

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**Efecto de la fertilización orgánica y química en la producción
del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) variedad isla**

**Para optar el título profesional de
Ingeniero Agrónomo**

Autor: Bach. Luis ROMERO CAÑARI

Asesor: Ing. Iván SOTOMAYOR CORDOVA

La Merced – Perú - 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**Efecto de la fertilización orgánica y química en la producción
del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) variedad isla**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Antonio HUANES TOVAR
PRESIDENTE

Dra. Nilda HILARIO ROMAN
MIEMBRO

Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA
MIEMBRO

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico primordialmente a Dios por darme vida, a mi familia quienes con cariño y voluntad han estado dándome el apoyo incondicional el ánimo de seguir adelante y terminar esta carrera con éxito, en especial se lo dedico con mucho amor y cariño **a mi Madre querida: Margarita Cañari Huarcaya** por todo el esfuerzo y brindarme el apoyo incondicional en todos los aspectos y por su inagotable búsqueda de mi superación, no hay palabras en este mundo para agradecerle todo lo hecho por mí.

A mi asesor por el apoyo brindado y las sugerencias respectivas durante el desarrollo del presente trabajo.

RECONOCIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que han contribuido en la cristalización del presente trabajo de investigación, particularmente:

1. A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía – Filial La Merced; por haberme albergado y haber hecho posible nuestra formación académica a través de las enseñanzas impartidas por los docentes.
2. A la Estación Experimental Agraria Pichanaki - INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria), por permitirme realizar este trabajo en sus instalaciones, específicamente al Programa de Frutales.
3. A mi asesor Ing. Iván SOTOMAYOR CÓRDOVA, por brindarme su tiempo, conocimiento y apoyo para la realización de este trabajo de tesis.
4. A todas las personas mencionadas manifestarles un fraterno agradecimiento.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ejecutó en la Estación Experimental Agropecuaria del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria - INIA del Distrito de Pichanaki, Provincia de Chanchamayo. El objetivo del trabajo fue: Evaluar el efecto de la fertilización orgánica y química en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla. El diseño experimental que se empleó fue el Diseño de Bloques Completamente Randomizados (BCR) con 6 tratamientos más un testigo y 3 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos fueron: T1 (Fertilización orgánica baja -260-130-300), T2 (Fertilización orgánica media - 440-220-500), T3 (Fertilización orgánica alta - 364-95-1092), T4 (Fertilización química baja - 260-130-300), T5 (Fertilización química media - 440-220-500), T6 (Fertilización química alta - 364-95-1092), T7 (Testigo - Sin fertilización - 0-0-0). Las variables que se consideraron a evaluar fueron: Altura de planta, Diámetro de pseudotallo y Número de hojas que se evaluaron a los 2, 4, 6, 8 y 10 meses después del plantado; y Número de manos por racimo y Peso de racimo que se evaluaron a la cosecha. El efecto de la fertilización orgánica y química en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla, no se diferencian estadísticamente en las variables de crecimiento, sin embargo, el tratamiento T3 (fertilización orgánica alta) destaca del resto a partir del sexto mes después del plantado en la variable altura de planta con promedios de 1.33, 1.86 y 2.40 m. a los seis, ocho y diez meses después del plantado respectivamente; de la misma manera el tratamiento T4 (fertilización química baja), es la que sobresale a los ocho y diez meses después del plantado con

promedios de 2.92 y 3.33 hojas respectivamente; por otro lado la variable diámetro del pseudotallo no muestra diferencia estadística en todos los meses evaluados. Para las variables número de manos por racimo y peso de racimo, el tratamiento T5 (Fertilización química media) es la que destacó y se diferenció del resto con promedios de 2.47 manos por racimo y 14.99 kg. de peso de racimo. La dosis óptima de la fertilización orgánica en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla, que destaca del resto de tratamientos es el T1 (fertilización orgánica baja) que comprende la dosificación de 260 – 130 – 300 de NPK, con un promedio de 12.41 kg. en el peso del racimo. La dosis óptima de la fertilización química en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla, que destaca del resto de tratamientos es el T5 (fertilización química media) y el T4 (fertilización química baja) que comprende la dosificación de 440 – 220 – 500 y 260 – 130 - 300 de NPK, con un promedio de 14.99 y 14.32. en el peso del racimo respectivamente. No existe diferencia estadística entre la fertilización orgánica y la fertilización química en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla; sin embargo, las diferencias se observan a los ocho meses después del plantado en las variables número de manos por racimo y peso de racimo en donde sobresale la fertilización química media y fertilización química baja.

Palabras clave: plátanos, fertilización química, fertilización orgánica.

ABSTRACT

This research work was carried out at the Agricultural Experimental Station of the National Institute of Agricultural Innovation - INIA of the Pichanaki District, Chanchamayo Province. The objective of the work was: To evaluate the effect of organic and chemical fertilization on the production of banana cultivation (*Musa* sp.) Island Variety. The experimental design used was the Design of Completely Randomized Blocks (BCR) with 6 more treatments one witness and 3 repetitions per treatment. The treatments were: T1 (Low Organic Fertilization -260-130-300), T2 (Medium Organic Fertilization - 440-220-500), T3 (High Organic Fertilization - 364-95-1092), T4 (Low Chemical Fertilization - 260 -130-300), T5 (Medium Chemical Fertilization - 440-220-500), T6 (High Chemical Fertilization - 364-95-1092), T7 (Witness - No fertilization - 0-0-0). The variables that were considered to be evaluated were: Plant height, Pseudostem diameter and Number of leaves that were evaluated at 2, 4, 6, 8 and 10 months after planting; and Number of hands per cluster and Cluster weight that were evaluated at harvest. The effect of organic and chemical fertilization on the production of banana crops (*Musa* sp.) Variety Island, do not differ statistically in the growth variables, however, the T3 treatment (high organic fertilization) stands out from the rest from sixth month after planting in the variable plant height with averages of 1.33, 1.86 and 2.40 m. at six, eight and ten months after planting respectively; in the same way the T4 treatment (low chemical fertilization), is the one that stands out at eight and ten months after planting with averages of 2.92 and 3.33 leaves respectively; On the other hand, the variable diameter of the pseudostem does not show statistical difference in all the months evaluated. For the variables

number of hands per cluster and cluster weight, the T5 treatment (Average chemical fertilization) is the one that stood out and differed from the rest with averages of 2.47 hands per cluster and 14.99 kg. of cluster weight. The optimal dose of organic fertilization in the production of the cultivation of bananas (*Musa sp.*) Variety Island, which stands out from the rest of treatments is the T1 (low organic fertilization) which comprises the dosage of 260 - 130 - 300 of NPK, with an average of 12.41 kg. in the weight of the cluster. The optimal dose of chemical fertilization in banana crop production (*Musa sp.*) Variety Island, which stands out from the rest of treatments is T5 (medium chemical fertilization) and T4 (low chemical fertilization) comprising the dosage of 440 - 220 - 500 and 260 - 130 - 300 of NPK, with an average of 14.99 and 14.32. in cluster weight respectively. There is no statistical difference between organic fertilization and chemical fertilization in banana crop production (*Musa sp.*) Variety Island; however, the differences are observed eight months after planting in the variables number of hands per cluster and cluster weight where the average chemical fertilization and low chemical fertilization stands out.

Keywords: bananas, chemical fertilization, organic fertilization.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del plátano en la actualidad exige el dominio y/o manejo de un alto nivel tecnológico, así como el conocimiento de aspectos inherentes al crecimiento y desarrollo de la planta, especialmente en la producción de plátanos. Este proceso es dependiente en alto grado de la calidad de semilla y la aplicación adecuada de las labores culturales oportunas, además, en el conocimiento del comportamiento eco fisiológico que fundamenta el manejo agronómico.

La fase vegetativa es de especial interés para la programación de la fertilización en plátano, pues en ella se produce la formación de las raíces, el desarrollo del pseudotallo, los hijos y la mayoría de las hojas. Los elementos de mayor consumo y que pueden ser limitantes en el cultivo de plátano son el nitrógeno (N) y el potasio (K).

La extracción de K puede llegar a 1,03 kg/panta; sin embargo, existe el beneficio que de este elemento se retorna al suelo del 85 al 90% de lo absorbido y almacenado en las raíces, cormo, pseudotallo y hojas. En plátano, el retorno en general de nutrimentos al suelo es entre 74 y 78%.

En trabajos de fertilización y nutrición en plátano se encuentran resultados variables, atribuidos a las condiciones del medio y el material genético utilizado, por ello, no es conveniente considerar una dosis general de nutrimentos para

ser recomendada en busca de altos rendimientos en plátano, pues esta depende de cada suelo.

Teniendo esta premisa como marco, el objetivo de esta investigación fue:
Evaluar el efecto de la fertilización orgánica y química en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla.

INDICE

DEDICATORIA	
RECONOCIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	
CAPITULO I	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.3.1 Problema general	6
1.3.2 Problemas específicos	6
1.4 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS	6
1.4.1 Objetivo general	6
1.4.2 Objetivos específicos	7
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	9
CAPITULO II	10
MARCO TEÓRICO	10
2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO	10
2.2 BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS	13
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BASICOS	61
2.4 FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS	63
2.4.1 Hipótesis general	63
2.4.2 Hipótesis específicas	63
2.5 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	63
2.5.1 Variable independiente	63
2.5.2 Variable dependiente	64
2.6 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES	64
CAPITULO III	65

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	65
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	65
3.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	65
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	65
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	66
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	66
3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	67
3.7 TRATAMIENTO ESTADISTICO	67
3.8 SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	67
3.9 ORIENTACIÓN ÉTICA	68
CAPITULO IV	69
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	69
4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO	69
4.2 PRESENTACIÓN, ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	77
4.3 PRUEBA DE HIPOTESIS	105
4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	107
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

En nuestro país, las necesidades alimenticias se incrementan a medida que la población peruana crece, y los agricultores deben satisfacer la demanda de alimentos mediante el aumento de los rendimientos de los cultivos alimenticios.

En el Perú, el cultivo del plátano (*Musa sp.*) se caracteriza por ser una valiosa alternativa para la economía y la alimentación familiar, dado su alto contenido de hidratos de carbono, potasio, magnesio, ácido fólico, entre otros. Este valor nutricional es conocido y aprovechado por la población de la selva central que lo consume de manera habitual en su dieta.

A nivel nacional, se cultivan alrededor de 160,000 ha de plátanos; de ellas, la principal y mayor área de cultivo, aproximadamente el 70%, se encuentra ubicada en la selva con una producción aproximada de 500 arrobas/hectárea/año. En la selva central, su siembra y explotación afronta problemas técnicos como consecuencia de un manejo agronómico

ineficiente y escasa inversión, que limita su producción y productividad; en este contexto los requerimientos nutricionales del plátano cultivado técnicamente son obviamente mayores comparados con aquellos de siembras convencionales. De hecho, los bajos rendimientos esperados con siembras convencionales, rara vez justifican la utilización de fertilizantes.

Por otro lado, la fertilidad del suelo no está en la cantidad de abono que se aplica, sino en la cantidad de actividad microbiana en el suelo. La constante actividad del conjunto de los microorganismos del suelo (bacterias, actinomicetos y hongos) procesa y transforma el material orgánico existente, así como las fuentes de nutrientes inorgánicos, convirtiéndolos en formas asimilables para las plantas; también fijan y suministran nitrógeno, aérea los suelos; de esta forma el conjunto de actividades constituye el secreto de la fertilidad del suelo.

Para estimular el incremento de los microorganismos se debe realizar las prácticas agrícolas que en la actualidad se viene empleando de manera constante por agricultores que van tomando conciencia de su importancia, dado por la aplicación de microorganismos efectivos propuesto por el profesor Teru Higa en la década de los 80. Es decir; ambos, el uso de abonos orgánicos puede ser una alternativa para la agricultura como fuente mejorar la actividad microbiana del suelo y por ende de la fertilidad del mismo (MINAGRI, 2002).

El cultivo de plátano no escapa a estos conceptos, por lo que es necesario determinar la influencia de la fertilización química y orgánica en la producción del cultivo de plátanos, sobre todo en la variedad isla, debido a la importancia que tiene esta variedad en el consumo de la población como fruta fresca o fruta de mesa.

1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se ejecutó en una parcela experimental de la Estación Experimental Agropecuaria del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria - INIA del Distrito de Pichanaki, Provincia de Chanchamayo. Comenzó el 11 de enero del 2015 y culminó en marzo del 2016. El tema escogido para el trabajo de investigación fue propuesto por la dirección de la estación experimental debido a la importancia que tiene el plátano isla como cultivo y como alimento de los pobladores de Selva Central.

La banana (término utilizado en Argentina, Bolivia, Honduras, México, Nicaragua, Paraguay, Puerto Rico, Uruguay y República Dominicana), plátano (en el Perú, Chile, México y España), guineo (en Panamá, El Salvador, Colombia, Puerto Rico, República Dominicana y el Ecuador continental) o cambur en Venezuela (salvo la variedad más grande conocida como plátano macho que en este país se conoce como plátano), es un fruto comestible, botánicamente una baya, de varios tipos de grandes plantas herbáceas del género Musa. A estas plantas de gran porte que

tienen aspecto de arbolillo se las denomina plataneras, bananeros, bananeras, plátanos o bananos.

Los plátanos son familiares de los bananos y su aspecto es similar. La gente poco familiarizada con estos productos confundiría fácilmente al plátano con un banano bastante grande. En cuanto a aspecto, esa diferencia de tamaño es básicamente la única, pero en cuanto a empleo y sabor, se pueden señalar algunas variaciones: Por su constitución, el plátano se usa sobre todo en la cocina, aunque al estar muy maduro es posible comerlo como fruta fresca. De hecho, el plátano constituye una comida básica en casi todos los rincones de la región selva del país, y se le prepara en la cocina, friéndolo o hirviéndolo. La diferencia entre banano y plátano es bastante sutil, inclusive inexistente en los lugares de su producción, como ocurre en el Perú, donde se conoce como plátano al fruto comercializado verde o maduro de cualquier variedad o genotipo comestible. En realidad, la principal diferencia entre un banano y un plátano, es su contenido de humedad. El plátano contiene un promedio de 65% de humedad y el banano, 83% (Cardenas, 2009).

Es un fruto con cualidades variables en tamaño, color y firmeza, alargado, generalmente curvado y carnosos, rico en almidón cubierto con una cáscara, que puede ser verde, amarilla, roja, púrpura o marrón cuando está madura. Los frutos crecen en piñas que cuelgan de la parte superior de la planta. Casi todos los plátanos en la actualidad son frutos estériles que no producen semillas fructificantes y provienen de dos especies silvestres:

Musa acuminata y *Musa balbisiana*. El nombre científico de la mayoría de los plátanos cultivados es *Musa x paradisiaca*, el híbrido *Musa acuminata* × *M. balbisiana*, con distintas denominaciones var. o cultivares, dependiendo de su constitución genómica.

Más de 20 variedades de plátanos fueron expuestos durante VI Festival del Plátano, como parte de los festejos del XXII aniversario del centro poblado de Mantaro, distrito cusqueño de Pichari, en el Valle de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro (Vraem). Entre algunas variedades del plátano que se conocieron en la feria, están: Chimiringo, Sapo, Morada, Morada Verde, Ordinario, Bellaco, Pama, Guayaquil, Manzanita, Isla, Palillo, Enano, Williams, Hictayana, Guinca, Fhia y Biscocho, Cavendish, Parito, Seda y N-500 (CORREO, 2015).

La variedad isla, es una variedad de calidad extraordinaria, con gran difusión en el Perú. La planta es resistente a la Sigatoka y al “mal” de Panamá; los racimos tienen de 8 a 10 manos y de 70 a 90 frutos. El fruto es anguloso a lo largo, de tamaño mediano; pulpa rosada, poco consistente pero muy aromatizada y excelente sabor. Necesita estar bien maduro para su consumo, casi cuando la cáscara ennegrece. Este plátano es el alimento ideal para el destete de los bebés de meses, que empiezan a probar sus primeras papillas (Cardenas, 2009).

Por todo lo expuesto, es que el trabajo se delimita al estudio de la respuesta de la variedad isla a la fertilización química y orgánica; a fin de que nos

permita utilizar los resultados en los programas de producción de plátanos en Selva Central.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 Problema general

- ¿Cuál es el efecto de la fertilización orgánica y química en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla?

1.3.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la dosis óptima de la fertilización orgánica en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla?
- ¿Cuál es la dosis óptima de la fertilización química en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla?
- ¿Son los efectos de la fertilización orgánica y la fertilización química iguales en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla?

1.4 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de la fertilización orgánica y química en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la dosis óptima de la fertilización orgánica en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla.
- Determinar la dosis óptima de la fertilización química en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla.
- Comparar la fertilización orgánica y la fertilización química en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla.

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El banano es un fruto de origen asiático, cuyo consumo se ha difundido por todo el mundo, se cultiva en todas las regiones tropicales, durante todo el año, tiene una importancia fundamental para las economías de muchos países en desarrollo. En términos de valor bruto de la producción, el banano es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz.

Este fruto es un alimento básico que contribuye a la seguridad alimentaria de miles de millones de personas en gran parte del mundo en desarrollo, y dada su comercialización en mercados locales, proporciona ingresos y empleo a las poblaciones rurales. Es también un producto de exportación que contribuye de forma decisiva a las economías de muchos países de bajos ingresos y con déficit de alimentos, entre los que figuran Ecuador, Colombia, Honduras, Guatemala, Camerún, Costa de Marfil, Filipinas y

Perú, entre otros. Entre los principales clones comerciales tenemos las variedades «Inguiri», «Isla» y «Seda», los clones «Bizcochito», «Palillo» y «Morado» tienen mayor importancia en la seguridad alimentaria que en la economía. Es consumido en forma de fruto, harina, cocido, o en frituras (chips o chifles).

