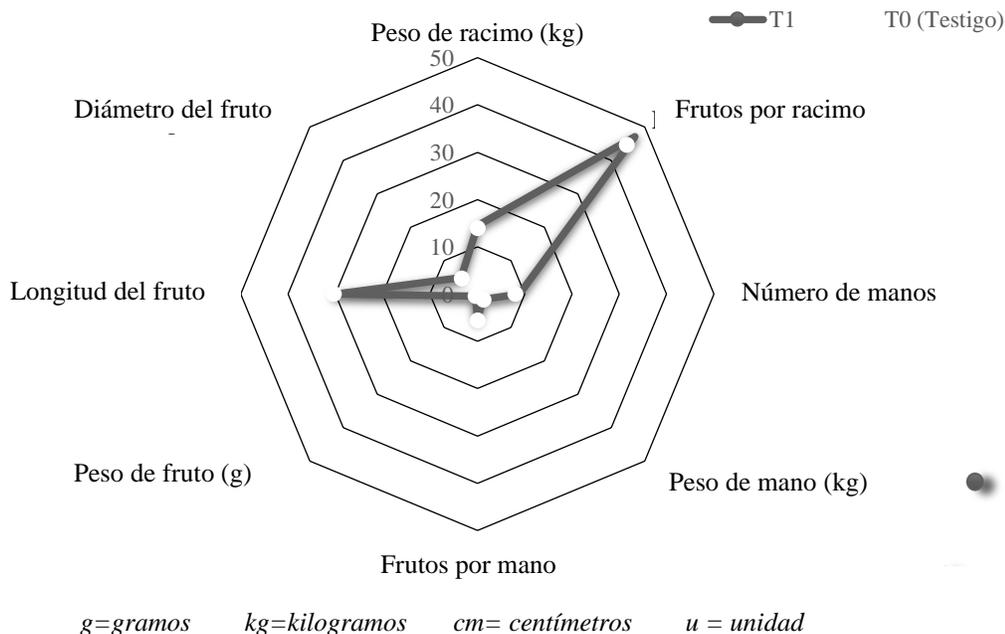


Figura 11. Gráfico radial de medias muestrales en variables de producción

El T1 presentó el racimo de frutos con mayor peso de 19.22kg, mayor cantidad de manos por racimo con 10 y mayor número de frutos por racimo con hasta 53 unidades.

El T0 presentó la mano de plátano con mayor peso de 2.31kg, la mayor cantidad de frutos por manos con 6 plátanos, los frutos con mayor peso de hasta 0.5 kg, los frutos con mayor largo con 32.01cm y mayor grosos de hasta 5.05cm. Estos son los datos de mayor alcance dentro de todos los puntos muestreados en ambos tratamientos.

En términos generales los datos promediados son muy similares y se comprobó por medio de análisis estadísticos.

Cuadro 11. Estadística descriptiva para variables de producción en plátano (*Musa paradisiaca* L.)

Variables	T1			IC	T0			IC
	μ_1	DE	Error		μ_2	DE	Error	
Peso de racimo (kg)	14.53	3.21	1.40	-4.48	13.95	3.55	1.6	5.63
Frutos por racimo	47.09	3.64	1.60	-2.15	44.57	2.5	1.1	7.18
Número de manos	8.88	0.67	0.30	0.01	8	0.42	0.19	1.75
Peso de manos (kg)	1.59	0.30	0.13	-0.75	1.74	0.46	0.21	0.45
Frutos por manos	5.30	0.21	0.09	-0.59	5.57	0.22	0.10	0.06
Peso de fruto (g)	267.6	0.11	0.05	-0.19	254	0.17	0.07	0.25
Longitud de fruto (cm)	29.97	1.64	0.73	-3.22	30.37	2.11	0.94	2.43
Diámetro del fruto (g)	4.9	0.36	0.16	-0.40	4.67	0.43	0.20	0.80

μ =media muestral, DE= desviación estándar, IC=intervalo de confianza

Una vez analizados los resultados con el programa estadístico Minitab e Infostat (v.19) se determinó que no hay diferencia significativa entre la mayoría de variables de producción como podemos determinar en variable peso de racimo, numero de manos, y frutos por racimo al comparar sus datos similares tanto en el T1 y T0.

Las variables peso de racimo, peso de manos, número de plátanos por manos, peso de plátano, longitud de plátano y diámetro de plátano no presentaron diferencias significativas en términos estadísticos.

Las variables número de manos y diámetro de fruto son las únicas de las variables de producción que si difirieron entre ambos tratamientos. Siendo el T1 el que presentó mayor cantidad de manos por racimos con 214 mano en contraste al testigo con 184 manos de plátano; y también presentó un diámetro del fruto superior en el T1 con 4.9 cm en contraste al T0 que presentó un diámetro de 4.67 cm (Cuadro 11).

5.4.1. Peso de racimo

Se analizaron los resultados obtenidos del muestreo en ambos tratamientos en el momento de la cosecha. Se observó que el peso de racimo del T1 fue ligeramente superior al testigo. En el T1 se obtuvo un peso promedio de los racimos de 14.53 kg, en el testigo se obtuvo un peso promedio de 13.95 kg (figura 12.) Con la aplicación de la prueba T-student, se determinó que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos al obtener una probabilidad de (P=0.642) (Cuadro 12). El uso del hongo *Trichoderma harzianum* no influyó significativamente sobre esta variable.

Según Vargas, Wang, Obregón y Araya (2015) en la investigación nombrada “Efecto de *Trichoderma* spp., *Paecilomyces lilacinus* y la inyección de nematicidas en el pseudotallo en el combate de *Radopholus similis* y la producción de banano” no encontraron diferencia significativa en la variable peso de racimo con respecto a su testigo con una probabilidad de (P=0.583) en el tratamiento aplicado con el hongo, estos resultados coinciden con los resultados obtenidos en esta investigación.

