



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental presentado a la Unidad de Titulación
como requisito previo para la obtención del título de:

Ingeniero Agrónomo

TEMA:

Estudio de cepas de Azotobacter en cultivo de arroz (*Oryza sativa* L), bajo condición de secano en la zona de Babahoyo

AUTOR:

Eduardo Eugenio Arana León

TUTOR:

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, MSc.

BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR

2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**PRESENTADO AL H. CONSEJO DIRECTIVO COMO REQUISITO
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

**ESTUDIO DE CEPAS DE AZOTOBACTER EN CULTIVO DE ARROZ (ORYZA
SATIVA L), BAJO CONDICIÓN DE SECANO EN LA ZONA DE BABAHOYO**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

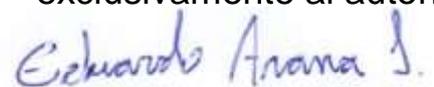
Ing. Agr. Carlos Barros Veas, MSc

PRESIDENTE

Ing. Agr. Guillermo García Vázquez, MSc
VOCAL PRINCIPAL

Ing. Agr. Marlon López Izurieta MSc
VOCAL PRINCIPAL

La responsabilidad de los resultados, conclusiones y recomendaciones expuestas en esta tesis, corresponden única y exclusivamente al autor.



Eduardo Eugenio Arana León

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación, realizado con mucho empeño y dedicación está dedicado:

- A Dios todo poderoso creador.
- A mi madre, por sus consejos y estar siempre ahí conmigo.
- A mi padre por ayudarme, por darme es apoyo para mi progreso académico,
- A mi hermana, por ser parte de este triunfo personal.
- A mi novia que siempre estuvo ahí.
- A mi familia Arana León.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios por darme día a día la vida y la dicha de alcanzar una meta más de vida.
- A mis padres que siempre estuvieron pendiente de mí de uno u otra manera hicieron lo necesario para poder terminar mis estudios, enseñándome siempre todo lo que puede lograr con esfuerzo.
- A mi hermana que estuvo siempre ahí dándome apoyo de ánimos.
- A mi novia Merlín Salazar que fue de gran ayuda y apoyo en gran parte de mi carrera.
- A mi familia Arana León que siempre me ayudaban en lo que más podían.
- A mis amigos (Oscar Cerrufo, Isrrael Iglesias, Álvaro Mora, Nicolás Álvarez, Walter y Jordy Chang), también a mis amigas Narcisa Gil , Diana Muñoz y Rubi.
- Y todos mis compañeros y panas de las Facultad.

INDICE

Contenido	Página
1 INTRODUCCIÓN	8
1.1 Objetivos	9
2 MARCOS TEÓRICO	10-20
3 MATERIALES Y MÉTODOS	21-27
4 RESULTADOS	28-38
5 DISCUSIÓN	39-40
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41-42
7 RESUMEN	43
8 SUMMARY	44
9 LITERATURA CITADA	45-48
ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Altura de planta.....	28
Cuadro 2. Días a floración y Cosecha	29-30
Cuadro 3. Número de macollos y panículas	31-32
Cuadro 4. Longitud de panícula y número de granos.....	33-34
Cuadro 5. Peso de grano y rendimiento.....	35-36
Cuadro 6. Analisis Microbiológico y Análisis Económico	37-38

ÍNDICE DE IMAGENES

Fig 1. Siembra del cultivo.....	62
Fig 2. Manejo del cultivo.....	63
Fig 3. Identificación de tratamientos	64
Fig 4. Efectos de aplicación de tratamientos	65
Fig 5. Evaluación de variables morfológicas.....	66
Fig 6. Evaluación de variables agronómicas	67
Fig 7. Evaluación de variables de rendimiento.....	68
Fig 8. Cosecha del cultivo	69

I. INTRODUCCIÓN

El Arroz (*Oryza sativa* L.), es un cereal perteneciente a la familia Poaceae de mucha importancia en el mundo, porque es un producto de alimentación básica en la dieta humana. Además constituye una fuente de empleo para los sectores rurales de Asia (continente con mayor producción de arroz), aunque también el arroz es ampliamente cultivado en África y América.

En el Ecuador el cultivo de esta gramínea se realiza en dos ciclos productivos: Secano y bajo riego. Generalmente se siembra una superficie anual de alrededor de 400 000 hectáreas, principalmente en las provincias de Guayas y Los Ríos. Existe un excedente de producción en el ciclo de invierno, el mismo que complementa los niveles de comercialización en la temporada seca. El rendimiento promedio por hectárea bordea las 3,6 t/ha¹.

Además de N, P y K, las plantas necesitan de otros elementos del suelo y materia orgánica para su desarrollo, los cuales son requeridos en mayor o menor cantidad según su etapa fenológica. Entre ellos, los más utilizados son Calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), además de microelementos que pueden ser incorporados al suelo, los cuales regulan ciertos procesos químicos y fisiológicos de la planta, y en ciertos casos mejorando las condiciones de mineralización de otros.

En Ecuador para el cultivo de arroz uno de los problemas más críticos es la deficiencia del nitrógeno y de materia orgánica de los suelos de cultivo. El uso generalizado de fertilizantes artificiales tipo urea, como fuente de nitrógeno, si bien está sosteniendo la labor arrocera, por otro lado provoca problemas medioambientales, incluyendo apelmazamiento del terreno, cambios de la actividad microbiológica y química del suelo y contaminación del agua.

Actualmente existen un sinnúmero de reportes que incentivan el uso de microorganismos, especialmente aquellos que puedan fijar nutrientes que sean de

¹ Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca - MAGAP. Anuario 2017.

un costo energético alto y por ende disminuir su uso, ayudando al manejo sostenible de las plantaciones. Uno de estos géneros es el *Azotobacter*, el mismo que ha demostrado significativamente su efecto beneficioso en la producción de cultivos, tanto por fijar nitrógeno atmosférico, ayudar en la solubilización del fósforo, excreción de sustancias promotoras de crecimiento y la acción degradativa de pesticidas.

La búsqueda de nuevas alternativas de fertilización biológica constituye una de las prioridades actuales en el manejo integrados de cultivos. En ese sentido, el uso de productos específicos es una de las medidas en las que se está haciendo énfasis porque permite un crecimiento adecuado los cultivos y un mejor retorno de la inversión con daños mínimos al ambiente.

La utilización de bio-fertilizantes es una tecnología muy antigua y de gran uso actual, la misma esta siendo estudiada muy paulatinamente, especialmente aquellos que realizan fijación biológica con más de un nutriente; el conocimiento adecuado de dosis y productos mejorará la eficiencia en las aplicaciones:

Por este motivo se hace necesaria la implementación de prácticas que ayuden o identifiquen dosis de productos biológicos y la eficiencia de la misma en un sistema de siembra de pimiento.

1.1. Objetivo General

Determinar el efecto de cepas de *Azotobacter* en el cultivo de arroz, bajo condición de secano en la zona de Babahoyo.

1.1.1 Objetivos Específicos

1. Evaluar la influencia de cepas de *Azotobacter* en la producción del cultivo de arroz en varias dosis.
2. Determinar la cepa más adecuada para el aumento de producción del cultivo de arroz en secano.
3. Analizar económicamente el uso de las cepas con fertilización química tradicional.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo de arroz

De acuerdo con las proyecciones del Banco Mundial, la población mundial aumentará de seis mil millones de personas en 1999 a siete mil millones en 2020. Posiblemente, usted está viviendo en un país con las tasas de crecimiento mayores o el más elevado aumento absoluto del número de personas. En ese caso, las consecuencias de un aumento de la población le serán familiares: toda esta gente tendrá que tener vivienda, vestirse y, sobre todo, ser alimentada. Hasta el 90 por ciento de este aumento necesario de la producción de alimentos tendrá que provenir de los campos y a cultivados. La FAO estima que durante el período 1995–97 alrededor de 790 millones de personas en el mundo en desarrollo no tenía suficiente para alimentarse. El número ha decaído en los años recientes de un promedio de alrededor de ocho millones de personas por año. En el año 2015, si el ritmo no fuera aumentado, habría aún 600 millones de personas hambrientas (FAOSTAT, 2013).

El arroz es un cultivo semi-acuático propio de la Región Costa, en razón de las facilidades climáticas y geográficas que dicha región ofrece. Según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua-ESPAC-, los productores de esta gramínea se encuentran altamente concentrados en las provincias de Guayas con 237 316 ha y Los Ríos con 109 957 ha de superficie cosechada. Dichas provincias concentran el 61% y 34% respectivamente del total de la producción anual en el Ecuador (promedio 2002-2009), el 5% restante corresponde al resto de provincias costeñas y a los valles cálidos de las provincias de la Sierra y la Amazonía (INEC, 2013).

MAGAP (2014) indica que la zonificación agroecológica económica, muestra que las zonas potencialmente altas para el cultivo de arroz se encuentran concentradas en las provincias de Guayas y en la provincia de Los Ríos, principalmente dentro de los cantones: Babahoyo, Baba, Vinces, Pueblo Viejo y Montalvo. Con potencial medio se encuentran también ciertos sectores de Babahoyo.

El arroz es una gramínea muy famosa por sus semillas. El grano de arroz constituye el segundo alimento más utilizado del mundo después del trigo y el primero en Asia. Naciones tan habitadas como China o la India basan fundamentalmente su alimentación en este grano. Podemos decir que casi la mitad de la población mundial depende de este cereal. El cultivo se extiende desde los 49°-50° de latitud norte a los 35° de latitud sur. El arroz es una planta de la familia del trigo o de la avena que puede llegar a alcanzar hasta 1,8 m de altura. Tiene forma de caña hueca por dentro, excepto en los nudos, con hojas lanceoladas acabadas en punta y con nerviación paralela. Lo más significativo son las espigas, formadas por una panícula caediza donde se encuentran las semillas o granos de arroz, que son en realidad cariósides con un contenido elevado de almidón en el endospermo, rodeado por una cubierta dura de color marrón claro, que se conoce como salvado de arroz, exteriormente protegida por una cubierta más clara y papirácea (MIPRO, 2014).

Numerosas fuentes, entre ellas el Instituto Internacional de Investigaciones del Arroz (IRRI) y la FAO, catalogan al arroz como el cereal más importante en términos de consumo humano. Globalmente este cultivo proporciona el 20 % de todas las calorías consumidas como alimento. En todo el mundo el arroz sigue siendo un cultivo que se produce en fincas de pequeños agricultores, en su mayoría en superficies de menos de 2 hectáreas con rendimientos promedios globales de aproximadamente 4 t/ha (INTAGRI, 2017).

Para el arroz, en zonas bajas, se recomienda dosis de 80 a 100 kg/ha de N, 30 a 50 kg/ha de P₂O₅ y 30 kg/ha de K₂O. Para el arroz de zonas bajas y de altos rendimientos, variedad mejorada se colocan: 125 kg/ha de N, 30 kg/ha de P₂O₅ y 50 kg/ha de K₂O. El fertilizante nitrogenado debería ser aplicado en dos, o aún mejor dividido en tres aplicaciones: 1/3 de fondo, 1/3 en macollamiento, 1/3 en la formación de la panícula (IPNI, 2011).

2.2. *Azotobacter* en agricultura

Dentro de las bacterias fijadoras de nitrógeno, hay que distinguir por un lado las que forman simbiosis nodular, y por otro las que lo hacen en vida libre. También algunas de las bacterias que forman simbiosis asociativas con las raíces

de las plantas fijan nitrógeno, aunque no está claramente cuantificado el beneficio de esta fijación sobre la planta, porque es difícil desagregarlo de otros efectos de las PGPRS sobre la misma (Dobbeleare *et al.*, 2003).