Por otro lado, la agricultura orgánica es un movimiento que promueve la conversión de los desechos orgánicos procedentes del hogar, la agricultura, mercado, desazolve de drenes, entre otros. Estos se transforman en un material relativamente estable llamado humus, mediante un proceso de descomposición aeróbica bajo condiciones controladas, particularmente de humedad y aireación, en el cual participan bacterias, hongos y actinomicetos.

La agricultura orgánica surgió como una alternativa para proteger el medio ambiente y las diferentes especies de plantas y animales de los peligros de la agricultura convencional o moderna. En ese sentido, la agricultura orgánica fundamenta sus principios en la agroecología y en la agroforestería.

En términos generales se describe: el impacto de carácter ambiental, la preocupación del hombre sobre la calidad de alimentos que consume, resultado de la actividad agrícola convencional. Ello ha dado pie a la implementación de sistemas de producción agrícolas ambientalmente amigables, cuya denominación genérica es agricultura orgánica.

Por todo ello es necesario realizar este presente trabajo de investigación en beneficio final de los agricultores con el propósito de ayudar a mejorar el manejo del cultivo de plátano incrementando su producción y mejorando la economía de los mismos.

1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Los nutrientes que necesitan las plantas se toman del aire y del suelo. Si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Sin embargo, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, la fertilización de los suelos es necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando. Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse. La fertilización química es un tipo de fertilización donde los resultados son observables muy rápidamente, sin embargo, el suelo a largo tiempo se deteriora, esto quiere decir que la fertilización química afecta las condiciones del suelo, sin embargo la fertilización orgánica, mejora las condiciones físicas del suelo pero su acción en las plantas es muy lento, es por lo cual que, el presente trabajo de investigación se halla limitada en evaluar el efecto de la fertilización orgánica y química en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO

Barrera, Combatt y Ramirez (2011), manifiestan que en la investigación que realizaron en el municipio de San Juan de Urabá (Antioquia), en dos ciclos: 2006-2007 y 2008- 2009, tuvo el objetivo evaluar el efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento y producción del plátano. Los tratamientos fueron distribuidos bajo un diseño en bloques completos al azar, 12 tratamientos y tres repeticiones, la población fue 1.080 plantas, sembradas a 3 x 3 m y la unidad experimental estuvo constituida por 30 plantas. Los tratamientos fueron: micorrizas, Bocashi, biol, lombriabono, testigo, químico, micorrizas + Bocashi, micorrizas + Bocashi + biol, micorrizas + lombriabono, micorrizas + lombriabono + biol, micorrizas + biol y micorriza comercial (NN Garcés). La aplicación de los tratamientos fue mensual, 3 meses después de establecido el cultivo (DDE) hasta 9 meses DDE, en las dosis recomendadas, se realizaron las prácticas culturales convencionales en la zona. Para el primer ciclo los abonos orgánicos no influyeron sobre las variables de crecimiento y desarrollo, solo afectaron el

peso del racimo, grosor y longitud de la primera mano del racimo y no afectaron el número de dedos y el grosor de la tercera mano, para el segundo ciclo influyeron significativamente en las variables de crecimiento, desarrollo y de producción, no logró influir en el peso del racimo y en el grosor de la tercera mano.

Furcal y Barquero (2014) manifiestan que el objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta agronómica a la fertilización con nitrógeno y potasio durante el primer ciclo productivo del plátano (*Musa AAB*). El experimento se estableció en La Fortuna, San Carlos, Costa Rica, en dos años consecutivos, 2008 y 2009, en suelo del orden inceptisol de fertilidad media, formado por materiales aluviales. Se aplicaron dosis de 0, 100 y 200 kg de N/ha y 0,125, 250 y 375 kg de K₂O/ha. La siembra se realizó con cormos del cultivar Curraré semi gigante, a una densidad de 2380 y 2224 plantas por hectárea, en cada año. Se evaluaron las variables circunferencia y altura de pseudotallo, peso del racimo, número de frutos y de manos por racimo, longitud y calibre del fruto central de la segunda mano. Hubo diferencias estadísticas significativas en las dosis de 100 y 200 kg de N/ha para todas las variables, excepto el número de manos por racimo, en los dos períodos, 2008-2009 y 2009-2010, produciéndose mejores resultados en el segundo período. Con la aplicación de K no se detectaron respuestas significativas en el primer período, quizás debido a la aparición de bacteriosis a los cinco meses de edad; sin embargo, en el período 2009-2010 hubo diferencias significativas en longitud y calibre del fruto central de la segunda mano e interacción entre N y K₂O en estas dos

variables, con mayor longitud (29,13 cm) y calibre (63,04; 1/32 pulgada) en la combinación de las dosis altas. La absorción de nitrógeno y potasio, al momento de la cosecha, fue de 102,6 kg de N/ha y 227,8 kg de K/ha, respectivamente.

Galvez (2012), manifiesta que la ceniza, pueden utilizarse para suplir carencias nutricionales ante limitaciones en la disponibilidad de fertilizantes químicos. El trabajo tuvo como objetivo valorar el efecto de menores dosis de fertilizante mineral más ceniza sobre la fertilidad de un inceptisol y los componentes del rendimiento en el clon de plátano 'CEMSA 3/4' en sistemas de altas densidades. Se evaluaron los indicadores químicos, físicos y microbiológicos del suelo para diferentes combinaciones de nitrógeno y potasio más 5 kg de ceniza; así como, los componentes del rendimiento y eficiencia económica. Con el uso de 75% de NK más 5 kg de ceniza se logran obtener resultados satisfactorios en los indicadores químicos y físicos del suelo, la combinación órgano-mineral fue superior en todos los indicadores evaluados. Aplicaciones de 100% de NK y 75% de NK más 5 kg de ceniza favorecieron el perímetro del pseudotallo, la altura de la planta, el área foliar e índice de área foliar, así como en todos los indicadores del rendimiento. Entre las nuevas alternativas, el uso de 75% de NK más 5 kg de ceniza permite ganancias de \$ 83 300.00 pesos, lo que garantiza una producción económicamente factible del clon de plátano 'CEMSA 3/4' en un sistema de altas densidades en un inceptisol.

2.2 BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS

2.2.1 EL CULTIVO DEL PLATANOS

A. Origen y distribución

La historia del plátano se remonta a miles de años. Respecto al plátano, se hace referencia en las antiguas literaturas hindú, china, griega y romana, y también en varios libros sagrados y en pinturas encontradas en cavernas; existiendo información suficiente en donde se describe la planta, aun antes de Cristo (GUDIÉL, 1987; SOTO, 1985).

Se cree que es originario de las regiones tropicales y húmedas del sureste asiático, habiéndose desarrollado su cultivo simultáneamente en la India, Malasia y en las Islas Indonesias (SÁNCHEZ, 1982; SOTO, 1985).

En América, fue introducido en el año 1516 a Santo Domingo, procedente de las Islas Canarias. De allí se extendió a otras islas y posteriormente a América Tropical (GUDIÉL, 1987; SOTO, 1985).

Se cree que el cultivo se propagó con la construcción del ferrocarril. SOTO (1985), refiriéndose al banano, da una descripción detallada de su origen y distribución en Centroamérica, así como de su comercialización, información que se puede adoptar para el cultivo del plátano

a. Aspectos ecológicos del cultivo de plátano

PÉREZ, (2002), señala que los plátanos requieren de un ambiente caliente y húmedo. Idealmente la temperatura del aire debe ser de 30 °C y las precipitaciones al menos de 100 mm/mes. La lluvia debe estar bien distribuida y la estación seca ser lo más corta posible.

FIGUEROA Y WILISON (1992), manifiestan que el plátano, por su adaptación a los trópicos y sub trópicos ha resultado con una amplia distribución geográfica indicando que las regiones tropicales húmedas son las que tienen las plantaciones comerciales más extensas. Existen factores ambientales determinantes para el cultivo de plátano entre las cuales podemos citar:

- **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 temperaturas más altas 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.

- **Altitud.** Plantaciones a nivel del mar pueden rendir 40% más que las situadas a una elevación de 400 m. En Centro América por ejemplo existen condiciones más apropiadas para cultivar “seda” en altitudes desde el nivel del mar hasta los 700m.

- **Agua.** Su cultivo prospera mejor en áreas donde la precipitación pluvial está dentro del rango de 1,800 a 3000 mm, con distribución pareja durante los 12 meses del año. En lugares en los que el clima es uniforme en humedad, el plátano está en continuo crecimiento, produciendo cosechas durante todo el año; volúmenes insuficientes, afecta el crecimiento tanto de las raíces como del cormo, hijuelos, hijas y racimo.

- **Vientos.** La estructura del plátano, con su eje blando y hueco, su manojo de hojas largas y racimo pesado de frutos, caracteriza a una planta susceptible a vientos. Sin embargo, el plátano se cultiva en regiones sujetas a fuertes vientos, aún en lugares susceptibles de daños por huracanes o ciclones, que pueden traer al suelo todos los pseudo tallos adultos. No obstante tener un sistema radical

relativamente superficial y estar desprovisto de raíces de “anclaje”.

- **Luz.** Para el cultivo del plátano, al igual que para otras plantas, la iluminación solar tiene gran importancia no sólo 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 el fisiológico.

- **Humedad relativa.** La humedad relativa alta con fuertes precipitaciones pluviales, como ocurre en la franja tropical del planeta, favorece un desarrollo vigoroso de la planta del plátano, aun en niveles de 60% de humedad pueden lograrse cosechas rentables (FIGUEROA y WILISON 1992).

b. Sistematización de la especie

La familia *Musaceae* pertenece al orden Zingiberales. *Lawrence*, mencionado por *Soto (1985)*, incluye *Musaceae* en el orden Scitaminales, basándose en el antiguo sistema de clasificación de *Bassey*.

El género *Musa* creado por *Carlos Linneo* está constituido por cuatro secciones o series, de las cuales la serie *Eumusa* es la de mayor difusión geográfica entre todas las de este género y está constituida por 9 o 10 especies, de las cuales las especies silvestres *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* en cruzamiento interespecífico han originado la mayoría de los cultivares de banano y plátano comestibles y sin pepita. Los grupos se designan por letras; se identifican con A los caracteres aportados por *M. acuminata*, y por los de *M. balbisiana*; por ejemplo, el grupo AAB indica que es un triploide al cual pertenece el subgrupo “Plantain”, que corresponde al plátano, conocido en el ambiente técnico como *Musa paradisiaca*.

Champion (1968) y *Soto (1985)*, explican con más amplitud su genética. De este grupo, *Soto (1985)* menciona los clones “French Plantain” o plátano dominico y “Horn Plantain” o plátano curare. Los tipos “Plantain” se consumen cocidos, ya sea verde o maduro. De estos tipos el más importante es el “Horn Plantain” conocido en Costa Rica como “curare” y en otros lugares también conocido como plátano macho, cuerno, etc.; tiene bastante importancia económica a consecuencia de las importaciones crecientes a los mercados latinos en los Estados Unidos. El tipo “French Plantain”, o plátano dominico, tiene menor

importancia económica, pero su consumo en Latinoamérica es alto.

PÉREZ, (2000); señala que el clon Moquicho ó Biscochito es AA, los del grupo Cavendish (Cavendish gigante, C. Enano, Gran Enano, Valery, Robusta), y el Gros Michel (seda) y sus variantes enanas Cocos y highgate, son trocoides AAA; el Manzano y el Prata de Brasil (pertenecientes al sub grupo Silk) y los plátanos para cocción con alto contenido de almidón como el Inguiri (también conocido como Dominico) y Bellaco (también conocido como Hartón) son de tipo AAB.

c. Ecología del cultivo

JAVE Y CASTILLO, (2003), señalan que el plátano prospera satisfactoriamente en ambientes de trópico con alta precipitación pluvial distribuida uniformemente y humedad relativa por encima de 60%. La ausencia de vientos fuertes es un factor importante como también lo es, debido a su estructura foliar, la no ocurrencia de granizadas.

Las localidades que poseen las características arriba señaladas, ubicadas en los litorales calurosos de Panamá y la India, aparecen como los mejores ambientes para la producción platanera del mundo. Además de los ámbitos ya

señalados existen otros lugares en los cuales los factores de clima, tales como la precipitación pluvial y la temperatura, guardan proporcionalidad configurando zonas apropiadas como ocurre en las islas Fiji, Malaya, Uganda y partes de Jamaica.

De estos lugares, Uganda es un caso representativo con una cantidad de lluvia entre 1125 a 1250 mm, al año y con temperaturas constantes, además de contar con suelos de buena estructura y retentivos de la humedad. Son áreas también libres de huracanes o ciclones, aunque raras veces caen granizadas.

Tanto en Uganda como en Tanganyika el plátano se desarrolla con sus hojas completamente enteras, ocurriendo sólo pequeñas rasgaduras a causa de vientos leves.

En el Perú, existen plantaciones en la selva, costa norte y centro, y presentan mejor productividad en suelos fértiles, profundos y bien drenados, situados en altitudes próximas al nivel del mar.

Se logran mejores resultados con temperaturas dentro del rango de 20°C y 26 °C; precipitaciones pluviales entre 1500 a 3000 mm. Los límites bioclimáticos de estas áreas

corresponden a la zona de vida Bosque Húmedo y Bosque muy Húmedo. En muy pocas de estas áreas ocurren vientos mayores de 30 km/h que pueden causar pérdidas por deterioro de plantas y de los racimos fruteros.

d. Manejo Agronómico del cultivo

- ***Desahije de hijuelos:*** La práctica de deshije está poco difundida en las plantaciones de plátano en el Perú pese a su ventaja para lograr una racionalización de la población de plantas con material vegetativo de mejor calidad y, de este modo, asegurar una mayor productividad. La labor de deshije debe sustentarse en un adecuado conocimiento de las características de uno y otro tipo de rebrote que se tiene en condiciones de campo.
- ***Apuntalamiento:*** Una planta de plátano con un racimo que ha alcanzado considerable desarrollo y como tal bastante peso, se toma susceptible a la tumbada, por acción de vientos aún moderados, con la consecuente pérdida en la cosecha. Para prevenir este tipo de percance es conveniente proceder al apuntalamiento mediante un palo que termina en bifurcación a modo de horqueta. Junto a la plantación se recomienda acopiar una cantidad suficiente de palos, mejor si reciben

tratamientos químicos para su conservación, para ser usados en los apuntalamientos.

- **Desbellote:** Esta labor consiste en retirar la bellota del ápice del eje del racimo, cortando a unos 6 cm, por debajo de la última mano de frutos. Esta labor se recomienda hacerla manualmente, a fin de reducir riesgos de contaminación con enfermedades tale como el moko, que ocurre cuando se emplea herramientas no desinfectadas. Si la práctica del desbellotado se realiza entre 3 a 4 semanas de la formación del racimo, se obtiene un estímulo de precocidad y mayor desarrollo de los frutos. Asimismo, las posibilidades de infección de enfermedades como el Moko se reducen considerablemente.
- **Cosecha:** La cosecha del plátano, cual sea su uso o destino, tiene lugar cuando los frutos todavía conservan un tono del color verde en su epicarpio. De continuar el racimo en la planta, inicia la madurez fisiológica, pero con el inconveniente de la falta de uniformidad.

En tal sentido, la recolección de los racimos de plátano tiene una etapa de madurez asociada a la distancia, al mercado y a otros factores que, en conjunto, determinan el momento de cosecha. Esto es importante para

propiciar un mejor comportamiento de la fruta durante la etapa de postcosecha asegurando de este modo su mayor aceptabilidad por los consumidores.

Los racimos de plátano retirados de la plantación en estado inmaduro presentan una relativa inferior calidad con una serie de defectos internos y externos y en su maduración. Igualmente, resulta adversa la cosecha de racimos de plátano sobrepasados en su madurez comercial. Estos son más vulnerables a los agentes de deterioro durante la postcosecha y llegan a los consumidores con escasa aceptación y rechazo frecuente. La cosecha de los racimos, cualquiera sea el procedimiento, tiene que tomar en cuenta su alta sensibilidad al maltrato cuyas consecuencias se ve en el momento del expendio.

2.2.2 FERTILIZACIÓN QUÍMICA

La fertilización es uno de los factores que determina la productividad de un cultivo, por lo que se realiza la fertilización para proveer los elementos que se encuentran escasos y que las plantas requieren, además, sirve para reintegrar las cantidades de elementos utilizados por las plantas (Armas, 2010).

La fertilización, como práctica agronómica para el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos, es un factor determinante en el rendimiento y calidad del producto que se obtiene de los mismos. Se conocen las funciones que cada elemento nutrimental tiene en la planta, así como las consecuencias desfavorables que producen sus deficiencias o excesos, por lo que debe existir un equilibrio de elementos en el suelo y que las aplicaciones de fertilizantes que se realicen deben mantener o mejorar dicho equilibrio para alcanzar buenos rendimientos (Rodríguez, 1988).

El empleo de fertilizantes, según Horticultura (1998) puede ser práctico y problemático pues la fertilización aporta mayor cantidad de abono del que requiere la planta, lo que provoca la lixiviación de nutrientes y cuando se aplica abono de fondo el nivel de sal (C.E), puede subir mucho hasta dañar seriamente las plantas. Por otra parte, Funes (1997) plantea que el uso indiscriminado de agroquímicos en la agricultura provocó un desbalance medioambiental en la mayoría de los países donde se aplicaron con la consiguiente contaminación de suelos, aguas y cultivos; es por ello, que para establecer un programa de fertilización hay que tener en consideración un grupo de factores propios de cada tipo de cultivo.

