

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO PRESENTADA AL H. CONSEJO DIRECTIVO
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“EFECTOS DE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS FIJADORES DE NITRÓGENO, COMPLEMENTARIOS A LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN UNA PLANTACIÓN DE CAFÉ VARIEDAD CATURRA ROJO EN LA ZONA DE BABAHOYO”

AUTOR:

DANILO XAVIER SANTANA ARAGONE

DIRECTOR:

ING. AGR. EDUARDO COLINA NAVARRETE

BABAHOYO - LOS RÍOS - ECUADOR
2014

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

PRESENTADO AL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA COMO REQUISITO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“EFECTOS DE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS FIJADORES DE
NITRÓGENO, COMPLEMENTARIOS A LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN UNA
PLANTACIÓN DE CAFÉ VARIEDAD CATURRA ROJO EN LA ZONA DE
BABAHOYO”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Joffre León Paredes
PRESIDENTE

Ing. Agr. Dalton Cadena Piedrahita
VOCAL PRINCIPAL

Ing. Agr. Oscar Mora Castro
VOCAL PRINCIPAL

Las investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor:

Daniilo Xavier Santana Aragone

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico primordialmente a Dios por darme vida, salud, sabiduría, a mi familia y amigos.

A mis padres, Vidal Santana Hinojoza y Bella del Carmen Aragone, que con su ayuda logre salir adelante y pude cumplir una meta más en mi vida.

A mí querida amiga y esposa María Gabriela Balderrama, que siempre estuvo junto a mí ayudándome, aconsejándome y siempre deseándome lo mejor, eres única.

A mi gran amigo Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, que contando con su ayuda y compromiso arduo pude realizar este trabajo de investigación.

Danilo Xavier Santana Aragone

AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto de titulación es un esfuerzo en el que directa o indirectamente participaron varias personas, aportando con su valiosa opinión, corrección y paciencia, para lograr culminarlo con éxito.

Agradezco a Dios por darme sabiduría, salud y bendiciones diarias en la culminación de un peldaño más en mi vida.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, por haberme instruido profesionalmente.

Gracias a mis queridos padres: Vidal Santana Hinojoza y Bella del Carmen Aragone, por su amor y apoyo incondicional brindado en el transcurso de mi carrera, gracias también por su paciencia, comprensión y sabios consejos que me han permitido alcanzar mis metas.

Agradezco a mi querida esposa María Gabriela Balderrama, por su apoyo incondicional en todo momento y por estar siempre a mi lado haciéndome sentir seguro de mí mismo.

Agradezco a toda mi familia que de una u otra manera me han apoyado.

Agradezco al Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, Director de tesis y gran amigo por la orientación y dirección acertada en la ejecución de este proyecto que ha permitido que concluya satisfactoriamente con mis estudios superiores.

Agradezco a los Ings. Joffre León Paredes, Dalton Cadena Piedrahita, Oscar Mora Castro, miembros del tribunal de sustentación por su paciencia y compromiso.

Agradezco también a la Licenciada Emilia Meneses, por su eterna colaboración en la presentación de los resultados de esta investigación.

Daniilo Javier Santana Aragone

ÍNDICE

I. Introducción.	1
1.1. Objetivos.	3
1.1.1. Objetivo general.	3
1.1.2. Objetivos específicos.	3
II. Revisión de literatura.	4
2.1. Variedad caturra	4
2.2. Microorganismos	5
2.3. Productos biofertilizantes	12
III. Materiales y métodos.	14
3.1. Ubicación y descripción del área experimental.	14
3.2. Material genético.	14
3.3. Factores estudiados.	15
3.4. Métodos.	15
3.5. Tratamientos.	15
3.6. Diseño experimental.	16
3.6.1. Características del lote experimental.	16
3.7. Manejo del ensayo.	16
3.7.1. Análisis de suelo.	16
3.7.2. Podas.	17
3.7.3. Control de malezas.	17
3.7.4. Control fitosanitario.	17
3.7.5. Riego.	17
3.7.6. Fertilización.	17
3.7.7. Cosecha.	18
3.8. Datos evaluados.	18
3.8.1. Altura de planta.	18
3.8.2. Diámetro de tallo por planta.	18
3.8.3. Numero de ramas por planta.	18
3.8.4. Numero de granos por planta.	18

3.8.5. Peso de 100 granos.	18
3.8.6. Rendimiento por hectárea.	19
3.8.7. Análisis económico.	19
IV. Resultados.	20
4.1. Altura de planta.	20
4.2. Diámetro de tallo por planta.	20
4.3. Numero de ramas por planta.	23
4.4. Numero de granos por planta.	24
4.5. Peso de 100 granos.	25
4.6. Rendimiento por hectárea.	26
4.7. Análisis económico.	27
V. Discusión.	29
VI. Conclusiones y recomendaciones.	32
VII. Resumen.	34
VIII. Summary	35
IX. Literatura citada.	36
X. Anexos.	40

I. INTRODUCCIÓN

El café es uno de los cultivos más importante dentro de la economía ecuatoriana, en el mundo más de la mitad de la población utiliza el café en diversos tipos de usos, si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha. A nivel mundial el café ocupa el tercer lugar después del banano y cacao, en importancia económica, el promedio de producción mundial es de 144,7 millones de sacos de 60 kilogramos¹.

En Ecuador el cultivo de café según datos registrados por COFENAC, se siembra en 23 de las 24 provincias existentes, en aproximadamente 199.215 hectáreas, de las cuales 136.385 hectáreas corresponden a cafetales arábigos y 62.830 hectáreas a café robusta, siendo las provincias de mayor importancia: Los Ríos, Manabí, Loja, El Oro y las provincias amazónicas. El promedio de rendimiento actual es 5.1 quintales de café oro por hectárea para arábigos y 5.5 quintales de café oro por hectárea para robusta².

Ecuador es un país excedentario en la producción de café, esto debido a que la producción abastece el mercado interno y genera un excedente bastante considerable para el mercado externo, siendo Estados Unidos y la Unión Europea los principales mercados. Los mismos, actualmente, exigen una alta calidad del producto y sobre todo que el mismo genere menos impactos negativos sobre el medio ambiente, sin embargo, anualmente se importan alrededor de 800.000 sacos de 60 kg/año de café robusta para garantizar las industrias cafetaleras.

Uno de los principales problemas del cultivo de café en el país es el bajo rendimiento en las fincas productoras. Mucho de esto se debe a que los productores no invierten para mejorar el cultivo, en donde la mayoría de los casos solo se dedican a la cosecha. En general, los suelos tropicales son deficientes especialmente en contenido de MOs y consecuentemente se

¹ Disponible en: <http://www.cofenac.org/wp-content/uploads/2010/09/situacion-sector-cafe-ecu-2013.pdf>

² Disponible en: Manual del pequeño cafetalero. COFENAC. 2010.

observan deficientes de N, a pesar de este conocimiento los productores cafetaleros no utilizan ninguna práctica de fertilizantes y otras enmiendas para mejorar la nutrición del cultivo.

Una de las alternativas para mejorar el rendimiento del cultivo de café es el uso de microorganismos fijadores de nitrógeno en conjunto a programas de fertilización química, siendo importante su aplicación para lograr mejores beneficios económicos, reduciendo los costos de producción.

Los microorganismos fijadores de nitrógeno son organismos del suelo, generalmente bacterias, que se asocian de manera natural a las raíces de las plantas de una forma más o menos íntima. Estos microorganismos pueden facilitar de manera directa o indirecta, la disponibilidad de determinados nutrientes tales como: el nitrógeno, el fósforo y el agua, además de producir sustancias denominadas fitohormonas promotoras del crecimiento vegetal. Estos microorganismos cuando son aplicados en el suelo presentan efectos sinérgicos rápidos, consumen poca energía y no contaminan el medio ambiente. Su uso representa una importante alternativa para limitar el uso de abonos químicos, menos rentables económicamente, a la vez que reduce su negativo impacto ambiental y mejora la productividad de los cultivos. A su vez, los biofertilizantes pueden ser de gran utilidad en la recuperación de los terrenos marginales para su aprovechamiento agrícola.

Durante muchos años se ha estudiado en diversos cultivos la aplicación de microorganismos que ayuden en la fijación de nitrógeno atmosférico en el suelo, estos estudios han demostrado la eficiencia de los mismos no solo en el aspecto mencionado sino en crear condiciones para la planta más favorables para su desarrollo y producción.

En otros casos se han estudiado los efectos de la aplicación de otros organismos no adaptados a nuestro medio y sus resultados han demostrado prácticamente ningún efecto positivo sobre el rendimiento de los cultivos. Así mismo se ha demostrado que una de las condiciones favorables y económicas para los productores que utilizan microorganismos fijadores de N, es su fácil

manejo y aplicación, lo que hace que esta alternativa tenga un gran potencial a mediano y largo plazo.

Actualmente es poca la información generada sobre el uso de los microorganismos captadores de nitrógeno atmosférico, en cultivos de ciclo perenne. Los trabajos de investigación realizados, aún no demuestran que dosis o que productos (microorganismos) logran una mayor captación, por lo tanto el desarrollo de la misma debe estar acorde con la aparición de nuevas fórmulas de más fácil manipulación y aplicación, así como su posterior aplicación comercial.

En vista a lo expresado anteriormente, se consideró justificable la presente investigación, con el propósito de encontrar alternativas biológicas a la fertilización del cultivo café; con el fin de alcanzar mejores rendimientos y aportar al desarrollo agrícola en la zona de Babahoyo.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Evaluar los efectos de la aplicación de microorganismos fijadores de nitrógeno, complementarios a la fertilización química en una plantación de café variedad caturra rojo.

1.1.2. Específicos

- Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de café a las aplicaciones de varios microorganismos.
- Identificar la dosis de aplicación y productos, que mejor beneficio den sobre la producción.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Variedad Caturra

Según INIAP (1993), la variedad caturra es una mutación del Borbón en el estado Minas Gerais en Brasil. Es una planta de porte bajo (2.25 a 3.00 m), tronco grueso y poco ramificado e inflexible. Posee entrenudos muy cortos en las ramas y en el tallo lo que lo hacen un alto productor. Sus hojas son grandes, de borde ondulado, anchas, redondeadas, gruesas y de color verde oscuro. Las hojas nuevas son de color verde claro. Es un arbusto de un aspecto general compacto y de mucho vigor. Las ramas laterales forman un ángulo bien cerrado con el tronco. Su sistema radical está bien desarrollado lo que le permite adaptarse a diferentes condiciones. Es una variedad muy precoz y de alta producción por lo que requiere un manejo adecuado. El rendimiento del grano fluctúa alrededor de las 4.25 libras por planta. La calidad de la bebida es buena.

La adaptabilidad de esta variedad es muy amplia, particularmente en cuanto a altitud y el potencial productivo es muy sobresaliente, ya que a pesar de su tamaño pequeño la cualidad de presentar entrenudos muy cortos y ramificación secundaria abundante, posibilita su alta productividad. Se puede sembrar a una densidad de 5.000 plantas por hectárea, aunque en condiciones muy favorables para el cultivo, la densidad puede ser un poco mayor.

El café es una planta exigente en macro y micronutrientes, los cuales son regulados para su buen desarrollo durante todo el año, el nitrógeno elemento indispensable para una mayor producción, mayor ramificación de los vástagos fructíferos y formación de hojas verdes y brillantes, se encuentran poco disponible en los suelos cafetaleros, por lo que la aplicación de fertilizantes químicos nitrogenados es necesario, la aplicación de estos provoca un rápido incremento en la concentración de nitrógeno combinado disponible para los vegetales, en forma de nitrato. Esta forma de nitrógeno, bajo las condiciones climáticas y edáficas en que se desarrollan los cultivos agrícolas, funcionan

como un reservorio fugaz de este nutriente debido a que el NO₃ que no es incorporado por las raíces o inmovilizado por los microorganismos, se fuga rápidamente de la zona de exploración radicular tanto por lixiviación como por desnitrificación.

