

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

Tesis de grado presentada al H. Consejo Directivo de la FACIAG previo a la obtención de título de Ingeniero Agropecuario

TÍTULO:

“Eficiencia agronómica del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) de secano a niveles de fertilización química y biológica en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos”.

AUTOR:

JHONNY DANILO RODRÍGUEZ GAIBOR

DIRECTOR:

In. Agr. EDUARDO COLINA NAVARRETE

BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR

2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

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

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“EFICIENCIA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE ARROZ (ORYZA SATIVA L) DE
SECANO A NIVELES DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y BIOLÓGICA EN LA ZONA DE
BABAHOYO, PROVINCIA DE LOS RÍOS”.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Oscar Mora Castro M. Sc.

PRESIDENTE

Ing. Alvaro Pazmiño Perez

VOCAL PRINCIPAL

Ing. Felix Ronquillo Icaza

VOCAL PRINCIPAL

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

DEDICATORIA

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

A mis padres Carlos Rodríguez Villena y Débora Gaibor Viteri,

A mis abuelos Ángel Gaibor y Ercilia Viteri,

A mi esposa Elena Ramírez Cedeño,

A mi hijo Jhanley Jhonny Rodríguez Cedeño,

A mis hermanos, Alexandra Rodríguez, Glenda Rodríguez, Henry Rodríguez, Gissella Rodríguez, Estalin Heredia, Oscar Heredia,

A mis parientes, amigos y compañeros,

Jhonny Danilo Rodríguez Gaibor

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica de Babahoyo, por darme la oportunidad de llevar a cabo este trabajo de investigación.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo en su cuerpo docente, por haberme instruido profesionalmente.

Al Ing. Agr. Joffre León Paredes, por su orientación, ayuda y gran colaboración prestada para el desarrollo de la tesis.

Al Señor Miguel Guingla Naranjo, por la amistad brindada y el compromiso adquirido durante mis años de estudio.

A la Lcda. Emilia Meneses de Rodríguez, por su eterna colaboración en la presentación de los resultados de esta investigación.

A los Ings. Oscar Mora, Álvaro Pazmiño y Félix Ronquillo, miembros del tribunal de sustentación, por su paciencia y compromiso.

ÍNDICE

Contenido	Página
1 INTRODUCCIÓN	10
1.1 Objetivos	10-11
2 REVISIÓN DE LITERATURA	12-25
3 MATERIALES Y MÉTODOS	26-31
3.1 Ubicación y descripción del campo experimental	26
3.2 Material de siembra	26
3.3 Factores estudiados	27
3.4 Tratamientos	27
3.5 Métodos	27
3.6 Diseño experimental	27
3.7 Manejo del ensayo	28-30
3.8 Datos Tomados	30-31
4 RESULTADOS	32-39
5 DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40-45
5.1 Conclusiones	44
5.2 Recomendaciones	45
6 RESUMEN	46
7 SUMMARY	47
8 LITERATURA CITADA	48-51
9 ANEXOS	52

I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L) es uno de los productos de mayor importancia en el Ecuador, ya que constituye una de las principales fuentes de alimentación de la población, en la actualidad se siembran aproximadamente 415000 ha al año bajo condiciones de secano (lluvias) y de riego; con un promedio de productividad de 3.9 t/ha de arroz en cascara, valor considerado bajo comparado con otros países que obtienen 6 a 7 t/ha. El cultivo presenta mayor volumen de siembra en las provincias de los Ríos y Guayas con alrededor del 92 % de la producción total del país, siendo este volumen repartido en condiciones de secano donde se siembran el 32 % y bajo Riego un 60 % ^{1/}.

Se ha demostrado que el usos de macronutrientes y su incorporación en el suelo, tiene mucha importancia en los sistemas productivos del cultivo, de una manera moderna. Los contenidos de elementos en los análisis realizados son de gran importancia, especialmente en la formación de tejidos específicos. Las investigaciones demuestran que los nutrientes presentan una marcada variabilidad, esto depende del tipo de suelo, las condiciones climatológicas, manejo de cultivos, rotación de las cosechas y uso de residuos de cosecha. Las plantas usan del suelo elementos como N, P, K, en cantidades relativamente mayores o menores, dependiendo la etapa fenológica y el suministro de los mismos en el suelo, ya que algunos son requeridos en dosis más bajas.