La aplicación de fertilizantes tiene por objetivo entregar a las plantas el complemento nutricional necesario para que éstas se desarrollen

apropiadamente y logren tasas de crecimiento que satisfagan los requerimientos de los propietarios de las plantaciones (Toro, 1995). Para ello, es preciso considerar las características físicas y químicas de los suelos, las dosis y época de aplicación de nutrientes, y las características de la especie, como también, el clima local que predomina en un sitio determinado. Esto permite emplear la combinación óptima de factores, de suelo, planta y clima (Toro, 1995). La respuesta a un fertilizante será mayor donde la presencia de otros factores de crecimiento sea beneficiosa para el cultivo, proposición conocida como “ley del óptimo” (Rubilar, 1998).

A. Nutrición de las plantas

Las plantas son consideradas los únicos productores netos de energía de nuestro sistema biológico, con la excepción de algunos microorganismos. Son capaces de elaborar compuestos orgánicos complejos a partir del agua, del dióxido de carbono del aire, de la energía solar y de los elementos nutritivos del suelo (García y Ruano, 2009).

García y Ruano (2009), manifiestan que para llevar a cabo los procesos fisiológicos y metabólicos que les permiten desarrollarse, las plantas necesitan tomar del medio una serie de elementos indispensables. Es, a partir del análisis de la materia seca de los vegetales, como se describen sus constituyentes esenciales:

Nutrientes plásticos. Suponen el 99% de la masa y son: carbono (C), oxígeno (O), hidrógeno (H), nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg).

- El C y O son tomados del aire a través de la fotosíntesis y el O por la respiración.
- El agua proporciona H y O, además de tener múltiples papeles en la fisiología vegetal.
- El resto de elementos minerales son absorbidos principalmente por las raíces de la solución del suelo. Sólo las leguminosas utilizan N del aire.

Micronutrientes. Necesarios en muy pequeñas cantidades. Son: hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo), níquel (Ni) y cloro (Cl). Los micronutrientes son asimismo absorbidos de la solución del suelo. Algunas especies vegetales precisan también sodio (Na), silicio (Si), cobalto (Co) y aluminio (Al).

B. Nutrientes esenciales

Al menos catorce elementos químicos son imprescindibles para el desarrollo vegetal: germinar, crecer, llevar a cabo la

fotosíntesis y la reproducción. Su clasificación como nutrientes principales, nutrientes secundarios y micronutrientes, obedece tan sólo a su mayor o menor contenido en la composición de las plantas (García y Ruano, 2009).

Los criterios de esencialidad de un nutriente, en relación a la fisiología vegetal, son:

- Aparece en todos los vegetales.
- No puede ser sustituido por otro nutriente.
- Su deficiencia o carencia provoca alteraciones en el metabolismo, fisiopatías o la muerte de la planta.

C. Papel de los elementos nutritivos

Todos y cada uno de los elementos nutritivos juegan un papel específico en la nutrición vegetal. El oxígeno, el carbono, el hidrógeno, el nitrógeno, el fósforo y el azufre son los constituyentes básicos de los tejidos vegetales y participan en las reacciones bioquímicas básicas del metabolismo (García y Ruano, 2009).

El fósforo es un constituyente esencial del ATP (Adenosín Trifosfato), y está ligado a los procesos de intercambio de energía. Los cationes, calcio, potasio y magnesio, regulan los potenciales osmóticos, la permeabilidad de las membranas celulares y la conductividad eléctrica de los jugos vegetales. Por

su parte, los micronutrientes son catalizadores de numerosas reacciones del metabolismo vegetal (García y Ruano, 2009).

- **Macronutrientes**

- ***El nitrógeno***, *factor de crecimiento y desarrollo*. El nitrógeno es uno de los constituyentes de los compuestos orgánicos de los vegetales. Interviene en la multiplicación celular y se considera factor de crecimiento; es necesario para la formación de los aminoácidos, proteínas, enzimas, etc. De modo que, el aporte del nitrógeno en cantidades óptimas conduce a la obtención de forrajes y granos con mayor contenido proteico. Además, muy recientemente se ha demostrado la relación directa del nitrógeno con el contenido en vitaminas.

La deficiencia en nitrógeno afecta de manera notable al desarrollo de la planta. Se manifiesta, en primer lugar, en las hojas viejas, que se vuelven cloróticas desde la punta hasta extenderse a la totalidad a través del nervio central. Las hojas adquieren un color verde amarillento y en los casos más graves la planta se marchita y muere (fisiopatía provocada en las plantas por falta de clorofila, que precisa cuatro átomos de nitrógeno para cada molécula) (García y Ruano, 2009).

- **El fósforo**, *factor de precocidad*. Estimula el desarrollo de las raíces y favorece la floración y cuajado de los frutos, interviniendo en el transporte, almacenamiento y transferencia de energía, además de formar parte de fosfolípidos, enzimas, etc. Es considerado factor de precocidad, ya que activa el desarrollo inicial de los cultivos y favorece la maduración.

La carencia de fósforo conduce a un desarrollo débil del vegetal, tanto de su parte aérea como del sistema radicular. Las hojas se hacen más delgadas, erectas, con nerviaciones menos pronunciadas y presentan un color azul verdoso oscuro, pudiendo incluso llegar a caer de forma prematura (García y Ruano, 2009).

- **El potasio**, *factor de calidad*. En la planta el potasio es muy móvil y juega un papel múltiple. Mejora la actividad fotosintética; aumenta la resistencia de la planta a la sequía, heladas y enfermedades; promueve la síntesis de lignina, favoreciendo la rigidez y estructura de las plantas; favorece la formación de glúcidos en las hojas a la vez que participa en la formación de proteínas; aumenta el tamaño y peso en los granos de cereales y en los tubérculos.

La carencia de potasio provoca un retraso general en el crecimiento y un aumento de la vulnerabilidad de la planta a los posibles ataques de parásitos. Se hace notar en los órganos de reserva: semillas, frutos, tubérculos. Si la deficiencia es acusada aparecen manchas cloróticas en las hojas que, además, se curvan hacia arriba. Un correcto abonado potásico mejora la eficiencia y el aprovechamiento del abonado nitrogenado (García y Ruano, 2009).

- **El azufre**, es componente de aminoácidos azufrados como la cisteína y la metionina. Forma parte de vitaminas, proteínas, coenzimas y glicósidos. Participa en las reacciones de óxido-reducción formando parte de la ferredoxina (García y Ruano, 2009).
- **El calcio**, es necesario en la división y crecimiento de la célula. Es el elemento estructural de paredes y membranas celulares, y es básico para la absorción de elementos nutritivos. Participa junto con el magnesio en la activación de las enzimas del metabolismo de glúcidos y proteínas (García y Ruano, 2009).

- **El magnesio**, forma parte de la molécula de clorofila, siendo por tanto esencial para la fotosíntesis y para la formación de otros pigmentos. Activa numerosas enzimas del metabolismo de las proteínas y glúcidos. Favorece el transporte y acumulación de azúcares en los órganos de reserva y el del fósforo hacia el grano. Al igual que el calcio, es constituyente de las paredes celulares. Influye en los procesos de óxido-reducción (García y Ruano, 2009).

- **Micronutrientes**

Según García y Ruano (2009), manifiestan que:

- **El hierro**, interviene en la síntesis de la clorofila y en la captación y transferencia de energía en la fotosíntesis y en la respiración. Actúa en reacciones de óxido-reducción, como la reducción de nitratos.
- **El manganeso**, está ligado al hierro en la formación de clorofila. Además, participa en el metabolismo de los hidratos de carbono.
- **El zinc**, es fundamental en la formación de auxinas, que son las hormonas del crecimiento. Interviene en la síntesis de ácidos nucleicos, proteínas y vitamina C.

Tiene un efecto positivo en el cuajado, maduración y agostamiento.

- **El cobre**, participa en la fotosíntesis y en el metabolismo de las proteínas.
- **El molibdeno**, interviene en la fijación del nitrógeno del aire en las leguminosas, al igual que en la transformación de nitratos en el interior de la planta.
- **El níquel**, actúa en la ureasa y sólo recientemente ha sido considerado elemento esencial.
- **El boro**, interviene en el transporte de azúcares. Participa en la regulación interna del crecimiento por las hormonas vegetales, en la fecundación, en la absorción de agua, en la síntesis de ácidos nucleicos y en el mantenimiento de la integridad de la membrana celular.
- **El cloro**, tiene una actividad ligada a la fotosíntesis y participa en el mantenimiento de la turgencia celular.

D. Principios generales de la fertilización

La fertilidad del suelo se entiende como su capacidad para suministrar todos y cada uno de los nutrientes que necesitan

las plantas en cada momento, en la cantidad necesaria y en forma asimilable. La asimilabilidad de los elementos nutritivos presentes en el suelo no depende sólo de la forma química en que se encuentren, sino que es también función del clima, de la genética de la planta, de su estado de desarrollo, de las propiedades físicas y químicas del suelo y de las prácticas culturales (García y Ruano, 2009).

- **Ley de la restitución.** Al finalizar el ciclo de cultivo el suelo debería conservarse en las mismas condiciones en las que se encontraba al iniciarse. En lo que a nutrientes se refiere, esto significa que deben reponerse los extraídos por las cosechas, con objeto de que no se pierda fertilidad tras las sucesivas campañas. La restitución al suelo de lo exportado por la cosecha, debe de considerarse desde un punto de vista económico y en cuanto a garantizar la correcta nutrición de la próxima cosecha. La fertilización debe tener como objetivo primordial mantener la fertilidad del suelo, no debiendo limitarse a la restitución de los elementos extraídos por la cosecha. Esta práctica es necesaria, pero no suficiente, por tres razones fundamentales:

- Un número importante de suelos tienen una pobreza natural que exige la incorporación de uno o varios

elementos nutritivos para ser considerados cultivables y permitir la implantación y desarrollo de los cultivos.

- El suelo está inevitablemente sometido a una serie de fenómenos naturales como la erosión y el lavado que, entre otros efectos negativos para la fertilidad del suelo, originan pérdidas de nutrientes que se suman a las extracciones de las cosechas.
- La planta tiene necesidades nutritivas en momentos determinados de su ciclo vegetativo, necesidades instantáneas e intensas, durante los cuales las reservas movilizadas del suelo pueden ser insuficientes (García y Ruano, 2009).
- **Ley del mínimo.** Von Liebig, en el año 1840, enunció el siguiente principio: *“el rendimiento de la cosecha está determinado por el elemento nutritivo que se encuentra en menor cantidad”*. Además, *un exceso en cualquier otro nutriente, no puede compensar la deficiencia del elemento nutritivo limitante.*

Esta Ley pone en evidencia la relación entre los elementos nutritivos y la necesidad de alcanzar una riqueza suficiente en cada uno de ellos, para que pueda

obtenerse el rendimiento óptimo. La interacción entre elementos nutritivos es positiva cuando el efecto producido por un conjunto de dos factores, en este caso nutrientes, es superior a la suma del efecto de los dos factores considerados aisladamente. De esta manera, si se satisfacen las necesidades de un cultivo en potasio se asegura la eficacia de la fertilización con nitrógeno.

En el suelo, la sinergia entre los elementos nutritivos se manifiesta de manera evidente. La movilización de determinadas formas químicas de un elemento facilita la movilización de otros. De este modo, la presencia de sulfato y nitrato amónico favorecen la solubilidad del fósforo (García y Ruano, 2009).

- **Ley de los rendimientos decrecientes.** La Ley de los rendimientos decrecientes o Ley de Mistcherlich concluye que: “a medida que se aumentan las dosis de un elemento fertilizante disminuye el incremento de cosecha que se consigue por cada unidad fertilizante suministrada, hasta llegar un momento en que los rendimientos no solo no aumentan, sino que disminuyen”.

El rendimiento máximo, según el potencial de cada cultivo y suelo, se alcanza con aportaciones de fertilizantes, sin

considerar el gasto que se realiza en fertilizantes. El rendimiento óptimo o económico es el punto que se alcanza cuando el rendimiento que se obtiene de la cosecha compensa el gasto en fertilizante.

Evidentemente, en la determinación del rendimiento óptimo o económico intervienen una serie de factores ajenos a la naturaleza y rendimiento del cultivo, tales como el precio de los fertilizantes utilizados y el precio de los productos agrícolas (García y Ruano, 2009).

E. Aplicación de los fertilizantes

Martin y Barbazan (2010), manifiestan que las formas de aplicación de los fertilizantes pueden ser: al suelo, al follaje (foliares) y con el agua de riego (fertirriego).

- **Aplicación al suelo**

La forma de aplicación de fertilizantes al suelo comprende dos aspectos:

- **La forma de aplicación propiamente dicha**

- **Aplicaciones localizadas.**- La aplicación del fertilizante se realiza a una zona limitada del suelo

que será interceptada por las raíces, y puede ser en bandas o granulado.

- **Aplicaciones no localizadas (al voleo).**- La aplicación del fertilizante es a toda el área que va a ocupar el cultivo y su incorporado se realiza a través del arado, disquera y/o rastras.

- **El momento de aplicación: antes de la siembra, a la siembra y posterior a la siembra.**
 - Antes de la siembra:
 - Voleo en superficie.- Existe pérdidas de N por inmovilización, desnitrificación y volatilización.

 - Voleo incorporado.- Se realiza una aplicación uniforme sobre el suelo e incorporado con arado o cultivador.

 - Banda superficial.- Si hay escasa humedad en la superficie del suelo, se puede reducir la absorción de nutrientes, especialmente inmóviles.

 - Banda subsuperficial.- Entre 5 y 20 cm.

- A la siembra:
 - Bandedo con la semilla.- Es una banda subsuperficial, pero se usa comúnmente como aplicación starter en suelos fríos y húmedos. Se aplica cerca o con la semilla, a dosis bajas y se usan fuentes sólidas o fluidas.
 - Bandas superficiales.- Superficialmente o a chorrillo en la siembra, en bandas directamente en la hilera o algunos cm al lado de la hilera.
 - Banda subperifical.- Cerca de la semilla de 2.5 a 5 cm directamente debajo de la semilla o de 2.5 a 7.5 cm al costado y debajo de la semilla.
- A la post siembra:
 - Cobertura.- El elemento utilizado es el nitrógeno y comúnmente se aplica en trigo, cebada, avena y pasturas.
 - Al costado del cultivo.- En bandas superficiales o subsuperficiales (inyección).

- **Aplicación al follaje**

La forma de aplicación de fertilizantes al follaje es llamada también fertilización foliar, es usada principalmente para corregir rápidamente deficiencias frente a problemas de excesiva fijación por parte del suelo, y frente a una inadecuada absorción de nutrientes por parte de las raíces debido a la baja temperatura, daños mecánicos, etc.

Los principales problemas mayores que puede ocasionar la fertilización foliar es el daño en las hojas y/o frutos, por lo que la cantidad aplicable por vez es limitada. Es usada normalmente en frutales como cítricos, uvas, etc. y en hortalizas como papa, tomate, etc.

La fertilización foliar se realiza por la alta eficiencia “potencial” de los fertilizantes aplicados directamente al follaje. Es normalmente usada para elementos menores como son los micronutrientes, ejemplo: Fe, Zn, Mn, B, Cu, Mo, etc.

La aplicación foliar de macronutrientes ha dado escasos resultados en cultivos extensivos. La aplicación de NPK en cultivos extensivos no retarda la senescencia de las

hojas, y en general no afecta el rendimiento. Puede aumentar la calidad al aplicarse entre la floración y llenado de grano, ejemplo soja.

a. Etapas de la absorción de nutrientes vía hojas

- Mojado de superficie de la hoja con la solución fertilizante. Se usan humectantes para reducir la tensión superficial y facilitar la absorción.
- Penetración a través de infiltración por la cutícula: apoplasto.
- Absorción de nutrientes dentro de la célula (simplasto).
- El movimiento y translocación dependen del movimiento del nutriente en el floema y xilema.

▪ **Aplicación con el agua de riego**

Si bien la aplicación de los fertilizantes con el agua de riego, dependen del sistema de riego, sus ventajas son el bajo costo de aplicación, flexibilidad del momento y de la dosis, precisa aplicación y distribución y mayor eficiencia.

1. Métodos de irrigación

i. Por gravedad (inundación-surcos):

- Distribución poco uniforme.

ii. Aspersores-cañones:

- Distribución mala si hay viento
- Infiltración no uniforme (si >2.5 cm)

iii. Goteo:

- Baja presión
- Alta frecuencia de irrigación (4 mm/h)
- Sólo cultivos en hilera
- Alta eficiencia uso agua y nutrientes
- Problemas obturación goteros (en superficie algas, microbios, arcillas, sustancias orgánicas y sales)

2. Problemas del fertirriego

- Distribución de nutrientes según la distribución del agua.
- Precisión de dosis y eficiencia según equipo de riego.
- Pérdidas volatilización de NH_3 en riego por superficie o aspersores.

- Estratificación superficial o localizada de poco móviles (P; K).
- Problemas de precipitación de Ca; Mg; HCO₃ en el agua.

2.2.3 FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

La Fundación MCCH (2015) manifiesta que uno de los principios básicos de la agricultura orgánica es ser un sistema orientado a fomentar y mejorar la salud del agro-ecosistema, la biodiversidad y los ciclos biológicos del suelo. Para esto, se hace necesario implementar actividades que nos conduzcan a estos fines, que conlleven la restitución de elementos minerales y vivos (microorganismos, bacterias benéficas y hongos) y mantener la vitalidad del suelo donde se desarrollan las plantas.