Caballero Mellado (1998), manifiesta que solamente del 50-60 % del nitrógeno aplicado como fertilizante mineral se encuentra en la planta, 20 % se pierde debido a la alta solubilidad y carga negativa de los nitratos, estos son lixiviados hacia los mantos acuíferos, que a su vez los transportan hasta los cuerpos de agua superficiales y, de 10-15% se pierde debido a la desnitrificación, liberando a la atmósfera N₂, NO y N₂O.

Valencia (2001), expresa que el nitrógeno es por mucho el gas más abundante en el aire (78 %), pero ésta en una forma química casi inerte y no asimilable para la inmensa mayoría de los seres vivos. Hasta la fecha todos los organismos que se sabe que tienen la capacidad de fijar nitrógeno son procariontes.

Olalde y Portugal (1998), manifiestan que debido a las condiciones de manejo de cultivos agrícolas y de los recursos vegetales el componente microbiano, el cual es importante para la salud de los ecosistemas es afectado tanto en su biodiversidad como en la densidad de las poblaciones microbianas implicadas; los resultados a mediano y largo plazo pueden ser la pérdida de fertilidad de los suelos y su progresiva pauperización. El empleo de cepas de microorganismos con un alto potencial de acción sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas y el estudio de la diversidad biológica será clave para su controlen el manejo integral de cultivos.

2.2. Microorganismos

Tapia Hernández *et al.* (1990), manifiestan que el género *Azospirillum* pertenece a un grupo de bacterias Gram negativas, fijador de nitrógeno, productor de fitohormonas como auxinas, giberelinas y citocininas, así como de producir sideróforos y bacteriocinas. *Azospirillum* es un habitante a menudo de

la rizósfera de una amplia variedad de plantas así como en diversas regiones climáticas del mundo. Aun cuando son más frecuentes en regiones tropicales, también se les encuentra en regiones, templadas, frías y desérticas, ha sido aislado de la superficie de la raíz y de su rizósfera de una muy amplia variedad de plantas.

Jiménez (2008), manifiesta que en los últimos años el estudio de microorganismos asociados a plantas ha sido tema de interés para muchos investigadores, por todos los beneficios que estos pueden aportar a las plantas, entre esta fijación biológica de nitrógeno, producción de hormonas, así como también la influencia de estos en el ecosistema. El estudio poblacional de *Azospirillum* en plantas de café nos mostró resultados variados dependiendo del lugar muestreado, en Oaxaca se encontraron las más altas poblaciones de *Azospirillum* 1.6×10^7 -- 1.5×10^4 ufc/gr de peso fresco; tanto en campo como en vivero respectivamente, así como también variación en la actividad reductora de acetileno, del total de cepas aisladas todas presentaron fijación de nitrógeno por arriba de 10 nmol/h/ml.

Con la inoculación de *Azospirillum* se observa frecuentemente un mayor desarrollo del sistema radical, el cual se traduce en mayor superficie de absorción de nutrientes, así como en mayor desarrollo de la parte aérea de las plantas. También se han observado incrementos en el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio y otros minerales en las plantas inoculadas. Una amplia revisión sobre los resultados de los experimentos desarrollados entre los años 1974-1994 fue realizada por Okon y Labandera (1994). Esta evaluación reveló que el éxito de la inoculación fue en el rango del 60 al 70 % de los experimentos realizados en suelos y regiones climáticas diferentes con incrementos significativos, generalmente en el rango de 5 a 30 %, en el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, cuando se evaluó el efecto de la inoculación en conjunto con la aplicación de niveles intermedios de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio, el éxito de los experimentos se incrementa hasta 90 %. Frecuentemente se observó que la inoculación de los cultivos con *Azospirillum* permite reducir en 40-50 % el nivel de los fertilizantes sin que exista disminución en el rendimiento de la cosecha. En trabajos realizados por

Jiménez y Col (2001), al inocular *Azospirillum* a semillas de café, se logró reducir los tiempos de desarrollo de plantas.

Hapase *et al.* (2004), encontró que al inocular con *Azospirillum* en plantaciones de maíz al momento de la siembra y posteriormente a la primera fertilización, originaba un incremento en la velocidad de germinación, en el establecimiento del material sembrado, en el desarrollo de las raíces, el macollamiento, la altura y número de tallos móviles, lo cual incrementa la producción por unidad de área.

Para Bashan (2005), las poblaciones de *Azospirillum* variaron dependiendo del lugar muestreado, los factores físico-químicos influyeron en las poblaciones detectadas. Del total de cepas aisladas de *Azospirillum* todas presentaron actividad reductora de acetileno, variando esta actividad de la zona de aislamiento. Estos resultados son promisorios ya que en un futuro cercano pudiera ser empleado este microorganismo como un Biofertilizante para sustituir parcialmente los fertilizantes químicos nitrogenados, y con ello ayudar al mejoramiento del medio ambiente.

Arias, López y Guerrero (2007), concuerdan que las bacterias fijadoras de nitrógeno son componentes muy importantes del suelo, para desarrollar la fertilidad del suelo de aumentar el contenido del nitrógeno en las condiciones medioambientales adecuadas, las bacterias fijadoras de nitrógeno producen enzimas que toman el nitrógeno en su forma gaseosa de la atmósfera y con los azúcares que obtienen de la planta fijan el nitrógeno dentro de la biomasa bacteriana, si las bacterias satisfacen sus necesidades de nitrógeno pasan a la planta y pueden absorber niveles elevados de proteína en las plantas.

Capello (2000), manifiesta que aunque de tamaño pequeño y de forma simple, los microorganismos han evolucionado durante este muy largo período, hacia un grupo extraordinariamente diversificado y altamente heterogéneo, desarrollando una gama de metabolismos, los cuales surgieron como adaptación a los diferentes ambientes terrestres y mediante los que lograron aprovechar diferentes fuentes de energía.

Martínez Romero (2001), manifiesta que dentro de las plantas, se encuentran numerosas bacterias que forman asociaciones mutualistas, ejemplos de estas son bacterias de los géneros, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Rhizobium*, entre otras.

Según Clementi (2006), *Azotobacter* es un género de bacterias usualmente móviles, ovoides o esféricas, que forman quistes de pared gruesa, y pueden producir cantidades grandes de limo capsular. *Azotobacter* es un microbio aerobio, libre que vive del suelo que fija el nitrógeno de la atmósfera. Más allá del uso de *Azotobacter* como un organismo modelo tiene usos biotecnológicos, especialmente para producción de nitrógeno. *Azotobacter* son bacterias Gram-negativas.

Holt *et al.* (2002), Ramo (1992) y Espín (2000), indican que el género *Azotobacter* pertenece a la familia *Azotobacteraceae* que agrupa bacterias Gram negativas, quimioheterotrofas, aerobias estrictas, capaces por sí solas, de fijar nitrógeno molecular.

Dixon y Khan (2004), ponen como ejemplo, que la aplicación conjunta de micorrizas o de bacterias solubilizadoras de fósforo con *Azotobacter* permite que las cantidades fijadas de nitrógeno atmosférico sean mayores, porque las bacterias disponen de mayores cantidades de fósforo (elemento esencial para la fijación) suministrado por la actividad de los organismos solubilizadores.

Andrade (2009), manifiesta que las bacterias *Azotobacter* son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico en el suelo, fijan aproximadamente 20 mg N/g de azúcar en el cultivo o puro en un medio libre de nitrógeno siendo una fuente para obtener un biofertilizante. Así mismo los microorganismos de alta biotecnología, aumentan la capacidad de intercambio catiónico, mejoran la estructura del suelo, aportan bacterias fijadoras de nitrógeno al suelo, también disminuyen las incidencias de plagas y enfermedades en los cultivos, se reduce la aplicación de pesticidas, disminuye la aplicación de abono químico, la aplicación edáfica y foliar en pre y post-siembra, floración y fructificación.

Kennedy y Tchan (1992), manifiestan que las bacterias del genero *Azotobacter* proporcionan muchas ventajas como reguladores en el crecimiento de las plantas, promueve el crecimiento de las raíces lo que conllevan a un aumento en la concentración de materia seca, produciendo fitohormona.

Según el centro de Investigaciones y Aplicaciones Biotecnológicas de España (IAB) (2001), el uso de inoculantes a partir de *Azotobacter spp* acorta el período de semillero y ciclo total del cultivo, permitiendo la obtención plantas vigorosas que pueden transplantarse en menor tiempo. Además, aceleran la floración y fructificación, aumentando el número de flores y frutos e incrementando los rendimientos de las cosechas. Esto permite el ahorro de fertilizantes nitrogenados recomendados en las normas técnicas de varios cultivos. Así mismo menciona que dentro de las bacterias asimbióticas fijadoras de nitrógeno, las del género *Azotobacter* representan el grupo de bacterias de mayor interés para la agricultura, ya que se multiplican rápidamente y proporcionan muchas ventajas como regular el crecimiento de las plantas, producir de hormonas vegetales y generar enzimas que favorecen a la solubilización de fosfatos y oligoelementos, facilitando la asimilación de estos compuestos.

Gaitán y García (1998), mencionan otras ventajas del uso de biofertilizantes a partir de *Azotobacter spp.* es su facilidad en la forma de aplicación y la capacidad que tienen estas bacterias para permanecer vivas por varios años; reproduciéndose en el suelo y potenciando la regeneración de los mismos de manera gradual. Siendo además, totalmente inofensivas para el ser humano y medio ambiente, y aptas para su uso en la agricultura ecológica y producción integrada.

Ramos (1992), indica que se ha dicho anteriormente, que las bacterias del género *Azotobacter* forman un grupo especial de microorganismos fijadores de nitrógeno, se multiplican rápidamente y proporcionan muchas ventajas, como regular el crecimiento de las plantas, producir hormonas vegetales y favorecer la solubilidad de la materia orgánica agregada al suelo como abono.

Bernal (2000), indica que las bacterias del género *Azotobacter*, además de fijar nitrógeno atmosférico en el suelo, sintetizan algunas sustancias como tiamina (vitamina B-1), ácido nicotínico, ácido pantoténico, riboflavina y otras hormonas vegetales capaces de estimular la germinación de las semillas y el crecimiento y desarrollo de algunas especies vegetales.

González y Lluch (2002), dicen que la aplicación práctica de la inoculación de *Azotobacter spp* ha sido positiva, observándose notables incrementos en los rendimientos de diferentes cultivos, principalmente en cereales.

IAB (2001), indica que se ha demostrado que, mediante la aplicación de biofertilizantes a partir de *Azotobacter spp*, se puede llegar a fijar de 20 a 30 kg de nitrógeno/ha/año y en algunos casos se puede llegar a fijar cantidades superiores, si se dan las condiciones óptimas de crecimiento.

Rodríguez y Blanco (2001), indican que estas bacterias tienen la ventaja de ser aplicadas a cualquier cultivo, en cualquier época de desarrollo de la planta, antes o durante la siembra, en la germinación y en los trasplantes.

Según Suquilanda (2006), los microorganismos influyen sobre los ecosistemas y sobre la fertilidad de los suelos, tanto en el establecimiento de los ciclos biogeoquímicos como en la formación de la estructura de los mismos; ejerciendo una gran influencia en numerosas reacciones de oxidación, hidrólisis y degradación de la materia orgánica, que a su vez tienen un claro reflejo en los ciclos naturales del carbono, nitrógeno, fósforo y otros elementos, estableciendo con ello las condiciones idóneas para el desarrollo de una cubierta vegetal estable. Esto resulta imprescindible para que un suelo posea una calidad adecuada y por supuesto mantenga una fertilidad natural conveniente.

Rao y Krishna (2006), mencionan que la asociación planta-bacterias fijadoras de nitrógeno ha sido estudiada en plantas anuales y perennes debido a que contribuyen en el efecto directo del crecimiento de la planta, por la producción

de fitohormonas, en la disponibilidad de nutrimentos y en la reducción de las poblaciones de patógenos de la raíz.