Cuadro 12. Significancia estadística con prueba T-student para variable peso de racimo

Variable	Valor T	N	CV	GL	P-Valor
T0		23	35.46	22	
T1		23	30.47	22	
Peso de racimo	0.49	46		43	0.642

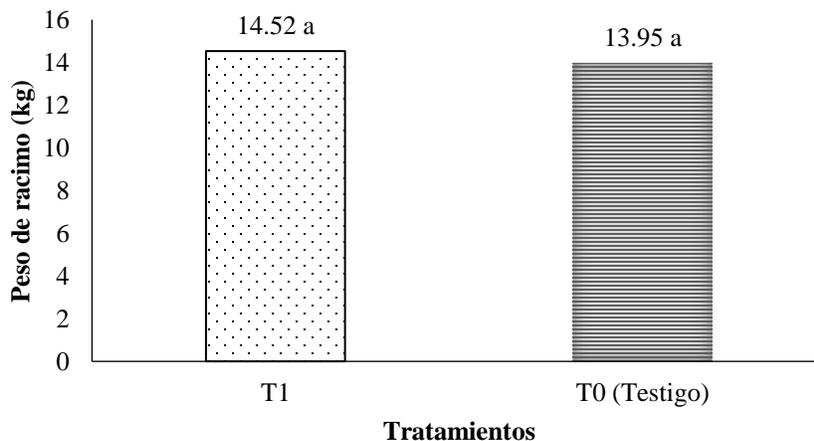


Figura 12. Separación de medias en variable de peso de racimo para los tratamientos evaluados

5.4.2. Número de manos

La variable número de manos según sus datos estudiados en nuestras parcelas experimentales, se analizaron los resultados obtenidos por medio de muestreos a ambos tratamientos previo a la cosecha se observó que la media general para esta variable fue superior en el T1 respecto al T0. Para el T1 se obtuvo una media 8.88 manos por racimos y para el T0 se obtuvo 8 manos (Figura 13). Al aplicar la herramienta estadística prueba T se concluyó en que sí hubo diferencia significativa entre los tratamientos a con una probabilidad de (P= 0.005) (Cuadro 13) demostrando sí haber alta diferencia significativa.

Según Menjivar (2005) en su tesis de postgrado nombrado “Estudio del potencial antagonista de hongos endofíticos para el biocontrol de nemátodo barrenador *Radopholus similis* en plantaciones de banano en Costa Rica” concluyó con que la producción de fruta de banano en lo que respecta al número de manos, en los tratamientos con *Trichoderma harzianum* fue mayor con respecto a su testigo absoluto, dichos resultados coinciden con los obtenidos en esta investigación. Aparentemente *T.harzianum*. Influye en esta variable aun cuando se aplica en la etapa de floración del cultivo de plátano.

El T1 produjo mayor número de mano promedio en todos los puntos evaluado para cada tratamiento donde podemos determinar que *Trichoderma harzianum*, si demostró un buen efecto para esta subvariable.

Cuadro 13. Significancia estadística con prueba T-student para variable número de manos

Variable	Valor T	N	CV	GL	P-valor
T0		23	11.68	22	
T1		23	13.06	22	
Número de manos	2.97	46		43	0.005

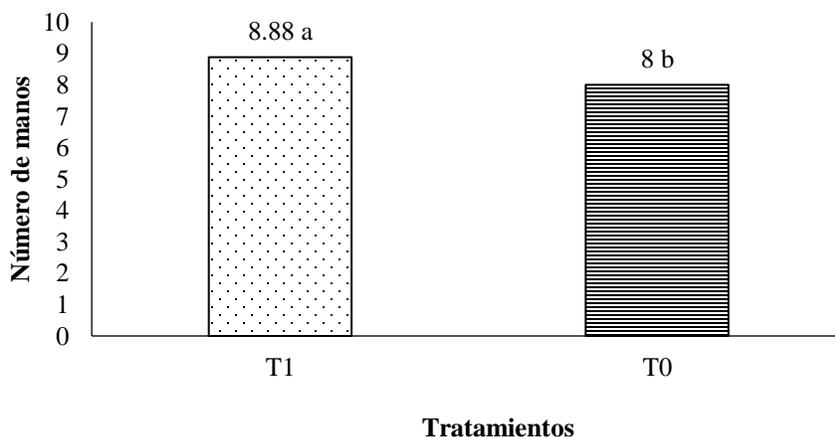


Figura 13. Separación de media muestral en variable de número de manos para los tratamientos evaluados

5.4.3. Peso de manos

Para esta variable se observó que la media fue ligeramente superior en el testigo que en el T1. En el T0 obtuvo una media de 1.74 kg y en el T1 fue de 1.59 kg para dicha variable (Figura 14). Con la aplicación de la prueba T-student se determinó que no hubo diferencia significativa entre ambos tratamientos al obtener una probabilidad de ($P=0.337$) (Cuadro 14). El uso del hongo *Trichoderma harzianum* no difirió de ninguna manera.

Para Vera (2021), en su investigación de maestría con el tema “Uso de enmiendas y activadores biológicos para el manejo de nemátodos en el cultivo de banana (*Musa AAA*) zona Caracol, Cantón Babahoyo” concluye con que los promedios de peso de manos por racimo no reportaron diferencia significativa, dichos resultados coinciden con los resultados de la variable estudiada; pero a la vez resaltó que el tratamiento que obtuvo mejores resultados fue el Trichomix y Bionem en dosis de 250 g/ha, contrastando los resultados de dicha variable seleccionada en la investigación donde se observó mejores resultados en el T0 ya que podemos determinar una diferencia entre los resultados obtenidos de nuestra subvariable peso de mano.

Cuadro 14. Significancia estadística con prueba T-student para variable peso de mano

Variable	Valor T	N	CV	GL	P-valor
T0		184	76.99	183	
T1		184	81.15	183	
Peso de mano	-0.96	367		366	0.337

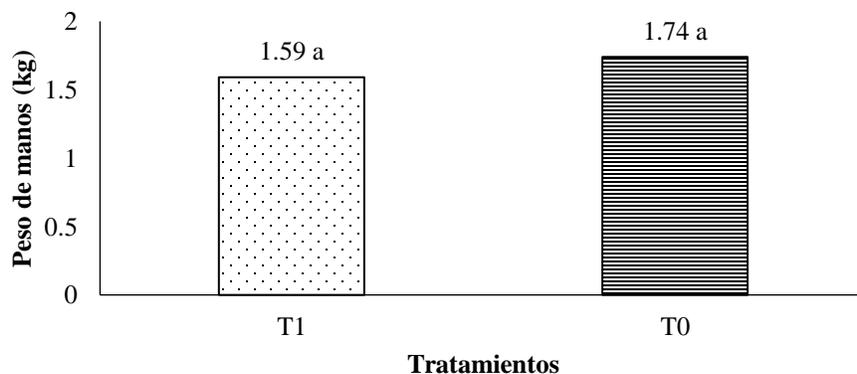


Figura 14. Separación de media muestral en variable de peso de mano para los tratamientos evaluados

5.4.4. Frutos por racimo

Para esta variable se obtuvo un resultado de media en el T1 con un promedio de 47.09 plátanos por racimo en comparación a su T0 que presentó un promedio de 44,57 frutos por racimo (Figura 15). Con la aplicación de la herramienta estadística prueba T, se determinó que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos establecidos al obtener una probabilidad de (P=0.243). (Cuadro 15). El uso del hongo *Trichoderma harzianum* no influyó estadísticamente de ninguna manera sobre esta variable en específico.