Hasta el presente, se tienen estudiados 16 elementos esenciales para el desarrollo de las plantas. De estos, los más importantes para el cacao son: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, manganeso, boro y zinc. En casos de deficiencias, las plantas presentan características de sintomatología de amarillamiento, defoliación, estancamiento en el crecimiento y baja producción, además de vulnerabilidad al ataque de plagas y enfermedades debido al desequilibrio nutricional de las plantas. De allí que, el manejo orgánico del suelo y un conjunto de prácticas que propicien

condiciones para un desarrollo sano, son el mejor control para los problemas de plagas y enfermedades.

La diferencia que existe entre los fertilizantes químicos-sintéticos y los abonos orgánicos es que los primeros son altamente solubles y son aprovechados por las plantas en menor tiempo, pero generan un desequilibrio del suelo (acidificación, destrucción del sustrato, etc.); mientras que los orgánicos actúan de forma indirecta y lenta. Pero con la ventaja que mejoran la textura y estructura del suelo y se incrementa su capacidad de retención de nutrientes, liberándolos progresivamente en la medida que la planta los demande.

Los principales y más recomendados abonos o enmiendas orgánicas que ayudan a reactivar al suelo son:

A. Lombricultura

Esta es una técnica que permite la reproducción de lombrices en cautiverio (cajones, lechos, camas) para producir humus sólido y líquido (ácido húmico); abonos que son ricos en macro y micro elementos y además contienen una enorme carga microbiana, unos 200.000 millones por gramo (Basaure, 2012)

La lombriz que se recomienda es la roja californiana (*Eisenia foetida*), es muy resistente, vivaz, gran reproductora y de enorme voracidad. Su tamaño es de 7 a 10 cm. Tiene cinco

corazones y seis riñones; vive unos 15 años, es hermafrodita imperfecta, es sexualmente adulta a los 3 meses y cada siete o diez días pone 1 huevo, que eclosiona entre los 14 y 21 días.

El Humus es el estado más avanzado en la descomposición de la materia orgánica y ayuda a mejorar las condiciones físico-químicas del suelo.

a. Materiales e implementación de cajones o lechos

Entre los materiales necesarios se debe considerar: caña bambú, estacas, tablas, clavos, plástico, etc. El tamaño de los cajones dependerá de la cantidad de sustrato (alimento) y terrenos dedicados a la producción agrícola.

En módulos de 2.5 a 3 metros de largo, de 0.80m a 1m de ancho y de 40 a 50 cm de altura, se está en capacidad de producir 25 qq de humus cada seis meses. Los cajones deben tener una ligera inclinación para poder recolectar el ácido húmico; se recomienda en la parte más baja a 30 cm del suelo y en la más alta a 50 cm del suelo (Basaure, 2012)

b. Llenado de los cajones o lechos

Para la alimentación de las lombrices se puede utilizar: panca de arroz, maíz, soya picada, cáscara de cacao (descompuesto), tierra de sembrado, chanta de guineo,

estiércol de ganado vacuno maduro de tres meses y melaza. Para el llenado de los lechos se procede a colocar los residuos orgánicos en el siguiente orden:

- 5 cm de panca de arroz, maíz o soya, más agua y melaza
- 5 cm de cascarón de cacao, más agua y melaza
- 5 cm de tierra de sembrado, más agua y melaza
- 5 cm de chanta de guineo, más agua y melaza
- 10 cm de estiércol, más agua y melaza.

Se vuelve a repetir el mismo orden hasta llenar el cajón o lecho y si el estiércol está un poco fresco (menos de 3 meses) hay que agregar cal o ceniza, alrededor de 2kg por capa (Basaure, 2012)

c. Maduración del sustrato y siembra de lombrices

Una vez lleno el cajón o lecho, cada siete días se debe regar usando 60 litros de agua, que se une al agua que va saliendo durante la semana. Otra recomendación es el manejo de la temperatura; la misma que durante las tres primeras semanas aumenta y luego comienza a bajar. Si se registra una temperatura elevada (40 - 50 °C), el riego se lo debe hacer dos veces por semana, hasta conseguir que la temperatura descienda al óptimo, que es de 18 - 22 °C. Siguiendo estas recomendaciones el sustrato estará listo

para ser utilizado entre 45 a 50 días. Después de haber recogido el lombri-abono, se procede a una nueva siembra de lombrices; la cual se realiza distribuyendo de 2 a 3 Kg. del sustrato con lombrices a lo largo de las eras o camas y, amigo/a agricultor, comienza una nueva preparación de abono que podrá ser utilizado en los cultivos de la finca.

d. Manejo de las camas y lombrices

Las lombrices en el sustrato comienzan a alimentarse, multiplicarse y a producir humus; no hay que descuidar el riego, pero sin encharcar; y revisar permanentemente que no falte la humedad en el sustrato. Para evitar que el alimento se compacte, se debe remover cada mes, en los 15 a 20 cm de la parte superior, colocando panca de arroz picada encima del sustrato, lo que le da soltura permitiendo la circulación del aire y evitando así que se encharque.

- Producción y cosecha de humus

Lo ideal es cosechar a los 8 - 9 meses y, posteriormente, cada seis meses. Esto se debe al aumento de la población de lombrices, lo que significa que van a producir humus en menor tiempo. Además de producir este valioso fertilizante orgánico, cuya equivalencia es superior al bocashi y compost, las lombrices también producen ácido húmico, que es un líquido cargado de

micro - macro elementos y fitohormonas. El humus generalmente se debe cosechar de la siguiente manera:

- Se debe tener preparado y listo otro cajón, con un sustrato igual al anterior.
- Dejar de regar unos 15 días.
- Colocar trampas (cáscara de sandía, tallo de banano), las que atraen a las lombrices y para poder sacarlas sin causarles daño.
- Ir sacando las lombrices de las trampas y colocarlas en el nuevo lecho, ya preparado y listo.
- Para almacenar el humus se debe tamizar (cernir) y almacenarlo en sacos.
- El humus presenta una coloración oscura, es muy suave y no hay que exponerlo al sol.

B. Bocashi

La palabra “Bocashi” es un término del idioma japonés que significa abono fermentado. La preparación de este abono se debe realizar en un sitio protegido de los rayos solares, lluvias y viento, ya que incide en el proceso de fermentación y puede generar la pérdida de nutrientes; el piso debe ser a nivel y, en lo posible, de cemento o tierra firma.

- **Materiales utilizados**

Los materiales descritos a continuación para la elaboración del abono generalmente se los encuentra en las zonas de trabajo; pero, a falta de alguno de ellos, éstos pueden ser sustituidos con productos similares obteniendo la misma eficacia:

- Estiércoles de ganado vacuno, caballar, gallinaza.
 - Tierras de bosques, montaña, o de monte.
 - Carbón vegetal molido.
 - Cascarilla de arroz.
 - Cal o ceniza vegetal.
 - Monte picado o desechos de cosechas (pancas de arroz, maíz, sorgo, pastos, etc.)
 - Melazas, panela, miel de caña.
 - Levadura
 - Maíz fermentado molido
 - Tierra de bosque
 - Agua
- **Procedimiento para la elaboración**
- Se procede a apilar todos los materiales bajo un techo o cobertizo, procurando hacerlo por capas; se coloca una primera capa que es de tierra de monte o bosque.
 - Se coloca una capa fina de ceniza o cal.
 - Una capa de estiércol (de preferencia semi seco).
 - Una capa de panca picada (arroz, maíz, café, cacao).

- Se realiza una aspersión de agua disuelta en ella la melaza o fuente de azúcar, con una parte de la levadura.
- Se coloca una capa de carbón molido (para dar soltura al bocashi)
- Se vuelve a remojar las capas con la solución de agua, melaza y levadura.
- Se procede a voltear las capas con una lampa hasta dejarlo todo hecho un montón.
- Se adiciona agua hasta lograr que la masa esté uniformemente establecida. Se considera que está lista cuando, al coger una muestra con la mano y hacer puño, la masa queda moldeada sin desmoronarse (prueba de Puño), lo que indica que la humedad está en su punto.
- Se puede colocar una lona o plástico encima de la mezcla.

Luego de haber preparado la mezcla se recomienda realizar las siguientes actividades:

- Voltear la masa 2 veces al día (una en la mañana, otra en la tarde) durante los primeros 5 días (evitar que la temperatura supere los 50° C).
- A partir del sexto día la remoción debe ser 1 vez al día.

- Se considera que el tiempo de la fermentación de la masa es de 12 días, y su utilización como abono debe realizarse a partir de los 30 días.
- El producto debe ser almacenado bajo sombra, protegiéndolo del sol, la lluvia y el viento.
- Almacenarlo en sacos limpios.
- Se recomienda no guardarlo más de 3 meses.
- En viveros, para el llenado de fundas, se recomienda una parte de abono más tres partes de tierra.
- En establecimiento de plantas de cacao en el sitio definitivo se recomienda usar de 250 a 500 gramos de bocashi por hoyo.
- En plantas en crecimiento se recomienda usar de 2 a 3 Kg. de bocashi por planta.

C. Compost

Un compost es una mezcla de materiales orgánicos (estiércoles de animales, residuos de cosecha y residuos de basuras domésticas), de tal manera que fomenten su degradación y descomposición. El producto final se usa para fertilizar y enriquecer la tierra de los cultivos. Este abono y la materia orgánica dan cuerpo a los suelos arenosos y ligeros y mejora el drenaje en los suelos arcillosos.

Hay muchas maneras diferentes de hacer una composta: en tachos, cajas, hoyos dentro de la tierra, en pilas. La mayoría de los productores utiliza un composteo «pasivo», que funciona a una temperatura baja. En estas compostas se añade materia orgánica.

También se indica que la pila de compost no es de un tiradero de basura. La elaboración de este abono demanda de prácticas de higiene y no debe molestar a la familia o vecinos/as.

- **Materiales utilizados**

Los materiales que se utilizan en la preparación del compost generalmente se los encuentra en las zonas de trabajo, pero, a falta de alguno de ellos, éstos pueden ser sustituidos con productos similares obteniendo la misma eficacia:

- Estiércoles de bovinos, porcinos, aves y otros animales – 30%.
- Residuos vegetales frescos como pulpa de café, cáscara de cacao, pseudotallos de plátano, follaje de leguminosas, desperdicios de las cosechas de hortalizas o frutales y basuras orgánicas domésticas – 50%.
- Residuos vegetales secos como cáscaras de café, cacao, maní, panca de maíz, tamo de arroz o de fréjol 10%.
- Ceniza o cal – 1%.

- Mantillo vegetal (tierra de bosque o tierra de guaba) – 9%

Para acelerar el compostaje se requiere de un activador microbiológico de la descomposición, que se prepara con maíz, melaza y levadura. Se debe preparar la cantidad suficiente de activador microbiológico de acuerdo al total de material orgánico a compostar. Los ingredientes que se utilizan son los siguientes y se prepara de la siguiente manera:

- Maíz, se muele y se lo mezcla con agua (1 lb.)
- Añadir 1 litro de melaza o 1 libra de panela.
- Agregar 100 gramos de levadura.
- Mezclar los ingredientes

▪ **Procedimiento para la elaboración**

La preparación no tiene un procedimiento predeterminado; lo básico es la homogenización de los ingredientes para la obtención de un buen sustrato. Un método de preparación es como se describe a continuación:

- Colocar los materiales orgánicos en capas.
- Mezclar los ingredientes hasta homogenizar el montón.
- Humedecer el montículo hasta llegar al punto de saturación.

- Adicionar al montículo, de manera uniforme, el activador microbiológico.
- Mezclar el montículo y controlar la uniformidad de la humedad.
- Extender la masa de materiales orgánicos a compostar, de tal forma que la altura del montón tenga alrededor de unos 50 centímetros, por la longitud y ancho necesarios.
- Añadir sobre el montículo, uniformemente, una porción de cal agrícola o ceniza vegetal, para corregir la acidez.
- Procurar que el montículo esté siempre húmedo; por lo tanto, debe regarse periódicamente.

Luego de haber preparado la mezcla se recomienda realizar las siguientes actividades:

- Voltear periódicamente los montículos: la primera semana una vez al día; en la segunda semana pasando un día; y, posteriormente, cada siete días, hasta cumplir el proceso.
- En aproximadamente 12 semanas no se distinguirán los materiales orgánicos procesados, ni se constatará una alta temperatura dentro del montículo.
- El humus bien procesado presenta una coloración negruzca y un agradable olor a tierra fresca.

- Se considera que el tiempo de la fermentación de la masa es de 45 a 60 días, de acuerdo a condiciones climáticas de la zona.
- El producto debe ser almacenado bajo sombra, protegiéndolo del sol, la lluvia y el viento.
- Almacenarlo en sacos limpios.
- En viveros, para el llenado de fundas, se recomienda una parte de abono más dos/tres partes de tierra.
- En establecimiento de plantas de cacao en el sitio definitivo se recomienda usar de 250 a 500 gramos de compost por hoyo.
- En plantas en crecimiento se recomienda usar de 2 a 3 Kg. de compost por planta.

D. Biol

El biol es un abono orgánico líquido obtenido de la fermentación anaeróbica de estiércoles de animales domésticos, enriquecido con follajes de plantas que aportan nutrientes o alguna acción de prevención contra plagas y enfermedades.

Este abono se lo puede utilizar como inoculante y repelente de ciertas plagas. El uso del biol promueve la actividad fisiológica estimulando el crecimiento vegetativo de las plantas cultivadas.

a. Materiales utilizados

A continuación, se indican los materiales e ingredientes que se necesitan para la preparación de biol en un tanque de 200 litros:

- Un tanque plástico con capacidad para 200 litros con tapa
- Un saco de yute
- Un balde
- Un pedazo de manguera (aproximadamente 40cm)
- Una botella transparente con agua
- 30 Kilos de estiércol fresco de ganado vacuno, caballo o porcino (sexta parte del tanque)
- 8 libras de tierra de guabo o mulch de bosque
- 4 libras de compost o humus de lombriz
- 1 litro de leche o suero
- 2 libras de hojas de plantas medicinales o aromáticas, finamente picadas
- 16 libras de hojas de leguminosas picadas
- 1 galón de melaza ó 2 libras de panela
- 100 gramos de levadura
- 2 kilos de premezcla mineral (sales minerales que no contengan antibióticos)
- 1 litro de vinagre
- 100 litros de agua

b. Procedimiento para la elaboración

Ubicar el tanque en una parte donde haya sombra y alejado de la vivienda. Colocar en el tanque plástico todos los ingredientes indicados y revolver intensamente hasta obtener una mezcla homogénea. Colocar el estiércol fresco, el agua, la melaza o panela y la leche o suero en el tanque y revolver. Añadir agua hasta aproximadamente 20 centímetros bajo el nivel superior del tanque. Sellar herméticamente el tanque y colocar una manguera que vaya, un extremo en el espacio vacío del tanque y el otro en la botella transparente con agua. Dejar la mezcla en fermentación hasta que no se observen burbujas en la botella con agua. La fermentación del biol dura aproximadamente de 30 a 45 días. Luego de haber preparado la mezcla se recomienda realizar las siguientes actividades:

Al concluir el proceso de fermentación, el preparado se debe revolver intensamente y luego cernirlo con una tela o lienzo. El biol puede conservarse en botellas plásticas hasta seis meses.

A nivel de viveros se recomienda aplicar al follaje en dosis de 1 litro de biol + 19 litros de agua (5%), en frecuencias quincenales. A nivel de plantaciones se recomienda aplicar

6 litros de biol + 14 litros de agua (30%), con frecuencias de aplicación en época de lluvias y la segunda después de 30 días.

E. Té de estiércol

Ésta es una de las alternativas más sencillas de fertilización orgánica que se usa para mejorar la actividad microbiológica del suelo y el nivel de nutrición de las plantas.

a. Materiales necesarios

- Un tanque plástico de 200 litros de capacidad
- Un saco
- 25 libras de estiércol fresco
- 4 Kg. de Sulpomag
- 4 Kg. de hojas de leguminosas (maní forrajero, fréjol, soya, palo prieto, yuca de ratón)
- 1 cuerda (piola) de 2 metros de largo
- 1 Pedazo de tela o plástico para cubrir o tapar el tanque
- 1 peso de unas 10 libras

b. Procedimiento para la elaboración

- Ubicar el tanque en una parte donde haya sombra y alejado de la vivienda
- Poner el estiércol dentro del saquillo.
- Agregar el sulfomag

- Agregar la hojarasca, de preferencia picada.
- Poner el peso dentro del saquillo.
- Una vez dentro del saquillo todos los materiales, amarrarlo y meterlo en el tanque dejando un pedazo de cuerda fuera del tanque, como si fuera una gran bolsa de té
- Agregar agua fresca y limpia hasta llenar el tanque.
- Cerrar el tanque con el plástico o la tela, pero dejando que pase el oxígeno y dejar fermentar por dos semanas.

c. Recomendaciones

- El proceso del té de estiércol dura de 12 a 14 días.
- Exprimir el saquillo y retirarlo del tanque.
- El líquido que queda en el tanque es el abono.
- Para aplicar el abono se debe diluir en una bomba de 20 litros: 10 litros de abono y 10 litros de agua (50% concentración).
- Esta preparación puede ser utilizada en aspersiones foliares o en fertirriego cada 30 a 45 días.