FAO (2011), manifiesta que en el congreso internacional de la cacao realizado en Brasil, se demostró que con la aplicación de *Azotobacter* y *Azospirillum* se pueden reducir las pérdidas de Nitrógeno (NO_3) por lavado, permitiendo la aplicación hasta de 400 kg de N sin que se presenten riesgos ambientales, pues los niveles de pérdidas están entre los valores permitidos y se estima que es posible hacer una reducción de al menos el 20 % de fertilizante nitrogenado sin afectar la producción.

Philippot y Germon (2005), manifiestan que *Azospirillum* y *Azotobacter* son fijadoras de N de vida libre, llamadas también diazotróficas debido a que dos moles de amonio producen un mol de nitrógeno gaseoso.

Tripathy y Ayyappan (2005), indican que la utilización de bacterias fijadoras de N de vida libre como *Azotobacter* y *Azospirillum* en sustratos es una práctica en la agricultura sustentable.

Mrkovacki y Milic (2001), manifiestan que el potencial natural de *Azotobacter* y de *Azospirillum* en la nutrición de la planta y en la fertilidad del suelo es recomendable utilizarla en la agricultura.

Vessey (2003), manifiesta que los biofertilizantes son sustancias que contienen microorganismos vivos que, cuando son aplicados a la semilla, a superficies de la planta o al suelo, colonizan la rizósfera o el interior de la planta y promueven el crecimiento aumentando el suministro o disponibilidad de nutrimentos primarios de la planta.

Instituto de Investigación del Perú (2009), indica que el nitrógeno es aportado, nitrificante regularmente en mayor cantidad durante el periodo vegetativo. Los microorganismos del suelo en estado latente actúan como biotransformadores de materiales orgánicos y minerales (socas, subproductos de cosecha, estiércoles, abonos orgánicos y químicos), convirtiendo estos elementos en

nutrientes para las plantas activando su crecimiento, balanceando su nutrición y mejorando la producción.

2.3. Productos biofertilizantes

Según EuroAgro (2014), MICRO-ASP contiene *Azospirillum* que es una bacteria muy común en el suelo y la raíz. Se encuentra en el suelo alrededor de las raíces de la planta y de la superficie de la misma. Fija el nitrógeno atmosférico, cuando se agrega al suelo se multiplica en millones y puede proveer 20-40 kilogramos de nitrógeno por hectárea en cada ciclo.

También promueve el crecimiento que proviene de sustancias como el ácido acético del indol (IAA), las giberelinas, ayuda también a la correcta formación de raíces principales y secundarias.

Viéndose una mejor densidad en las raíces y de las raicillas siendo un resultado de los minerales disponibles y el crecimiento vegetal que promueve las sustancias que viene del ácido pantothenic, tiamina y el niacin que es con lo que generalidades aporta *Azospirillum* en cantidades grandes.

Las pruebas realizadas con MICRO-ASP en diversas localizaciones, han demostrado que, la inoculación con *Azospirillum* tiene efectos benéficos en diferentes cultivos debido a su capacidad de convertir el N² atmosférico en el amoníaco que se puede ser absorbido por la planta, algunos investigadores inicialmente pensaron que la fijación de nitrógeno Biológico (BNF) sería responsable de los efectos observados del crecimiento vegetal. La realidad es que se produce por la síntesis bacteriana del phyto-hormonas el cual ahora es aceptado extensamente como uno de los factores responsables del crecimiento de la planta que lo ofrecemos en *Azospirillum*. La inoculación de diversas cosechas con concentraciones óptimas de este Producto aporta eficazmente con las tres sustancias promovedoras del crecimiento y son: Auxinas, Citoquininas y giberelinas, con las auxinas siendo sin duda el más importante.

El mismo autor indica que, MICRO-AZOT contiene *Azotobacter*, que es una bacteria cuya principal característica consiste en la fijación del nitrógeno presente en la atmósfera, de manera que quede accesible para la planta, lo que significa un aporte natural de nitrógeno. Se trata de un preparado acuoso elaborado a base de cepas aisladas y seleccionadas del género *Azotobacter* y *Clostridium* en distintas proporciones. Su método de producción permite obtener altas concentraciones de células, lo que permite su aplicación en agricultura con efectos altamente beneficiosos.

Ambos microorganismos contribuyen entre otras cosas a la fijación de nitrógeno y a la asimilación de nutrientes como el fósforo y actúan estimulando el crecimiento de las plantas por la excreción de fito reguladores.

El *Clostridium pasteurianum* es un microorganismo estrictamente anaerobio que permite una fijación no simbiótica del nitrógeno atmosférico. Esto consiste en la fijación del nitrógeno presente en la atmósfera, de manera que quede accesible para la planta, sin necesidad de establecer una relación de simbiosis con ella. De la misma forma, la fijación biológica del nitrógeno se realiza también por bacterias aeróbicas, pertenecientes al género *Azotobacter*.

Las características del MICRO-AZOT hacen que se pueda sustituir al nitrógeno químico (Amoniaco, Urea, etc.) a un menor costo y sin ningún tipo de reducción en la producción, con la ventaja de trabajar tanto en condiciones anaerobias, como en condiciones aerobias.

MICRO-AZOT permite la fijación de nitrógeno y además durante el curso de crecimiento del *Azotobacter* se solubilizan fosfatos, se secretan sustancias promotoras del crecimiento (auxinas, giberelinas, citoquininas), vitaminas del grupo B y metabolitos con acción fungicida, los cuales benefician a la planta de una forma multidimensional.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en los terrenos de la granja experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Km. 7.5 vía Montalvo. El mismo se ubicó en el Programa de café, en una plantación de café caturra rojo con dos años de desarrollo.

La zona presenta un clima tropical húmedo según clasificación de Holdribge, con temperatura anual de 24.6° C, una precipitación de 1569 mm/año, humedad relativa de 85 % y 873 horas de heliofanía de promedio anual. Coordenadas geográficas 79°32', de longitud occidental y 1° 49' de latitud sur 1/.

3.2. Material genético

Se utilizó la variedad de café, caturra rojo, con una edad de dos años, la cual tiene las siguientes características:

- Porte bajo
- Baya color rojo
- Entrenudos cortos
- Ramas con 45 grados de inclinación
- Amplia adaptabilidad
- Alta producción
- Buenas características agronómicas
- Grano organoléptico excelente
- Susceptible a roya de café

1/. Datos tomados en la estación meteorológica UTB - FACIAG, 2013.

3.3. Factores estudiados

Variable dependiente: Dosis de aplicación de microorganismos.

Variable independiente: Comportamiento agronómico del cultivo.

3.4. Métodos

- Inductivo – Deductivo.
- Deductivo – Inductivo.
- Experimental.

3.5. Tratamientos

Las combinaciones de tratamientos se presentan en la siguiente tabla:

Tratamientos	Dosis/ha	Época de aplicación
<i>Azospirillum</i> artesanal	300 kg	Trimestral
<i>Azospirillum</i> artesanal	600 kg	Trimestral
Micro-Asp + P.F	1.0 L	Bimensual
Micro-Asp + P.F	1.5 L	Bimensual
Micro-Azot + P.F	1.0 L	Bimensual
Micro-Azot + P.F	1.5 L	Bimensual
Micro-Azot	1.0 L	Bimensual
Micro-Asp	1.0 L	Bimensual
Testigo químico	Según análisis de suelo	Mensual
Testigo absoluto		Sin aplicación

- P.F: Programa de fertilización: 160 kg N, 60 kg P, 75 kg K, 30 kg S, 20 kg Mg, 0.4 kg B, 0.2 kg Zn.
- Testigo químico: 160 kg N, 60 kg P, 75 kg K.

3.6. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental “Bloque completo al azar BCA, con 10 tratamientos y 3 repeticiones.

Para la evaluación y comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5% de posibilidades.

ANDEVA

Fuente de Variación	Grado de Libertad
Tratamientos	9
Repeticiones	2
Error experimental	18
Total	29

3.6.1. Características del lote experimental

Longitud de parcela: 5 m

Ancho de parcela: 4 m

Área de parcela: 20 m²

Numero de parcelas: 30

Área útil total: 600 m²

Área total del ensayo: 800 m²

3.7. Manejo del ensayo

3.7.1. Análisis de suelo

Antes del inicio de la investigación, se tomó una muestra compuesta del mismo, en donde se procedió a su análisis físico y químico.

3.7.2. Podas

Para mantener un buen crecimiento y control sobre la plantación se realizaron 3 podas de formación (una cada dos meses) y una poda de producción (mantenimiento), para favorecer la concentración de energía en las zonas de producción. Para el efecto se utilizaron tijeras de poda y navajas, para evitar la transmisión de alguna enfermedad las herramientas se desinfectaron en una solución de formalina cada vez que fueron utilizadas.

3.7.3. Control de malezas

Se realizó aplicaciones de paraquat (1.5 L/ha) dirigidas entre las calles, alrededor de las plantas se realizó una corona con desyerbas manuales. Se trató en lo posible de no ocasionar cortes en las base de las plantas. Se realizó una desyerba mensual, para mantener las malezas en niveles bajos de crecimiento. Para la aplicación de herbicidas se utilizó un atomizador de mochila CP-3 a presión de 40 a 60 lb con boquilla para cobertura de 2 m.

3.7.4. Control fitosanitario

Par el control de enfermedades se realizó la aplicación quincenal de los fungicidas Sulfato de cobre (0,5 L/ha) y Oxido Cúprico (1 Kg/ha), para controlar las enfermedades foliares típicas del cultivo de café. El control de insectos se realizó con la aplicación mensual de Clorpirifos en dosis de 0.5 L/ha.

3.7.5. Riego

Se realizó aplicaciones de riego en la época seca cuando disminuyo la humedad del suelo. Para el efecto se realizaron riegos quincenales por inundación, los mismos se hicieron tratando de coincidir con la fertilización del cultivo.

3.7.6. Fertilización

El programa de fertilización fue elaborado en base al análisis de suelo realizado previamente, las aplicaciones se fraccionaron mensualmente para distribuir uniformemente los nutrientes que las plantas necesitaron.

3.7.7. Cosecha

La cosecha se realizó en cada parcela experimental de forma manual cuando los granos alcanzaron su madurez fisiológica (color rojo). Para la misma se realizó la técnica del pepiteo, cosechando solo granos maduros.

3.8. Datos evaluados

Para determinar la diferencia de medias se tomaron las siguientes variables:

3.8.1. Altura de planta.

La altura de planta se tomó al inicio del cultivo y posteriormente a los 30, 150 y 240 días después de la implementación del ensayo, desde el nivel del suelo hasta el ápice del brote hoja más sobresaliente, en cinco plantas escogidas al azar por tratamiento. Expresando el resultado en m.

3.8.2. Diámetro de tallo por planta.

Dentro del área útil de cada parcela experimental, se registró al inicio del trabajo y luego a los 30, 150 y 240 días después de la implementación del ensayo, el diámetro del tallo; en las mismas plantas antes evaluadas, expresando el resultado en cm.

3.8.3. Número de ramas por planta.

Se tomó al azar cinco plantas por tratamiento y se procedió a contar el número de ramas existentes, antes del inicio del trabajo como al final del mismo.

3.8.4. Número de granos por planta.

Se tomó cinco plantas al azar por tratamiento, en donde se contaron todos los granos que en la misma se recolectaba, hasta el final del ensayo.

3.8.5. Peso de 100 granos.

Se tomó 100 granos por tratamiento y se contabilizó el peso de los mismos, expresando el valor en gramos.

3.8.6. Rendimiento por hectárea.

Se evaluó el peso de los granos provenientes de cinco plantas de la parcela experimental, en donde mediante la siguiente fórmula, se transformó el café cereza a café oro:

$$R = \frac{PxU}{MxT}$$

Dónde:

R= Rendimiento en kg/ha.

P= Producción promedio en granos de café cereza por planta.

M=Unidad de peso (kg).

U= Número de plantas por hectárea.