Para Leon, Ortíz, Condori y Chura (2018) en los resultados de su investigación destacó que las semillas de quinua (*Chenopodium quinoa*) que fueron tratadas con *Trichoderma harzianum* respondieron positivamente y hubo un aumento en los rendimientos. La quinua al ser una planta herbácea asimiló de forma positiva la estimulación del hongo.

Según Harman (2006), la mezcla de *Trichoderma* con fertilizantes orgánicos en plantaciones de cacao incrementa porcentualmente los rendimientos con respecto al control absoluto. El Cacao al ser un cultivo perenne igual al plátano, creemos que el aplicar *Trichoderma* con fertilizantes se obtendría mejores resultados respecto al rendimiento.

Cuadro 15. Significancia estadística con prueba T-student para variable frutos por racimo

Variables	Valor T	N	CV	GL	P-valor
T0		23	17.42	22	
T1		23	17.63	22	
Frutos por racimo	1.27	46		43	0.243

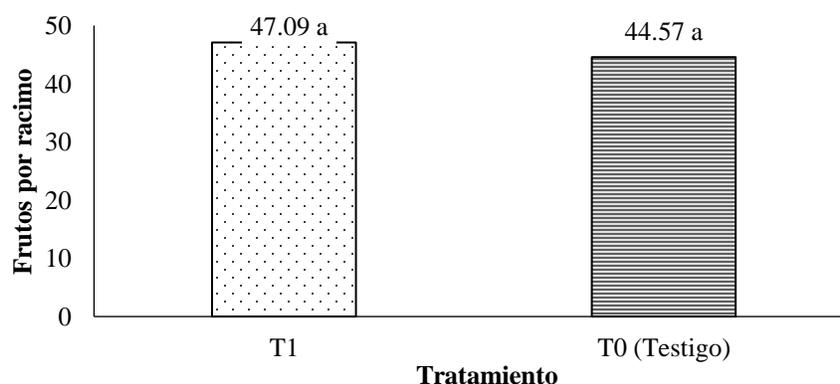


Figura 15. Separación de medias en variable frutos por racimo para los tratamientos evaluados

5.4.5. Frutos por manos

Para esta variable se obtuvo una media de en el T1 con un promedio de 5.57 plátanos por mano en comparación a su T0 que presentó un promedio de 5.3 frutos por mano (Figura 16) Con la aplicación de la herramienta estadística prueba T, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos a una probabilidad de (P=0.465) (Cuadro 16). El uso del hongo *Trichoderma harzianum* no influyó estadísticamente sobre esta variable.

Por su parte, Vargas *et al.* (2015), obtuvo un ligero una cantidad de frutos por mano de total de 6.03 bananas por mano respecto a su T0 que obtuvo 5.83 bananas por mano en los tratamientos aplicados con hongo *Trichoderma harzianum* pero no hubo una diferencia significativa con una probabilidad de (P=0.4042), obteniendo resultados similares que esta investigación; pero obteniendo resultados ligeramente superior a favor del T0. Incluso el valor de P es muy similar en ambas investigaciones por lo que determinamos.

Cuadro 16. Significancia estadística con prueba T-student para variable plátanos por mano

Variable	Valor T	N	CV	GL	P-valor
Testigo		184	54.57	183	
T1		184	60.64	183	
frutos por mano	-0.73	368		367	0.465

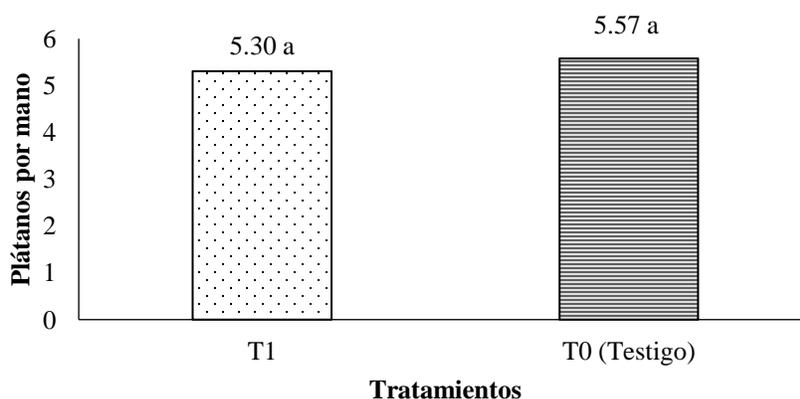


Figura 16. Separación de medias en variables frutos por manos para los tratamientos evaluados

5.4.6. Peso de fruto

Para esta variable se obtuvo en el T1 con un promedio de peso de 267.6 g, en comparación a su T0 que presentó un promedio de peso de 254 g por plátano (Figura 17). Con la aplicación de la herramienta estadística prueba T, se determinó que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos a una probabilidad de (P=0.088). (Cuadro 17).

Para Ruiz, Omelas, Olivas, Acosta, Sepúlveda, Pérez y Fernández (2018) en el trabajo de investigación que realizaron titulado “Efecto de *Trichoderma* spp. y hongos fitopatógenos sobre el crecimiento vegetal y calidad del fruto de jitomate” concluyen con que el tamaño de los frutos tratados con las cepas de *Trichoderma* fue mayor que el resto de tratamientos de igual manera el peso de los frutos también fue mayor al ser variables relativas.

Según Rodríguez, Stefanoya y Gómez (2013) en su investigación “Efecto biocontrolado de *Trichoderma harzianum* contra *pesudoperonospora cubensi* en Pepino (*Cucumis sativus*)” observaron un aumento de 18.07 % en el peso promedio del fruto en las plantas aplicadas con *Trichoderma* respecto al testigo.