F. Biofertilizantes líquidos

Los biofertilizantes líquidos, son enmiendas a base de productos de origen animal o vegetal que se incorporan al suelo para mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas, que se aplican al follaje para potenciar su vigor y resistencia. Se

diferencian exclusivamente por los materiales empleados para su elaboración y del tipo de descomposición a la que se someten, los materiales por ejemplo suelen ser los que se tengan a disposición cerca de la finca o sea de bajo costo su adquisición (SICA, 2007).

En cuanto al tipo de descomposición de los materiales esta puede ser aeróbica en la que los microorganismos consumen oxígeno y utilizan una fuente de carbono orgánico para generarlos posteriormente en dióxido de carbono, nitratos y sulfatos, entre otros compuestos (SICA, 2007).

La descomposición anaeróbica al contrario de la anterior sucede en ausencia de oxígeno en el cual están presentes las bacterias hidrolíticas estas se encargan de convertir las moléculas orgánicas complejas a más simples, estas bacterias formadoras de ácidos transforman las moléculas simples en ácidos orgánicos luego éstas los transforman a metano, dióxido de carbono y otros productos como el ácido sulfhídrico (SICA, 2007).

Otro punto importante para la elección del tipo de descomposición es el tiempo con que se cuente ya que la descomposición aeróbica es más rápida y la descomposición

anaeróbica toma varios días hasta meses para obtener el producto deseado (SICA, 2007).

Para la elaboración de lixiviados se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada a fin de evitar la proliferación de microorganismos patógenos. Generalmente estas materias primas proceden de:

- Restos de cosechas. Pueden emplearse para hacer compost. Los restos vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, etc. son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Los restos vegetales más adultos como troncos, ramas, tallos, etc. Son menos ricos en nitrógeno.
- Abonos verdes, malas hierbas, etc.
- Las ramas de poda de los frutales. Es preciso triturarlas antes de su incorporación al compost, ya que con trozos grandes el tiempo de descomposición se alarga.
- Hojas. Pueden tardar meses o años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas con otros materiales.

- Restos urbanos. Se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de fruta y hortalizas, restos de animales de mataderos, etc.
- Estiércol animal. Destaca el estiércol de vaca, aunque otros de gran interés son la gallinaza, estiércol de caballo, de oveja y los purines.
- Plantas marinas. Especies marinas como *Posidonia* oceánica, que pueden emplearse como materia prima para la fabricación de compost ya que son compuestos ricos en N, P, C, oligoelementos y biocompuestos.
- Algas. También pueden emplearse numerosas especies de algas marinas, ricas en agentes antibacterianos y antifúngicos y fertilizantes para la fabricación de compost (Mourichon et al., 1997).

La calidad de los biofertilizantes líquidos depende mucho de la fuente de la que son obtenidos los materiales para su elaboración y del manejo adecuado de los mismos. Los biofertilizantes líquidos son productos que poseen altos valores proteicos y de micronutrientes (Suquilanda, 1995).

La calidad se la cuantifica con sus respectivos análisis químicos de micro y macronutrientes presentes y de microorganismos tomando en cuenta si estos son o no benéficos. La presencia de minerales en los biofertilizantes brinda una característica de sustancias mejoradoras de los suelos. Dicho de otra manera, los biofertilizantes líquidos son fuentes naturales de nutrientes que pueden superar con creces el efecto de los fertilizantes sintéticos en algunas ocasiones (Suquilanda, 1996).

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BASICOS

- **Plátanos.-** Es una planta herbácea, que pertenece a la familia musácea, y que ostenta normalmente entre 3 o 4 metros de alto. Su tallo está rodeado por las vainas de las hojas y el fruto que resulta de él, que es una baya que tiene la particularidad de crecer en racimos, es ampliamente apreciado y consumido en el mundo como alimento. Popularmente se lo conoce como banano o banana.

- **Fertilización.-** Proceso a través del cual se preparará a la tierra añadiéndole diversas sustancias que tienen el objetivo de hacerla más fértil y útil a la hora de la siembra y la plantación de semillas.

- **Fertilización química.-** También conocido como abono químico es un producto que contiene, por los menos, un elemento químico que la planta necesita para su ciclo de vida. La característica más importante de cualquier fertilizante es que debe tener una solubilidad mínima en

agua, para que, de este modo pueda disolverse en el agua de riego, ya que la mayoría de los nutrientes entran en forma pasiva en la planta, a través del flujo del agua.

- **Fertilización orgánica.-** La sustancia que se utiliza para fertilizar la tierra. El adjetivo orgánico, por su parte, también tiene varios significados: puede tratarse de aquello que dispone de carbono como componente principal. Un abono orgánico, por lo tanto, es un tipo de fertilizante que se produce a partir de plantas, animales u hongos. Permiten, por ejemplo, reutilizar los desechos orgánicos, contribuyen a fijar el carbono al terreno, requieren de una menor cantidad de energía para su producción y ayudan a incrementar la capacidad del suelo para la absorción de agua. Como punto negativo, los abonos orgánicos pueden favorecer la aparición de agentes patógenos si no reciben el tratamiento adecuado y que actúan de forma indirecta y lenta. Pero con la ventaja que mejoran la textura y estructura del suelo y se incrementa su capacidad de retención de nutrientes, liberándolos progresivamente en la medida que la planta los demande.
- **Fermentación.-** La fermentación es un proceso natural que ocurre en determinados compuestos o elementos a partir de la acción de diferentes actores y que se podría simplificar como un proceso de oxidación incompleta. La fermentación es realizada por diferentes bacterias y microorganismos en medios anaeróbicos, es decir, en los que falta aire, por eso es un proceso de oxidación incompleta.

2.4 FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS

2.4.1 Hipótesis general

- El efecto de la fertilización orgánica y química no muestran diferencia estadística significativa en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla.

2.4.2 Hipótesis específicas

- Las dosis de la fertilización orgánica en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla no muestran diferencia significativa entre ellas.
- Las dosis de la fertilización química en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla no muestran diferencia significativa entre ellas.
- La comparación de los efectos de la fertilización orgánica y la fertilización química en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla, no permite considerar a ninguno de ellos dentro de un programa de fertilización.
-

2.5 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

2.5.1 Variable independiente

- Fertilización orgánica y química.

2.5.2 Variable dependiente

- Producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) variedad Isla.

2.6 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES

Variable	Definición	Indicadores	Técnicas e instrumentos
Variable Independiente	Fertilización	Orgánica	Dosificación
		Química	Dosificación
Variable Dependiente	Producción del cultivo de plátanos	Altura de planta	Observación directa
		Diámetro de pseudotallo	Observación directa
		Número de hojas	Observación directa
		Número de manos por racimo	Observación directa
		Peso de racimo	Observación directa

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación al que pertenece el presente proyecto es el experimental.

3.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación utilizado en el presente proyecto es el método inductivo - deductivo.

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño experimental que se empleó en el desarrollo del trabajo de investigación fue el Diseño de Bloques Completamente Randomizados (BCR) con 6 tratamientos, (más un testigo) y 3 repeticiones por tratamiento.

3.3.1. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = Es una observación cualquiera.

μ = Media poblacional.

t_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ijk} = Error experimental.

3.3.2. Análisis de variancia

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Sig.
Tratamiento	6					
Bloques	2					
Error	12					
Total	20					
s =	x =			C.V.=		

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Población

La población estuvo constituida por 273 plantas de plátanos Variedad Isla.

3.4.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 3 plantas de plátanos variedad Isla por unidad experimental, haciendo un total de muestra de 63 plantas de plátanos variedad Isla.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La principal técnica que se utilizó fue la observación y el principal instrumento que se utilizó fueron las fichas de colección de datos.

3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de los datos se realizó mediante el análisis de varianza y su procesamiento de los datos se realizó en el SPSS.

3.7 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Para comparar los promedios de los tratamientos y poder clasificarlos, se aplicó la prueba de significación de Duncan (5%).

3.8 SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Se ha realizado un análisis del trabajo de investigación para poder validar el instrumento de colección de datos y dentro de este, seleccionar las variables que nos permitieron obtener los datos que darán respuesta al efecto de los tratamientos en el trabajo de investigación.

Consultor	Experto	Valoración del instrumento
1	M.Sc. Karina Marmolejo Gutarra	89 %
2	M.Sc. Carlos Rodriguez Herrera	88 %
3	Ing. Iván Sotomayor Córdova	90 %

Es así que a juicio de expertos la ficha de colección de datos para evaluar el efecto de la fertilización orgánica y química en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) variedad isla, presentó en promedio un coeficiente de valoración del 89%.

3.9 ORIENTACIÓN ÉTICA

El desarrollo del trabajo de investigación que servirá de referencia para otros trabajos de investigación y que contribuirá al conocimiento en el manejo y producción del cultivo de plátanos variedad isla, fue desarrollado siguiendo los valores éticos del investigador y es así que doy fe que lo que se expone en el presente documento está representado en sus resultados fiel a las evaluaciones realizadas en campo.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

4.1.1 Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se ejecutó en la Estación Experimental Agropecuaria del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria - INIA del Distrito de Pichanaki, Provincia de Chanchamayo.

A. Ubicación política

- Región : Junín
- Provincia : Chanchamayo
- Distrito : Pichanaki

A. Ubicación geográfica

- Latitud sur : 10° 55' 56.07" S
- Longitud oeste : 74° 52' 19.53" O
- Altitud media : de 520 m.s.n.m.

4.1.2 Materiales y equipos

A. Materiales de campo

- Tablero
- Fichas de datos
- Cuchillo
- Chafle o machete
- Cinta métrica
- Baldes
- Cordel
- Bolsas

B. Materiales de escritorio

- Libreta de campo
- Lápiz
- Reglas
- Plumones indelebles
- Lapiceros
- Papel bond 75 gr.
- Resaltador
- CD's
- USB

C. Equipos

- Computadora
- Termómetro

- Cámara digital
- Balanza
- Vernier digital
- Mochila asperjadora

D. Vegetal

- Semillas vegetativas de plátanos variedad isla

E. Insumos

- a. Fertilizantes químicos NPK
 - Urea, Fosfato diamónico, Cloruro de potasio, Yeso agrícola, Sulpomag, Fertibagra.
- b. Fertilizantes orgánicos
 - Guano de isla, Sulfato de potasio, Dolomita, Ulexita, Cal.
- c. Fungicidas según requerimiento
- d. Insecticidas según requerimiento

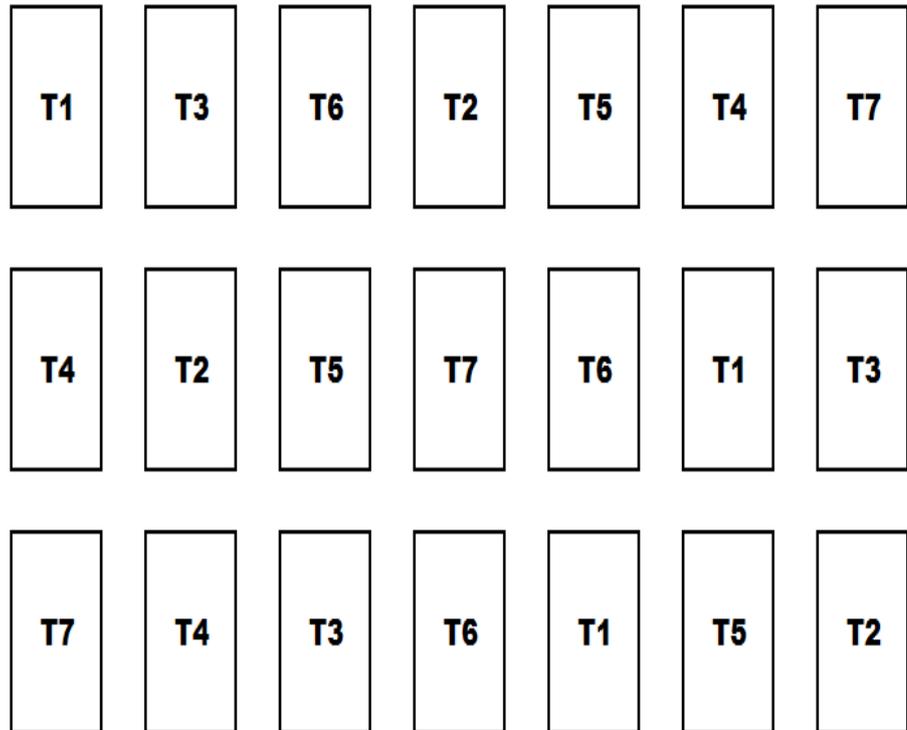
4.1.3 Descripción de los tratamientos

No	Tratamiento	Descripción de los tratamientos	N-P-K
1	T1	Fertilización orgánica baja	260-130-300
2	T2	Fertilización orgánica media	440-220-500
3	T3	Fertilización orgánica alta	364-95-1092

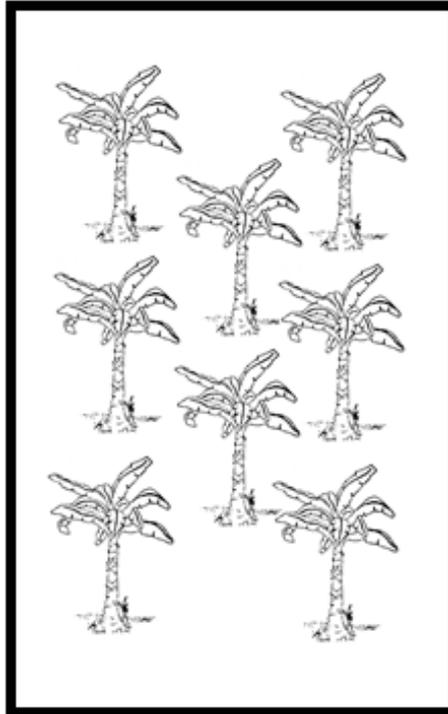
4	T4	Fertilización química baja	260-130-300
5	T5	Fertilización química media	440-220-500
6	T6	Fertilización química alta	364-95-1092
7	T7	Testigo - Sin fertilización	0-0-0

4.1.4 Croquis de campo

A. Distribución de las unidades experimentales



B. Característica de una unidad experimental



4.1.5 Evaluación de las variables

Las evaluaciones de las variables: Altura de planta, diámetro del pseudotallo y número de hojas se realizaron a los dos, cuatro, seis, ocho y diez meses después del plantado; mientras que las variables número de manos por racimo y peso de racimo se evaluaron solo al momento de la cosecha.

A. Altura de planta (m)

Se midió desde el cuello de la planta hasta el ápice de la planta, utilizando una wincha metálica.

B. Diámetro del pseudotallo (cm)

Se midió el grosor del pseudotallo a una altura de 50 cm. desde el cuello de la planta.

C. Número de hojas

Se contó el número de hojas.

D. Número de manos por racimo

Se contó el número de manos por racimo a la cosecha.

E. Peso de racimo

Se realizó el pesado del racimo a la cosecha.

4.1.6 Procedimiento y conducción del experimento

A. Obtención del material de estudio (semillas de plátanos variedad Isla)

Para lograr uniformidad y evitar la presencia de plagas y enfermedades de transmisión por semilla, y sobre todo la seguridad de la variedad, ésta fue proporcionada por el INIA - Pichanaki.

B. Sanidad de las semillas

Las semillas se trataron con productos fúngicos a manera de prevenir enfermedades y desinfectarlas de plagas.

C. Plantado de las semillas

Los tratamientos fueron acomodados de acuerdo al croquis de campo planteado.

D. Fertilización

e. Fertilización química

Dosis baja	N	P₂O₅	K₂O	Ca	Mg	S	B
	260	130	300	180	40	10	3.2

Dosis baja		Fuente	Kg/ha	Gr/planta	marzo	mayo	julio
N	194	Urea	422	0.328	25%	25%	50%
P₂O₅	128	Fosfato diamonico	280	0.218	40%	40%	20%
K₂O	261	Cloruro de potasio	388	0.302	20%	40%	40%
Ca	180	Yeso agricola	581	0.452	35%	35%	30%
Mg	40	Sulpomag	222	0.173	35%	35%	30%
B	3.2	Fertibagra	21	0.016	25%	25%	50%
total			1914	1.489			

Dosis media	N	P₂O₅	K₂O	Ca	Mg	S	B
	440	220	500	400	50	22	6

Dosis media		Fuente	Kg/ha	Gr/planta	marzo	mayo	julio
N	395	Urea	738	0.575	25%	25%	50%
P₂O₅	218	Fosfato diamonico	476	0.371	40%	40%	20%
K₂O	462	Cloruro de potasio	709	0.552	20%	40%	40%
Ca	400	Yeso agricola	1290	1.005	35%	35%	30%
Mg	50	Sulpomag	277	0.215	35%	35%	30%
B	6	Fertibagra	40	0.031	25%	25%	50%
total			3530	2.749			

Dosis alta	N	P₂O₅	K₂O	Ca	Mg	S	B
	364	95	1092	803	154	49	7

Dosis alta		Fuente	Kg/ha	Gr/planta	marzo	mayo	julio
N	312	Urea	680	0.530	25%	25%	50%
P₂O₅	94	Fosfato diamonico	204	0.159	40%	40%	20%
K₂O	1057	Cloruro de potasio	1574	1.226	20%	40%	40%
Ca	803	Yeso agricola	2590	2.018	35%	35%	30%
Mg	154	Sulpomag	856	0.667	35%	35%	30%
B	7	Fertibagra	47	0.036	25%	25%	50%
total			5951	4.636			

f. Fertilización orgánica

Dosis baja	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B
	260	130	300	180	40	10	3.2

Dosis baja		Fuente	Kg/ha	Gr/planta	marzo	mayo	julio
N	245	Guano de isla	2450	1.909	35%	35%	30%
K ₂ O	213	Sulfato de potasio	429	0.334	35%	35%	30%
Mg	20	Dolomita	96	0.074	35%	35%	30%
B	3.2	Ulexita	10	0.007	35%	35%	30%
total			2985	2.324			

Dosis media	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B
	440	220	500	400	50	22	6

Dosis media		Fuente	Kg/ha	Gr/planta	marzo	mayo	julio
N	425	Guano de isla	4250	3.312	35%	35%	30%
K ₂ O	377	Sulfato de potasio	754	0.587	35%	35%	30%
Ca	38	Cal	95	0.074	35%	35%	30%
Mg	16	Dolomita	75	0.058	35%	35%	30%
B	6	Ulexita	20	0.015	35%	35%	30%
total			5194	4.046			

Dosis alta	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B
	364	95	1092	803	154	49	7

Dosis alta		Fuente	Kg/ha	Gr/planta	marzo	mayo	julio
N	349	Guano de isla	3490	2.720	35%	35%	30%
K ₂ O	984	Sulfato de potasio	1968	1.533	35%	35%	30%
Ca	348	Cal	869	0.677	35%	35%	30%
Mg	126	Dolomita	589	0.459	35%	35%	30%
B	7	Ulexita	24	0.018	35%	35%	30%
total			6940	5.407			

E. Evaluación

La evaluación de las variables se registró en una ficha de datos, luego se ordenaron dejándolos listos para su procesamiento.