Sampaio *et al.* (2012), indican que el estudio de bacterias promotoras del crecimiento vegetal con habilidad para fijación de Nitrógeno son potencialmente candidatas para su uso como biofertilizantes.

Grageda *et al.* (2012) señalan que los microorganismos empleados como biofertilizante tienen un papel sustancial al practicar una agricultura conservacionista; para ello, el desarrollo y uso de biofertilizantes es una alternativa importante para sustituir parcial o totalmente el uso de fertilizantes químicos. En los últimos años se han buscado alternativas viables para mitigar el problema de baja fertilidad de los suelos y reducir la aplicación indiscriminada de agroquímicos.

En este contexto las bacterias del género *Azotobacter* se presentan como una alternativa útil debido a que es un fijador de nitrógeno de vida libre, promueve el crecimiento de raíces lo que conlleva a un aumento en la concentración de materia seca (Kizilkaya, 2008).

Azotobacter favorece el crecimiento de las plantas a través de diferentes mecanismo, que incluyen la secreción de fitohormonas, fijación biológica del nitrógeno, la solubilización del fosforo, entre otros. A demás contribuyen a la plantas con efectos indirectos asociados con la reducción del daño causado por patógenos, funcionando como agentes de control biológico porque pueden actuar directamente sobre el patógeno o inducir resistencia sistémica en la planta (Méndez, Castro y García; 2014).

En la última década los enfoques se han dirigido especialmente en la obtención de nuevas variedades, esencialmente aquellas que sean de alto potencial productivo y resistente a plagas. En lo referente a trabajos sobre nutrición del cultivo, el enfoque ha sido hacia la dosificación de productos fertilizantes químicos, dejando de lado a la agricultura biológica. Para incrementar

la producción, se debe realizar un trabajo muy eficiente con el uso de fertilizantes biológicos a base de microorganismos (hongos o bacterias) que planteen un desarrollo tecnológico del cultivo dirigido a programas de Biofertilización (Rodríguez *et al.*, 2017).

Los microorganismos considerados como PGPRs cumplen muchas funciones en el suelo, entre ellas, ayudan a solubilizar fosfato mineral y otros nutrientes, aumentan la resistencia de la planta al estrés, ayudan a estabilizar los agregados del suelo mejorando su estructura y el contenido de materia orgánica (Hayat *et al.*, 2014).

La siembra del arroz se puede realizar a "chorrillo" o al "voleo"; en el primer caso se utiliza una sembradora de grano pequeño, la cual deposita la semilla a una profundidad no mayor de 4 cm y en surcos con una separación de 17 a 20 cm. Al voleo puede efectuarse en forma manual, con voleadora-fertilizadora o con equipo aéreo; la semilla debe taparse con un paso de rastra inmediatamente, para evitar el daño de los pájaros. La mejor densidad de población se logra con 120 a 150 kg de semilla certificada por ha, la cual debe tener un adecuado tratamiento con fungicidas para prevenir enfermedades; en ciertas variedades no debe ser mayor a 140 kg/ha, dado que la semilla es delgada y se tiene una mayor cantidad por kilogramo, lográndose la población óptima (INIFAP, 2015).

Para incrementar los rendimientos en cultivos básicos y mantener el equilibrio del ecosistema, existe necesidad de reducir el uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos y remplazarlos por poblaciones de microorganismos diazotróficos con características como biofertilizantes, para recuperar las propiedades de los suelos, deterioradas por el manejo tradicional (Guzmán *et al.*, 2014).

Estos microorganismos que habitan la rizósfera se pueden clasificar en grupos funcionales como bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, microorganismos solubilizadores de fósforo, microorganismos celulolíticos y amilolíticos, microorganismos proteolíticos y hongos micorrizas, entre otros (Sylvia *et al.*, 1999).

Se ha determinado que los sistemas de producción biológica presentan mayor actividad biológica y reducción de patógenos asociados al sistema radical que los suelos manejados convencionalmente. Se destacan entre las bacterias algunos grupos funcionales como amonificantes y nitrificantes (Pocasangre, 2003).

El empleo de microorganismos fijadores asimbióticos de nitrógeno y productores de sustancias promotoras de crecimiento vegetal como inoculante toma cada día mayor auge; bacterias del género *Azotobacter sp* han demostrado un aumento significativo de los rendimientos de los cultivos, ahorro de fertilizantes minerales y disminución de la contaminación ambiental (Singh *et al.*, 2003).

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 (Rao y Krishna, 2006).

Las poblaciones de microorganismos interactúan entre sí y con la planta; estas interacciones pueden ser beneficiosas, neutras o perjudiciales para la planta. Algunos ejemplos de acciones benéficas para la planta son: la solubilización de nutrientes, la fijación de nitrógeno, la producción de sustancias promotoras del crecimiento vegetal y la inducción de resistencia frente a fitopatógenos. Las bacterias promotoras de crecimiento vegetal tienen la capacidad de biosintetizar sustancias promotoras de crecimiento, como las auxinas, esta habilidad se manifiesta en medios suplementados con L-triptófano, el principal precursor de la biosíntesis de Ácido Indol Acético (AIA) (Rodríguez *et al.*, 2005).

La promoción de crecimiento radical es uno de los principales factores por los cuales se evalúa el efecto benéfico de las distintas PGPR. En este sentido, la producción bacteriana de AIA y la alta sensibilidad de las raíces a dicha hormona sería fundamental en la respuesta a la inoculación (Schoebitz, 2006).

Entre los principales géneros bacterianos que se hallan en vida libre o endófitos asociados a la rizosfera se encuentran: *Azotobacter spp.*, *Azotococcus spp.*, *Azospirillum spp.*, *Beijerinckia spp.*, *Azotomonas spp.*, *Citrobacter spp.*, *Clostridium spp.*, *Chromatium spp.*, *Chlorobium spp.*, *Desulfomonas spp.*, *Gluconacetobacter spp.*, *Herbaspirillum spp.*, *Klebsiella spp.* (Rodríguez *et al.*, 2003).

También Moreno *et al.* (2006) lo menciona como “Producto elaborado con base en una o más cepas de microorganismos benéficos que, al aplicarse al suelo o a las semillas, promueve el crecimiento vegetal o favorece el aprovechamiento de los nutrientes en asociación con la planta o su rizósfera tales como micorrizas, rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal como los géneros *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Frankia*, y *Beijerinckia*. Se estima que la cantidad global de nitrógeno fijado biológicamente puede ser alrededor de 200 a 250 millones de toneladas de amonio al año. La dificultad de una estimación fiel deriva de la gran variedad de microorganismos fijadores y de los diferentes ecosistemas posibles (Acuña, 2006).

La respuesta de las plantas a la inoculación depende de las compatibilidades funcionales en la fisiología y en la bioquímica de la interacción, entre los componentes microbianos; así arroja diferentes respuestas, dependiendo de la combinación de los microorganismos (Vázquez *et al.*, 2000).

Las bacterias fijadoras de nitrógeno que se desarrollan de forma natural en el suelo, se conocen desde hace más de un siglo. Representan un biofertilizante ecológico y se dividen en dos grandes grupos: Las simbióticas, específicas de las leguminosas, como el *Rhizobium*, y las libres, que viven en el suelo y no necesitan la planta para su reproducción, como *Azotobacter* y *Azospirillum*, entre los más importantes en agricultura. *Azotobacter* y *Azospirillum*, en concentraciones adecuadas, pueden sustituir al nitrógeno químico. En los últimos años se han buscado alternativas viables para mitigar el problema de baja fertilidad de los suelos y reducir la aplicación indiscriminada de agroquímicos. En este contexto las bacterias del género *Azotobacter* se presentan como una alternativa útil debido a que es un fijador de nitrógeno de vida libre, promueve el

crecimiento de raíces lo que conlleva a un aumento en la concentración de materia seca (Kizilkaya, 2008).

Azotobacter es el microorganismo que ha sido utilizado en la agricultura de una forma más amplia frente a otros microorganismos benéficos. Las primeras aplicaciones de las bacterias de este género datan de 1902; su mayor uso se dio durante las décadas del 40, 50 y 60, particularmente en los países de Europa del Este (Ardila, 2006).

Intagri (2017) corrobora que las bacterias fijadoras de nitrógeno que se desarrollan de forma natural en el suelo, representan un biofertilizante ecológico y se dividen en dos grupos: Las simbióticas, como *Rhizobium*, específicas de las leguminosas y las libres, que viven en el suelo y no necesitan a la planta para su reproducción, como *Azotobacter* y *Azospirillum*. Las bacterias libres fijadoras de nitrógeno, en poblaciones adecuadas y en ciertos cultivos de baja demanda, pueden sustituir la aplicación de nitrógeno sintético (urea, amoníaco, nitratos) sin merma en la producción y a menor coste.

Cañedo (2017) manifiesta que algunos de los organismos de los biofertilizantes se asocian con las plantas como *Rhizobium*, *Frankia*. Mientras que otros son de vida libre como *Azospirillum*, *Azotobacter*, o cianobacterias. Estos organismos mencionados ayudan en la asimilación de nitrógeno atmosférico convirtiéndolo de gas nitrógeno a amonio que es más asimilable por las plantas.

Para Loredó *et al.* (2004), la información sobre la manipulación de las PGPR, a través de inóculos, para la promoción del crecimiento de las plantas en condiciones de campo es inconsistente y no siempre favorable, a diferencia de los experimentos realizados en condiciones de laboratorio e invernadero. Por esta razón, se requieren de mayores estudios sobre el comportamiento de las bacterias inoculadas en condiciones de campo, para conocer los factores ambientales, como tipo de suelo y clima que influyen en colonización satisfactoria de la raíz y que determina su efecto en el desarrollo del cultivo.

2.3. Investigación en *Azotobacter*

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 trasplantarse 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. Puede llegar a fijar de 20 a 30 kg de nitrógeno/ha/año y en algunos 5 casos se puede llegar a fijar cantidades superiores.

Rodríguez y Blanco (2001) realizaron un trabajo experimental en viveros de café (*Coffea arabica*), demostrando que con el uso de *Azotobacter chroococcum* hay una mejor uniformidad en las posturas de este cultivo, así como un mayor vigor de las mismas, las cuales en el momento de la extracción del vivero hacia el campo presentan un color uniforme en su sistema radicular, característica de posturas sanas, vigorosas y con alto valor ecológico.

Se ha reportado el beneficio del uso de biopreparados con base en *Azotobacter* al aportar del 30 al 50 % de las necesidades de nitrógeno de los cultivos, con un abaratamiento de la producción y la disminución de la contaminación ambiental, al disminuir el consumo de fertilizantes nitrogenados, que se filtran a las capas de agua subterránea y que contaminan los agroecosistemas (González *et al.*, 2001).

Rodríguez *et al.* (2017) evaluaron la influencia de cuatro bioestimulantes orgánicos sobre la eficiencia de la fertilización química convencional en arroz, los resultados determinaron que la aplicación de un programa de alto nivel de fertilización (140-60-90-30 kg/ha; N-P-K-S)+*Azospirillum* 3L/ha, aumentó el rendimiento de grano con incrementos del 23,44% con relación al testigo. De la misma manera aplicaciones de *Bacillus* y *Azotobacter* más niveles medios (120-40-60-20) y bajos (100-30-40-10) de aplicación de N-P-K-S, no inciden en días a la floración, volcamiento, peso de 1000 granos, número de granos por panícula y relación grano/paja.