Comparando los resultados de las investigaciones nos dice que *Trichoderma* influye en el peso de los frutos de hortalizas como Jitomate (*Solanum lycopersicum*) y pepino (*Cucumis sativus*) al influir en el tamaño. En el caso del cultivo de plátano siendo un cultivo perenne y al aplicarse en la etapa de floración el hongo trabaja, pero no alcanza a marcar una diferencia estadística por la proximidad de la cosecha, ya que el tiempo de acción se ve reducido. Por lo que es posible que la aplicación del hongo en edad más temprana podría marcar una alta diferencia significativa.

Cuadro 17. Significancia estadística con prueba T-student para variable peso de fruto

Variable	Valor T	N	CV	GL	P-valor
Testigo		184	43.39	183	
T1		184	38.60	183	
Peso de fruto	1.71	368		367	0.088

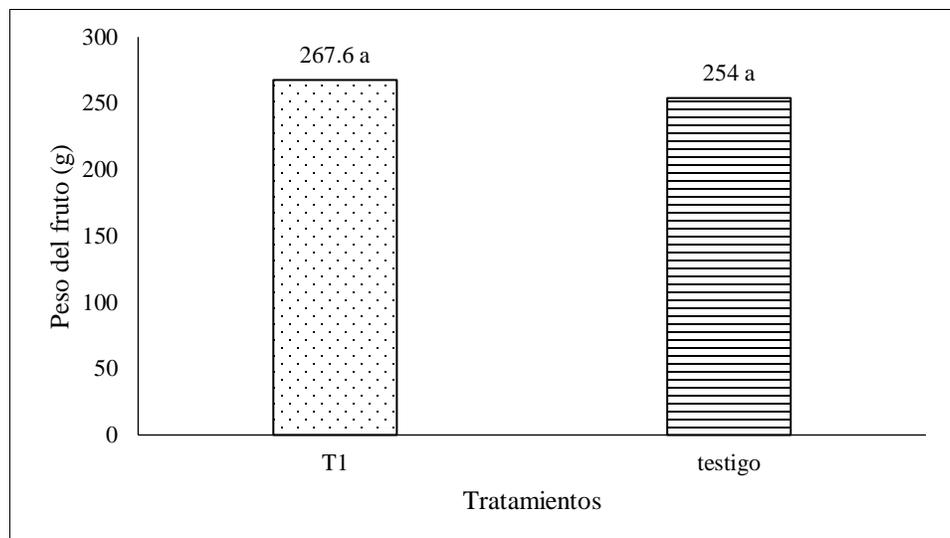


Figura 17. Separación de medias en variables peso de fruto para los tratamientos evaluados

5.4.7. Longitud de fruto

Para esta variable se obtuvo media en el T0 con un promedio de 30.36 cm de longitud, en comparación al T1 que presentó un promedio de 29.97 cm de longitud (Figura 18). Con la aplicación de la herramienta estadística prueba T-student, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos establecidos al obtener una probabilidad de ($P=0.572$) (Cuadro 18).

Según Vargas (2015) entre los resultados de su investigación enfocada en banana (*Musa sp*) con que los hongos (donde estaba incluido *Trichoderma harzianum*) de forma general no demostraron influencia para concluir en una diferencia significativa con probabilidad de ($P=0.997$), obteniendo resultados similares a esta investigación.

Según Rodríguez *et al.*, (2013) en su investigación observaron un aumento del 29.04% de la longitud en los frutos de jitomate (*Solanum lycopersicum*). Los resultados de estas investigaciones ratifican la influencia de *Trichoderma* en la variable longitud del fruto en hortalizas al presentar mejores resultados que en cultivos perennes como plátano.

Cuadro 18. Significancia estadística con prueba T-student para variable largo de fruto

Variable	Valor T	N	CV	GL	P-valor
T0		184	30.30	183	
T1		184	30.05	183	
Longitud de fruto	-0.57	368		367	0.572

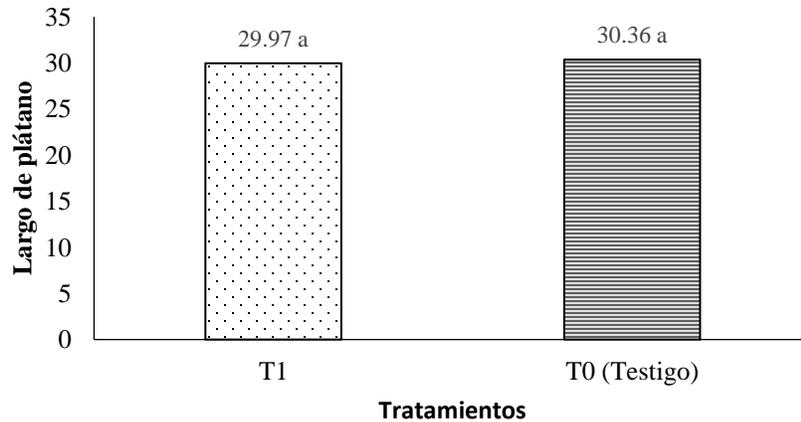


Figura 18. Separación de medias en variables longitud de fruto para los tratamientos evaluados

5.4.8. Diámetro del fruto

Para esta variable se obtuvo que el T1 con un promedio de 4.88 cm de diámetro del fruto, en comparación al testigo que presentó un promedio 4.67 cm de diámetro (Figura 19). Con la aplicación de la herramienta estadística T- student, hubo alta diferencia significativa entre los tratamientos establecidos al obtener una probabilidad de ($P=0.001$) a favor del T1. (Cuadro 19).

Para Merchán, Ferrucho y Álvarez (2014) en su investigación observaron que la variable diámetro del fruto no presentó diferencias significativas para la variedad Ventana con un valor de $P=0.059$, mientras que la variedad Camino Real el ANDEVA mostró diferencia significativa. Estos resultados dependieron de las cualidades físicas de las variedades estudiadas, la variedad que mostró diferencia significativa presenta cualidades más globosas respecto a su comparador.

En el caso de plátano, la variedad CEMSA $\frac{3}{4}$ presenta cualidades físicas similares a la variedad cuerno enano. Estas variedades son de grosor mediano con una media entre 4 y 5 cm (INTA, 2019). Al utilizar *Trichoderma* se obtuvo alta diferencia significativa en el diámetro del fruto.