4.2 PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.2.1 Altura de planta

Tabla 4.1. Análisis de Varianza para altura de planta a los dos meses después del plantado

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	6	0.0184	0.0031	0.89	3.00	4.82	n.s.
Bloques	2	0.0047	0.0024	0.68	3.89	6.93	n.s.
Error	12	0.0415	0.0035				
Total	20	0.0646					
		S = 0.06	$\bar{x} = 0.51$	C.V. = 11.55 %			

En la Tabla 4.1. Análisis de Varianza para altura de planta a los dos meses después del plantado se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística no significativa.

El coeficiente de variabilidad de 11.55% es considerado según Calzada Benza (1970), como coeficiente muy bueno, lo que nos indica que altura de planta a los dos meses después del plantado dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 0.51 cm.

La no significación estadística nos indica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, asimismo nos indica que la fertilización química y orgánica no muestran efecto diferenciado sobre la altura de planta a los dos meses después del plantado.

Tabla 4.2. Prueba de significación de Duncan al 5% para altura de planta a los dos meses después del plantado

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación
1	T6	0.57	a
2	T4	0.52	a
3	T5	0.52	a
4	T3	0.50	a
5	T7	0.50	a
6	T1	0.49	a
7	T2	0.46	a

En la Tabla 4.2. prueba de significación de Duncan al 5% para la altura de planta a los dos meses después del plantado, se observa la presencia de 1 categoría, la categoría “a” conformada por todos los tratamientos en estudio incluyendo al testigo.

Tabla 4.3. Análisis de Varianza para altura de planta a los cuatro meses después del plantado

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	6	0.1449	0.0242	1.48	3.00	4.82	n.s.
Bloques	2	0.0039	0.0020	0.12	3.89	6.93	n.s.
Error	12	0.1956	0.0163				
Total	20	0.3444					
		S = 0.13	\bar{x} = 0.66	C.V. = 19.31 %			

En el Tabla 4.3. Análisis de Varianza para altura de planta a los cuatro meses después del plantado se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística no significativa.

El coeficiente de variabilidad de 19.31% es considerado según Calzada Benza (1970), como coeficiente bueno, lo que nos indica que altura de planta a los cuatro meses después del plantado dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 0.66 cm.

La no significación estadística nos indica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, asimismo nos indica que la fertilización química y orgánica no muestran efecto diferenciado sobre la altura de planta a los cuatro meses después del plantado.

Tabla 4.4. Prueba de significación de Duncan al 5% para altura de planta a los cuatro meses después del plantado

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación
1	T6	0.81	a
2	T4	0.75	a
3	T3	0.69	a
4	T5	0.61	a
5	T1	0.60	a
6	T2	0.60	a
7	T7	0.58	a

En la Tabla 4.4. prueba de significación de Duncan al 5% para la altura de planta a los cuatro meses después del plantado, se

observa la presencia de 1 categoría, la categoría “a” conformada por todos los tratamientos en estudio incluyendo al testigo.

Tabla 4.5. Análisis de Varianza para altura de planta a los seis meses después del plantado

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	6	1.0560	0.1760	5.78	3.00	4.82	**
Bloques	2	0.0133	0.0066	0.22	3.89	6.93	n.s.
Error	12	0.3652	0.0304				
Total	20	1.4345					
		S = 0.17	$\bar{x} = 0.86$	C.V. = 20.24 %			

En el Tabla 4.5. Análisis de Varianza para altura de planta a los seis meses después del plantado se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 20.44% es considerado según Calzada Benza (1970), como coeficiente Regular, lo que nos indica que altura de planta a los cuatro meses después del plantado dentro de cada tratamiento tiende a ser heterogéneo, con un promedio de 0.86 cm.

La alta significación estadística nos indica que al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que la fertilización química y orgánica muestran efecto diferenciado sobre la altura de planta a los seis meses después del plantado.

Tabla 4.6. Prueba de significación de Duncan al 5% para altura de planta a los seis meses después del plantado

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación	
1	T3	1.33	a	
2	T4	0.98	a	b
3	T6	0.89	a	b
4	T5	0.82		b
5	T2	0.70		b
6	T1	0.69		b
7	T7	0.61		b

En la Tabla 4.6. prueba de significación de Duncan al 5% para la altura de planta a los seis meses después del plantado, se observa la presencia de 3 categorías, la categoría “a” conformada por el tratamiento T3 (Fertilización orgánica alta); la categoría “ab” conformada por los tratamientos T4 (Fertilización química baja) y T6 (Fertilización química alta) y la categoría “b” conformada por los tratamientos T5 (Fertilización química media), T2 (Fertilización orgánica media), T1 (Fertilización orgánica baja) y T7 (Testigo - Sin fertilización).

Tabla 4.7. Análisis de Varianza para altura de planta a los ocho meses después del plantado

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	6	2.0639	0.3440	2.56	3.00	4.82	n.s.
Bloques	2	0.2187	0.1094	0.81	3.89	6.93	n.s.
Error	12	1.6108	0.1342				
Total	20	3.8934					
		S = 0.37	\bar{x} = 1.23	C.V. = 29.81 %			

En el Tabla 4.7. Análisis de Varianza para altura de planta a los ocho meses después del plantado se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística no significativa.

El coeficiente de variabilidad de 29.81% es considerado según Calzada Benza (1970), como coeficiente malo, lo que nos indica que la altura de planta a los ocho meses después del plantado dentro de cada tratamiento tiende a ser heterogéneo, con un promedio de 1.23 cm.

La no significación estadística nos indica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, asimismo nos indica que la fertilización química y orgánica no muestran efecto diferenciado sobre la altura de planta a los ocho meses después del plantado.

Tabla 4.8. Prueba de significación de Duncan al 5% para altura de planta a los ocho meses después del plantado

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación	
1	T3	1.86	a	
2	T4	1.30	a	b
3	T6	1.29	a	b
4	T5	1.26	a	b
5	T2	1.15	a	b
6	T1	0.98	a	b
7	T7	0.77		b

En la Tabla 4.8. prueba de significación de Duncan al 5% para la altura de planta a los ocho meses después del plantado, se observa la presencia de 3 categorías, la categoría “a” conformada por el tratamiento T3 (Fertilización orgánica alta); la categoría “ab” conformada por los tratamientos T4 (Fertilización química baja), T6 (Fertilización química alta), T5 (Fertilización química media), T2 (Fertilización orgánica media) y T1 (Fertilización orgánica baja) y la categoría “b” conformada por el tratamiento T7 (Testigo - Sin fertilización).

Tabla 4.9. Análisis de Varianza para altura de planta a los diez meses después del plantado

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	6	3.0731	0.5122	4.56	3.00	4.82	*
Bloques	2	0.6154	0.3077	2.74	3.89	6.93	n.s.
Error	12	1.3478	0.1123				
Total	20	5.0363					
		S = 0.34	\bar{x} = 1.77	C.V. = 18.89 %			

En el Tabla 4.9. Análisis de Varianza para altura de planta a los diez meses después del plantado se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística significativa.

El coeficiente de variabilidad de 18.89% es considerado según Calzada Benza (1970), como coeficiente bueno, lo que nos indica que la altura de planta a los diez meses después del plantado dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 1.77 cm.

La significación estadística nos indica que al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que la fertilización química y orgánica muestran efecto diferenciado sobre la altura de planta a los diez meses después del plantado.

Tabla 4.10. Prueba de significación de Duncan al 5% para altura de planta a los diez meses después del plantado

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación	
1	T3	2.40	a	
2	T4	2.04	a	b
3	T2	1.97	a	b
4	T5	1.86	a	b
5	T1	1.54		b
6	T6	1.41		b
7	T7	1.20		b

En la Tabla 4.10 prueba de significación de Duncan al 5% para la altura de planta a los diez meses después del plantado, se observa

la presencia de 3 categorías, la categoría “a” conformada por el tratamiento T3 (Fertilización orgánica alta); la categoría “ab” conformada por los tratamientos T4 (Fertilización química baja), T2 (Fertilización orgánica media) y T5 (Fertilización química media) y la categoría “b” conformada por los tratamientos T1 (Fertilización orgánica baja), T6 (Fertilización química alta) y T7 (Testigo - Sin fertilización).

4.2.2 Diámetro del pseudotallo

Tabla 4.11. Análisis de Varianza para el diámetro del pseudotallo a los dos meses después del plantado

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	6	0.0011	0.0002	0.59	3.00	4.82	n.s.
Bloques	2	0.0005	0.0002	0.82	3.89	6.93	n.s.
Error	12	0.0036	0.0003				
Total	20	0.0052					
		S = 0.02	\bar{x} = 0.14	C.V. = 12.08 %			

En el Tabla 4.11. Análisis de Varianza para el diámetro del pseudotallo a los dos meses después del plantado se observa que

en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística no significativa.

El coeficiente de variabilidad de 12.08% es considerado según Calzada Benza (1970), como coeficiente muy bueno, lo que nos indica que el diámetro del pseudotallo a los dos meses después del plantado dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 0.14 cm.

La no significación estadística nos indica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, asimismo nos indica que la fertilización química y orgánica no tienen efecto diferenciado sobre el diámetro del pseudotallo a los dos meses después del plantado.

Tabla 4.12. Prueba de significación de Duncan al 5% para el diámetro del pseudotallo a los dos meses después del plantado

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación
1	T6	0.15	a
2	T7	0.15	a
3	T4	0.15	a
4	T5	0.14	a
5	T3	0.14	a
6	T1	0.14	a
7	T2	0.13	a

En la Tabla 4.12. prueba de significación de Duncan al 5% para el diámetro del pseudotallo a los dos meses después del plantado, se

observa la presencia de 1 categoría, la categoría “a” conformada por todos los tratamientos en estudio.

Tabla 4.13. Análisis de Varianza para diámetro del pseudotallo a los cuatro meses después del plantado

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	6	0.0044	0.0007	0.62	3.00	4.82	n.s.
Bloques	2	0.0036	0.0018	1.53	3.89	6.93	n.s.
Error	12	0.0142	0.0012				
Total	20	0.0221					
	S = 0.03		$\bar{x} = 0.24$	C.V. = 14.14 %			

En el Tabla 4.13. Análisis de Varianza para el diámetro del pseudotallo a los cuatro meses después del plantado se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística no significativa.

El coeficiente de variabilidad de 14.14% es considerado según Calzada Benza (1970), como coeficiente muy bueno, lo que nos indica que el diámetro del pseudotallo a los cuatro meses después del plantado dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 0.24 cm.

La no significación estadística nos indica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, asimismo nos indica que la fertilización química y orgánica no tienen efecto diferenciado sobre

el diámetro del pseudotallo a los cuatro meses después del plantado.

Tabla 4.14. Prueba de significación de Duncan al 5% para diámetro del pseudotallo a los cuatro meses después del plantado

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación
1	T3	0.26	a
2	T4	0.26	a
3	T1	0.25	a
4	T5	0.25	a
5	T6	0.24	a
6	T7	0.22	a
7	T2	0.22	a

En la Tabla 4.14. prueba de significación de Duncan al 5% para el diámetro del pseudotallo a los cuatro meses después del plantado, se observa la presencia de 1 categoría, la categoría “a” conformada por todos los tratamientos en estudio.

Tabla 4.15. Análisis de Varianza para diámetro del pseudotallo a los seis meses después del plantado

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	6	0.0095	0.0016	0.84	3.00	4.82	n.s.
Bloques	2	0.0023	0.0011	0.60	3.89	6.93	n.s.
Error	12	0.0227	0.0019				
Total	20	0.0345					
		S = 0.04	\bar{x} = 0.29	C.V. = 15.22 %			

En el Tabla 4.15. Análisis de Varianza para el diámetro del pseudotallo a los seis meses después del plantado se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística no significativa.

El coeficiente de variabilidad de 15.22% es considerado según Calzada Benza (1970), como coeficiente muy bueno, lo que nos indica que el diámetro del pseudotallo a los seis meses después del plantado dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 0.29 cm.

La no significación estadística nos indica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, asimismo nos indica que la fertilización química y orgánica no tienen efecto diferenciado sobre el diámetro del pseudotallo a los cuatro meses después del plantado.

Tabla 4.16. Prueba de significación de Duncan al 5% para diámetro del pseudotallo a los seis meses después del plantado

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación
1	T3	0.32	a
2	T4	0.30	a
3	T5	0.29	a
4	T6	0.29	a
5	T1	0.28	a
6	T7	0.26	a
7	T2	0.26	a

En la Tabla 4.16. prueba de significación de Duncan al 5% para el diámetro del pseudotallo a los seis meses después del plantado, se observa la presencia de 1 categoría, la categoría “a” conformada por todos los tratamientos en estudio.

Tabla 4.17. Análisis de Varianza para diámetro del pseudotallo a los ocho meses después del plantado

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	6	0.0090	0.0015	0.91	3.00	4.82	n.s.
Bloques	2	0.0037	0.0019	1.14	3.89	6.93	n.s.
Error	12	0.0197	0.0016				
Total	20	0.0325					
		S = 0.04	\bar{x} = 0.31	C.V. = 13.03 %			

En el Tabla 4.17. Análisis de Varianza para el diámetro del pseudotallo a los ocho meses después del plantado se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística no significativa.

El coeficiente de variabilidad de 13.03% es considerado según Calzada Benza (1970), como coeficiente muy bueno, lo que nos indica que el diámetro del pseudotallo a los ocho meses después del plantado dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de 0.31 cm.

La no significación estadística nos indica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, asimismo nos indica que la fertilización química y orgánica no tienen efecto sobre el diámetro del pseudotallo a los ocho meses después del plantado.

Tabla 4.18. Prueba de significación de Duncan al 5% para diámetro del pseudotallo a los ocho meses después del plantado

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación
1	T3	0.34	a
2	T1	0.33	a
3	T4	0.32	a
4	T6	0.32	a
5	T5	0.31	a
6	T2	0.29	a
7	T7	0.28	a

En la Tabla 4.18. prueba de significación de Duncan al 5% para el diámetro del pseudotallo a los ocho meses después del plantado, se observa la presencia de 1 categoría, la categoría “a” conformada por todos los tratamientos en estudio.

Tabla 4.19. Análisis de Varianza para diámetro del pseudotallo a los diez meses después del plantado

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	6	0.0222	0.0037	1.85	3.00	4.82	n.s.
Bloques	2	0.0013	0.0007	0.33	3.89	6.93	n.s.
Error	12	0.0240	0.0020				
Total	20	0.0475					
		S = 0.04	$\bar{x} = 0.37$	C.V. = 11.95 %			

En el Tabla 4.19. Análisis de Varianza para el diámetro del pseudotallo a los diez meses después del plantado se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística no significativa.

El coeficiente de variabilidad de 11.95% es considerado según Calzada Benza (1970), como coeficiente muy bueno, lo que nos indica que el diámetro del pseudotallo a los diez meses después del plantado dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 0.37 cm.

La no significación estadística nos indica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, asimismo nos indica que la fertilización química y orgánica no tienen efecto sobre el diámetro del pseudotallo a los diez meses después del plantado.

Tabla 4.20. Prueba de significación de Duncan al 5% para diámetro del pseudotallo a los diez meses después del plantado

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación
1	T4	0.41	a
2	T1	0.40	a
3	T5	0.39	a
4	T3	0.38	a
5	T6	0.37	a
6	T2	0.36	a
7	T7	0.30	a

En la Tabla 4.20. prueba de significación de Duncan al 5% para el diámetro del pseudotallo a los diez meses después del plantado, se observa la presencia de 1 categoría, la categoría "a" conformada por todos los tratamientos en estudio.

4.2.3 Número de hojas

Tabla 4.21. Análisis de Varianza para el número de hojas a los dos meses después del plantado

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	6	0.0644	0.0107	0.39	3.00	4.82	n.s.
Bloques	2	0.0272	0.0136	0.49	3.89	6.93	n.s.
Error	12	0.3346	0.0279				
Total	20	0.4263					
		S = 0.17	\bar{x} = 2.17	C.V. = 7.69 %			

En el Tabla 4.21. Análisis de Varianza para el número de hojas a los dos meses después del plantado se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística no significativa.

El coeficiente de variabilidad de 7.69% es considerado según Calzada Benza (1970), como coeficiente excelente, lo que nos indica que el número de hojas a los dos meses después del plantado dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de 2.17 hojas.