Santana *et al.* (2017) evaluaron el efecto de microorganismos fijadores de nitrógeno complementarios a la fertilización en cultivo de café. Se utilizaron diez tratamientos con mezclas de *Azospirillum* y *Azotobacter*. Como resultado del experimento, se observó que los biofertilizantes incidieron sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de café, se produjo también incremento del rendimiento con valores superiores al testigo. El mayor rendimiento se presentó con la aplicación de Micro-Asp (*Azospirillum brasilense*) en dosis de 6 L/ha en combinación con un 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) basado en el análisis de suelo, logrando 1118,75 kg/ha de café oro, el mismo que es 4,29 veces mayor al testigo (260,7 kg/ha de café oro).

Jácome, Castro y Colina (2016), evaluaron el comportamiento agronómico del cultivo de arroz bajo riego, a la aplicación de microorganismos promotores de crecimiento y hormonas vegetales, con el fin de evaluar el efecto sobre las características agronómicas de la variedad utilizada y rendimiento de grano del cultivo. Se investigaron dos promotores de crecimiento y 7 combinaciones de hormonas vegetales. Los resultados determinaron que la aplicación de promotores de crecimiento, aumentaron el rendimiento de grano con incrementos del 45 % con relación al testigo. Así mismo las aplicaciones no inciden en días a la floración y días a cosecha. Existió influencia directa de las aplicaciones sobre las variables relacionadas al rendimiento como longitud de panícula, número de granos, altura de planta diferencias estadísticas, con la aplicación de la misma combinación. La variedad INIAP-16 con la aplicación de un programa de fertilización (120 N -40 P-60 K-20 S), se logró 8888.9 Kg/ha rendimiento superior a otros tratamientos. Además este tratamiento, mejoró la utilidad económica del cultivo.

Cargua *et al.* (2018), en su investigación para evaluar la influencia agronómica de rizobacterias (*Azospirillum*, *Azotobacter* y *Acetobacter*) de suelo en conjunto con programas de fertilización química en la producción de arroz bajo riego y determinar la eficiencia agronómica de la fertilización, establecer una alternativa de biofertilización, y realizar el análisis económico de esa alternativa. Encontraron que la aplicación de fertilizante complementada con MBFN estimula

los procesos fisiológicos del cultivo de arroz y resulta en una mayor producción del cultivo. El empleo de *Acetebacter* 1×10^9 UFC mL⁻¹ + *Azospirillum* 2×10^9 UFC mL⁻¹ en conjunto con programas de fertilización química balanceada resulta en más macollos y panículas formadas (17 y 17 % más en relación al testigo sin fertilización) y mayor producción (7,4 Mg ha⁻¹ vs 4,6 Mg ha⁻¹ del testigo químico y 3,9 Mg ha⁻¹ en el testigo sin fertilización). Además, se observó mayor biomasa radicular por la colonización de las raíces aplicando *Acetebacter* 1×10^9 UFC mL⁻¹ + *Azospirillum* 2×10^9 UFC mL⁻¹ con un 27 % más que el testigo sin fertilización. Los días a floración (entre 58-59 días) y a la cosecha (entre 124-128 días) fueron iguales para todos los tratamientos.

Gonzales (2017) evaluó cepas de *Azotobacter* en el cultivo de maíz bajo dos sistemas de labranza. Analizados los resultados experimentales, encontró efectos significativos en varias características agronómicas de las dosis de *Azotobacter* complementarios a la fertilización edáfica. En lo que respecta a días a floración y cosecha, no se reportó significancia estadística entre los tratamientos. *Azotobacter* mostró mejoramiento de las condiciones fisiológicas y morfológicas de la plantación, el cultivo logró un desarrollo adecuado, aumentando el crecimiento de las plantas y la calidad de la cosecha. El mayor rendimiento de grano se obtuvo con el sistema de labranza reducida tratado con una dosis de 1,0 L/ha de *Azotobacter* con una concentración de 1×10^8 UFC.

2.4. Productos

Euroagro (2016) indica que Microazot 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. 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. Las características del Microazot hacen que se pueda sustituir al nitrógeno químico (Amoniaco, Urea, etc.) a un menor coste y sin ningún tipo de reducción en la producción, con la ventaja de trabajar tanto en condiciones anaerobias, como en

condiciones aerobias. Microazot 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.

Según Agodiagnostic (2017), Azototic 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. Su método de producción permite obtener altas concentraciones de células, lo que permite su aplicación en agricultura con efectos altamente beneficiosos. 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.

Según Arysta LifeScience - OIKOS (2017), Oikobac Nitro bio es un complejo microbiológico de aplicación foliar que fija nitrógeno orgánico en las hojas y estimula la producción de microorganismos benéficos de suelo. Este producto tiene la capacidad de reducir la materia orgánica y favorecer la liberación de nutrientes especialmente Nitrógeno. Estos microorganismos también liberan fitohormonas naturales como subproductos metabólicos. Además estos producen vitaminas, antibióticos y otras sustancias que protegen contra enfermedades fungosas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

El presente trabajo experimental fue realizado en los predios de la finca “Don Eduardo” propiedad del señor Eduardo Arana, ubicada en el Recinto “La Ángela” del Cantón Baba, Provincia de Los Ríos.

La zona presenta un clima tropical húmedo; con una altura de 17 msnm., ubicada entre las coordenadas UTM 658 604 E y 9808 892 N, teniendo una precipitación promedio de 1914,4 mm, con temperatura de 25,1 °C promedio anual².

3.2. Métodos

Los métodos a utilizar fueron: Inductivo-Deductivo, Deductivo-Inductivo, y Experimental.

3.3. Factores estudiados

Variable dependiente: Comportamiento agronómico del cultivo de arroz.

Variable Independiente: Dosis y tipo de cepa de biofertilizantes *Azotobacter*.

3.4. Material de siembra

Se utilizó la variedad de arroz F-09, la cual presenta la siguientes características agronómicas son³:

Características	F-09
Ciclo vegetativo (Días)	112-118
Altura de planta(cm)	84-123
Rendimiento	4100-10000 kg/ha
Enfermedades	Tolerante
Densidad de siembra	85-95 kg/ha

² Dato recopilado en la Estación Meteorológica DOLE-UBESA. 2017.

³ India-Pronaca. 2016. Catálogo de productos de semillas. Disponible en: www.india.com.ec

3.5. Tratamientos

En este ensayo se utilizaran los siguientes tratamientos:

Como fuente de *Azotobacter* y sus cepas se empleó: Azototic (*Azotobacter chroococcum*), Microazot (*Azotobacter chroococcum*, *A. nigricans*, *A. armenicus*), Oikobac (*Azotobacter polymyxa*, *A. beijerinckii*, *A. vinelandii*, *A. chroococcum*, *A. nigricans*, *A. armenicus*).

La distribución de dosis se presenta de la siguiente manera:

Tratamiento		Dosis de Tratamiento L/ha	Época de aplicación (*)
T1	Azototic	2,0	5-20
T2		1,5	5-20
T3		1,0	5-20
T4	Microazot	2,0	5-20
T5		1,5	5-20
T6		1,0	5-20
T7	Oikobac	2,0	5-20
T8		1,5	5-20
T9		1,0	5-20
T10	Testigo Químico	NA	NA
T11	Testigo Absoluto	NA	NA

(**) d.d.s: Días después de la siembra.

FQ: Fertilización Química: 120 kg/ha N, 40 kg/ha P, 80 kg/ha K, 30 kg/ha S.

NA: No se aplicará productos

3.6. Diseño Experimental

El diseño que se planteo fue bloques completos al azar en arreglo factorial AXB + 2 y tres repeticiones. El factor A fueron las fuentes de *Azotobacter* y el factor B las dosis comerciales.

3.6.1 Andeva

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloque	2
Tratamientos	10
FA (Fuente)	2
FB (Dosis)	2
Interacción AXB	4
T1 x T2	1
Tgo x R	1
Error Experimental	20
Total	32

3.7. Análisis funcional

Para la evaluación y comparación de medias en los tratamientos, se empleó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

3.8. Manejo del ensayo.

Para el manejo del experimento se hicieron las labores agronómicas correspondientes, para el adecuado crecimiento del cultivo.

3.8.1 Preparación de terreno

Para la preparación del suelo se hicieron dos pases de romeplo y uno de rastra liviana en sentido cruzado, con el fin de lograr una adecuada cama de siembra.

3.8.2 Análisis de suelo

Antes de la preparación del terreno se tomó una muestra compuesta de suelo, con el fin de evaluar sus características físico-químicas en los laboratorios del INIAP.

3.8.3 Siembra

La siembra se hizo en chorro continuo, empleando 90 kg/ha de semilla certificada seca, a una distancia de 30 cm entre surcos.

3.8.4 Control de malezas

En preemergencia temprana se aplicó los herbicidas Butachlor 5,0 L/ha y Pendimetalin 3,0 L/ha.

Las malezas emergidas posteriormente se controlaron con Bispiribac sodio 100 cc/ha y Pirazulfuron 300 g/ha a los 27 días después de la siembra. A los 50 días después de la siembra se empleó Fenoxoprap 0,5 L/ha. Las aplicaciones fueron realizadas con un aspersor de mochila, calibrado a presión de 40 a 60 lb con boquilla para cobertura de 2 m.

Además fue necesario realizar dos desyerbas manuales con rabones, a los 70 y 91 días después de la siembra.

3.8.5 Fertilización

La fertilización fue calibrada en 120 kg/ha N, 40 kg/ha P, 80 kg/ha K, 30 kg/ha S. Para el efecto las aplicaciones fueron hechas a los 15, 30 y 45 días después de la siembra las dosis indicadas. El Potasio (50%) y Fósforo (100%) se colocaron a la siembra, el Nitrógeno se puso en dosis fraccionadas en partes iguales en las fechas indicadas. Las aplicaciones de azufre y potasio (50 %) fueron ejecutadas a los 15 y 30 días en partes iguales. El testigo absoluto se manejó con los nutrientes disponibles en el suelo.

Los productos a base de *Azotobacter* se aplicaron en las épocas indicadas en el cuadro de tratamientos, para esto se empleó una bomba de aspersion manual limpia, con una boquilla de abanico de dos metros de cobertura.

Las fuentes utilizadas fueron: DAP (18 % N-46 % P₂O₅), Sulfato de Amonio (21 % N-24 % S), Urea (46 % N) y Muriato de Potasio (60 % K).

3.8.6 Riego

El ensayo fue realizado durante la época lluviosa, por lo que no fue necesario aplicación de riegos.

3.8.7 Control de plagas

El control de plagas se hizo aplicando Clorpirifos (0,7 L/ha) a los 25 días después de la siembra, para controlar la incidencia de langosta (*Spodoptera frugiperda*). A los 47 días después de la siembra se aplicó Lufenuron (0,5 L/ha) para el control de novia de arroz (*Rupella albinella*).

3.8.8 Control de enfermedades

El control de enfermedades fue hecho con Taspá en dosis de 0,5 L/ha a los 52 días después de la siembra y Amistar Top en dosis de 0,5 L/ha a los 84 días después de la siembra.

3.8.7 Cosecha

La cosecha se cumplió en cada unidad experimental manualmente, cuando los granos alcanzaron la madurez fisiológica (color cobre).

3.9. Datos a Evaluar

3.9.1 Altura de planta

Fue evaluada en diez plantas al azar para cada tratamiento, registrando el valor en centímetros. Se tomó a la cosecha, con un flexómetro, siendo medida, desde la superficie del suelo hasta el punto de implantación de la panícula.