Cuadro 19. Significancia estadística con prueba T-student para variable diámetro del fruto

Variable	Valor T	N	CV	GL	P-valor
T0		184	15.95	183	
T1		184	14.67	183	
Diámetro del fruto	3.49	368		367	0.001

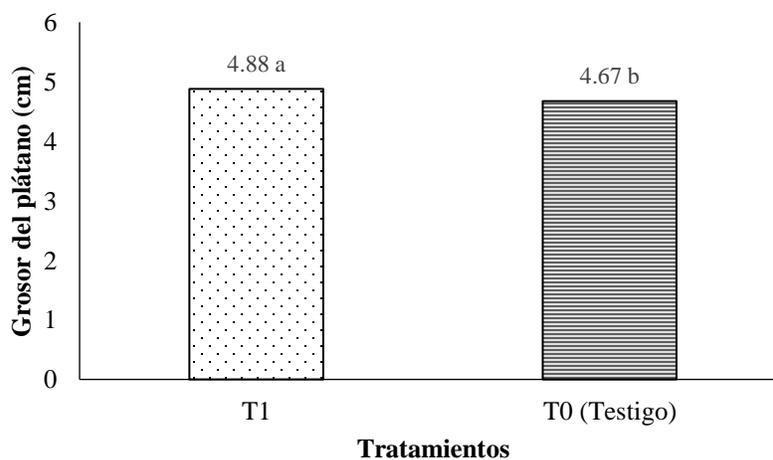


Figura 19. Separación de medias en variables diámetro del fruto para tratamientos evaluados

VI. CONCLUSIONES

- ✓ En las variables de desarrollo radicular la subvariable número de raíces fue la única que tuvo efecto significativo ($p=0.007$) a favor del T1 (*Trichoderma harzianum*).
- ✓ *Trichoderma harzianum* no influyó sobre las variables de producción en su mayoría ya que podemos determinar que *T.harzianum* obtuvo efecto leve en el cultivo de plátano a nivel de campo.
- ✓ En nuestras variables de crecimiento *T.harzianum*, influyo de una manera muy significativa en cuanto al efecto que el hongo estimulo en las subvariables de altura de la planta y diámetro del tallo en el T1.
- ✓ La determinación de efecto del hongo en la producción del cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.), se observó que las variables número de manos ($P=0.005$) y diámetro del fruto ($P=0.001$) fueron las únicas en presentar diferencia significativa entre todas las subvariables de producción, a favor del T1.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Acorde los resultados obtenidos, recomendamos utilizar *T.harzianum* como bioestimulante orgánico cuando las plantas se presentan en estado de plántulas. Consideramos que el uso de este hongo en edades cercanas a la germinación aumenta la probabilidad de mejores resultados tanto en desarrollo físico, e interno de la planta y mejora la producción y crecimiento radicular en el cultivo de plátano.
- ✓ Aplicar *T.harzianum* en etapa de floración en cultivo de plátano acorde a los resultados obtenidos, esto conlleva a obtener buenos resultados en cuanto a variables de desarrollo y producción, donde se afirma utilizar *T.harzianum* en otros cultivos referente a Plátano.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aguilar, M., Reyes, G., y Acuña, M. (2004). *Métodos alternativos de producción de semilla agámica de plátano (Musa sp.)*.
- Anónimo. (2007). El cultivo de plátano y banano https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_platano__banano_.asp
- Barrios Díaz, B., Alatorre R.R., Calyecac Cortero, H.G., y Bautista Martínez, N. (2004). Identificación y fluctuación poblacional de las plagas de la col (*Brassica oleracea* var. Capitata) y sus enemigos naturales en Acatzingo, Puebla, MX. *Agrociencia*, 38, 339 – 248.
- Castellanos, P. A. (2006). Efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* en el rendimiento de los cultivos de maíz y sorgo para ensilaje en Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5296/1/CPA-2006-T021.pdf>
- Chávez, M., Montaña, J., Martínez, M., Mercado, M, Rodríguez, M y Quevedo, B. (2008) Efecto del sustrato y la exposición a la luz en la producción de una cepa de *Trichoderma* sp. *Universitas Scientiarum*, 13 (3): 245-251. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8662/tesis615.pdf>
- Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. (2010). *Monografía del plátano*. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v47n4/v47n4a8.pdf>
- Díaz 2019, precipitación en el departamento de Masaya año 2020. <https://es.weatherspark.com/y/14348/Clima-promedio-en-Masaya-Nicaragua-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Donoso, E., Lobos, G.A, y Rojas, N. (2008). Efecto de *Trichoderma harzianum* y compost sobre el crecimiento de plántulas de *Pinus radiata* en vivero. *Bosque*, 29(1), 52-57. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002008000100006>
- Fallas J., (2012). *Correlación lineal, midiendo la relación entre 2 variables*. https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/correlacion_lineal_2012.pdf
- Fonturbel, F.E., Acha, D., y Mondaca, D. A. (2007). *Introducción a la Botánica*. Recuperado el 08 de febrero de 2022. https://cebem.org/cmsfiles/publicaciones/Manual_de_Botanica.pdf
- Franco, T. L. y Hidalgo, R. (eds.). (2003). *Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos*. https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/An%C3%A1lisis_estad%C3%ADstico_de_datos_de_caracterizaci%C3%B3n_morfol%C3%B3gica_de_recursos_fitogen%C3%A9ticos_894.pdf
- Galeano Revert, M., Méndez, F., y Urbaneja, A. (2002). Efecto de *Trichoderma harzianum* Fifai (cepa T-22) sobre cultivos hortícolas. *Agrícola vergel*, 21(251), 628-632. <https://www.redalyc.org/journal/4760/476051824005/html>
- García Palma, M. A. (2006). Comportamiento agronómico con las prácticas de deshije y sin deshije en vitroplantas de plátano (*Musa spp*) cultivar cuerno, genotipo (AAB) y el estudio de correlaciones lineales entre caracteres para facilitar la selección temprana de plantas con buen rendimiento. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria, (UNA). <https://repositorio.una.edu.ni/2009/1/tnf01g216c.pdf>