La no significación estadística nos indica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, asimismo nos indica que la fertilización química y orgánica no tienen efecto diferenciado sobre el número de hojas a los dos meses después del plantado.

Tabla 4.22. Prueba de significación de Duncan al 5% para el número de hojas a los dos meses después del plantado

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación
1	T5	2.26	a
2	T3	2.21	a
3	T7	2.21	a
4	T1	2.16	a
5	T4	2.15	a
6	T2	2.13	a
7	T6	2.08	a

En la Tabla 4.22. prueba de significación de Duncan al 5% para el número de hojas a los dos meses después del plantado, se observa la presencia de 1 categoría, la categoría “a” conformada por todos los tratamientos en estudio.

Tabla 4.23. Análisis de Varianza para número de hojas a los cuatro meses después del plantado

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	6	0.4153	0.0692	2.31	3.00	4.82	n.s.
Bloques	2	0.1051	0.0526	1.76	3.89	6.93	n.s.
Error	12	0.3588	0.0299				
Total	20	0.8792					
		S = 0.17	\bar{x} = 2.62	C.V. = 6.61 %			

En el Tabla 4.23. Análisis de Varianza para el número de hojas a los cuatro meses después del plantado se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística no significativa.

El coeficiente de variabilidad de 6.61% es considerado según Calzada Benza (1970), como coeficiente excelente, lo que nos indica que el número de hojas a los cuatro meses después del plantado dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de 2.62 hojas.

La no significación estadística nos indica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, asimismo nos indica que la fertilización química y orgánica no tienen efecto diferenciado sobre el número de hojas a los cuatro meses después del plantado.

Tabla 4.24. Prueba de significación de Duncan al 5% para número de hojas a los cuatro meses después del plantado

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación	
1	T3	2.82	a	
2	T6	2.73	a	b
3	T4	2.72	a	b
4	T1	2.56	a	b
5	T2	2.56	a	b
6	T5	2.56	a	b
7	T7	2.37		b

En la Tabla 4.24. prueba de significación de Duncan al 5% para el número de hojas a los cuatro meses después del plantado, se observa la presencia de 3 categorías, la categoría “a” conformada por el tratamiento T3 (Fertilización orgánica alta); la categoría “ab” conformada por los tratamientos T6 (Fertilización química alta), T4 (Fertilización química baja), T1 (Fertilización orgánica baja), T2 (Fertilización orgánica media) y T5 (Fertilización química media) y la categoría “b” conformada por el tratamiento T7 (Testigo - Sin fertilización).

Tabla 4.25. Análisis de Varianza para el número de hojas a los seis meses después del plantado

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	6	0.2544	0.0424	1.34	3.00	4.82	n.s.
Bloques	2	0.3805	0.1902	6.03	3.89	6.93	*
Error	12	0.3788	0.0316				
Total	20	1.0136					
		S = 0.18	$\bar{x} = 2.41$	C.V. = 7.37 %			

En el Tabla 4.25. Análisis de Varianza para el número de hojas a los seis meses después del plantado se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística no significativa.

El coeficiente de variabilidad de 7.37% es considerado según Calzada Benza (1970), como coeficiente excelente, lo que nos indica que el número de hojas a los seis meses después del plantado dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de 2.41 hojas.

La no significación estadística nos indica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, asimismo nos indica que la fertilización química y orgánica no tienen efecto diferenciado sobre el número de hojas a los seis meses después del plantado.

Tabla 4.26. Prueba de significación de Duncan al 5% para el número de hojas a los seis meses después del plantado

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación
1	T6	2.58	a
2	T4	2.51	a
3	T1	2.44	a
4	T5	2.42	a
5	T2	2.38	a
6	T3	2.32	a
7	T7	2.22	a

En la Tabla 4.26. prueba de significación de Duncan al 5% para el número de hojas a los seis meses después del plantado, se observa la presencia de 1 categoría, la categoría “a” conformada por todos los tratamientos en estudio.

Tabla 4.27. Análisis de Varianza para el número de hojas a los ocho meses después del plantado

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	6	1.0040	0.1673	5.28	3.00	4.82	**
Bloques	2	0.0198	0.0099	0.31	3.89	6.93	n.s.
Error	12	0.3804	0.0317				
Total	20	1.4042					
		S = 0.18	\bar{x} = 2.59	C.V. = 6.87 %			

En el Tabla 4.27, de análisis de varianza para el número de hojas a los ocho meses después del plantado se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 6.87% es considerado según Calzada Benza (1970) como coeficiente excelente, lo que nos indica que el número de hojas a los ocho meses después del plantado dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de 2.59 hojas.

La alta significación estadística nos indica que al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que al menos uno de los niveles de la fertilización química u orgánica tienen efecto diferenciado sobre el número de hojas a los ocho meses después del plantado.

Tabla 4.28. Prueba de significación de Duncan al 5% para el número de hojas a los ocho meses después del plantado

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación		
1	T4	2.92	a		
2	T6	2.79	a	b	
3	T5	2.72	a	b	c
4	T1	2.58	a	b	c
5	T2	2.49	a	b	c
6	T7	2.35		b	c
7	T3	2.27			c

En la Tabla 4.28. prueba de significación de Duncan al 5% para el número de hojas a los ocho meses después del plantado, se observa la presencia de 5 categorías, la categoría "a" conformada

por el tratamiento T4 (Fertilización química baja); la categoría “ab” conformada por el tratamiento T6 (Fertilización química alta); la categoría “abc” conformada por los tratamientos T5 (Fertilización química media), T1 (Fertilización orgánica baja) y T2 (Fertilización orgánica media); la categoría “bc” conformada por el tratamiento T7 (Testigo - Sin fertilización) y la categoría “c” conformada por el tratamiento T3 (Fertilización orgánica alta).

Tabla 4.29. Análisis de Varianza para el número de hojas a los diez meses después del plantado

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	6	2.3843	0.3974	9.86	3.00	4.82	**
Bloques	2	0.0105	0.0053	0.13	3.89	6.93	n.s.
Error	12	0.4838	0.0403				
Total	20	2.8786					
		S = 0.20	\bar{x} = 2.94	C.V. = 6.82 %			

En la Tabla 4.29, de análisis de varianza para el número de hojas a los diez meses después del plantado se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 6.82% es considerado según Calzada Benza (1970) como coeficiente excelente, lo que nos indica que el número de hojas a los diez meses después del plantado dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de 2.94 hojas.

La alta significación estadística nos indica que al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que al menos uno de los niveles de la fertilización química u orgánica tienen efecto diferenciado sobre el número de hojas a los diez meses después del plantado.

Tabla 4.28. Prueba de significación de Duncan al 5% para el número de hojas a los diez meses después del plantado

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación		
1	T4	3.33	a		
2	T6	3.27	a		
3	T5	3.17	a	b	
4	T1	3.04	a	b	
5	T2	2.85	a	b	c
6	T3	2.64		b	c
7	T7	2.33			c

En la Tabla 4.28. prueba de significación de Duncan al 5% para el número de hojas a los diez meses después del plantado, se observa la presencia de 5 categorías, la categoría “a” conformada por los tratamientos T4 (Fertilización química baja) y T6 (Fertilización química alta); la categoría “ab” conformada por los tratamientos T5 (Fertilización química media) y T1 (Fertilización orgánica baja); la categoría “abc” conformada por el tratamiento T2 (Fertilización orgánica media); la categoría “bc” conformada por el tratamiento T3

(Fertilización orgánica alta) y la categoría “c” conformada por el tratamiento T7 (Testigo - Sin fertilización).

4.2.4 Número de manos por racimo

Tabla 4.29. Análisis de Varianza para número de manos por racimo a la cosecha

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	6	0.4919	0.0820	8.65	3.00	4.82	**
Bloques	2	0.0569	0.0285	3.00	3.89	6.93	n.s.
Error	12	0.1138	0.0095				
Total	20	0.6626					
		S = 0.10	$\bar{x} = 2.29$	C.V. = 4.25 %			

En el Tabla 4.29, de análisis de varianza para el número de manos por racimo a la cosecha se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 4.25% es considerado según Calzada Benza (1970) como coeficiente excelente, lo que nos indica que el número de manos por racimo a la cosecha dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de 2.29 manos por racimo a la cosecha.

La alta significación estadística nos indica que al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que al menos uno de los niveles de la fertilización química u orgánica

tienen efecto diferenciado el número de manos por racimo a la cosecha.

Tabla 4.30. Prueba de significación de Duncan al 5% para número de manos por racimo a la cosecha

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación		
1	T5	2.47	a		
2	T4	2.43	a	b	
3	T1	2.33	a	b	
4	T6	2.33	a	b	
5	T3	2.31	a	b	
6	T2	2.21		b	c
7	T7	1.97			c

En la Tabla 4.30. prueba de significación de Duncan al 5% para el número de manos por racimo a la cosecha, se observa la presencia de 5 categorías, la categoría “a” conformada por el tratamiento T5 (Fertilización química media); la categoría “ab” conformada por los tratamientos T4 (Fertilización química baja), T1 (Fertilización orgánica baja), T6 (Fertilización química alta) y T3 (Fertilización orgánica alta); la categoría “bc” conformada por el tratamiento T2 (Fertilización orgánica media) y la categoría “c” conformada por el tratamiento T7 (Testigo - Sin fertilización).

4.2.5 Peso de racimo

Tabla 4.31. Análisis de Varianza para peso de racimo a la cosecha

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	6	185.8221	30.9704	4.89	3.00	4.82	**
Bloques	2	23.3571	11.6786	1.84	3.89	6.93	n.s.
Error	12	75.9680	6.3307				
Total	20	285.1473					
	S = 2.52		\bar{x} = 11.44	C.V. = 22.00 %			

En el Tabla 4.31, de análisis de varianza para peso de racimo a la cosecha se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 22.00% es considerado según Calzada Benza (1970) como coeficiente regular, lo que nos indica que el peso de racimo a la cosecha dentro de cada tratamiento tiende a ser heterogéneo, con un promedio de peso de racimo de 11.44 kg. a la cosecha.

La alta significación estadística nos indica que al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que al menos uno de los niveles de la fertilización química u orgánica tienen efecto diferenciado sobre el peso de racimo a la cosecha.

Tabla 4.32. Prueba de significación de Duncan al 5% para peso de racimo a la cosecha

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación	
1	T5	14.99	a	
2	T4	14.32	a	
3	T1	12.41	a	
4	T6	11.56	a	b
5	T3	11.26	a	b
6	T2	10.32	a	b
7	T7	5.21		b

En la Tabla 4.32. prueba de significación de Duncan al 5% para el peso de racimo a la cosecha, se observa la presencia de 3 categorías, la categoría “a” conformada por los tratamientos T5 (Fertilización química media); T4 (Fertilización química baja) y T1 (Fertilización orgánica baja); la categoría “ab” conformada por los tratamientos T6 (Fertilización química alta), T3 (Fertilización orgánica alta) y T2 (Fertilización orgánica media); y la categoría “b” conformada por el tratamiento T7 (Testigo - Sin fertilización).

4.3 PRUEBA DE HIPOTESIS

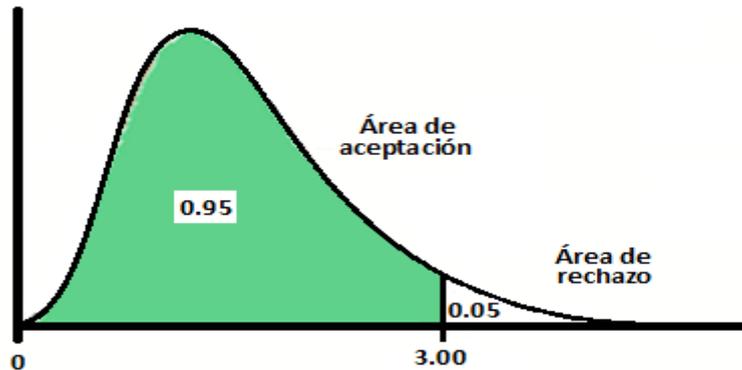
Para realizar la prueba de hipótesis del trabajo de investigación, realizaremos el planteamiento de la hipótesis estadística a partir de la hipótesis planteada.

Es así que tenemos:

Ho: Todas las medias de los tratamientos son iguales

Ha: Al menos una media de un tratamiento es diferente.

4.3.1 Regla de decisión



Si $f \leq 3.00$, se acepta la H_0 , y se rechaza la H_a

Si $f > 3.00$, se rechaza la H_0 , y se acepta la H_a

A. Prueba de hipótesis para altura de planta

Evaluación	f_{cal}	f_{tab}	Decisión
A los 2 meses	0.89	3.00	Se acepta la H_0
A los 4 meses	1.48	3.00	Se acepta la H_0
A los 6 meses	5.78	3.00	Se rechaza la H_0
A los 8 meses	2.56	3.00	Se acepta la H_0
A los 10 meses	4.56	3.00	Se rechaza la H_0

B. Prueba de hipótesis para diámetro de pseudotallo

Evaluación	f_{cal}	f_{tab}	Decisión
A los 2 meses	0.59	3.00	Se acepta la H_0
A los 4 meses	0.62	3.00	Se acepta la H_0

A los 6 meses	0.84	3.00	<i>Se acepta la Ho</i>
A los 8 meses	0.91	3.00	<i>Se acepta la Ho</i>
A los 10 meses	1.85	3.00	<i>Se acepta la Ho</i>

C. Prueba de hipótesis para número de hojas

Evaluación	f_{cal}	f_{tab}	Decisión
A los 2 meses	0.39	3.00	<i>Se acepta la Ho</i>
A los 4 meses	2.31	3.00	<i>Se acepta la Ho</i>
A los 6 meses	1.34	3.00	<i>Se acepta la Ho</i>
A los 8 meses	5.28	3.00	Se rechaza la Ho
A los 10 meses	9.86	3.00	Se rechaza la Ho

D. Prueba de hipótesis para número de manos por racimo

Evaluación	f_{cal}	f_{tab}	Decisión
A la cosecha	8.65	3.00	Se rechaza la Ho

A. Prueba de hipótesis para peso de racimo

Evaluación	f_{cal}	f_{tab}	Decisión
A la cosecha	4.90	3.00	Se rechaza la Ho

4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la presente investigación, se evaluó el efecto de la fertilización orgánica y química en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla. Mediante los análisis de varianza realizados se determinó que para la variable Altura de planta, el tratamiento T3 (Fertilización orgánica alta) se diferencia de los demás tratamientos a partir de los seis meses después del plantado con un promedio de 1.33, 1.86 y 2.40 m. respectivamente. En

la variable diámetro del pseudotallo no existe diferencia de los promedios de los tratamientos hasta los diez meses después del plantado, esto es corroborado por la prueba de Duncan al 5%, donde se muestra una sola categoría en todas las evaluaciones. En la variable número de hojas, no existe diferencia entre los promedios de los tratamientos hasta los seis meses después del plantado, sin embargo, a los ocho meses después del plantado el tratamiento T4 (fertilización química baja) se diferencia de los demás promedios de los tratamientos con promedios de 2.92 (8.56) y 3.33 (11.11) hojas, hasta los ocho y diez meses después del plantado respectivamente. Para la variable número de manos por racimo el tratamiento T5 (fertilización química media) se diferencia de los demás promedios de los tratamientos a la cosecha con un promedio de 2.47 (6.11) manos por racimo. Para la variable peso de racimo los tratamientos T5 (fertilización química media), T4 (fertilización química baja) y T1 (fertilización orgánica baja) se diferencian de los demás promedios de los tratamientos a la cosecha con promedios de 14.99, 14.32 y 12.41 kg. respectivamente, pero no presentan diferencia estadística entre ellos. Los resultados concuerdan con los resultados obtenidos por Barrera, Combatt y Ramirez (2011), quienes manifiestan que los abonos orgánicos no influyeron sobre las variables de crecimiento y desarrollo, asimismo, Ancín (2011), manifiesta que en su trabajo sobre la evaluación de diferentes tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. Alubia) en el distrito de San Juan de Castro Virreyña Huancavelica (Perú); los resultados obtenidos muestran que, estadísticamente, ninguno de los tratamientos presentó un rendimiento

superior al resto, aunque sí se muestra una tendencia de los fertilizantes químicos a conseguirlo; de la misma manera, Alvarez, Venegas, Soto, Chavez y Zavala (2011), mencionan que en su trabajo sobre el Uso de fertilizantes químicos y orgánicos en cebolla (*Allium cepa* L.) en Apatzingán, Michoacán, México. El análisis de varianza no mostró diferencia estadística significativa ($P>0.05$) entre tratamientos. Los niveles y fuentes de fertilización empleadas no influyeron en la respuesta fenológica, productiva y características físico-químicas del cultivo de cebolla en las condiciones ambientales de Apatzingán, Michoacán (México), bajo el esquema utilizado en el experimento.

CONCLUSIONES

El efecto de la fertilización orgánica y química en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla, no se diferencian estadísticamente en las variables de crecimiento, sin embargo, el tratamiento T3 (fertilización orgánica alta) destaca del resto a partir del sexto mes después del plantado en la variable altura de planta con promedios de 1.33, 1.86 y 2.40 m. a los seis, ocho y diez meses después del plantado respectivamente; de la misma manera el tratamiento T4 (fertilización química baja), es la que sobresale a los ocho y diez meses después del plantado con promedios de 2.92 y 3.33 hojas respectivamente; por otro lado la variable diámetro del pseudotallo no muestra diferencia estadística en todos los meses evaluados. Para las variables número de manos por racimo y peso de racimo, el tratamiento T5 (Fertilización química media) es la que destacó y se diferenció del resto con promedios de 2.47 manos por racimo y 14.99 kg. de peso de racimo.