T= Valor de la relación de conversión c/o

3.8.7. Análisis Económico.

En cada tratamiento finalizado, se realizó un análisis económico basado en el costo de los tratamientos y la producción obtenida.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta.

En el Cuadro 1, se presentan los promedios de altura de plantas de café evaluados a los 30, 150 y 240 días después de la instalación del ensayo. Se encontró alta significancia estadística en todas las observaciones realizadas. Los coeficientes de variación fueron 3.91 %, 4.81 % y 7.06 %, respectivamente.

En la evaluación a los 30 días se encontró que los tratamientos *Azospirillum* artesanal 2400 kg/ha (2.57 m), Micro-Asp 6 L/ha + P.F (2.57 m), Micro-Asp 9 L/ha + P.F (2.6 m), Micro-Azot 6 L/ha + P.F (2.6 m) y Micro-Azot 9 L/ha + P.F (2.56 m), fueron estadísticamente iguales y superiores al resto de tratamientos. El registro más bajo se dio cuando no se aplicó los tratamientos en el testigo con 1.29 m.

A los 150 días se reportó que los tratamientos *Azospirillum* artesanal 2400 kg/ha (2.54 m), Micro-Asp 9 L/ha + P.F (2.54 m), Micro-Azot 6 L/ha + P.F (2.56 m) y Micro-Azot 9 L/ha + P.F (2.63 m), fueron estadísticamente iguales y superiores al resto de tratamientos. El registro más bajo se dio sin la aplicación de productos en el testigo con 1.55 m.

Cuando se evaluó a los 240 días, se observó que el tratamiento Micro-Asp 9 L/ha + P.F (3.02 m), fue estadísticamente igual al tratamiento Micro-Azot 6 L/ha + P.F (2.73 m) y superior al resto de tratamientos. El registro más bajo se dio en el testigo químico con 1.35 m.

4.2. Diámetro de tallo por planta.

El Cuadro 2, presenta los promedios de diámetro de tallo de plantas café evaluados a los 30, 150 y 240 días después de la instalación del experimento. Se encontró alta significancia estadística al 5 % en todas las observaciones

realizadas. Con coeficientes de variación de 11.51 %, 15.23 % y 15.97 %, respectivamente.

Cuadro 1. Promedio de altura de planta con la aplicación de microorganismos fijadores de nitrógeno, complementarios a la fertilización química en una plantación de café variedad caturra rojo. Babahoyo, 2014.

Tratamientos	Dosis/ha	Altura de planta (m)		
		30 d.d.i.	150 d.d.i.	240 d.d.i.
<i>Azospirillum</i> artesanal	1200 kg	1.76 c	1.94 c	2.27 cd
<i>Azospirillum</i> artesanal	2400 kg	2.57 a	2.54 a	2.43 bcd
Micro-Asp + P.F	6,0 L	2.57 a	2.42 ab	2.56 bc
Micro-Asp + P.F	9,0 L	2.60 a	2.54 a	3.02 a
Micro-Azot + P.F	6,0 L	2.60 a	2.56 a	2.73 ab
Micro-Azot + P.F	9,0 L	2.56 a	2.63 a	2.53 bc
Micro-Azot	6,0 L	2.22 b	2.11 c	2.12 cd
Micro-Asp	6,0 L	2.22 b	2.23 bc	2.03 d
Testigo químico	160 kg N-60 kg P-75 kg K	2.04 b	2.05 c	1.35 e
Testigo absoluto	0-0-0	1.29 d	1.55 d	1.53 e
Promedios		2.24	2.26	2.26
Significancia estadísticas		**	**	**
Coeficiente de variación %		3.91	4.81	7.06

d.d.i.: días después del inicio del ensayo.

(**): Altamente significativo.

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

En la evaluación a los 30 días se encontró que los tratamientos *Azospirillum* artesanal 2400 kg/ha (62.67 cm), Micro-Asp 6 L/ha + P.F (64 cm), Micro-Asp 9 L/ha + P.F (63 cm), y Micro-Azot 9 L/ha + P.F (64.67 cm), fueron estadísticamente iguales y superiores al resto de tratamientos. El registro más bajo se dio sin la aplicación de productos en el testigo con 26.33 cm.

Las observaciones a los 150 días reportaron, que los tratamientos Micro-Asp 9 L/ha + P.F (67.33 cm) y Micro-Azot 9 L/ha + P.F (66.67 cm), fueron estadísticamente iguales y superiores al resto de tratamientos. El registro más bajo se dio con la aplicación de *Azospirillum* artesanal 1200 kg/ha con 26.33 cm.

Con 240 días después de la instalación del ensayo, se observó que el tratamiento Micro-Azot 6 L/ha + P.F (66.33 cm), fue estadísticamente superior al resto de tratamientos. El registro más bajo se dio sin la aplicación de productos en el testigo con 27.67 cm.

Cuadro 2. Promedio de diámetro de tallo por planta con la aplicación de microorganismos fijadores de nitrógeno, complementarios a la fertilización química en una plantación de café variedad caturra rojo. Babahoyo, 2014.

Tratamientos	Dosis/ha	Diámetro de tallo por planta (cm)		
		30 d.d.i.	150 d.d.i.	240 d.d.i.
<i>Azospirillum</i> artesanal	1200 kg	36.33 cd	26.33 e	36.67 cd
<i>Azospirillum</i> artesanal	2400 kg	62.67 a	43 cde	40 bcd
Micro-Asp + P.F	6,0 L	64 a	65.33 ab	42.67 bcd
Micro-Asp + P.F	9,0 L	63 a	67.33 a	59.33 ab
Micro-Azot + P.F	6,0 L	55 ab	64 abc	51 abc
Micro-Azot + P.F	9,0 L	64.67 a	66.67 a	60.33 ab
Micro-Azot	6,0 L	52.67 abc	49 abcd	66.33 a
Micro-Asp	6,0 L	50.33 abc	44.33 bcde	48.33 abcd
Testigo químico	160 kg N-60 kg P-75 kg K	40.67 bcd	39.67 de	36.33 cd
Testigo absoluto	0-0-0	26.33 d	35.33 de	27.67 d
Promedios		51.57	50.10	46.87
Significancia estadísticas		**	**	**
Coeficiente de variación %		11.51	15.23	15.97

d.d.i.: días después del inicio del ensayo.

(**): Altamente significativo.

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

4.3. Numero de ramas por planta.

Los promedios de número de ramas por planta encontrados en la investigación se muestran en el Cuadro 3. Se presentó alta significancia estadística en la evaluación realizada, siendo el coeficiente de variación 21.68%.

El análisis de Tukey determinó que el tratamiento Micro-Azot 6 L/ha + P.F (144), fue estadísticamente igual al tratamiento Micro-Azot 9 L/ha + P.F (129) y superior al resto de tratamientos, registrándose el promedio más bajo con la aplicación de *Azospirillum* artesanal en dosis de 2400 kg/ha con 44 ramas.

Cuadro 3. Promedio de numero de ramas por planta con la aplicación de microorganismos fijadores de nitrógeno, complementarios a la fertilización química en una plantación de café variedad caturra rojo. Babahoyo, 2014.

Tratamientos	Dosis/ha	Número de ramas por planta
<i>Azospirillum</i> artesanal	1200 kg	53 cd
<i>Azospirillum</i> artesanal	2400 kg	44 d
Micro-Asp + P.F	6,0 L	55 cd
Micro-Asp + P.F	9,0 L	77 cd
Micro-Azot + P.F	6,0 L	144 a
Micro-Azot + P.F	9,0 L	129 ab
Micro-Azot	6,0 L	67 cd
Micro-Asp	6,0 L	84 bcd
Testigo químico	160 kg N-60 kg P-75 kg K	99 abc
Testigo absoluto	0-0-0	54 cd
Promedios		80.6
Significancia estadísticas		**
Coeficiente de variación %		21.68

(**): Altamente significativa.

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

4.4. Número de granos por planta.

En el Cuadro 4, se observan los promedios de número de granos por planta evaluados a los 270 días después de la instalación del ensayo. No se encontró significancia estadística, obteniéndose un coeficiente de variación de 29.67%.

El tratamiento con mayor número de granos por planta fue *Azospirillum* artesanal en dosis de 2400 kg/ha con 671 granos/planta, presentándose menor cantidad de granos en el testigo sin aplicación de productos con 302 granos/planta.

Cuadro 4. Promedio de numero de granos por planta con la aplicación de microorganismos fijadores de nitrógeno, complementarios a la fertilización química en una plantación de café variedad caturra rojo. Babahoyo, 2014.

Tratamientos	Dosis/ha	Numero de granos por planta
<i>Azospirillum</i> artesanal	1200 kg	356
<i>Azospirillum</i> artesanal	2400 kg	671
Micro-Asp + P.F	6,0 L	643
Micro-Asp + P.F	9,0 L	556
Micro-Azot + P.F	6,0 L	380
Micro-Azot + P.F	9,0 L	431
Micro-Azot	6,0 L	433
Micro-Asp	6,0 L	436
Testigo químico	160 kg N-60 kg P-75 kg K	406
Testigo absoluto	0-0-0	302
Promedios		461.4
Significancia estadísticas		Ns
Coeficiente de variación %		29.67

Ns: No significante.

4.5. Peso de 100 granos.

El Cuadro 5, detalla los promedios de peso de 100 granos de café evaluados a los 270 días después de la instalación del ensayo, la evaluación reportó significancia estadística, registrándose un coeficiente de variación de 22.99 %.

Con la aplicación de Micro-Asp 6 L/ha con 96.78 g, se encontró el mayor peso del ensayo; el mismo fue estadísticamente igual a los demás tratamientos con excepción de Micro-Asp 6 L/ha + P.F con 47.44 g/planta, el cual presento el menor peso del ensayo.

Cuadro 5. Promedio de peso de 100 granos con la aplicación de microorganismos fijadores de nitrógeno, complementarios a la fertilización química en una plantación de café variedad caturra rojo. Babahoyo, 2014.

Tratamientos	Dosis/ha	Peso de 100 granos (g)
<i>Azospirillum</i> artesanal	1200 kg	86.67 ab
<i>Azospirillum</i> artesanal	2400 kg	84.67 ab
Micro-Asp + P.F	6,0 L	47.44 b
Micro-Asp + P.F	9,0 L	61.11 ab
Micro-Azot + P.F	6,0 L	56.55 ab
Micro-Azot + P.F	9,0 L	55.44 ab
Micro-Azot	6,0 L	54 ab
Micro-Asp	6,0 L	96.78 a
Testigo químico	160 kg N-60 kg P-75 kg K	56.67 ab
Testigo absoluto	0-0-0	88.89 ab
Promedios		68.82
Significancia estadísticas		**
Coeficiente de variación %		22.99

(*): Significante.

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

4.6. Rendimiento por hectárea.

Los resultados del rendimiento por hectárea alcanzado en el ensayo, se muestran en el Cuadro 6. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística en la evaluación realizada al final del ensayo. El coeficiente de variación fue 32.93 %.

El rendimiento más alto se tuvo con la aplicación de Micro-Asp 6 L/ha + PF con 1118.75 kg/ha, el cual fue estadísticamente igual al tratamiento Micro-Asp 9 L/ha + P.F (668.82 kg/ha) y superior al resto de tratamientos. El registro más bajo de rendimiento se dio en el testigo sin aplicación de productos con 260.70 kg/ha.

Cuadro 6. Promedio de rendimiento por hectárea de café con la aplicación de microorganismos fijadores de nitrógeno, complementarios a la fertilización química en una plantación de café variedad caturra rojo. Babahoyo, 2014.

Tratamientos	Dosis/ha	Rendimiento (kg/ha)
<i>Azospirillum</i> artesanal	1200 kg	311.42 b
<i>Azospirillum</i> artesanal	2400 kg	579.55 b
Micro-Asp + P.F	6,0 L	1118.75 a
Micro-Asp + P.F	9,0 L	668.82 ab
Micro-Azot + P.F	6,0 L	480.38 b
Micro-Azot + P.F	9,0 L	574.95 b
Micro-Asp	6,0 L	583.52 b
Micro- Azot	6,0 L	341.20 b
Testigo químico	160 kg N-60 kg P-75 kg K	541.38 b
Testigo absoluto	0-0-0	260.70 b
Promedios		546.07
Significancia estadísticas		**
Coeficiente de variación %		32.93

(**): Altamente significativa.