3.9.2 Número de macollos por metro cuadrado

En el área útil de cada unidad experimental, se tomó al azar 1 m², donde se procedió a contar los macollos a la cosecha.

3.9.3 Número de panículas por metro cuadrado

Para esta variable fueron utilizadas las mismas plantas donde se contó los macollos, igualmente al momento de la cosecha.

3.9.4. Longitud de panícula

Se tomó en diez panículas al azar en cada tratamiento, midiendo la distancia desde el nudo ciliar hasta la arista más saliente, en la cosecha. Se expresó en cm.

3.9.5 Número de granos por panícula

En diez panículas al azar por cada tratamiento, fueron contabilizados todos los granos que no estuvieran vanos o con defectos

3.9.6 Peso de 1000 granos

A la cosecha se tomaron 1000 granos en cada tratamiento, procurando que los mismos no tuvieran daño por insectos o enfermedades. Estos se pesaron en una balanza de precisión y su promedio fue expresado en gramos.

3.9.7 Días a la floración

Se evaluó cuando el cultivo presentó más del 50 % de panículas emergidas en los tratamientos.

3.9.8 Días a maduración fisiológica

Se contabilizó desde el inicio de siembra, hasta cuando las plantas presentaron una coloración amarillosa cobriza en el grano.

3.9.9 Rendimiento por hectárea.

Fue calculado en función del peso de los granos provenientes del área útil de cada tratamiento. Este peso fue ajustado al 14 % de humedad y luego transformado a kilogramos por hectárea. Se empleó la siguiente fórmula⁴:

$$Ps = \frac{Pa(100-ha)}{(100-hd)}$$

Dónde:

Ps = Peso seco

⁴ Azcon-Bieto, J., Talon M. (2003). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw-Hill. España. 625p.

Pa = Peso actual

hd = Humedad deseada

ha = Humedad actual

3.9.10 Análisis microbiano

Se realizó en el laboratorio de la Estación Santa Catalina del INIAP, recogiendo una muestra inicial del suelo para determinar poblaciones. Posteriormente en cada tratamiento al final del cultivo se tomó una muestra conjunta de las repeticiones para identificar las colonias y cuantificar las poblaciones.

3.9.11 Análisis económico

Con los promedios de rendimiento en grano y costos de los tratamientos, se efectuó el análisis económico del ensayo.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta

En el Cuadro 1 se observan los promedios de altura de planta. Los datos tuvieron alta significancia estadística en fuentes de *Azotobacter* e interacciones, no reportó significancia para dosis. El coeficiente de variación fue 1,51 %.

La aplicación de Azototic presentó plantas más altas (83,78 cm), estadísticamente superior a las otras fuentes. La dosis de 2,0 L/ha (80,56 cm) fue mayor a las otras planteadas, incluidos los testigos. Las interacciones Azototic 2 L/ha (84,33 cm), Azototic 1,5 L/ha (84,67 cm) y Azototic 1,0 L/ha (82,33 cm), fueron estadísticamente iguales entre sí, pero superiores al resto de tratamientos, siendo el testigo absoluto el que tuvo menor altura (76,67 cm).

Cuadro 1. Altura de planta en la evaluación de cepas de *Azotobacter* en arroz, bajo condición de secano. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Fuente <i>Azotobacter</i>	Dosis L/ha	Altura (cm)
Azototic		83,78 a
Microazot		77,44 b
Oikobac		79,11 b
	2,0	80,56 ^{ns}
	1,5	80,44
	1,0	79,33
	Testigo Químico	77,67
	Testigo absoluto	76,67
Azototic	2,0	84,33 a
Azototic	1,5	84,67 a
Azototic	1,0	82,33 a
Microazot	2,0	77,00 cd
Microazot	1,5	77,67 cd
Microazot	1,0	77,67 cd
Oikobac	2,0	80,33 bc
Oikobac	1,5	79,00 bcd
Oikobac	1,0	78,00 cd
Testigo Químico	0,0	77,67 cd
Testigo Absoluto	0,0	76,67 d
F. cal. Factor A		66,9 **
F. cal. Factor B		2,84 Ns
F. cal. Factor Interacción		17,7 **
C.V. (%)		1,51

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $\leq 0,05$

ns = no significativo; **: Altamente Significante

4.2. Días a floración

Los registros de días a floración, no presentaron significancia estadística en fuentes de *Azotobacter* y dosis. Las interacciones lograron significancia estadística, cuyo coeficiente de variación fue 1,66 % (Cuadro 2).

Las plantas tratadas con Microazot tardaron el florecer (79,56 días). Los Testigos Químico (76,33 días) y Testigo Absoluto florecieron precozmente (76,33 días, respectivamente). Microazot 1,0 L/ha presentó mayor tiempo a floración (80,33 días), siendo estadísticamente igual a las demás interacciones tratadas con *Azotobacter*, pero superior a los testigos.

Cuadro 2. Días a floración en la evaluación de cepas de *Azotobacter* en arroz, bajo condición de secano. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Fuente <i>Azotobacter</i>	Dosis L/ha	Días
Azototic		78,33 ^{ns}
Microazot		79,56
Oikobac		79,00
	2,0	78,33
	1,5	78,89
	1,0	79,67
	Testigo Químico	76,33
	Testigo absoluto	76,33
Azototic	2,0	77,67 ab
Azototic	1,5	78,00 ab
Azototic	1,0	79,33 ab
Microazot	2,0	78,67 ab
Microazot	1,5	79,67 ab
Microazot	1,0	80,33 a
Oikobac	2,0	78,67 ab
Oikobac	1,5	79,00 ab
Oikobac	1,0	79,33 ab
Testigo Químico	0,0	76,33 b
Testigo Absoluto	0,0	76,33 b
F. cal. Factor A		1,98 Ns
F. cal. Factor B		2,38 Ns
F. cal. Factor Interacción		2,95 *
C.V. (%)		1,66

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $\leq 0,05$

ns = no significativo; *: Significante

4.3. Días a maduración

Los promedios de los días a la maduración se detallan en el Cuadro 3. No se reportó significancia estadística para ninguno de los factores evaluados. El coeficiente de variación fue 1,23 %.

Oikobac presentó más días comparado a las otras fuentes. Los Testigo Químico y Absoluto mostraron el mayor tiempo maduración de grano (119,67 cm). En las interacciones los testigos Químico y Absoluto mostraron el mayor tiempo maduración de grano (119,67 cm).

Cuadro 3. Días a maduración en la evaluación de cepas de *Azotobacter* en arroz, bajo condición de secano. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Fuente <i>Azotobacter</i>	Dosis L/ha	Días
Azototic		118,00 ^{Ns}
Microazot		118,22
Oikobac		118,33
	2,0	118,44 ^{Ns}
	1,5	118,22
	1,0	117,89
	Testigo Químico	119,67
	Testigo absoluto	119,67
Azototic	2,0	118,33 ^{Ns}
Azototic	1,5	118,67
Azototic	1,0	117,00
Microazot	2,0	118,67
Microazot	1,5	118,67
Microazot	1,0	117,33
Oikobac	2,0	118,33
Oikobac	1,5	117,33
Oikobac	1,0	119,33
Testigo Químico	0,0	119,67
Testigo Absoluto	0,0	119,67
F. cal. Factor A		0,26 Ns
F. cal. Factor B		0,70 Ns
F. cal. Factor Interacción		2,55 Ns
C.V. (%)		1,23

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $\leq 0,05$
ns = no significativo

4.4. Número de macollos

En el Cuadro 4 se muestran los datos del número de macollos. En estos existió alta significancia estadística para las fuentes de *Azotobacter*, Dosis e interacciones, con un coeficiente de variación 2,18 %.

El uso de Azototic presenta mayor número de macollos (527,56), estadísticamente superior a las otras fuentes. Las dosis de 2,0 L/ha (516,67) y 1,5 L/ha (518,0), fueron estadísticamente iguales entre sí y superiores al resto de tratamientos, teniendo el Testigo absoluto el menor número. Las interacciones Azototic 2,0 L/ha (544 macollos) y Azototic 1,5 L/ha (530,33 macollos) fueron estadísticamente superiores a los demás tratamientos.

Cuadro 4. Numero de macollos de inserción en la evaluación de cepas de *Azotobacter* en arroz, bajo condición de secano. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Fuente <i>Azotobacter</i>	Dosis L/ha	Número
Azototic		527,56 a
Microazot		507,00 b
Oikobac		503,33 b
	2,0	516,67 a
	1,5	518,00 a
	1,0	503,22 b
	Testigo Químico	501,67 b
	Testigo absoluto	496,00 c
Azototic	2,0	544,00 a
Azototic	1,5	530,33 ab
Azototic	1,0	508,33 bc
Microazot	2,0	505,33 bc
Microazot	1,5	515,00 bc
Microazot	1,0	500,67 cb
Oikobac	2,0	500,67 bc
Oikobac	1,5	508,67 bc
Oikobac	1,0	500,67 bc
Testigo Químico	0,0	501,67 bc
Testigo Absoluto	0,0	496,00 c
F. cal. Factor A		12,44 **
F. cal. Factor B		4,88 **
F. cal. Factor Interacción		5,23 **
C.V. (%)		2,18

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $\leq 0,05$

** : Altamente Significante

4.5. Número de panículas

Los promedios de número de panículas se describen en el Cuadro 5. Se reportó alta significancia estadística para todos los factores. El coeficiente de variación fue 2,19 %.

El uso de Azototic presenta mayor número de panículas (437,89), estadísticamente superior a las otras fuentes. Las dosis de 2,0 L/ha (428,89 panículas), 1,5 L/ha (430,0 panículas), 1,0 L/ha (417,67 panículas) y Testigo Químico (416,33 panículas) fueron estadísticamente iguales entre sí y superiores al Testigo absoluto. Las interacciones Azototic 2,0 L/ha (451,67) y Azototic 1,5 L/ha (440,33) fueron estadísticamente superiores a los demás tratamientos.

Cuadro 5. Número de panículas en la evaluación de cepas de *Azotobacter* en arroz, bajo condición de secano. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Fuente <i>Azotobacter</i>	Dosis L/ha	Número
Azototic		437,89 a
Microazot		420,89 b
Oikobac		417,78 b
	2,0	428,89 a
	1,5	430,00 a
	1,0	417,67 ab
	Testigo Químico	416,33 ab
	Testigo absoluto	411,67 b
Azototic	2,0	451,67 a
Azototic	1,5	440,33 ab
Azototic	1,0	421,67 bc
Microazot	2,0	419,33 bc
Microazot	1,5	427,67 bc
Microazot	1,0	415,67 bc
Oikobac	2,0	415,67 bc
Oikobac	1,5	422,00 bc
Oikobac	1,0	415,67 bc
Testigo Químico	0,0	416,33 bc
Testigo Absoluto	0,0	411,67 c
F. cal. Factor A		12,29 **
F. cal. Factor B		4,88 **
F. cal. Factor Interacción		5,22 **
C.V. (%)		2,19

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $\leq 0,05$

** : Altamente Significante

4.6. Longitud de panículas

En el Cuadro 9, se presentan los valores de longitud de panículas, existiendo alta significancia estadística para las dosis e interacciones, no reportando para la fuente de *Azotobacter*. El coeficiente de variación fue 2,76 %.