- González, R. L., Sosa, D., y Amarilis Castro, L. H. (2015). Evaluación de microorganismos eficientes y *Trichoderma harzianum* en la producción de posturas de cebolla (*Allium cepa* L.). *Centro Agrícola*, 42(2), 25-32. http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V42-Numero_2/cag04215.pdf
- Harman, G. (2000). The Myths and Dogmas of Biocontrol: Changes in Perceptions Derived from Research on *Trichoderma harzianum* Strain T-22. *Plant Disease*, 84(4), 377-393. <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209116102005.pdf>
- Harman, G. (2006). Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology*, 96 (2), 190-194.
- Hermosa, R., Viterbo, A., Chet, I., y Monte, E. (2012). Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology*, 158(1), 17-25. https://www.ecorfan.org/proceedings/PCBS_TI/PCBS_4.pdf
- Hernandez, Á., Enamorado, L., Casanoves, F., Avelin, J., Fernández, A. y Ortiz, J. L. (2013). Uso de aislamientos endofíticos de *Trichoderma* spp., para el biocontrol del *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense (Mal de Panamá) raza 1 en vitroplantas de banano del cultivar Gros Michel (AAA) en condiciones de invernadero. *Universitas (León): Revista Científica de la UNAN León*, 4(1), 71-82. <file:///C:/Users/50587/Downloads/1480.pdf>
- Howell, C. (2002). *Mechanisms employed by Trichoderma species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concept*. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS.2003.87.1.4>
- <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n1/rpv01113.pdf>
- Inbar, J., Abramsky, M., Cohen, D., & Chet, I. (1994). Plant growth enhancement and disease control by *Trichoderma harzianum* in vegetable seedlings grown under commercial conditions. *European Journal of Plant Pathology*, 100(5), 337-346 <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01876444>
- InfoStat versión 2019 JA Di Rienzo, F Casanoves, MG Balzarini, L González... - Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba..., 2019 https://scholar.google.com.ar/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=yumGXjoAAAAJ&citation_for_view=yumGXjoAAAAJ:zYLM7Y9cAGgC
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2004). Nicaragua: Cadena agroindustrial del plátano IICA. Recuperado de <http://repiica.iica.int/docs/B0030e/B0030e.pdf>
- INTA. (2019). Guía técnica con plantas in vitro Plátano. <https://inta.gob.ni/project/guia-tecnica-con-plantas-in-vitro-platano/>
- Lacayo., R. y Mayorga, J. (2014). Abundancia, riqueza y diversidad insectil asociada al cultivo de Marango (*Moringa oleifera* L.) [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria.
- Leon B., Ortiz N., Condori N. y Chura E. (2018). Cepas de *Trichoderma* con capacidad endofítica sobre el control de mildiu (*Peronospora variabilis* Gaum) y mejora del rendimiento de quinua. *Rev. Investig. Altoandín*, 20(1), 27. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v20n1/a03v20n1.pdf>

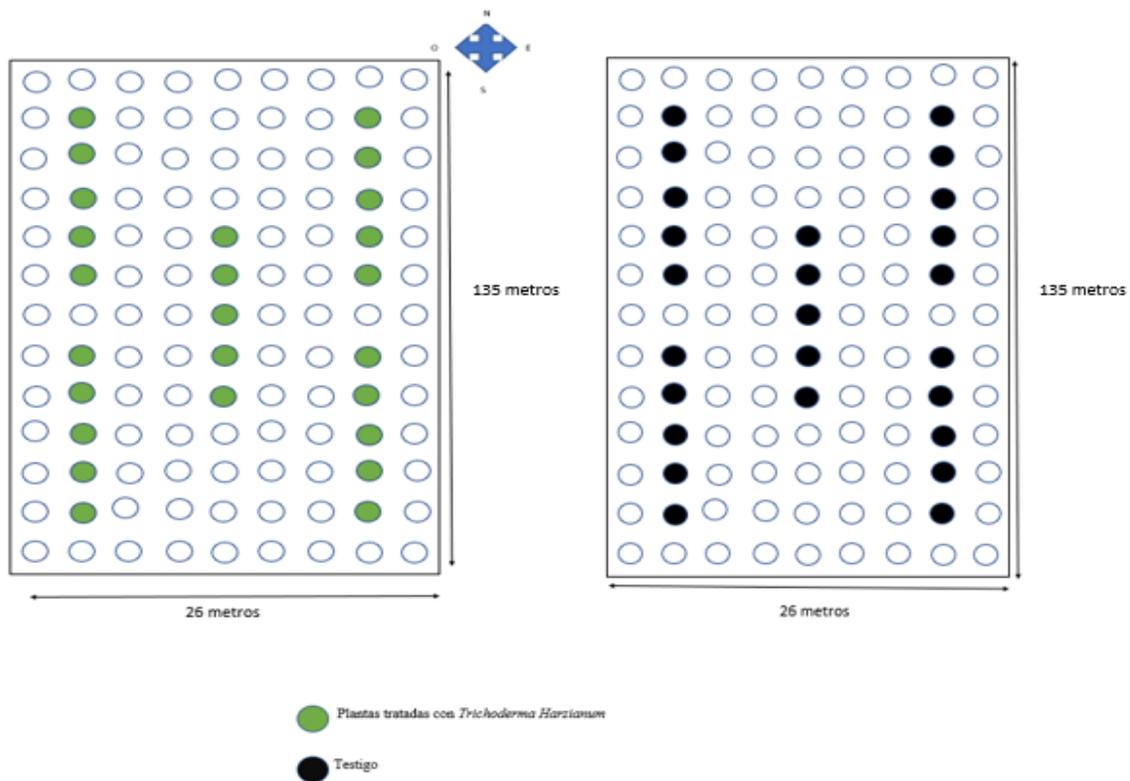
- López, C. G., y González, P. A. G. (2004). Selección de cepas nativas de *Trichoderma* spp. con actividad antagónica sobre *Phytophthora capsici* Leonian y promotoras de crecimiento en el cultivo de chile (*Capsicum annum* L.). *Revista Mexicana de Fitopatología*, 22(1), 117-124. Recuperado el 28 de febrero de 2020. redalyc.org/pdf/612/61222115.pdf
- Lorito M., Woo S.L. Harman G.E. y Monte E. (2010). Translational research on *Trichoderma*: from 'omics to the field. *Annual Review of Phytopatholog.* 48, 395-417. <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-phyto-073009-114314>
- Martínez B., Infante D. y Reyes Y. (2013). *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Protección vegetal*, 28(1), 1-11.
- Martínez, E., y González, M. (2007). *Instructivo técnico del cultivo del plátano*. <https://docplayer.es/34840867-Instructivo-tecnico-del-cultivo-del-platano.html>
- Martínez, G., Rey, J. C., Pargas, R., Guerra, C., Manzanilla, E., y Ramírez, H. (2021). Efecto de sustratos y fuentes orgánicas en la propagación de banano y plátano. *Agronomía Mesoamericana*, 32(3), 808-822. Obtenido el 2 de marzo de 2022. <file:///C:/Users/50587/Downloads/42490-Article%20Text-191462-1-10-20210818.html>
- Mayea S. (1995). Los biofertilizantes y su acción fitopatógena. Memorias del III encuentro nacional científico técnico de bioplaguicidas y EXPOCREE. INISAV. Recuperado de http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V33-Numero_3/cag153061503.pdf
- Menjivar Barahona, R. D. (2005). Estudio del potencial antagonista de hongos endofíticos para el biocontrol del nematodo barrenador *Radopholus similis* en plantaciones de banano en Costa Rica. Tesis de postgrado. Centro de Enseñanza para el desarrollo y la conversación. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4997/Estudio_del_potencial_antagonista.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Merchán, J. B., Ferrucho, R. L., & Álvarez, J. G. (2014). Efecto de dos cepas de *Trichoderma* en el control de *Botrytis cinerea* y la calidad del fruto en fresa (*Fragaria* sp.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(1), 44-56. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v8n1/v8n1a05.pdf>
- Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (2007). *Ficha del plátano*. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01N583.pdf>
- Monzón A. (2001). Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. *CATIE, Turrialba*, 63, 95-103. <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6723/A2107e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Murray, D.B (1960). *The effect of deficiencies of the major nutrients on growth and leaf analysis of the banana. Tropical agriculture Trinidad and Tobago*, 69, 97-106. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19601901913>