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

4.7. Análisis Económico.

El análisis económico realizado a los tratamientos del ensayo, se registran en el Cuadro 7.

El tratamiento Micro-Asp 6 L/ha + PF presentó la mejor utilidad con \$1814.04, habiéndose encontrado la menor utilidad en Micro-Azot 6 L/ha + PF con \$17,26.

Cuadro 7. Análisis económico con la aplicación de microorganismos fijadores de nitrógeno, complementarios a la fertilización química en una plantación de café variedad caturra rojo. Babahoyo, 2014.

Tratamientos	Rendimiento (Kg/ha)	Ingresos	Costos Producción			Utilidad neta
			Costos Variables	Costos Fijos	Costo Total	
<i>Azospirillum</i> artesanal 1200 kg/ha	311,42	870,68	132,0	640	772,0	98,68
<i>Azospirillum</i> artesanal 2400 kg/ha	579,55	1620,33	204,0	640	844,0	776,33
Micro-Asp 6 L/ha + P.F	1118,75	3127,84	673,8	640	1313,8	1814,04
Micro-Asp 9 L/ha + P.F	668,82	1869,91	739,8	640	1379,8	490,11
Micro-Azot 6 L/ha + P.F	480,38	1343,06	685,8	640	1325,8	17,26
Micro-Azot 9 L/ha + P.F	574,95	1607,46	757,8	640	1397,8	209,66
Micro-Azot 6 L/ha	583,52	1631,42	192,0	640	832,0	799,42
Micro-Asp 6 L/ha	341,20	953,94	204,0	640	844,0	109,94
Testigo químico (160 kg N-60 kg P-75 kg K)	541,38	1513,61	541,8	640	1181,8	331,81
Testigo absoluto (0-0-0)	260,70	728,87	0	640	640,0	88,87

Café qq de 60 kg: \$167.75
 Micro-Asp: \$22
 Micro-Azot: \$24
 Azospirillum Artesanal: \$3/qq
 Programa de fertilización: \$481,8

V. DISCUSIÓN

Basado en los resultados obtenidos en la presente investigación se determinó que el uso de *Azospirillum* en combinación con un programa de fertilización en función del análisis de suelo, tuvieron incidencia sobre el rendimiento del cultivo de café en campo.

Con las aplicaciones de biofertilizantes y fertilizantes químicos sobre la variedad evaluada, se encontró que influyeron significativamente en altura de planta y diámetro de tallo, esto es debido a que estas características agronómicas son influenciadas por la formación de hormonas reguladoras de crecimiento, esto es corroborado por Jiménez (2008), quien manifiesta que en los últimos años el estudio de microorganismos asociados a plantas ha sido tema de interés para muchos investigadores, por todos los beneficios que estos pueden aportar a las plantas, entre estos: fijación biológica de nitrógeno, producción de hormonas, así como también la influencia de estos en el ecosistema. Así mismo con la inoculación de *Azospirillum* se observa frecuentemente un mayor desarrollo del sistema radical, el cual se traduce en mayor superficie de absorción de nutrientes, así como en mayor desarrollo de la parte aérea de las plantas. También se han observado incrementos en el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio y otros minerales en las plantas inoculadas (Okon y Labandera, 1994).

Adicionalmente los análisis de estadística demuestran que las diferentes aplicaciones de *Azospirillum* logran un incremento en las condiciones agronómicas del cultivo de café, debido a que las mismas ponen los nutrientes a disposición de la planta de una manera más adecuada y distribuida, el proceso de asimilación y nutrición es realizado de mejor manera, ya que la planta tiene los nutrientes en las etapas de máximo desarrollo, lo que no afecta la producción del cultivo. Esto se explica con lo manifestado por Rao y Krishna (2006), quienes mencionan que la asociación planta-bacterias fijadoras de nitrógeno ha sido estudiada en plantas anuales y perennes debido a que

contribuyen en el efecto directo del crecimiento de la planta, por la producción de fitohormonas, en la disponibilidad de nutrimentos y en la reducción de las poblaciones de patógenos de la raíz.

Las aplicaciones de biofertilizantes con *Azospirillum* en combinación con un programa de fertilización, logran una mejora visual del cultivo, debido a que en conjunto activan procesos de asimilación de los nutrientes que la planta necesita, tal como identificaron Arias, López y Guerrero (2007), quienes concuerdan que las bacterias fijadoras de nitrógeno son componentes muy importantes del suelo, para desarrollar la fertilidad del suelo de aumentar el contenido del nitrógeno en las condiciones medioambientales adecuadas, las bacterias fijadoras de nitrógeno producen enzimas que toman el nitrógeno en su forma gaseosa de la atmósfera y con las azúcares que obtienen de la planta fijan el nitrógeno dentro de la biomasa bacteriana, si las bacterias satisfacen sus necesidades de nitrógeno pasan a la planta y pueden absorber niveles elevados de proteína en las plantas.

El mayor rendimiento en grano oro, se encontró con la aplicación de *Azospirillum* en dosis de 6 L/ha más programa de fertilización. Esta aplicación incentiva al cultivo a lograr un crecimiento relativamente parejo y sostenido, lo cual es previsible ya que la aportación balanceada de nutrientes y su mejor distribución en el sistema radicular estimulan el desarrollo vegetativo adecuado de las plantas maximizando su potencial productivo. Esto concuerda con lo manifestado por Euroagro (2014), quienes manifiestan que la bacteria también promueve el crecimiento que proviene de sustancias como el ácido acético del indol (IAA), las giberelinas, ayuda también a la correcta formación de raíces principales y secundarias.

En lo referente a la variable número de granos por planta, no presentó significancia estadística en las evaluaciones realizadas. Lo que permite ver que

la influencia de los fertilizantes en los suelos del ensayo, no afectan esta variable sino directamente el rendimiento del cultivo.

Los rendimientos presentados fueron aceptables dadas las condiciones de la zona. Los rendimientos alcanzados para la variedad alcanzaron su tope más alto con la aplicación de la fertilización y *Azospirillum* (1118.75 kg/ha), las que superan considerablemente la producción media nacional y a los demás tratamientos. Los resultados alcanzados con la utilización de fertilizantes sin la aplicación de la bacteria no superan a la mezcla de estos con fertilización convencional.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

1. La aplicación de *Azospirillum* en mezcla con fertilizantes químicos, influyen indirectamente sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de café.
2. Las aplicaciones de *Azospirillum* 6 L/ha + 160 kg N, 60 kg P, 75 kg K, 30 kg S, 20 kg Mg, influyeron sobre el rendimiento de grano en la variedad evaluada con incrementos del 200-400 % con relación al testigo.
3. Las aplicaciones de *Azospirillum* en mezclas o solos, inciden sustancialmente en las variables evaluadas, incentivando el crecimiento y desarrollo de la planta.
4. Las aplicaciones de *Azospirillum*, no inciden en la variable número de granos por planta, en la variedad evaluada.
5. Las aplicaciones de *Azospirillum*, influyeron totalmente sobre la variable peso de 100 granos, en la variedad evaluada.
6. La aplicación de un programa de fertilización, no incide sobre el rendimiento por hectárea, sin embargo sobrepasa al testigo.
7. La variedad caturra con la aplicación de *Azospirillum* más fertilización química (1118.75 kg/ha) obtuvo un rendimiento superior a los demás tratamientos.
8. El tratamiento *Azospirillum* con fertilización química (\$1814.04) obtuvo el mayor rendimiento económico, siendo superior a los demás tratamientos.

9. El tratamiento *Azospirillum* con fertilización química, presentó incrementos de rendimiento hasta 400 % mayor que el testigo.

En base a estas conclusiones se recomienda:

1. Realizar las aplicaciones de *Azospirillum* con fertilización química, para lograr incrementos de rendimiento de grano de café.
2. Utilizar para la siembra la variedad Caturra Rojo por su comportamiento agronómico, estable para la zona.
3. Realizar investigaciones similares con otros materiales de siembra, fertilizantes y bajo otras condiciones de manejo.

VII. RESUMEN

En Ecuador el cultivo de café según datos registrados por COFENAC, se siembra en 23 de las 24 provincias existentes, en aproximadamente 199.215 hectáreas, de las cuales 136.385 hectáreas corresponden a cafetales arábigos y 62.830 hectáreas a café robusta, siendo las provincias de mayor importancia: Los Ríos, Manabí, Loja, El Oro y las provincias amazónicas. El promedio de rendimiento actual es 5.1 quintales de café oro por hectárea para arábigos y 5.5 quintales de café oro por hectárea para robusta.

El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos de microorganismos fijadores de nitrógeno, complementarios a la fertilización química en una plantación de café, variedad caturra rojo; para evaluar su efecto sobre el rendimiento. El trabajo se realizó en los terrenos de la granja experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Km. 7.5 vía Montalvo. Se utilizó 10 tratamientos y tres repeticiones en parcelas de 25 plantas, que se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar. Para la evaluación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad. Durante el ciclo del cultivo se evaluó: Altura de planta, diámetro de tallo por planta, número de ramas por planta, número de granos por planta, peso de 100 granos, rendimiento por hectárea y un análisis económico de los tratamientos.

Los resultados determinaron que las aplicaciones de biofertilizantes, inciden sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de café, generando un crecimiento y desarrollo positivo, así como incrementando el rendimiento por encima del testigo. El mayor rendimiento se presentó con la aplicación de Micro-Asp en dosis de 6 L/ha en combinación con un programa de fertilización basado en el análisis de suelo (1118.75 kg/ha de café oro), el mismo fue 4.29 veces mayor al testigo (260,7 kg/ha de café oro).

VIII. SUMMARY

In Ecuador coffee cultivation according to data recorded by COFENAC, seeded in 23 of the 24 existing provinces, approximately 199,215 hectares, of which 136,385 hectares are Arabica coffee and Robusta 62,830 hectares, being the most important provinces: Los Rios, Manabí, Loja, El Oro and the Amazonian provinces. The average current yield is 5.1 quintals of coffee per hectare for Arabica and 5.5 pounds of green coffee per hectare for Robusta.

The objective of this research was to evaluate the effects of nitrogen-fixing microorganisms, complementary chemical fertilization in a coffee plantation, red Caturra variety; to evaluate its effect on performance. The work was performed at the site of the experimental farm of the Faculty of Agricultural Sciences at the Technical University of Babahoyo, located at Km. 7.5 via Montalvo. 10 treatments and three replications was used in plots of 25 plants, which were distributed in a completely randomized design blocks. The Tukey test at 5% probability was used for the assessment of means. During the crop cycle were evaluated: plant height, stem diameter per plant, number of branches per plant, number of grains per plant, 100-grain weight, yield per hectare and an economic analysis of the treatments.

The results determined that the application of biofertilizers, affect the development and yield of coffee cultivation, generating positive growth and development, as well as increasing performance over the control. The highest yield was obtained with the application of Micro-Asp in doses of 6 L / ha in combination with a fertilization program based on soil analysis (1118.75 kg / ha of green coffee), it was 4.29 times the witness (260.7 kg / ha of green coffee).

IX. LITERATURA CITADA

Andrade, J. 2009. Efecto de la inoculación con *Azotobacter* sp., en el crecimiento de plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao*), genotipo nacional, en la provincia de Esmeraldas. Tesis Ing. Agr. Universidad Luis Vargas Torres. pp 36.

Arias, F; López, V; Guerrero, P. 2007. Tratamiento de cultivos sin suelo. Revista Horticultura. Ed mundipresa. Ref: 4079. p 13-15.