El uso de Oikobac (26,91 cm) dio panículas más largas. Las dosis de 2,0 L/ha (27,29 cm) y 1,5 L/ha (26,44 cm) fueron estadísticamente iguales entre si y superiores al resto de tratamientos. Azototic 2,0 L/ha presentó mayor longitud (27,87 cm), siendo estadísticamente igual a las demás interacciones tratadas con *Azotobacter*, pero superior a los testigos y Microazot 1,0 L/ha.

Cuadro 6. Longitud de panículas en la evaluación de cepas de *Azotobacter* en arroz, bajo condición de secano. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Fuente <i>Azotobacter</i>	Dosis L/ha	Longitud (cm)
Azototic		26,82 ^{ns}
Microazot		26,02
Oikobac		26,91
	2,0	27,29 a
	1,5	26,44 ab
	1,0	26,02 b
	Testigo Químico	25,53 b
	Testigo absoluto	25,20 b
Azototic	2,0	27,87 a
Azototic	1,5	26,60 ab
Azototic	1,0	26,00 ab
Microazot	2,0	26,67 ab
Microazot	1,5	25,87 ab
Microazot	1,0	25,53 b
Oikobac	2,0	27,33 ab
Oikobac	1,5	26,87 ab
Oikobac	1,0	26,53 ab
Testigo Químico	0,0	25,53 b
Testigo Absoluto	0,0	25,20 b
F. cal. Factor A		4,08 Ns
F. cal. Factor B		7,06 **
F. cal. Factor Interacción		3,81 **
C.V. (%)		2,76

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $\leq 0,05$
 ns = no significativo; **: Altamente Significante

4.7. Número de granos

El Cuadro 7 presenta los promedios del número de granos, teniendo alta significancia estadística los factores estudiados. El coeficiente de variación fue 1,23 %.

La aplicación de Azototic mostró mayor número de granos (148,33), estadísticamente superior a los demás tratamientos. Las dosis de 2,0 L/ha (147,6 granos) fue estadísticamente igual a 1,5 L/ha (145,38 granos), pero superior a los demás tratamientos. Las interacciones Azototic 2,0 L/ha (151,53 granos) y Azototic 1,5 L/ha (150,0 granos) fueron estadísticamente superiores a los demás tratamientos.

Cuadro 7. Número de granos en la evaluación de cepas de *Azotobacter* en arroz, bajo condición de secano. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Fuente <i>Azotobacter</i>	Dosis L/ha	Número Granos
Azototic		148,33 a
Microazot		144,96 b
Oikobac		141,51 c
	2,0	147,60 a
	1,5	145,38 a
	1,0	141,82 b
	Testigo Químico	140,13 b
	Testigo absoluto	139,33 b
Azototic	2,0	151,53 a
Azototic	1,5	150,00 ab
Azototic	1,0	143,47 cde
Microazot	2,0	147,60 bc
Microazot	1,5	145,47 bcd
Microazot	1,0	141,80 de
Oikobac	2,0	143,67 cde
Oikobac	1,5	140,67 de
Oikobac	1,0	140,20 e
Testigo Químico	0,0	140,13 e
Testigo Absoluto	0,0	139,33 e
F. cal. Factor A		33,57 **
F. cal. Factor B		24,50 **
F. cal. Factor Interacción		16,86 **
C.V. (%)		1,23

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $\leq 0,05$

** : Altamente Significante

4.8. Peso de granos

En el Cuadro 8, se presentan los valores de longitud de panículas, existiendo alta significancia estadística para las dosis e interacciones, no reportando para las fuentes. El coeficiente de variación fue 9,15 %.

El uso de Azototic (28,33 g) proporcionó mayor peso. La dosis de 2,0 L/ha (30,0 g) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos. Azototic 2,0 L/ha presentó mayor peso (32,0 g), siendo estadísticamente igual a Oikobac 2,0 L/ha, pero superior a los demás tratamientos.

Cuadro 8. Peso de granos en la evaluación de cepas de *Azotobacter* en arroz, bajo condición de secano. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Fuente <i>Azotobacter</i>	Dosis L/ha	Peso (g)
Azototic		28,33 ^{ns}
Microazot		26,44
Oikobac		25,11
	2,0	30,00 a
	1,5	25,22 b
	1,0	24,67 b
	Testigo Químico	24,67 b
	Testigo absoluto	25,33 b
Azototic	2,0	32,00 a
Azototic	1,5	26,33 c
Azototic	1,0	26,67 c
Microazot	2,0	27,00 bc
Microazot	1,5	24,00 c
Microazot	1,0	24,33 c
Oikobac	2,0	31,00 ab
Oikobac	1,5	25,33 c
Oikobac	1,0	23,00 c
Testigo Químico	0,0	24,67 c
Testigo Absoluto	0,0	25,33 c
F. cal. Factor A		4,07 ^{ns}
F. cal. Factor B		13,34 ^{**}
F. cal. Factor Interacción		4,13 ^{**}
C.V. (%)		9,15

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $\leq 0,05$
 ns = no significativo; **: Altamente Significante

4.9. Rendimiento por hectárea

El Cuadro 9 muestra los promedios del rendimiento de grano. En este se reportó alta significancia estadística en los factores estudiados. El coeficiente de variación fue 5,51 %.

Las plantas tratadas con Azototic lograron mayor rendimiento (5737,81 kg/ha), estadísticamente superiores a los demás tratamientos. Las dosis de 2,0 L/ha (5599,55 kg/ha) y 1,5 L/ha (5461,29 kg/ha) fueron estadísticamente iguales, pero superiores a los demás tratamientos. La interacción Azototic 2,0 L/ha (6014,33 kg/ha), fue estadísticamente igual a Azototic 1,5 L/ha (5806,94 Kg/ha), pero superior a los demás tratamientos.

Cuadro 9. Rendimiento por hectárea en la evaluación de cepas de *Azotobacter* en arroz, bajo condición de secano. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Fuente <i>Azotobacter</i>	Dosis L/ha	kg/ha
Azototic		5737,81 a
Microazot		5115,64 b
Oikobac		5046,51 b
	2,0	5599,55 a
	1,5	5461,29 a
	1,0	4839,12 b
	Testigo Químico	4977,38 b
	Testigo absoluto	4479,64 b
Azototic	2,0	6014,33 a
Azototic	1,5	5806,94 ab
Azototic	1,0	5392,16 bcd
Microazot	2,0	5184,77 cd
Microazot	1,5	5599,55 bc
Microazot	1,0	4562,59 e
Oikobac	2,0	5599,55 bc
Oikobac	1,5	4977,38 de
Oikobac	1,0	4562,59 e
Testigo Químico	0,0	4977,38 de
Testigo Absoluto	0,0	4479,64 e
F. cal. Factor A		15,90 **
F. cal. Factor B		17,99 **
F. cal. Factor Interacción		10,30 **
C.V. (%)		5,51

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $\leq 0,05$

** : Altamente Significante

4.10. Análisis Microbiológico

En el Cuadro 10, se detallan los valores del conteo de esporas de *Azotobacter*, en los tratamientos.

Las interacciones entre la fuente de *Azotobacter* y dosis aplicadas, mostraron incrementos en la población de la bacteria entre la muestra inicial y final, logrando el mayor incremento el tratamiento Azototic 1,5 L/ha con una diferencia positiva de 1310000 esporas/gss. Los Testigos Químico y Absoluto mostraron disminución de las poblaciones de la bacteria en el suelo al final del trabajo.

Cuadro 10. Análisis microbiológico en la evaluación de cepas de *Azotobacter* en arroz, bajo condición de secano. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Fuente <i>Azotobacter</i>	Dosis L/ha	Inicial	Final	Dif
Esporas por gramo de suelo seco (gss)				
Azototic	2,0	7810000	8990000	1180000
Azototic	1,5	7810000	9120000	1310000
Azototic	1,0	7810000	8985600	1175600
Microazot	2,0	7810000	8376000	566000
Microazot	1,5	7810000	8234000	424000
Microazot	1,0	7810000	8156000	346000
Oikobac	2,0	7810000	8324000	514000
Oikobac	1,5	7810000	8240000	430000
Oikobac	1,0	7810000	8198000	388000
Testigo Químico	0,0	7810000	6578900	-1231100
Testigo Absoluto	0,0	7810000	6100000	-1710000

4.11. Evaluación económica

El análisis económico en función al costo y rendimiento de los tratamientos, se muestra en el Cuadro 11.

El tratamiento Azototic 2,0 L/ha mostro el mayor ingreso de efectivo con 1296,1 dólares y mayor utilidad neta \$524,07, con una relación B/C de 1,4. El tratamiento Oikobac 1,0 L/ha presentó el menor ingreso y utilidad por hectárea.

Cuadro 11. Análisis económico de tratamientos. Babahoyo, 2018.

Tratamiento	Dosis L/ha	kg/ha	Ingreso	C1	C2	C4	C4	Costo Total	Utilidad Neta	B/C
Azototic	2,0	6014,33	1820,13	777,70	296,08	64,00	158,27	1296,1	524,07	1,40
Azototic	1,5	5806,94	1757,36	777,70	296,08	53,00	152,81	1279,6	477,77	1,37
Azototic	1,0	5392,16	1631,84	777,70	296,08	42,00	141,90	1257,7	374,16	1,30
Microazot	2,0	5184,77	1569,08	777,70	296,08	62,00	136,44	1272,2	296,85	1,23
Microazot	1,5	5599,55	1694,60	777,70	296,08	51,50	147,36	1272,6	421,96	1,33
Microazot	1,0	4562,59	1380,78	777,70	296,08	41,00	120,07	1234,8	145,94	1,12
Oikobac	2,0	5599,55	1694,60	777,70	296,08	70,00	147,36	1291,1	403,46	1,31
Oikobac	1,5	4977,38	1506,31	777,70	296,08	57,50	130,98	1262,3	244,05	1,19
Oikobac	1,0	4562,59	1380,78	777,70	296,08	45,00	120,07	1238,8	141,94	1,11
Testigo Químico	0,0	4977,38	1506,31	777,70	296,08	0,00	130,98	1204,8	301,55	1,25
Testigo Absoluto	0,0	4479,64	1355,68	777,70	296,08	0,00	117,89	1191,7	164,02	1,14

C1: Costo Fijos agroquímicos

C2: Costo Fertilización

C3: Costo Tratamiento

C4: Costo de cosecha

V. DISCUSIÓN

Los resultados demuestran que la aplicación de *Azotobacter* en suelos arroceros, genero efectos positivos sobre la morfología y producción del cultivo de arroz.

Las variables agronómicas relacionadas con la morfología como altura de planta y número de macollos fueron influencia por la acción de las fuentes de *Azotobacter* y por las dosis planteadas para el ensayo. Esto lo corroboran Méndez, Castro y García (2014) quienes indican que *Azotobacter* favorece el crecimiento de las plantas a través de diferentes mecanismo, que incluyen la secreción de fitohormonas, fijación biológica del nitrógeno, la solubilización del fosforo, entre otros. A demás contribuyen a la plantas con efectos indirectos asociados con la reducción del daño causado por patógenos.

Las variables de fenología como días a floración y días a cosecha no fueron influencias ni por el tipo de fuente de *Azotobacter*, ni por la dosis. Estos resultados concuerdan con lo manifestado por Loredó *et al.* (2004), quienes dicen que la información sobre la manipulación de las PGPR, para la promoción del crecimiento de las plantas en condiciones de campo es inconsistente y no siempre favorable, a diferencia de los experimentos realizados en condiciones de laboratorio e invernadero. Por esta razón, se requieren de mayores estudios sobre el comportamiento de las bacterias inoculadas en condiciones de campo, para conocer los factores ambientales, como tipo de suelo y clima que influyen en colonización satisfactoria de la raíz y que determina su efecto en el desarrollo del cultivo. Además Cargua *et al.* (2018), lograron días a floración (entre 58-59 días) y a la cosecha (entre 124-128 días) estadísticamente fueron iguales para todos los tratamientos. Jácome, Castro y Colina (2016), no encontraron significancia en días a la floración y días a cosecha.