- Paul D., y Park KS. (2013). Identification of volatiles produced by *Cladosporium cladosporioides* CL1, a fungal biocontrol agent that promotes plant growth. *Sensors (Basel)*, 13, 13969-13977. https://www.ecorfan.org/proceedings/PCBS_TI/PCBS_4.pdf
- Pérez-Solís, E., y Urbaneja, A. (2001). Trianum (*Trichoderma Harzianum*), promotor del crecimiento vegetal y nuevo agente de control biológico de enfermedades vegetales. *Agrícola vergel*, 20(239), 597-599. <http://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/3965?locale-attribute=es>
- Provides solar and meteorological data sets from NASA research for support of renewable energy, building energy efficiency and agricultural needs. (2021). Recuperado el 08 de febrero 2022. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- Quintero, L. (21 de enero 2013). Rivas principal exportador de plátano. *El Nuevo Diario*. <http://www.elnuevodiario.com.ni/economia/275024>
- Quintero, L. (26 de abril 2016). Rivenses cosechan plátano de calidad. *El Nuevo Diario*. www.elnuevodiario.com.ni/economia/391094-rivenses-cosechan-platanocalidad/
- Rodríguez, F., Stefanova, M., y Gómez, U. (2013). Efecto del biopreparado de *Trichoderma harzianum* (Rifai) contra *Pseudoperonospora cubensis* (Berk Curt) Rostow y *Erysiphe cichoracearum* DC en pepino (*Cucumis sativus* L.). *Fitosanidad*, 17(2), 41 <http://www.fitosanidad.cu/index.php/fitosanidad/article/view/59/50>
- Romero, O., Amaro, J., Damián, A., Valencia de Ita, M., Rivera, A., y Huerta, M. (2017). Biopreparados de *Trichoderma spp.* para el control biológico de *Phytophthora capsici* en el cultivo de tomate de Puebla, México. *Información Técnica Económica Agraria*, 113(4), 313-324. [https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2017/113-4/ITEA%20113-4%20\(313-324\).pdf](https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2017/113-4/ITEA%20113-4%20(313-324).pdf)
- Rugama Lovo., I.M, y López Vílchez, M.E. (2011). Identificación y descripción de los principales insectos rastroso asociados al cultivo del marañón (*Anacardium occidentale* L.) orgánico y convencional, en león, Nicaragua. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria.
- Ruiz Cisneros, M., Ornelas Paz, J., Olivas Orozco, G., Acosta Muñoz, C., Sepúlveda Ahumada, D., Pérez Corral, D., .. y Fernández Pavía, S. (2018). Efecto de *Trichoderma spp.* y hongos fitopatógenos sobre el crecimiento vegetal y calidad del fruto de jitomate. *Revista mexicana de fitopatología*, 36(3), 444-456. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmfi/v36n3/2007-8080-rmfi-36-03-444-en.pdf>
- Santana Baños, Y., del Busto Concepción, A., González Fuentes, Y., Aguiar González, I., Carrodegas Díaz, S., Páez Fernández, P. L. y Díaz Lugo, G. (2016). Efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai y FitoMas-E® como bioestimulantes de la germinación y crecimiento de plántulas de tomate. *Centro agrícola*, 43(3), 5-12. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v43n3/cag01316.pdf>