Bashan, T. 2005. Agricultura ecológica en Colombia y sus nuevas proyecciones. Universidad Nacional de Colombia. In memorias, II Congreso Nacional de Agricultura Ecológica. pp. 230, 231.

Bernal, G. 2000. La Microbiología de Suelos en el Ecuador: Situación actual de la investigación. Edición: MassGráficos-Quito.

Caballero Mellado, J. 1998. El nitrógeno en el suelo. Disponible en <http://www.biblioweb.tic.unam.mx/libros/microbios/Cap10/>

Capello, S. 2000. Estudio poblacional de *Azospirillum* spp., en plantas de café (*Coffea arabica* L.) en las principales regiones cafetaleras. Disponible en http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Extenso/CB/EC/CB2f.

Centro de Investigaciones y aplicaciones Biotecnológicas de España (IAB). 2001. Evaluación de líneas inter-específicas de arroz (*Oryza sativa*) a la inoculación con las bacterias fijadoras de nitrógeno *Azotobacter chroococcum* y *Azospirillum amazonense* en un *Typic haplustalf* de la meseta de Ibagué. Tesis (Ph. D. suelos y aguas). Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 156 p.

Clementi, F. 2006. Producción de Alginato por *Azotobacter vinelandii*. Crit Rev Biotechnol. 17(4):327-61.

Dixon, R; Kahn, D. 2004. Regulación Genética de la Fijación Biológica de Nitrógeno. *Nat Rev Microbiol.* 2(8):621-31.

EUROAGRO. 2014. Manual y catálogo de productos. Disponible en www.euroagro.com.ec

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2011. Core collections of plant genetic resources. Roma, In Congreso Internacional del Cacao. 48 p. (Technical Bulletin no.8).

Gaitán, E; García, R. 1998. Microbiología General. Microbios en Línea. Centro de Investigaciones sobre Fijación de Nitrógeno. *Crop. Plants. Brock/Sp ringer Series in Contemporary Bioscience.* E.U. pp. 153.

González, V; Lluch, B. 2002. Inoculación de *Azotobacter* spp en diferentes cultivos. XII Congreso nacional de Ingeniería agrícola y II foro de la agroindustria del mezcal (memorias). AMIA. Oaxaca, México.

Hapase, L; Bonanote, B; Bolhman, B; Willimas, C. 2004. Pruebas de laboratorio en la aplicación de microorganismo biológicos fijadores de nitrógeno, experiencia y resultados. CATIE, Departamento de Biología. In memorias del IV Congreso Costarricense de Agricultura Sostenible. Disponible en www.catie.ac.cr/boletines.

Holt, L; Rodríguez, H; Rubiano, E; Castro, J. 2002. Aislamiento e identificación de bacterias fijadoras de nitrógeno aisladas de cultivos de arroz. Trabajo de Grado de la Pontificia Universidad Javeriana Bogotá. 126 p.

INIAP. 1993. Evaluación de un vivero de adaptación y rendimiento de materiales de Café promisorios. Estación Experimental Pichilingue, Programa Nacional del Café. pp. 14-15.

Instituto de Investigación del Perú. 2009. Guía del Café. In Memoria Seminario-Taller. 3-6 Nov-2010. IICA-CIID. Lima-Perú. 107 p. Disponible en: www.unlm.edu.

Jiménez, M. 2008. Manejo de plantación de cacao con biofertilización: fijadores biológicos de nitrógeno. Revista El Agro. Quito, ec, 20-65 p.

Kennedy, J; Tchan, J. 1992. Producción orgánica de cultivos en el valle del Cauca. Universidad de la Sabana. Editorial Produmedios, Colombia. pp 45-54.

Martínez Romero, G. 2001. Perspectivas de Sustitución de los Fertilizantes en Caña de azúcar mediante el uso de bacterias fijadoras de Nitrógeno productoras de sustancias reguladoras del crecimiento vegetal. Int J Syst Evol Microbiol 55:1435-1438.

Mrkovacki, A; Milic, M. 2001. Production of bacteriocins and siderophore-like activity in *Azospirillum brasilense*. Microbios 64:73-83.

Olalde, K; Portugal, P. 1998. Reducción de biofertilizantes costos y daño ambiental. Imagen agropecuaria. (Costa Rica). 1998 (1):12-14.

Philippot, P; German, J. 2005. *Azospirillum*-plant relationships: environmental and physiological advances. (1990-1996). Canadian Journal of Microbiology. 43:103-121.

Ramos, E. 1992. *Azospirillum*, biofungicida y bioestimulador de crecimiento. Disponible en https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Azospirillum_brasilense

Rao, A; Khishna, F. 2006. Influence of amino acids on Nitrogen Fixation ability and grown of *Azospirillum* spp. Applied Environmental Microbiology. Vol.54. No.1. p. 87-93.

Rodríguez, B; Blanco, C. 2001. Interacciones entre plantas y microorganismos benéficos. I. *Azospirillum* spp Terra. 159-189.

Suquilanda, M. 2006. Manual de agricultura orgánica en hortalizas, Universidad Central del Ecuador. pp. 20-35.

Tapia Hernández, MC; Rivera Cruz, R; Ferrera Cerrato, JJ; Obrador Olán, V; Córdova Ávalos, P. 1990. Detección de bacterias benéficas en suelos con banano (*Musa aaa*, simmonds) cultivar 'gran enano' y su potencial para integrar un biofertilizante. Colombia. pp. 120.

Tripathy, Y; Ayyappan, C. 2005. Agronomic applications of Azospirillum - an valuation of 20 years of worldwide field inoculation. Soil Biol. Biochem. 26:1591-1601.

Valencia, C. 2001. Importancia del nitrógeno. Centro de Investigación de Agricultura Tropical. Boletín Divulgativo N°101. Colombia. p 33-45.

Vessey, M. 2003. Brock Biology of Microorganisms, 11th ed., Prentice Hall. ISBN 0-13-144329-1.

ANEXOS

a. Distribución de hilera en unidad experimental

AREA UTIL

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

b. Distribución de parcelas

T5		T8		T4
T7		T6		T7
T2		T4		T2
T1		T10		T6
T8		T7		T5
T4		T5		T9
T6		T3		T3
T10		T1		T10
T3		T9		T8
T9	--- 2m ---	T2		T1

c. Características del lote experimental

Longitud de parcela: 5 m

Ancho de parcela: 4 m

Área de parcela: 20 m²

Número de parcelas: 30

Área útil total: 600 m²

Área total del ensayo: 800 m²



Fig 1. Recolección de estiércol fresco de ganado



Fig 2. Cámara de crecimiento de *Azospirillum* artesanal



Fig 3. Micelio de *Azospirillum* en estiércol de ganado



Fig 4. Colocación de letrero



Fig 5. Control químico de malezas



Fig 6. Fertilización localizada en café



Fig 7. Aplicación de productos biofertilizantes



Fig 8. Aplicación de Azospirillum artesanal



Fig 9. Poda fitosanitaria del café



Fig 10. Eliminación de chupones en plantas de café



Fig 11. Recolección de granos



Fig 12. Inspección de trabajo de tesis de grado



Fig 13. Evaluación de altura de planta

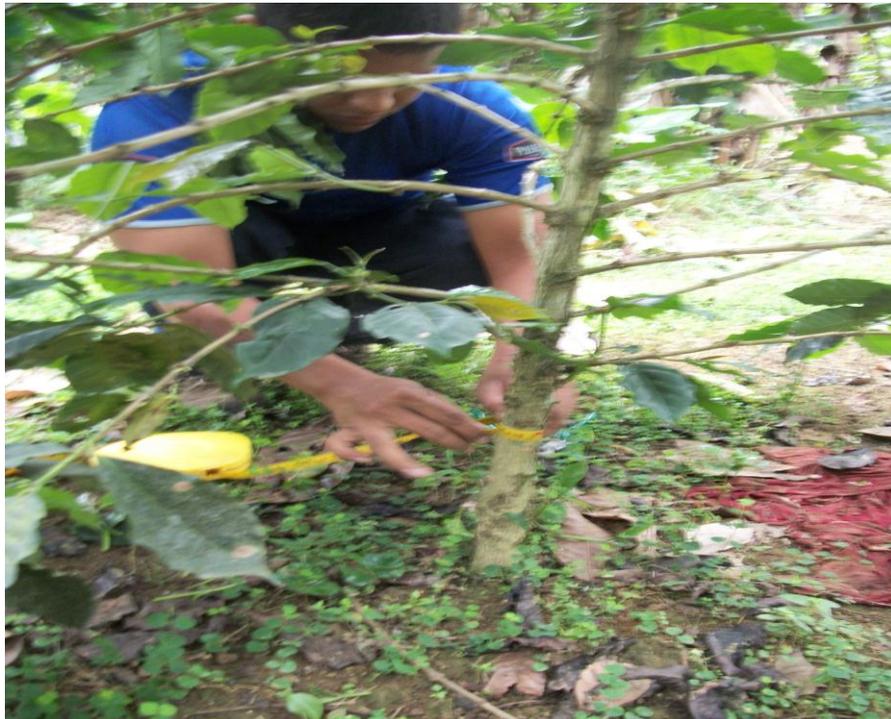


Fig 14. Evaluación de diámetro de tallo por planta



Fig 15. Evaluación de número de ramas por planta



Fig 16. Evaluación de número de granos por planta



Fig 17. Evaluación de peso 100 de granos



Fig 18. Determinación de rendimiento



INSTITUTO NACIONAL
AUTÓNOMO DE
INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS

ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA
CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
Panamericana sur Km. 1, Apartado 17-01-340
Telefax: 2690-694
Email: dmsasc@iniapsc.gov.ec
Quito-Ecuador



DIAGNOSTICO MICROBIOLOGICO EN SUELOS

DATOS GENERALES

No. de diagnóstico	Tipo de análisis	Fecha de muestreo	Fecha de ingreso al laboratorio	Fecha de pago	Factura	No. RUC
19	Microbiológico		5-12-2013	5-12-2013	7907	1205967605

DATOS DEL REMITENTE

Nombre del remitente:	Danilo Santana Aragone						
Empresa:	<i>Particular</i>						
Ubicación:	Provincia: Los Ríos	Cantón: Babahoyo	Parroquia:				
Dirección:	Ciudadela "Virgilio Zuñiga"		Teléfono/s:	0967076007			
			Fax:				
			E-mail	xavierdanilo21061991@hotmail.com			

CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

Cultivo : Café		
Variiedad: Catura	Edad: 2 años	Cultivo anterior: ciclo corto (arroz-soya- maíz).
Estado de desarrollo:	Producción	
Sistema de cultivo:		
Productos aplicados al suelo en el último mes:	Fertilizante completo y fungicida	
Manejo del cultivo	De acuerdo a los requerimientos del cultivo	

DESCRIPCION DEL SITIO DE MUESTREO

Localidad y coordenadas geográficas del sitio de muestreo: Km 7 ½ vía Babahoyo - Montalvo
Condiciones climáticas: húmedo
Aplicación de materia orgánica o productos biológicos:
Aplicaciones de productos químicos al suelo, en los tres últimos meses: Si.
Fungicida: triazoles. Fertilizante: completos. Herbicida: glifosato. Insecticida: sistémicos y contacto.
Observaciones adicionales:
Muestra: 1 Muestras para análisis microbiológico completo: Poblaciones Totales (bacterias, hongos y actinomicetos) y Grupos Funcionales (celulolíticos, solubilizadores de fósforo y fijadores asimbióticos de nitrógeno).

RESULTADOS 19

Método utilizado:

- Siembra y aislamientos en medios de cultivo específicos.

Bacterias:	(Agar Nutritivo)
Hongos:	(Agar Rosa de Bengala)
Actinomicetos:	(Agar Caseína)
Celulolíticos:	(Agar Extracto de Suelo)
Solubilizadores de fósforo:	(Agar Ramos Callao)
Fijadores de Nitrógeno:	(Agar Watanabe)

- Incubación a temperatura constante por determinados periodos.