La dosis óptima de la fertilización orgánica en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla, que destaca del resto de tratamientos es el T1 (fertilización orgánica baja) que comprende la dosificación de 260 – 130 – 300 de NPK, con un promedio de 12.41 kg. en el peso del racimo.

La dosis óptima de la fertilización química en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla, que destaca del resto de tratamientos es el T5 (fertilización química media) y el T4 (fertilización química baja) que

comprende la dosificación de 440 – 220 – 500 y 260 – 130 - 300 de NPK, con un promedio de 14.99 y 14.32. en el peso del racimo respectivamente.

No existe diferencia estadística entre la fertilización orgánica y la fertilización química en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) Variedad Isla; sin embargo, las diferencias se observan a los ocho meses después del plantado en las variables número de manos por racimo y peso de racimo en donde sobresale la fertilización química media y fertilización química baja.

RECOMENDACIONES

1. Continuar con trabajos de investigación similares buscando confirmar los resultados obtenidos en la presente investigación, asimismo probar con otras variedades de plátanos y otras fuentes de fertilizantes orgánicos.
2. Promover la utilización de semillas de calidad desde el punto sanitario y genético para mejorar los rendimientos en este cultivo.
3. Promover la fertilización orgánica de plátanos para lograr ingresar al mercado de productos limpios y orgánicos.
4. Promover la producción y consumo de plátanos por ser este producto rico en elementos necesarios para la salud.

BIBLIOGRAFIA

1. **ANCIN, M. 2011.** Evaluación de diferentes tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. Alubia) en el distrito de San Juan de Castro Virreyña Huancavelica (Perú). Universidad Pública de Navarra, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.
2. **ALVAREZ, J., VENEGAS, S., SOTO, C., CHAVEZ, A. y ZAVALA, L. 2011.** Uso de fertilizantes químicos y orgánicos en cebolla (*Allium cepa* L.) en Apatzingán, Michoacán, México. Escuela de Ciencias Agropecuarias Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
3. **ARMAS, I. 2010.** El cultivo de banano. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa Nacional del Banano. Quito-EC. pp. 22-35.
4. **BASAURE, P. 2012.** Manual de lombricultura. Chile.
5. **BOLAÑOS, M. MORALES, H. CELIS, L. (2002).** Fertilización y residualidad de nutrimentos, en el cultivo de plátano (*Musa AAB*) en un andisol del Quindío Colombia. Asociación de bananeros de Colombia.
6. **BARRERA, J., COMBATT E. y RAMIREZ Y. (2011).** Efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento y producción del plátano Hartón (*Musa AAB*). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas - Vol. 5 - No. 2 - pp. 186-194.
7. **CARDENAS, F. (2009).** Estudio de mercado de la cadena de plátano. Informe final de consultoría. Ministerio de Agricultura, Dirección de Promoción de Competitividad.
8. **CHAMPION, J. (1968).** El Plátano. Traducción de la primera edición Francesa por Fermín Palomeque. Madrid, Blume 247 p.

9. **CORREO (2015).** Diario regional. Tomado de: <https://diariocorreo.pe/peru/vraem-muestran-20-variedades-de-platanos-598196/>
10. **ESPINOZA, J. BELALCAZAR, S. CHACON, A. SUAREZ, D. 2005.** Fertilización del plátano en densidades altas. Instituto de la Potasa y el Fósforos - INPOFOS. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA:
11. **FIGUEROA, R. y WILSON, G. (1992).** Manual, El cultivo del plátano en el Perú Ediciones Fundeagro. Lima - Perú. 60 p.
12. **FUNDACIÓN MCCH. (2015).** Fertilización orgánica. Moro Moro Barrio Turubamba, Quito, Ecuador.
13. **FUNES, F. (1997).** Experiencias Cubanas en agroecología. Agricultura Orgánica 3(2-3): 10-14.
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), Escuela de Agronomía, Sede San Carlos, Alajuela, Costa Rica.
15. **GARCIA, P. y RUANO, S. (2009).** Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España: el suelo, los nutrientes, los fertilizantes y la fertilización. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. España.
16. **GUDIEL (1987).** Origen y distribución del plátano. Colección Agricultura Tropical de España.
17. **HORTICULTURA. 1998.** Fertilizantes. Un nuevo concepto en el abonado de hortalizas. No 18 p. 120-121.

18. **JAVE, L & CASTILLO; (2003).** sostenibilidad del cultivo de Plátano en la zona de Iquitos, provincia de Maynas, región Loreto; Tesis para obtener el grado de Magíster en Ciencias, Escuela de Post – Grado –UNAP, Iquitos, Perú; 176 pgs.
19. **MARTIN, J. y BARBAZAN, M. 2010.** Curso de fertilidad de suelos: Aplicación de fertilizantes. Facultad de Agronomía, Universidad de la República de Uruguay.
20. **MINISTERIO DE AGRICULTURA (2002).** Datos de producción de cultivos en la amazonia peruana.
21. **MOURICHON X., CARLIER J., AND FOURÉ E. 1997.** Sigatoka leaf spot diseases. *Musa* disease. Fact sheet no. 8. Montpellier, France, INIBAP.
22. **PEREZ, V. J.; (2002).** Manual para el manejo agronómico y control de las principales plagas y enfermedades del cultivo de plátano; FAO, Lima – Perú; 49 pgs.
23. **RODRÍGUEZ, H. 1988.** La Nutrición de Frutales Tropicales. Est. Nac. de Frutales. Conferencia mimiog. 52p.
24. **RUBILAR, R. (1998).** Control de malezas y fertilización de plantaciones de *Pinus radiata* D. Don establecidas en suelos metamórficos del predio Quivolgo II, Constitución, VII Región. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Santiago. Chile. 116 p.
25. **SICA, 2007.** Proyecto de servicio de información y censo agropecuario.
26. **SOTO (1985).** El plátano, origen y distribución mundial. Universidad nacional Agraria “La Molina”. Lima. Perú.
27. **SUQUILANDA, M. (1995).** Fertilización Orgánica. Manual Técnico Quito - Ecuador. Ediciones UPS. FUNDAGRO.

- 28. SUQUILANDA, M. (1996).** Agricultura Orgánica. Alternativa Tecnológica del Futuro. UPS. Fundagro. Quito - Ecuador, 654 p.

- 29. TORO, J. (1995).** Avances en fertilización en Pino radiata y Eucalyptus en Chile. In: Simposio IUFRO. Manejo Nutritivo de Plantaciones Forestales. Valdivia, Chile pp. 293-298.

ANEXOS

Matriz de consistencia

Título: “Efecto de la fertilización orgánica y química en la producción del cultivo de plátanos (*Musa sp.*) variedad isla”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores
Principal	General	General	Independiente	
<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuál es el efecto de la fertilización orgánica y química en la producción del cultivo de plátanos (<i>Musa sp.</i>) Variedad Isla? 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar el efecto de la fertilización orgánica y química en la producción del cultivo de plátanos (<i>Musa sp.</i>) Variedad Isla. 	<ul style="list-style-type: none"> - El efecto de la fertilización orgánica y química no muestran diferencia estadística significativa en la producción del cultivo de plátanos (<i>Musa sp.</i>) Variedad Isla. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fertilización orgánica y química. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fertilización orgánica Dosis Baja Dosis Media Dosis Alta - Fertilización química Dosis Baja Dosis Media Dosis Alta
Específicos	Específicos		Dependiente	
<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuál es la dosis óptima de la fertilización orgánica en la producción del cultivo de plátanos (<i>Musa sp.</i>) Variedad Isla? - ¿Cuál es la dosis óptima de la fertilización química en la producción del cultivo de plátanos (<i>Musa sp.</i>) Variedad Isla? - ¿Son los efectos de la fertilización orgánica y la fertilización química iguales en la producción del cultivo de plátanos (<i>Musa sp.</i>) Variedad Isla? 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar la dosis óptima de la fertilización orgánica en la producción del cultivo de plátanos (<i>Musa sp.</i>) Variedad Isla. - Determinar la dosis óptima de la fertilización química en la producción del cultivo de plátanos (<i>Musa sp.</i>) Variedad Isla. - Comparar la fertilización orgánica y la fertilización química en la producción del cultivo de plátanos (<i>Musa sp.</i>) Variedad Isla. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las dosis de la fertilización orgánica en la producción del cultivo de plátanos (<i>Musa sp.</i>) Variedad Isla no muestran diferencia significativa entre ellas. - Las dosis de la fertilización química en la producción del cultivo de plátanos (<i>Musa sp.</i>) Variedad Isla no muestran diferencia significativa entre ellas. - La comparación de los efectos de la fertilización orgánica y la fertilización química en la producción del cultivo de plátanos (<i>Musa sp.</i>) Variedad Isla, no permite considerar a ninguno de ellos dentro de un programa de fertilización. 	<ul style="list-style-type: none"> - Producción del cultivo de plátanos (<i>Musa sp.</i>) variedad Isla. 	<ul style="list-style-type: none"> - Altura de planta - Diámetro de pseudotallo - Número de hojas - Número de manos por racimo - Peso de racimo

Ficha de Colección de datos

bloque	trat	alplt1	alplt2	alplt3	alplt4	alplt5	dmtplt1	dmtplt2	dmtplt3	dmtplt4	dmtplt5	nrohojapl1	nrohojapl2	nrohojapl3	nrohojapl4	nrohojapl5	Nro mano X racimo	Peso X racimo
I	t1	0.43	0.67	0.72	0.97	1.40	0.12	0.26	0.27	0.37	0.39	4	6	7	7	9	5	8.867
I	t2	0.53	0.61	0.70	1.08	1.68	0.15	0.26	0.29	0.31	0.41	6	7	6	6	9	5	12.267
I	t3	0.55	0.73	1.21	1.33	1.68	0.14	0.28	0.34	0.35	0.37	5	7	6	4	7	6	12.167
I	t4	0.47	0.74	0.99	1.58	1.97	0.13	0.22	0.27	0.29	0.38	4	6	7	9	10	6	11.700
I	t5	0.55	0.62	0.69	0.90	1.45	0.16	0.26	0.33	0.35	0.43	5	7	7	9	11	6	11.500
I	t6	0.58	0.79	0.94	1.39	1.42	0.17	0.26	0.32	0.35	0.38	4	7	8	8	10	5	10.367
I	t7	0.52	0.55	0.57	0.67	1.12	0.17	0.23	0.29	0.30	0.33	6	7	6	6	6	3	4.700
II	t1	0.47	0.49	0.58	0.92	1.53	0.14	0.24	0.29	0.33	0.42	5	7	6	6	9	6	12.667
II	t2	0.41	0.44	0.61	1.00	1.70	0.12	0.21	0.25	0.28	0.34	4	6	5	6	8	5	7.667
II	t3	0.42	0.77	1.35	2.66	3.05	0.12	0.21	0.31	0.33	0.36	4	7	6	7	8	5	11.200
II	t4	0.61	0.98	1.34	1.59	2.10	0.17	0.30	0.39	0.40	0.49	6	8	7	9	13	6	15.833
II	t5	0.49	0.64	0.93	1.49	2.40	0.14	0.23	0.26	0.27	0.32	5	6	6	7	8	7	18.200
II	t6	0.53	0.82	0.85	1.26	1.38	0.14	0.23	0.28	0.29	0.37	4	8	6	8	11	5	8.467
II	t7	0.49	0.55	0.58	0.67	1.15	0.13	0.16	0.19	0.22	0.26	4	4	3	5	4	4	5.033
III	t1	0.58	0.64	0.78	1.05	1.67	0.15	0.26	0.28	0.30	0.38	5	7	5	6	9	6	15.700
III	t2	0.45	0.75	0.80	1.37	2.53	0.13	0.20	0.23	0.28	0.34	4	7	5	7	7	5	11.033
III	t3	0.54	0.57	1.43	1.59	2.46	0.16	0.29	0.31	0.33	0.42	5	10	4	5	6	5	10.400
III	t4	0.49	0.53	0.61	0.74	2.07	0.14	0.25	0.26	0.27	0.38	4	8	5	8	10	6	15.433
III	t5	0.51	0.56	0.85	1.38	1.73	0.13	0.25	0.30	0.31	0.43	6	7	5	7	11	6	15.267
III	t6	0.59	0.82	0.89	1.21	1.42	0.15	0.24	0.27	0.32	0.37	5	7	6	8	10	6	15.833
III	t7	0.49	0.63	0.69	0.97	1.34	0.16	0.28	0.30	0.31	0.33	5	6	6	6	6	4	5.900

Análisis de suelos de la parcela experimental



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego

Instituto Nacional de Innovación Agraria

Estación Experimental Agraria Pichanaki



ANÁLISIS DE SUELOS: CARACTERIZACIÓN

Región Natural Costa () Sierra () Selva (x)
Solicitante Luis Romero Cañari
Departamento Junín
Provincia Chanchamayo
Distrito Pichanaki
Localidad EEA Pichanaki

Altitud (Referencial) msnm 580
Cultivo Anterior No refiere
Cultivo a instalar : Plátano Isla
Área (hás) 0.06
Edad del cultivo (semanas) : 2
Prof. De Muestreo 0.25

Fecha de Muestreo 11/01/2016
Fecha de Ingreso 22/01/2016
Fecha de Reporte 27/01/2016
Distanciamiento (m x m) 3 x 3

Número de Muestra	Análisis Mecánico				Clase Textural	C.E. dS/m	pH (1:2)	MO %	N %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ %	Cationes Cambiables (meq/100 g)					CIC e	% Base Cambiable	% Acidez Cambiable
	Lab.	Campo	Arena (%)	Limo (%)									Arcilla (%)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺			
SC 2016-360	M 1	61.7	20.9	17.4	Fr.A.	0.02	4.96	2.10	0.07	4.50	40.42	-	6.01	0.33	0.10	0.00	0.38	6.83	94.43	5.57

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Salinidad (CE)	Muy ligeramente salino	Fósforo Disponible (P)	Bajo	Calcio (Ca ⁺²)	Alto
Reacción del Suelo (pH)	Muy Fuertemente ácido	Potasio Disponible (K)	Bajo	Magnesio (Mg ⁺²)	Medio
Materia Orgánica (M.O)	Medio	Carbonatos (CaCO ₃)	Nulo	Potasio Cambiable (K ⁺)	Bajo
Nitrogeno Total (N)	Bajo	Capacidad de Intercambio Cationico (CICe)	Bajo	Sodio Cambiable (Na ⁺)	Nulo

TABLAS DE INTERPRETACION

Salinidad	
Clasificación del suelo	CE (dS/m)
* Muy ligeramente salino	< 2
* Ligeramente salino	2 - 4
* Moderadamente salino	4 - 8
* Fuertemente salino	> 8

Reacción o pH	
Clasificación del suelo	pH
* Extremadamente ácido	< 4.5
* Muy Fuertemente ácido	4.5 - 5.0
* Fuertemente ácido	5.1 - 5.5
* Moderadamente ácido	5.6 - 6.0
* Ligeramente ácido	6.1 - 6.5
* Neutro	6.6 - 7.0
* Ligeramente alcalino	7.1 - 7.8
* Moderadamente alcalin	7.9 - 8.4
* Fuertemente alcalino	> 8.5

CLASIFICACIÓN	Materia Orgánica	Nitrógeno Total	Fósforo Disponible	Potasio Disponible
	%	%	ppm P	ppm K
*Bajo	< 2.0	< 0.1	< 7.0	< 100
*Medio	2 - 4	0.1 - 0.2	7 - 14.0	100 - 240
*Alto	> 4.0	> 0.2	> 14.0	> 240

Clases Texturales			
A	= arena	Fr.Ar.A	= franco arcillo arenoso
A.Fr	= arena franca	Fr.Ar.	= franco arcilloso
Fr.A	= franco arenoso	Fr.Ar.L	= franco arcillo limoso
Fr.	= franco	Ar.A	= arcillo arenoso
Fr.L.	= franco limoso	Ar.L.	= arcillo limoso
L	= limoso	Ar.	= arcilloso

Distribución de Cationes	
Ca ⁺²	= 60 - 75
Mg ⁺²	= 15 - 20
K ⁺	= 3 - 7
Na ⁺	= < 15

Clasificación	Relaciones Catiónicas			
	K/Mg	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
*Normal	0.2 - 0.3	5 - 8	14 - 16	1.8 - 2.2
*Defc. Mg	> 0.5			
*Defc. K	> 0.2			
*Defc. Mg		> 10		

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
EEA PICHANAKI
INGENIERO EN AGRICULTURA Y RIEGO
CAROLINA GUARAY
ENCARGADA DEL LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS
Jefe de Laboratorio

Dirección: Carretera Marginal Km. 74 - Pichanaki
T: (064) 347-757
E: pichanaki@inia.gob.pe



Foto N° 1. Selección del terreno para la instalación del trabajo



Foto N° 2. Selección de semillas vegetativas



Foto N° 3. Planta en campo definitivo



Foto N° 4. Limpieza y coroneo para la fertilización

c



Foto N° 5. Fertilizantes orgánicos



Foto No 6. Aplicación de los fertilizantes



Foto No. 7. Vista del campo experimental



Foto No. 8. Instalación de riego



Foto No. 9. Supervisión del trabajo de campo



Foto No. 10. Peso de racimo fertilización orgánica media



Foto No. 11. Peso de racimo fertilización orgánica Baja



Foto No. 11. Peso de racimo fertilización química alta



Foto No. 12. Peso de racimo sin fertilización (testigo)