Las variables relacionadas con la producción del cultivo como numero de panículas, granos por panícula y longitud de panícula, alcanzaron niveles altamente significativos con la aplicación de *Azotobacter*, tal como lo demostraron Cargua *et al.* (2018) que con la aplicación de fertilizante

complementada con MBFN estimularon los procesos fisiológicos del cultivo de arroz, resultando en una mayor biomasa radicular por la colonización de las raíces aplicando *Acetebacter* 1×10^9 UFC mL⁻¹ + *Azospirillum* 2×10^9 UFC mL⁻¹ con un 27 % más que el testigo sin fertilización. Adicionalmente se reportó más macollos y panículas formadas (17 y 17 % más en relación al testigo sin fertilización) y mayor producción (7,4 Mg ha⁻¹ vs 4,6 Mg ha⁻¹ del testigo químico y 3,9 Mg ha⁻¹ en el testigo sin fertilización).

Las variables peso de grano y rendimiento por hectárea, fueron influenciadas significativamente, por los tratamientos; difiriendo de los testigos químico y absoluto. Esto confirma lo encontrado Jácome, Castro y Colina (2016), quienes determinaron que la aplicación de promotores de crecimiento, aumentaron el rendimiento de grano con incrementos del 45 % con relación al testigo. La variedad INIAP-16 con la aplicación de un programa de fertilización (120N-40P-60K-20S), logró 8888,9 kg/ha rendimiento superior a otros tratamientos.

El mayor rendimiento de grano se logró con las plantas tratadas con Azototic 2,0 L/ha (6014,33 kg/ha), superior a los demás tratamientos. esto la ratifica Singh *et al.* (2003), al mencionar que el empleo de microorganismos fijadores asimbióticos de nitrógeno y productores de sustancias promotoras de crecimiento vegetal como inoculante ha demostrado un aumento significativo de los rendimientos de los cultivos, ahorro de fertilizantes minerales y disminución de la contaminación ambiental. Sin embargo esto es refutado por los resultados de Rodríguez *et al.* (2017) al decir que las aplicaciones de *Bacillus* y *Azotobacter* más niveles medios (120-40-60-20) y bajos (100-30-40-10) de aplicación de N-P-K-S, no inciden en peso de 1000 granos y número de granos por panícula.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

1. Las plantas tratadas con Azototic mostraron diferencias significativas en la altura de planta. Las dosis de 2,0 L/ha y 1,5 L/ha dieron más altura. El testigo absoluto fue inferior en la evaluación realizada.
2. Los días a floración y maduración no mostraron respuestas a las aplicaciones de las fuentes de *Azotobacter* y sus dosis. Los testigos Químico y Absoluto florecieron prematuramente y maduraron tardíamente.
3. La aplicación de Azototic produjo mayor número de macollos. Las dosis de 2,0 L/ha y 1,5 L/ha, originaron mayor cantidad de renuevos. El Testigo Absoluto presentó los menores promedios.
4. Las plantas tratadas con Azototic promovieron mayor número de panículas. Las dosis de 2,0 L/ha y 1,5 L/ha, originaron mayor cantidad. El Testigo Absoluto presentó los promedios más bajos.
5. La longitud de panícula fue mayor en las plantas tratadas con Oikobac. Las dosis de 2,0 L/ha y 1,5 L/ha, generaron panículas más largas. El Testigo Absoluto tuvo menores registros.
6. Mayor cantidad de grano se observó en las plantas del tratamiento Azototic. Las dosis de 2,0 L/ha y 1,5 L/h dieron más granos por panícula. El testigo absoluto presento promedios más bajos.
7. El peso de grano fue mayor aplicando Azototic y en dosis de 2,0 L/ha. El Testigo Absoluto tuvo menor incidencia.
8. Las plantas tratadas con Azototic (5737,81 kg/ha) lograron mayor rendimiento. Las dosis de 2,0 L/ha y 1,5 L/ha mostraron mejor respuesta. El Testigo absoluto presentó menores promedios.
9. La aplicación de Azotobacter en diversas dosis mostrón incrementos en la población de la bacteria. Los Testigos Químico y Absoluto mostraron disminución de las poblaciones.
- 10.El tratamiento Azototic 2,0 L/ha mostro el mayor ingreso de efectivo y mayor utilidad.

Analizadas las conclusiones, se recomienda:

1. Emplear Azototic para incrementar las poblaciones de Azotobacter en suelos agrícolas degradados.
2. Usar Azototic en dosis de 2,0 L/h para incrementar la producción de grano en el cultivo de arroz, en las fechas indicadas.
3. Evaluar fuentes de Azotobacter con otros materiales de siembra y bajo otras condiciones de manejo.

VII. RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en la “Don Eduardo” propiedad del señor Eduardo Arana, ubicada en el Recinto “La Ángela” del Cantón Babahoyo. Se investigaron once tratamientos y tres repeticiones. El objetivo del trabajo experimental fue evaluar cepas de *Azotobacter* en el incremento de la producción de arroz bajo condición de secano en la zona de Babahoyo. La siembra se efectuó con la variedad F-09 en unidades experimentales de 16 m². Los tratamientos se repartieron en un diseño de bloques completos al azar con un arreglo factorial A x B +2. Para la estimación de empleó la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

Las variables estimadas fueron: altura de planta, días a floración, días a cosecha, número de macollos, número de panículas, número de granos por panícula, longitud de panículas, peso de 1000 granos, rendimiento de grano, análisis microbiológico y análisis económico.

Los resultados mostraron que las aplicaciones de *Azotobacter*, generan una marcada influencia sobre los testigos químico y absoluto. Las plantas tratadas con *Azotobacter* mostraron diferencias significativas en la altura de planta, número de macollos, número de panículas, longitud de panículas, número de granos, peso de granos y rendimiento por hectárea. Las plantas tratadas con Azototic (5737,81 kg/ha) lograron mayor rendimiento. Las dosis de 2,0 L/ha y 1,5 L/ha mostraron mejor respuesta. El Testigo absoluto presentó menores promedios. En días a floración y maduración no se generó respuestas a las aplicaciones de las fuentes de *Azotobacter* y sus dosis.

La aplicación de *Azotobacter* en diversas dosis mostró incrementos en la población de la bacteria. Los Testigos Químico y Absoluto mostraron disminución de las poblaciones. El tratamiento Azototic 2,0 L/ha mostro el mayor ingreso de efectivo y mayor utilidad.

PALABRA CLAVE: cepas azotobacter, arroz

VIII. SUMMARY

The present work was carried out in the "Don Eduardo" property of Mr. Eduardo Arana, located in the enclosure "La Margarita" of the canton Baba. Eleven treatments and three repetitions were investigated. The objective of the experimental work was to evaluate the effect of *Azotobacter* in the increment of the production of rice in unirrigated land condition in the area of Babahoyo. The crop was made with the variety F-09 in experimental units of 16 m². The treatments were distributed at random in a design of complete blocks with a factorial arrangement A x B +2. For the estimate of it used the test from Tukey to 5 % significance.

The variables were: plant height, days to flowering, days to crop, panicle number, panicle number, number of grains for panicle, panicle longitude, weight of 1000 grains, grain yield, analysis microbiologic and economic analysis.

The results showed that the applications of *Azotobacter*, generate a marked influence on the witness chemist and absolute. The plants treated with *Azotobacter* showed significant differences in the plant height, number of panicles, panicle number, panicle longitude, number of grains, weight of grains and yield for hectare. The plants treated with Azototic (5737,81 kg/ha) they achieved bigger yield. The doses of 2,0 L/ha and 1,5 L/ha showed better answer. The absolute Witness presented smaller averages. In days to flowering and maturation was not generated answers to the applications of the sources of *Azotobacter* and its doses.

The application of *Azotobacter* in diverse dose mostrón increments in the population of the bacteria. The Witness Chemist and Absolute they showed the populations' decrease. The treatment Azototic 2,0 L/ha showed the biggest entrance of effective and bigger utility.

KEY WORD: azotobacter strains, rice

IX. LITERATURA CITADA

- Agrodiagnostic. (2017). *Catálogo de productos*. Disponible en www.agrodiagnostic.com. Consultado 18-10-2018.
- Acuña, O. (2016). *La fijación biológica de nitrógeno: El caso de la caña de azúcar*. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. pp 662-665.
- Ardila, N. (2006). *Fijación de Nitrógeno atmosférico*. Disponible en http://www.agricultura sensitiva.com/n_atmosferico.htm .Julio 2009.(Ultimo acceso:2 de octubre de 2018).
- Cargua, W., Colina, E., Castro, C., Santana, D. (2018). *Influencia agronómica de rizobacterias de suelo, en programas de fertilización química en el cultivo de arroz, en la zona de Babahoyo*. Memorias del Primer Simposio en Suelos y Nutrición de Cultivos 2018. Archivos Académicos USFQ, 11, 1–41. ISSN 2528-7753
- Cañedo, J. (2017). *Biofertilizantes, ventajas y desventajas*. Disponible en <http://mx.blastingnews.com/tecnologia/2017/06/biofertilizantes-ventajas-y-desventajas-001806021.html>
- Dobbelaere, S., Vanderleyden, J., Okon, Y. (2003). *Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere*. Critical Reviews in Plant Sciences. 22: 107-149, 2003.
- EuroAgro. (2016). Catálogo de productos. Disponible en: www.euroagrol.com.ec. En línea. Consultado 12 de octubre del 2018.
- FAOSTAT. 2013. *Estadística en la Producción de arroz (en línea)*. Consultado el 7 octubre del 2018. Disponible en www.fao.org/docrep.
- Grageda-Cabrera, O. A., A. Díaz-Franco, J. J. Peña-Cabriales, J. A. Vera-Nuñez. (2012). *Impacto de los biofertilizantes en la agricultura*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 3(6): 1261-1274, 2012.
- Gonzales, J. (2017). *Influencia de cepas de Azotobacter en el cultivo de maíz bajo dos sistemas de labranza, en la zona de Pueblviejo, provincia de Los Ríos*. Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. 47p.