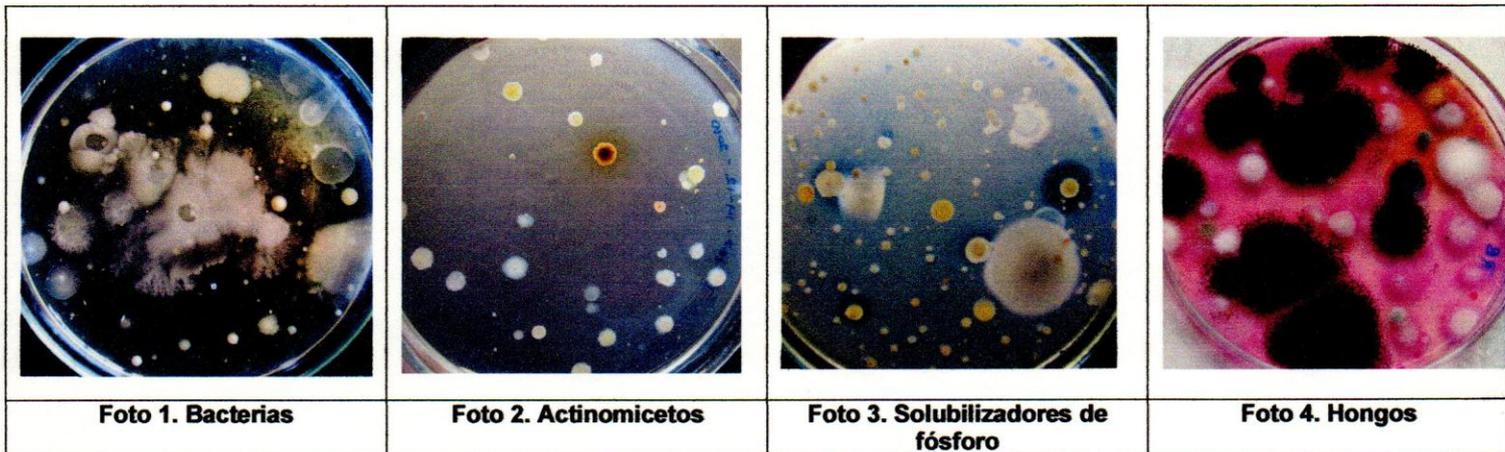
REPORTE DE POBLACIONES

Cuadro 1. Reporte de poblaciones de bacterias, hongos, actinomicetos y grupos funcionales de la muestra de suelo de café.

Identificación de la muestra	Bacterias	Actinomicetos	Hongos	Celulolíticos	Solubilizadores de Fósforo	Fijadores de Nitrógeno
	UFC / gss					
19	$5,41 \times 10^5$	$8,8 \times 10^6$	$5,41 \times 10^4$	$1,29 \times 10^6$	$4,06 \times 10^5$	Actinomicetes, Bacterias $4,29 \times 10^2$

gss : gramo de suelo seco

Cuadro 2. Fotografías de bacterias, actinomicetos, solubilizadores de fósforo y hongos de la muestra de suelo de café.



Observaciones:

- Los resultados se reportan en unidades formadoras de colonia por gramo de suelo seco (UFC / gss).
- La muestra analizada presenta una población media de bacterias, actinomicetos, hongos, solubilizadores de fósforo y microorganismos celulolíticos, y una baja población de fijadores asimbióticos de nitrógeno (Cuadro 1).
- En cuanto a los microorganismos solubilizadores de fósforo se encontró a los actinomicetos y bacterias, presentándose en mayor frecuencia el primero; además, se observó que las bacterias son más eficientes en solubilizar fósforo (Foto 3).

Dr. Fabián Moscoso
Responsable del Laboratorio DMSA

Ing. Betty Paucar S.
Laboratorista Microbiología de Suelos



**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**

Km. 26 Vía Duran - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador

Teléfono: 2717161 Fax: 2717119 Celular: 094535163 - 084535163 - 099351760 e-mail: iniap_ls_lab@yahoo.es

**"Laboratorio de ensayo
acreditado por el OAE
con acreditación N° OAE LE C 11-007"**

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	ERICK BRAVO	Nombre :	GRANJA SAN PABLO - UTB	Informe No. :	0015242	Factura No. :	11226
Dirección :	BARREIRO	Provincia :	LOS RÍOS	Responsable Muestreo :	Cliente	Fecha Análisis :	17/12/2013
Ciudad :	BABAHOYO	Cantón :	BABAHOYO	Fecha Muestreo :	06/12/2013	Fecha Emisión :	20/12/2013
Teléfono :	N/E	Parroquia :	N/E	Fecha Ingreso :	06/12/2013	Fecha impresión :	20/12/2013
Fax :	N/E	Ubicación :	VIA A MONTALVO	Condiciones Ambientales :	T°C: 24.9 %H: 51.0	Cultivo Actual :	CICLO CORTO

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ug/ml											
			* NH ₄	* P	K	* Ca	* Mg	* S	* Zn	Cu	*Fe	*Mn	*B	* Cl
50761	SECTOR BANANERA	5.5 Ac RC	5 B	13 M	130 M	1990 A	515 A	8 B	1.2 B	13.9 A	233 A	51.9 A	0.08 B	

TABLA DE DATOS

VARIABLE: NUMERO DE GRANOS POR PLANTA

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	550.0000	220.0000	300.0000
2	870.0000	395.0000	750.0000
3	670.0000	710.0000	550.0000
4	730.0000	520.0000	420.0000
5	280.0000	270.0000	590.0000
6	405.0000	290.0000	600.0000
7	600.0000	400.0000	300.0000
8	360.0000	460.0000	490.0000
9	528.0000	350.0000	340.0000
10	400.0000	261.0000	245.0000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	404226.500000	44914.054688	2.3908	0.055
BLOQUES	2	115228.000000	57614.000000	3.0669	0.070
ERROR	18	338148.500000	18786.027344		
TOTAL	29	857603.000000			

C.V. = 29.679976%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	356.666656
2	671.666687
3	643.333313
4	556.666687
5	380.000000
6	431.666656
7	433.333344
8	436.666656
9	406.000000
10	302.000000

TABLA DE DATOS

VARIABLE: NUMERO DE GRANOS POR PLANTA

NUMERO DE TRATAMIENTOS = 10
NUMERO DE REPETICIONES = 3
CUADRADO MEDIO DEL ERROR = 18786.0273
GRADOS DE LIBERTAD DEL ERROR = 29

TRATAMIENTO	MEDIA
2	671.6667 A
3	643.3333 A
4	556.6667 A
8	436.6667 A
7	433.3333 A
6	431.6667 A
9	406.0000 A
5	380.0000 A
1	356.6667 A
10	302.0000 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
TUKEY = 383.3987
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79

TRATAMIENTO	MEDIA
2	671.6667 A
3	643.3333 A
4	556.6667 A
8	436.6667 A
7	433.3333 A
6	431.6667 A
9	406.0000 A
5	380.0000 A
1	356.6667 A
10	302.0000 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01
TUKEY = 457.9155
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79

TABLA DE DATOS

VARIABLE: PESO DE 100 GRANOS

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	96.6700	100.0000	63.3300
2	106.6700	70.0000	77.3300
3	32.3300	43.3300	66.6700
4	73.3300	53.3300	56.6700
5	47.0000	49.3300	73.3300
6	56.6700	36.3300	73.3300
7	61.6700	56.6700	43.6700
8	110.0000	93.3300	87.0000
9	73.3300	40.0000	56.6700
10	76.6700	103.3300	86.6700

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	8901.140625	989.015625	3.9475	0.007
BLOQUES	2	395.171875	197.585938	0.7886	0.527
ERROR	18	4509.781250	250.543396		
TOTAL	29	13806.093750			

C.V. = 22.999275%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	86.666664
2	84.666664
3	47.443333
4	61.110001
5	56.553333
6	55.443333
7	54.003330
8	96.776672
9	56.666668
10	88.889992

TABLA DE DATOS

VARIABLE: PESO DE 100 GRANOS

NUMERO DE TRATAMIENTOS = 10
NUMERO DE REPETICIONES = 3
CUADRADO MEDIO DEL ERROR = 250.5434
GRADOS DE LIBERTAD DEL ERROR = 29

TRATAMIENTO MEDIA

8 96.7767 A
10 88.8900 AB
1 86.6667 AB
2 84.6667 AB
4 61.1100 AB
9 56.6667 AB
5 56.5533 AB
6 55.4433 AB
7 54.0033 AB
3 47.4433 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
TUKEY = 44.2766
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79

TRATAMIENTO MEDIA

8 96.7767 A
10 88.8900 A
1 86.6667 A
2 84.6667 A
4 61.1100 A
9 56.6667 A
5 56.5533 A
6 55.4433 A
7 54.0033 A
3 47.4433 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01
TUKEY = 52.8822
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79

TABLA DE DATOS

VARIABLE: RENDIMIENTO/HECTAREA DE CAFÉ

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	420.9800	162.7800	350.5100
2	603.4800	417.5300	717.6300
3	1533.4100	1212.4301	610.4100
4	736.6000	721.4700	548.3800
5	440.8100	404.9900	595.3300
6	528.8000	590.6400	605.4200
7	719.8900	522.3600	508.3100
8	242.1600	364.6900	416.7400
9	532.7700	647.4400	443.9300
10	386.0300	186.9000	209.1600

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	1587580.000000	176397.781250	5.4537	0.001
BLOQUES	2	72773.000000	36386.500000	1.1250	0.347
ERROR	18	582201.000000	32344.500000		
TOTAL	29	2242554.000000			

C.V. = 32.934803%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	311.423340
2	579.546692
3	1118.750000
4	668.816650
5	480.376678
6	574.953308
7	583.520020
8	341.196655
9	541.379944
10	260.696655

TABLA DE DATOS

VARIABLE: RENDIMIENTO/HECTAREA DE CAFÉ

NUMERO DE TRATAMIENTOS = 10
NUMERO DE REPETICIONES = 3
CUADRADO MEDIO DEL ERROR = 32344.5000
GRADOS DE LIBERTAD DEL ERROR = 29

TRATAMIENTO	MEDIA
3	1118.7500 A
4	668.8200 AB
7	583.5200 B
2	579.5500 B
6	574.9500 B
9	541.3800 B
5	480.3800 B
8	341.2000 B
1	311.4200 B
10	260.7000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
TUKEY = 503.0757
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79

TRATAMIENTO	MEDIA
3	1118.7500 A
4	668.8200 AB
7	583.5200 AB
2	579.5500 AB
6	574.9500 AB
9	541.3800 AB
5	480.3800 B
8	341.2000 B
1	311.4200 B
10	260.7000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01
TUKEY = 600.8528
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79

TABLA DE DATOS

VARIABLE: ALTURA DE PLANTA. 240 DÍAS

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	2.5000	2.3000	2.0000
2	2.4000	2.6000	2.3000
3	2.7000	2.4000	2.5800
4	3.0000	3.1500	2.9000
5	2.9100	2.5800	2.7100
6	2.4100	2.5700	2.6000
7	2.0000	2.1500	2.2100
8	2.1100	1.9800	1.9900
9	1.2000	1.3000	1.5500
10	1.5000	1.7000	1.4000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	7.253601		0.805956	31.7953 0.000
BLOQUES	2	0.016022		0.008011	0.3160 0.737
ERROR	18	0.456268		0.025348	
TOTAL	29	7.725891			

C.V. = 7.055154%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	2.266667
2	2.433333
3	2.560000
4	3.016667
5	2.733333
6	2.526667
7	2.120000
8	2.026667
9	1.350000
10	1.533333

TABLA DE DATOS

VARIABLE: ALTURA DE PLANTA. 240 DIAS

NUMERO DE TRATAMIENTOS = 10
NUMERO DE REPETICIONES = 3
CUADRADO MEDIO DEL ERROR = 0.0253
GRADOS DE LIBERTAD DEL ERROR = 29