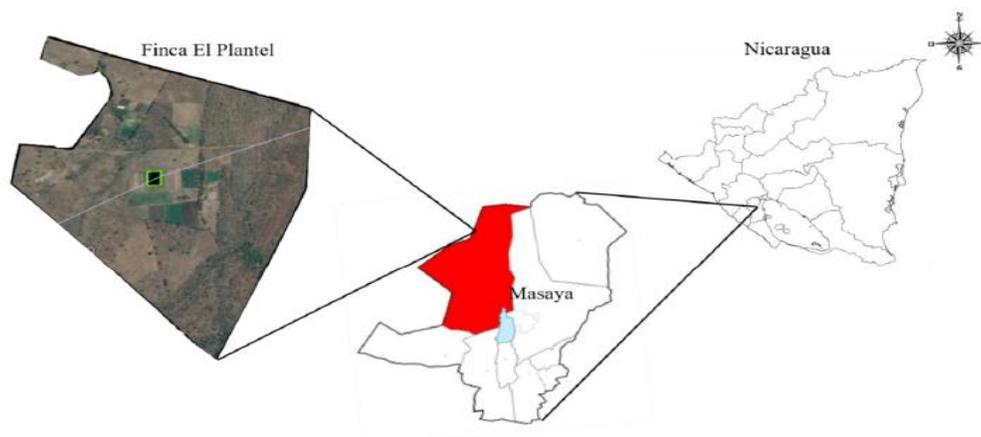
- Sarría, B., Rodríguez, F., González, L., Cosío, E., Ortiz, R., y Pérez, R. H. (2010). INFLUENCIA DE *TRICHODERMA HARZIANUM* EN EL ENRAIZAMIENTO DE *GARDENIA JASMINOIDES* NW ELLIS. *Centro Agrícola*, 37(3), 23-28. http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V37-Numero_3/cag053101742.pdf
- Urías López, M.A., Salazar Garcia., S. y Johandsen Naime, R. (2007). Identificación y fluctuación poblacional de especies de trips (Thysanoptera) en aguacate Hass en Nayarit, Mexico. MX. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 13(1): 49 – 54.
- Vargas Carrillo, E. (2011). Guía para la identificación y manejo integrado de plagas en piña. <http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/costa-rica-1/publicaciones-proagroin/Guia%20Manejo%20de%20plagas%20en%20pina.pdf>
- Vargas, R., Wang, A., Obregón, M., y Araya, M. (2015). Efecto de *Trichoderma spp.*, *Paecilomyces lilacinus* y la inyección de nematicida en el pseudotallo en el combate de *Radopholus similis* y la producción de banano. *Agronomía Costarricense*, 39(2), 61-76.2022. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v39n2/0377-9424-ac-39-02-00061.pdf>
- Vera Aviléz, M. J. (2021). *Uso de Enmiendas y Activadores Biológicos para el manejo de nematodos en el cultivo de banano (Musa AAA) zona Caracol, cantón Babahoyo* (Master's thesis, BABAHOYO: UTB, 2021). <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/10073/C-UTB-CEPOS-MPV-000004.pdf?sequence=1>
- Villegas M. (2005). Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=VE2007400595>
- Yedidia, I., Srivastva A.K., y Kapulnik I. (2001). Effect of *Trichoderma harzianum* on Microelement Concentrations and Increased Growth of Cucumber Plants. *Plant and Soil*. 235(23), 235-242. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1023/A:1011990013955.pdf>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Plano de campo, dimensión experimental del área.



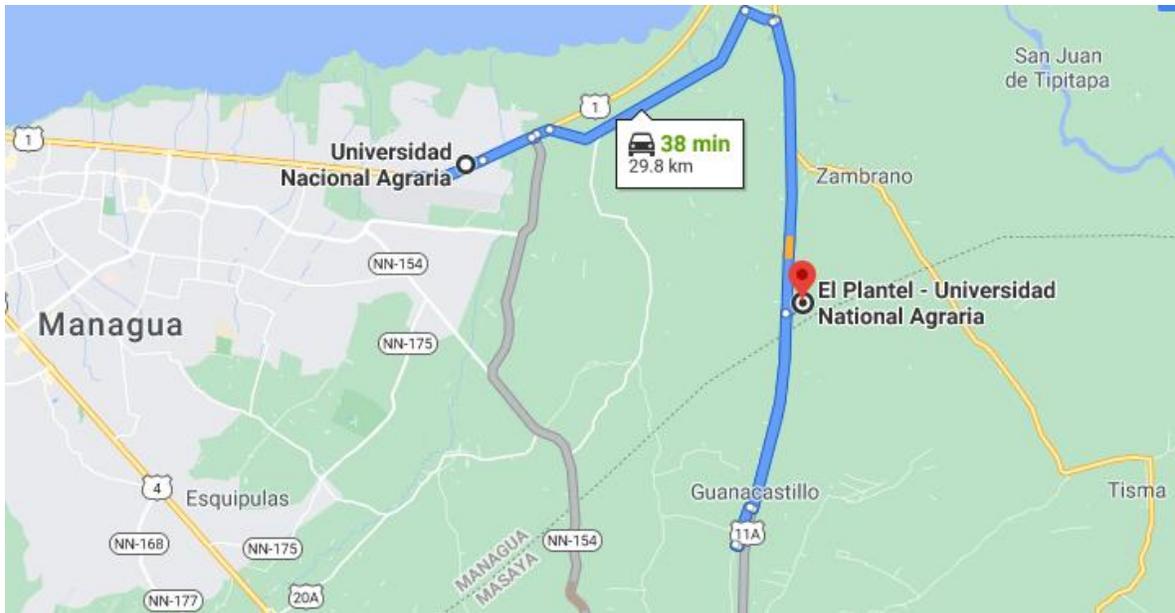
Anexo 2. Perspectiva satelital del área experimental.



Anexo 3. Formato para toma de datos en campo para variables (Diámetro basal y altura)

Lote					
Muestreadores					
Punto	Planta	Diámetro 1	Diámetro 2	diámetro final	Altura
1	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
2	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
3	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
4	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
5	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

Anexo 4. Ruta para llegar al área experimental



Anexo 5. Área de ensayo experimental



Fuente. Tomada por Oscar Pineda (28 de enero 2021)

Anexo 6. Preparación de aplicación de *Trichoderma harzianum* tercera aplicación.



Fuente. Foto tomada por Elton Guevara (11 de marzo, 2021)

Anexo 7. Evaluación de variable de producción, peso de plátano



Fuente. Foto tomada por Oscar Pineda (14 de abril 2021).

Anexo 8. Aplicación de *Trichoderma harzianum* primer aplicación



Fuente. Foto tomada por Elton Guevara (11 de febrero, 2021)

Anexo 9. Formato para toma de datos en campo para variable (area foliar)

Fecha					
Lote					
Muestreadores					
Punto	Planta	Hoja	Largo	Ancho	Área Foliar
	1	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
	2	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			

		8		
		9		
		10		
		11		
		12		
		13		
		14		
	3	1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		6		
		7		
		8		
		9		
		10		
		11		
		12		
		13		
		14		
	4	1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		6		
		7		
		8		
		9		
		10		
		11		
		12		
		13		
		14		
	5	1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		6		
		7		
		8		
		9		
		10		
		11		
		12		
		13		
		14		

Anexo 10. Formato para toma de datos en campo para variable de producción (Peso de racimo, manos por racimo y dedos por mano).

Fecha					
Lote					
Muestreadores					
punto	planta	peso de racimo (kg)	manos por racimo	dedos por mano	
	1				
	2				
	3				
4					
5					

Anexo 11. Formato para toma de datos en campo para variables de producción (Longitud y diámetro de dedos)

Fecha				
Lote				
Muestreadores				
número de mano	dedos por mano	longitud (cm)	diámetro (cm)	diámetro final
	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
	11			
	12			
	13			
	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
	11			
	12			
	13			
	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
	11			
	12			
	13			