- Gonzalez-Lopez, J., Tejera, N.; Lluch, C.; Martinez-Toledo, M.V. (2001). *Isolation and characterization of Azotobacter and Azospirillum strains from the sugarcane rhizosfera*. Plant and Soil (2005) 270: 223–232.
- Guzmán, A., M. Obando, D. Rivera, R. Bonilla. (2014). *Selección y caracterización de rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (RPCV) asociadas al cultivo de algodón (Gossypium hirsutum)*. Rev. Colomb. Biotecnol 14(1):182-19.
- Hayat R., Ali S., Amara U., Khalid R., Ahmed, I. (2014). *Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review*. Ann Microbiol 60(4): 579-598.
- Instituto Internacional de nutrición de plantas - IPNI. 2011. *Manual de fertilización para el cultivo del arroz en Latinoamérica*. IPNI, México, 3 ed. p 15-98.
- IAB, Centro de Investigaciones y Aplicaciones Biotecnológicas. (2001). *biofertilizantes*. s.f. <http://www.iabiotec.com/respuestas.htm> (último acceso: 29 de 6 de 2018).
- INEC. (2013). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria*. Anuario. Quito-Ecuador. 38p.
- INTAGRI. (2017). *Los Biofertilizantes en la Agricultura*. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura>
- Jacome, M., Castro, C., Colina, E. (2016). *Evaluación de microorganismos promotores de crecimiento y hormonas vegetales en arroz bajo riego*. Archivos Académicos USFQ, 7, pp. 33. ISBN: 978-9978-68-095-7.
- Kisilkaya, R. (2008). *Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (Triticum aestivum) inoculated with Azotobacter chroococcum strains*. Ecological Engineering 2008; 33: 150-156.
- MAGAP. (2014). *Zonificación agroecológica económica del cultivo de arroz (Oryza sativa) en el Ecuador*. Resumen Ejecutivo. Quito – Ecuador. 14p.
- Méndez, E., Castro, P., García, M. (2014). *Proteobacteria forming nitrogen fixing symbiosis with higher plants*. In: Proteobacteria: Phylogeny, Metabolic Diversity and Ecological Effects. pp. 37-56. New York, USA: Nova Science Publishers Inc. (first edition)
- MIPRO. (2014). *Atlas bioenergético de la república del Ecuador*. Instituto Nacional de Preinversión. MINTUR - IGM. Primera Edición. 150p.

- Moreno-Medina, I. C., García-Olivares, J. G., V. R. Rodríguez-Luna, A. Mendoza Herrera., N. Mayek-Pérez Hernández, F. (2006). *Efecto de cepas de Azospirillum brasilense en el crecimiento y rendimiento de grano de maíz*. Agro Tecnología Tropical. Rev. Fitotec. Mex 30(3): 305-310.
- OIKOS. (2017). Catálogo de productos. Disponible en <https://www.oikos.cl/uploads/2018/05>
- Pocasangre, LE. (2003.) *Diversidad de hongos endofíticos y abundancia de nematodos en plantaciones de banana y plátano de la parte baja de los territorios indígenas de Talamanca*. Agroforestería de las Américas, 10 (37): 59-62.
- Rao, PA., Krishna, KG. (2006). *Plant growth-promoting rhizobacteria*. En: Gnanamanickam SS (ed) *Plant- Associated Bacteria*. Springer The Netherlands. 195-230 pp.
- Rodríguez, B; Blanco, C. (2001). *Eficiencia de Azotobacter chroococcum en la producción de posturas de Coffea arabica*. II Taller sobre biofertilización en los trópicos. Habana, Cuba. 124p.
- Rodríguez, C., A. J., Trujillo C., I. D. Bringas, Y. F. Urrega (2003). *Caracterización fisiológica de la comunidad microbiana endófito de la caña de azúcar*. Revista Colombiana de Biotecnología, 7, pp 66-75.
- Rodríguez D. , Urrega L ., Martínez P.& Bernal J. (2005). *Evaluación preliminar de dos matrices para inmovilización de bacterias diazotólicas y solubilizadoras de fosforo aislado de bosque alto andino cundinamarques*. Tesis de Microbiología Industrial. Pontificia Universidad de Javeriana Pp 28.
- Rodríguez, J., Colina, E., Castro, C., García, G., Uvidia, M., Santana, D. (2017). *Eficiencia agronómica del arroz INIAP-17 con niveles de fertilización química y biológica en el Litoral Ecuatoriano*. Journal Of Science And Research: Revista Ciencia E Investigación. E-ISSN: 2528-8083. Vol. 2, N°6. Abril-Junio pp. 10-15
- Santana, D., Colina, E. Castro, C., Cadena, D., Sotomayor, A., Galarza, E., Lopez, M. (2017). *Microorganismos fijadores de nitrógeno y su acción complementaria a la fertilización química en el cultivo de café*. European Scientific Journal. E-ISSN: 1857- 7431. vol.13, No.3. January. pp. 1-12
- Sampaio, V. S., D. Messias, R. Fiusa, W. Lustrino, V. L. Divan, J. I. Baldani (2012). *Genetic diversity and plant growth promoting traits of diazotrophic*

- bacteria isolated from two Pennisetum purpureum Schum., genotypes grown in the field.* Plant Soil 356:51-66, 2012.
- Moldenhauer, K.A., Gibbons, J.H. (2002). *Rice Morphology and Development. RICE Origin, History, Technology, and Production* 2.1:103-121.
- Singh, R., Singh, D., Tyagi, P. K. Lee. (2003). *Effect of Azotobacter, farmyard manure and nitrogen fertilization on productivity of pearl millet hybrids (Pennisetum glaucum (L) r. br) in semi-arid tropical environment.* Archives of Agronomy and Soil Science, 49 (1): 21-24.
- Schoebitz, M. I (2006). *Aislamiento y caracterización de bacterias promotoras de crecimiento vegetal de la rizosfera de Lolium perenne L. de suelo volcánico. modelo genero Azospirillum.* 21p.
- Vázquez, M.M.; César, S.; Azcón, R.; Barea, J.M. (2000). *Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and other microbial inoculants (Azospirillum, Pseudomonas, Trichoderma) and their effects on microbial population and enzyme activities in the rhizosphere of maize plants.* Applied Soil Ecology. 15:261-272.

ANEXOS

Anexo 1. ANDEVA Altura de planta

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	85	85	83	253	84,33
A1B2	87	84	83	254	84,67
A1B3	84	82	81	247	82,33
A2B1	79	75	77	231	77
A2B2	79	78	76	233	77,67
A2B3	79	77	77	233	77,67
A3B1	82	80	79	241	80,33
A3B2	80	78	79	237	79
A3B3	80	77	77	234	78
T1	80	79	74	233	77,67
T2	80	77	73	230	76,67

Sumatoria Total: 2626,00 CV: 1,51% Media: 79,58

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	346,06	32				
Bloque	60,42	2	30,21	20,83 **	3,49	5,85
Trat.	256,73	10	25,67	17,7 **	2,35	3,37
FA	194	2	97	66,9 **	3,49	5,85
FB	8,23	2	4,12	2,84 ns	3,49	5,85
IAB	10,44	4	2,61	1,8 ns	2,87	4,43
T1 vs T2	1,5	1	1,5	1,03	4,35	8,1
Tgo vs R	42,56	1	42,56	29,35 **	4,35	8,1
Error	28,91	20	1,45			
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1B2	84,67				A	
A1B1	84,33				A	
A1B3	82,33				A B	
A3B1	80,33				B C	
A3B2	79				B C D	
A3B3	78				C D	
A2B3	77,67				C D	
A2B2	77,67				C D	
T1	77,67				C D	
A2B1	77				C D	
T2	76,67				D	
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1	83,78				A	
A3	79,11				B	
A2	77,44				B	
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B1	80,56				A	
B2	80,44				A	
B3	79,33				A	

Anexo 2. ANDEVA Días cosecha

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	118	119	118	355	118,33
A1B2	119	119	118	356	118,67
A1B3	117	115	119	351	117
A2B1	119	119	118	356	118,67
A2B2	120	118	118	356	118,67
A2B3	117	117	118	352	117,33
A3B1	118	118	119	355	118,33
A3B2	117	116	119	352	117,33
A3B3	120	117	121	358	119,33
T1	118	120	121	359	119,67
T2	117	121	121	359	119,67

Sumatoria Total: 3909,00 CV: 1,23% Media: 118,45

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	68,18	32				
Trat.	25,51	10	2,55	1,2 ns	2,35	3,37
FA	0,51	2	0,26	0,12 ns	3,49	5,85
FB	1,4	2	0,7	0,33 ns	3,49	5,85
IAB	12,83	4	3,21	1,51 ns	2,87	4,43
T1 vs T2		1		0 ns	4,35	8,1
Tgo vs R	10,77	1	10,77	5,06 *	4,35	8,1
Error	42,67	20	2,13			
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
T1	119,67				A	
T2	119,67				A	
A3B3	119,33				A	
A1B2	118,67				A	
A2B1	118,67				A	
A2B2	118,67				A	
A3B1	118,33				A	
A1B1	118,33				A	
A3B2	117,33				A	
A2B3	117,33				A	
A1B3	117				A	
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A3	118,33				A	
A2	118,22				A	
A1	118				A	
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B1	118,44				A	
B2	118,22				A	
B3	117,89				A	

Anexo 3. ANDEVA Días a floración.

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	78	77	78	233	77,67
A1B2	77	78	79	234	78
A1B3	81	80	77	238	79,33
A2B1	77	78	81	236	78,67
A2B2	80	81	78	239	79,67
A2B3	80	81	80	241	80,33
A3B1	78	79	79	236	78,67
A3B2	78	78	81	237	79
A3B3	79	79	80	238	79,33
T1	77	76	76	229	76,33
T2	76	77	76	229	76,33

Sumatoria Total: 2590,00 CV: 1,66% Media: 78,48

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	84,24	32				
Trat.	50,24	10	5,02	2,95 *	2,35	3,37
FA	6,74	2	3,37	1,98 ns	3,49	5,85
FB	8,07	2	4,04	2,38 ns	3,49	5,85
IAB	1,48	4	0,37	0,22 ns	2,87	4,43
T1 vs T2		1		0	4,35	8,1
Tgo vs R	33,95	1	33,95	19,97 **	4,35	8,1
Error	34	20	1,7			
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2B3	80,33				A	
A2B2	79,67				A B	
A1B3	79,33				A B	
A3B3	79,33				A B	
A3B2	79				A B	
A2B1	78,67				A B	
A3B1	78,67				A B	
A1B2	78				A B	
A1B1	77,67				A B	
T1	76,33				B	
T2	76,33				B	
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2	79,56				A	
A3	79				A	
A1	78,33				A	
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B3	79,67				A	
B2	78,89				A	
B1	78,33				A	

Anexo 4. ANDEVA Longitud de paniculas.

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	28	28	27,6	83,6	27,87
A1B2	28	26	25,8	79,8	26,6
A1B3	27	25	26	78	26
A2B1	27,6	26	26,4	80	26,67
A2B2	26,4	25,4	25,8	77,6	25,87
A2B3	26	25,2	25,4	76,6	25,53
A3B1	28,2	27,8	26	82	27,33
A3B2	27	26,6	27	80,6	26,87
A3B3	26,4	26,4	26,8	79,6	26,53
T1	25,6	25,6	25,4	76,6	25,53
T2	24,8	25,6	25,2	75,6	25,2

Sumatoria Total: 870,00 CV: 2,76% Media: 26,36

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	30,84	32				
Trat.	20,23	10	2,02	3,81 **	2,35	3,37
FA	4,31	2	2,16	4,08 *	3,49	5,85
FB	7,48	2	3,74	7,06 **	3,49	5,85
IAB	0,97	4	0,24	0,45 ns	2,87	4,43
T1 vs T2	0,17	1	0,17	0,31	4,35	8,1
Tgo vs R	7,3	1	7,3	13,77 **	4,35	8,1
Error	10,61	20	0,53			
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1B1	27,87				A	
A3B1	27,33				A B	
A3B2	26,87				A B	
A2B1	26,67				A B	
A1B2	26,6				A B	
A3B3	26,53				A B	
A1B3	26				A B	
A2B2	25,87				A B	
A2B3	25,53				B	
T1	25,53				B	
T2	25,2				B	
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A3	26,91				A	
A1	26,82				A	
A2	26,02				A	
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B1	27,29				A	
B2	26,44				A B	
B3	26,02				B	

Anexo 5. ANDEVA Número de granos.