TRATAMIENTO	MEDIA
4	3.0200 A
5	2.7300 AB
3	2.5600 BC
6	2.5300 BC
2	2.4300 BCD
1	2.2700 CD
7	2.1200 CD
8	2.0300 D
10	1.5300 E
9	1.3500 E

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
TUKEY = 0.4454
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79

TRATAMIENTO	MEDIA
4	3.0200 A
5	2.7300 AB
3	2.5600 ABC
6	2.5300 ABC
2	2.4300 BC
1	2.2700 BC
7	2.1200 C
8	2.0300 CD
10	1.5300 DE
9	1.3500 E

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01
TUKEY = 0.5319
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79

TABLA DE DATOS

VARIABLE: ALTURA DE PLANTA. 150 DÍAS

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	1.9100	1.9000	2.0000
2	2.4000	2.5700	2.6400
3	2.5000	2.3100	2.4400
4	2.5100	2.4000	2.7000
5	2.4000	2.5900	2.7000
6	2.5900	2.6000	2.7100
7	2.1700	2.0000	2.1500
8	2.1700	2.2100	2.3000
9	1.9000	2.1500	2.1000
10	1.7000	1.5600	1.4000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	3.244507		0.360501	30.5967 0.000
BLOQUES	2	0.050537		0.025269	2.1446 0.145
ERROR	18	0.212082		0.011782	
TOTAL	29	3.507126			

C.V. = 4.811455%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	1.936667
2	2.536667
3	2.416667
4	2.536667
5	2.563333
6	2.633333
7	2.106667
8	2.226667
9	2.050000
10	1.553333

TABLA DE DATOS

VARIABLE: ALTURA DE PLANTA. 150 DIAS

NUMERO DE TRATAMIENTOS = 10
NUMERO DE REPETICIONES = 3
CUADRADO MEDIO DEL ERROR = 0.0118
GRADOS DE LIBERTAD DEL ERROR = 29

TRATAMIENTO	MEDIA
6	2.6300 A
5	2.5600 A
2	2.5400 A
4	2.5400 A
3	2.4200 AB
8	2.2300 BC
7	2.1100 C
9	2.0500 C
1	1.9400 C
10	1.5500 D

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
TUKEY = 0.3036
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79

TRATAMIENTO	MEDIA
6	2.6300 A
5	2.5600 AB
2	2.5400 AB
4	2.5400 AB
3	2.4200 ABC
8	2.2300 BCD
7	2.1100 CD
9	2.0500 D
1	1.9400 D
10	1.5500 E

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01
TUKEY = 0.3626
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79

TABLA DE DATOS

VARIABLE: ALTURA DE PLANTA. 30 DÍAS

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	1.7000	1.8000	1.7900
2	2.6000	2.5000	2.6100
3	2.5100	2.4100	2.7800
4	2.5000	2.7000	2.6000
5	2.5900	2.5800	2.6300
6	2.4100	2.5500	2.7100
7	2.1500	2.2000	2.3000
8	2.2000	2.1700	2.3000
9	2.0000	1.9700	2.1500
10	1.4000	1.1500	1.3100

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	5.255722	0.583969	75.6759	0.000
BLOQUES	2	0.085892	0.042946	5.5653	0.013
ERROR	18	0.138901	0.007717		
TOTAL	29	5.480515			

C.V. = 3.917562%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	1.763333
2	2.570000
3	2.566667
4	2.600000
5	2.600000
6	2.556667
7	2.216667
8	2.223333
9	2.040000
10	1.286667

TABLA DE DATOS

VARIABLE: ALTURA DE PLANTA. 30 DIAS

NUMERO DE TRATAMIENTOS = 10
NUMERO DE REPETICIONES = 3
CUADRADO MEDIO DEL ERROR = 0.0077
GRADOS DE LIBERTAD DEL ERROR = 29

TRATAMIENTO	MEDIA
4	2.6000 A
5	2.6000 A
2	2.5700 A
3	2.5700 A
6	2.5600 A
7	2.2200 B
8	2.2200 B
9	2.0400 B
1	1.7600 C
10	1.2900 D

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
TUKEY = 0.2457
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79

TRATAMIENTO	MEDIA
4	2.6000 A
5	2.6000 A
2	2.5700 A
3	2.5700 A
6	2.5600 A
7	2.2200 B
8	2.2200 B
9	2.0400 BC
1	1.7600 C
10	1.2900 D

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01
TUKEY = 0.2935
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79

TABLA DE DATOS

VARIABLE: DIÁMETRO DE TALLO POR PLANTA. 240 DÍAS

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	31.0000	40.0000	39.0000
2	50.0000	30.0000	40.0000
3	50.0000	37.0000	41.0000
4	70.0000	61.0000	47.0000
5	50.0000	60.0000	43.0000
6	61.0000	59.0000	61.0000
7	60.0000	69.0000	70.0000
8	40.0000	50.0000	55.0000
9	30.0000	39.0000	40.0000
10	24.0000	29.0000	30.0000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	4150.132813	461.125854	8.2257	0.000
BLOQUES	2	4.265625	2.132813	0.0380	0.963
ERROR	18	1009.070313	56.059464		
TOTAL	29	5163.468750			

C.V. = 15.975718%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	36.666668
2	40.000000
3	42.666668
4	59.333332
5	51.000000
6	60.333332
7	66.333336
8	48.333332
9	36.333332
10	27.666666

TABLA DE DATOS

VARIABLE: DIAMETRO DE TALLO POR PLANTA. 240 DIAS

NUMERO DE TRATAMIENTOS = 10
NUMERO DE REPETICIONES = 3
CUADRADO MEDIO DEL ERROR = 56.0595
GRADOS DE LIBERTAD DEL ERROR = 29

TRATAMIENTO	MEDIA
7	66.3300 A
6	60.3300 AB
4	59.3300 AB
5	51.0000 ABC
8	48.3300 ABCD
3	42.6700 BCD
2	40.0000 BCD
1	36.6700 CD
9	36.3300 CD
10	27.6700 D

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
TUKEY = 20.9439
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79

TRATAMIENTO	MEDIA
7	66.3300 A
6	60.3300 AB
4	59.3300 AB
5	51.0000 ABC
8	48.3300 ABC
3	42.6700 ABC
2	40.0000 BC
1	36.6700 BC
9	36.3300 BC
10	27.6700 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01
TUKEY = 25.0145
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79

TABLA DE DATOS

VARIABLE: DIÁMETRO DE TALLO POR PLANTA. 150 DÍAS

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	24.0000	30.0000	25.0000
2	50.0000	40.0000	39.0000
3	65.0000	75.0000	56.0000
4	70.0000	77.0000	55.0000
5	63.0000	59.0000	70.0000
6	60.0000	69.0000	71.0000
7	50.0000	49.0000	48.0000
8	40.0000	44.0000	49.0000
9	35.0000	40.0000	44.0000
10	20.0000	51.0000	35.0000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	5920.039063	657.782104	11.2971	0.000
BLOQUES	2	174.601563	87.300781	1.4994	0.249
ERROR	18	1048.062500	58.225693		
TOTAL	29	7142.703125			

C.V. = 15.230691%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	26.333334
2	43.000000
3	65.333336
4	67.333336
5	64.000000
6	66.666664
7	49.000000
8	44.333332
9	39.666668
10	35.333332

TABLA DE DATOS

VARIABLE: DIAMETRO DE TALLO POR PLANTA. 150 DIAS

NUMERO DE TRATAMIENTOS = 10
NUMERO DE REPETICIONES = 3
CUADRADO MEDIO DEL ERROR = 58.2257
GRADOS DE LIBERTAD DEL ERROR = 29

TRATAMIENTO	MEDIA
4	67.3300 A
6	66.6700 A
3	65.3300 AB
5	64.0000 ABC
7	49.0000 ABCD
8	44.3300 BCDE
2	43.0000 CDE
9	39.6700 DE
10	35.3300 DE
1	26.3300 E

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
TUKEY = 21.3447
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79

TRATAMIENTO	MEDIA
4	67.3300 A
6	66.6700 A
3	65.3300 A
5	64.0000 AB
7	49.0000 ABC
8	44.3300 ABC
2	43.0000 ABC
9	39.6700 BC
10	35.3300 C
1	26.3300 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01
TUKEY = 25.4932
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79

TABLA DE DATOS

VARIABLE: DIÁMETRO DE TALLO POR PLANTA. 30 DÍAS

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	30.0000	40.0000	39.0000
2	60.0000	71.0000	57.0000
3	63.0000	59.0000	70.0000
4	68.0000	58.0000	63.0000
5	54.0000	54.0000	57.0000
6	57.0000	70.0000	67.0000
7	41.0000	57.0000	60.0000
8	47.0000	44.0000	60.0000
9	31.0000	47.0000	44.0000
10	21.0000	31.0000	27.0000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	4746.710938	527.412354	14.9694	0.000
BLOQUES	2	294.468750	147.234375	4.1789	0.032
ERROR	18	634.187500	35.232639		
TOTAL	29	5675.367188			

C.V. = 11.510748%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	36.333332
2	62.666668
3	64.000000
4	63.000000
5	55.000000
6	64.666664
7	52.666668
8	50.333332
9	40.666668
10	26.333334

TABLA DE DATOS

VARIABLE: DIAMETRO DE TALLO POR PLANTA. 30 DIAS

NUMERO DE TRATAMIENTOS = 10
NUMERO DE REPETICIONES = 3
CUADRADO MEDIO DEL ERROR = 35.2326
GRADOS DE LIBERTAD DEL ERROR = 29

TRATAMIENTO	MEDIA
6	64.6700 A
3	64.0000 A
4	63.0000 A
2	62.6700 A
5	55.0000 AB
7	52.6700 ABC
8	50.3300 ABC
9	40.6700 BCD
1	36.3300 CD
10	26.3300 D

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
TUKEY = 16.6037
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79

TRATAMIENTO	MEDIA
6	64.6700 A
3	64.0000 A
4	63.0000 A
2	62.6700 A
5	55.0000 AB
7	52.6700 AB
8	50.3300 AB
9	40.6700 BC
1	36.3300 BC
10	26.3300 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01
TUKEY = 19.8308
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79

TABLA DE DATOS

VARIABLE: NUMERO DE RAMAS POR PLANTA

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	52.0000	57.0000	50.0000
2	54.0000	38.0000	42.0000
3	52.0000	50.0000	65.0000
4	79.0000	65.0000	88.0000
5	99.0000	165.0000	169.0000
6	119.0000	153.0000	116.0000
7	78.0000	76.0000	49.0000
8	75.0000	81.0000	97.0000
9	106.0000	95.0000	96.0000
10	66.0000	56.0000	40.0000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	31045.187500	3449.465332	11.1979	0.000
BLOQUES	2	157.859375	78.929688	0.2562	0.779
ERROR	18	5544.812500	308.045135		
TOTAL	29	36747.859375			

C.V. = 21.686014%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	53.000000
2	44.666668
3	55.666668
4	77.333336
5	144.333328
6	129.333328
7	67.666664
8	84.333336
9	99.000000
10	54.000000

TABLA DE DATOS

VARIABLE: NUMERO DE RAMAS POR PLANTA

NUMERO DE TRATAMIENTOS = 10
NUMERO DE REPETICIONES = 3
CUADRADO MEDIO DEL ERROR = 308.0451
GRADOS DE LIBERTAD DEL ERROR = 29

TRATAMIENTO	MEDIA
5	144.3300 A
6	129.3300 AB
9	99.0000 ABC
8	84.3300 BCD
4	77.3300 CD
7	67.6700 CD
3	55.6700 CD
10	54.0000 CD
1	53.0000 CD
2	44.6700 D

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
TUKEY = 49.0953
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79

TRATAMIENTO	MEDIA
5	144.3300 A
6	129.3300 AB
9	99.0000 ABC
8	84.3300 BC
4	77.3300 BC
7	67.6700 C
3	55.6700 C
10	54.0000 C
1	53.0000 C
2	44.6700 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01
TUKEY = 58.6374
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.84 5.79