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	152	152,6	150	454,6	151,53
A1B2	150	150,2	149,8	450	150
A1B3	146	142	142,4	430,4	143,47
A2B1	149	148,2	145,6	442,8	147,6
A2B2	145	146	145,4	436,4	145,47
A2B3	145	140	140,4	425,4	141,8
A3B1	145	146	140	431	143,67
A3B2	140	142	140	422	140,67
A3B3	140	140	140,6	420,6	140,2
T1	139,8	140	140,6	420,4	140,13
T2	140	140	138	418	139,33

Sumatoria Total: 4751,60 CV: 1,23% Media: 143,99

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	588,48	32				
Trat.	526,13	10	52,61	16,86 **	2,35	3,37
FA	209,45	2	104,73	33,57 **	3,49	5,85
FB	152,89	2	76,45	24,5 **	3,49	5,85
IAB	30,09	4	7,52	2,41 ns	2,87	4,43
T1 vs T2	0,96	1	0,96	0,31	4,35	8,1
Tgo vs R	132,74	1	132,74	42,54 **	4,35	8,1
Error	62,35	20	3,12			
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1B1	151,53				A	
A1B2	150				A B	
A2B1	147,6				A B C	
A2B2	145,47				B C D	
A3B1	143,67				C D E	
A1B3	143,47				C D E	
A2B3	141,8				D E	
A3B2	140,67				D E	
A3B3	140,2				E	
T1	140,13				E	
T2	139,33				E	
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1	148,33				A	
A2	144,96				B	
A3	141,51				C	
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B1	147,6				A	
B2	145,38				A	
B3	141,82				B	

Anexo 6. ANDEVA Número macollos.

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	550	540	542	1632	544
A1B2	550	520	521	1591	530,33
A1B3	500	510	515	1525	508,33
A2B1	515	500	501	1516	505,33
A2B2	520	525	500	1545	515
A2B3	500	507	495	1502	500,67
A3B1	508	495	499	1502	500,67
A3B2	515	511	500	1526	508,67
A3B3	520	489	493	1502	500,67
T1	500	507	498	1505	501,67
T2	510	485	493	1488	496

Sumatoria Total: 16834,00 CV: 2,18% Media: 510,12

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	8907,52	32				
Trat.	6442,19	10	644,22	5,23 **	2,35	3,37
FA	3068,08	2	1534,04	12,44 **	3,49	5,85
FB	1202,74	2	601,37	4,88 *	3,49	5,85
IAB	1188,81	4	297,2	2,41 ns	2,87	4,43
T1 vs T2	48,17	1	48,17	0,39 ns	4,35	8,1
Tgo vs R	934,39	1	934,39	7,58 *	4,35	8,1
Error	2465,33	20	123,27			
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1B1	544				A	
A1B2	530,33				A B	
A2B2	515				A B C	
A3B2	508,67				B C	
A1B3	508,33				B C	
A2B1	505,33				B C	
T1	501,67				B C	
A2B3	500,67				B C	
A3B3	500,67				B C	
A3B1	500,67				B C	
T2	496				C	
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1	527,56				A	
A2	507				B	
A3	503,33				B	
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B2	518				A	
B1	516,67				A	
B3	503,22				A	

Anexo 7. ANDEVA Número panículas.

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	457	448	450	1355	451,67
A1B2	457	432	432	1321	440,33
A1B3	415	423	427	1265	421,67
A2B1	427	415	416	1258	419,33
A2B2	432	436	415	1283	427,67
A2B3	415	421	411	1247	415,67
A3B1	422	411	414	1247	415,67
A3B2	427	424	415	1266	422
A3B3	432	406	409	1247	415,67
T1	415	421	413	1249	416,33
T2	423	403	409	1235	411,67

Sumatoria Total: 13973,00 CV: 2,19% Media: 423,42

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	6194,06	32				
Trat.	4477,39	10	447,74	5,22 **	2,35	3,37
FA	2109,41	2	1054,71	12,29 **	3,49	5,85
FB	837,85	2	418,93	4,88 *	3,49	5,85
IAB	846,15	4	211,54	2,46 ns	2,87	4,43
T1 vs T2	32,67	1	32,67	0,38 ns	4,35	8,1
Tgo vs R	651,31	1	651,31	7,59 *	4,35	8,1
Error	1716,67	20	85,83			
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1B1	451,67				A	
A1B2	440,33				A B	
A2B2	427,67				A B C	
A3B2	422				B C	
A1B3	421,67				B C	
A2B1	419,33				B C	
T1	416,33				B C	
A2B3	415,67				B C	
A3B3	415,67				B C	
A3B1	415,67				B C	
T2	411,67				C	
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1	437,89				A	
A2	420,89				B	
A3	417,78				B	
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B2	430				A	
B1	428,89				A	
B3	417,67				A	

Anexo 8. ANDEVA Peso granos.

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	38	29	29	96	32
A1B2	27	25	27	79	26,33
A1B3	27	29	24	80	26,67
A2B1	30	26	25	81	27
A2B2	26	24	22	72	24
A2B3	25	25	23	73	24,33
A3B1	31	30	32	93	31
A3B2	25	27	24	76	25,33
A3B3	23	24	22	69	23
T1	23	27	24	74	24,67
T2	24	25	27	76	25,33

Sumatoria Total: 869,00 CV: 9,15% Media: 26,33

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	355,33	32				
Trat.	239,33	10	23,93	4,13 **	2,35	3,37
FA	47,19	2	23,6	4,07 *	3,49	5,85
FB	154,74	2	77,37	13,34 **	3,49	5,85
IAB	23,7	4	5,93	1,02 ns	2,87	4,43
T1 vs T2	0,67	1	0,67	0,11 ns	4,35	8,1
Tgo vs R	13,04	1	13,04	2,25 ns	4,35	8,1
Error	116	20	5,8			
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1B1	32		A		A	
A3B1	31		A B		A B	
A2B1	27		B C		A B C	
A1B3	26,67		C		A B C	
A1B2	26,33		C		A B C	
A3B2	25,33		C		A B C	
T2	25,33		C		A B C	
T1	24,67		C		B C	
A2B3	24,33		C		B C	
A2B2	24		C		B C	
A3B3	23		C		C	
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1	28,33				A	
A3	26,44				A	
A2	25,11				A	
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B1	30				A	
B2	25,22				B	
B3	24,67				B	

Anexo 9. ANDEVA Rendimiento.

--	R1	R2	R3	Sumatori a	Media
A1B1	6221,72	6221,72	5599,55	18042,99	6014,33
A1B2	5599,55	5599,55	6221,72	17420,82	5806,94
A1B3	5599,55	4977,38	5599,55	16176,48	5392,16
A2B1	5599,55	4977,38	4977,38	15554,31	5184,77
A2B2	5599,55	5599,55	5599,55	16798,65	5599,55
A2B3	4355,2	4977,38	4355,2	13687,78	4562,59
A3B1	5599,55	5599,55	5599,55	16798,65	5599,55
A3B2	4977,38	4977,38	4977,38	14932,14	4977,38
A3B3	4977,38	4355,2	4355,2	13687,78	4562,59
T1	4977,38	4977,38	4977,38	14932,14	4977,38
T2	4355,2	4355,2	4728,51	13438,91	4479,64

Sumatoria Total: 171470,65 CV: 5,51%

Media: 5196,08

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	10096492,06	32				
Trat.	8455186,53	10	845518,65	10,3 **	2,35	3,37
FA	2609327,98	2	1304663,99	15,9 **	3,49	5,85
FB	2953432,23	2	1476716,12	17,99 **	3,49	5,85
IAB	917564,33	4	229391,08	2,8 ns	2,87	4,43
T1 vs T2	371622,64	1	371622,64	4,53 **	4,35	8,1
Tgo vs R	1603239,35	1	1603239,35	19,54 **	4,35	8,1
Error	1641305,53	20	82065,28			
Trata	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	
A1B1	6014,33	A	A		A	
A1B2	5806,94	A B	A B		A B	
A2B2	5599,55	A B C	A B C		A B	
A3B1	5599,55	A B C	A B C		A B C	
A1B3	5392,16	B C D	B C D		A B C D	
A2B1	5184,77	C D	C D		A B C D E	
A3B2	4977,38	D E	D E		B C D E	
T1	4977,38	D E	D E		B C D E	
A3B3	4562,59	E F	E		D E	
A2B3	4562,59	E F	E		D E	
T2	4479,64	F	E		E	
Tratam	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	
A1	5737,81				A	
A2	5115,64				B	
A3	5046,51				B	
Trata	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	
B1	5599,55				A	
B2	5461,29				A	
B3	4839,12				B	

Anexo 10. Análisis económico

COSTO DE PRODUCCION

ACTIVIDAD	UNIDA D	VALOR UNITARIO	CANTIDA D	VALOR TOTAL
Preparación de suelos				
Rastrada	Ha	30,00	2,00	60,00
Arada	Ha	35,00	1,00	35,00
				95,00
Siembra				
Semilla	SACO	2,00	73,00	146,00
Siembra	jornal	10,00	2,00	20,00
				166,00
SUBTOTAL				261,00
Control de malezas				
Pendimetalin	lt	12,00	3,00	36,00
Butaclor	lt	10,00	5,00	50,00
Pirasulfuron	300 g	25,00	1,00	25,00
Bispiriubac	100 cc	24,00	1,00	24,00
Metsulfuron	16 g	13,00	0,00	0,00
Cyhalafob	jornal	70,00	1,00	70,00
Desyerba	jornal	10,00	6,00	60,00
SUBTOTAL				265,00
Control de plagas				
Cypermtrina	lt	12,00	1,00	12,00
Karate	lt	64,00	0,30	19,20
Silvacur	lt	78,00	1,00	78,00
Kasugamicina	lt	20,00	0,00	0,00
Aplicación	Jornal	10,00	2,00	20,00
SUBTOTAL				129,20
Fertilización Foliar				
Agrostemin	200g	7,50	1,00	7,50
Aplicación	jornal	10,00	2,00	20,00
SUBTOTAL				27,50
Cosecha				
EGRESOS				777,70

Anexo 11. Análisis microbiológico inicial



Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
Estación Experimental Santa Catalina
Panamericana Sur, Km 36, Vía Quito-Latacunga

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA, TEJIDOS VEGETALES Y AGUA REPORTE DE MICROBIOLÓGICO

Nombre:	Sr. ARANA EDUARDO	Factura #:	18910
Remitente:	Sr. ARANA EDUARDO	F/Muestreo:	10/04/2018
Hacienda:	BABAHOYO	F/Ingreso:	10/04/2018
Localización:	BABAHOYO	F/Salida:	30/04/2018

UFC/gss	
Identificación de muestras	<i>Azotobacter chroococcum</i>
SECTOR 1	7810000

gss: gramos de suelo seco

Nota: El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de muestras

Atentamente,

FIRMA DIGITAL
Dr. Fabian Moscoso
Responsable del Laboratorio DMSA

Inf. BP/LabMS

Imágenes del ensayo



Fig 1. Preparación del terreno.



Fig 2. Siembra del cultivo.



Fig 3. Estaquillo del lote experimental.



Fig 4. Germinación del cultivo.



Fig 5. Producto utilizado.



Fig 6. Primera aplicación de fertilizante.



Fig 7. Segunda aplicación de fertilizante.



Fig 8. Desarrollo del cultivo.



Fig 9. Maduración del grano.



Fig 10. Desyerba del cultivo.



Fig 11. Meddicion de longitud de planta



Fig 12. Conteo de macollos.



Fig 13. Revisión de trabajo por Ing. Edwing Hasang.



Fig 14. conteo de granos.



Fig 15. Longitud de panículas.



Fig 16. Conteo de granos.