En el Ecuador para el cultivo de arroz entre los problemas encontrados en los sistemas de producción es la deficiencia de macroelementos y de materia orgánica de los suelos de cultivo. Esto se debe a la generalización del uso de fertilizantes químicos, ya que la diversidad de fuentes en estos ha logrado aumentar los rendimientos en la actividad productiva. Sin embargo el costo medioambiental ha sido alto, dañando los terrenos, produciendo variaciones en la capacidad microbiológica y en la química del suelo por contaminación.

^{1/} Fuente: MAGAP- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. 2014.
www.magapo.gob.ec. SINAGAP.

Las investigaciones demuestran que el nitrógeno (N), por ser parte de la gran cantidad de compuestos químicos de la planta, es el elemento más importante en la bioquímica de los organismos vegetales, por este motivo se lo requiere en cantidades altas.

Dentro del grupo de alternativas que se han planteado como parte del manejo de fertilizantes nitrogenados, es la fijación biológica de nitrógeno. Esta es realizada por un grupo específico de hongos, bacterias y algas. Se sabe que estos microorganismos, poseen un complejo enzimático que se encargan de convertir el nitrógeno elemental en amonio que es directamente aprovechable por las plantas, o que es oxidado a nitratos por bacterias nitrificantes presentes en los suelos.

En la última década se los enfoques se dirigidos en investigación especialmente en la obtención de nuevas variedades, esencialmente aquellas que sean de alto potencial productivo y resistentes a plagas. En la 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 del arroz, 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.

microorganismos poseen un complejo enzimático que se encargan de convertir el nitrógeno elemental en amonio que es directamente aprovechable. En los últimos años nace como opción la fijación biológica de nitrógeno, que se realiza con ciertas bacterias y algas (MPC, microorganismos promotores de crecimiento). Estas las plantas, *Azospirillum* (se conoce que existen aproximadamente 1000 especies en el planeta), son bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico que aumentan la capacidad de solubilización del fósforo orgánico e inorgánico del suelo, colonizan las raíces de las plantas produciendo fitohormonas como giberelinas (inducen a la germinación de las semillas y controlan el crecimiento vegetal), citoquininas (fomentan y favorecen el crecimiento de las yemas laterales), auxinas (sustancias promotoras del

crecimiento vegetal), con esto se mejora significativamente el crecimiento y desarrollo, así como el rendimiento de numerosas especies vegetales de interés agrícola.

En este artículo se hace una breve revisión de aspectos relevantes en la preparación y uso de *Azospirillum* en un programa de fertilización con fuentes inorgánicas. Por este motivo la importancia de la investigación ayudará a mejorar las metodologías la aplicación de los nutrientes en cultivos de arroz.

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivos General

Establecer la eficiencia agronómica del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) de secano a niveles de fertilización química y biológica en la zona de Babahoyo, Los Ríos.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de arroz a la aplicación de los tratamientos a evaluar.
- Determinar el tratamiento y dosis más influyente sobre la producción del cultivo del arroz de secano.
- Analizar económicamente los tratamientos, en función del costo de los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia de la fertilización.

Según las estimaciones de la FAO (2011), la tercera parte de las 2.000 millones de hectáreas de suelos productivos del mundo registran procesos degradatorios entre moderados y severos. El problema radica en que aún no se comprende que la vida sobre la tierra depende, en gran medida, de las diferentes funciones cumplidas por la delgada capa de suelos: provisión de alimentos, uso sustentable del agua, conservación de la biodiversidad y control del clima global. Además es posible duplicar los rendimientos en los suelos mediante la implementación de tecnologías apropiadas. Sin embargo, para que esto sea posible se debe adoptar un sistema de rotación de cultivos con inclusión de gramíneas –arroz, maíz y sorgo– que aseguren una cobertura de residuos permanente para el suelo y un balance positivo de la materia orgánica. En un contexto mundial en el que se estima que la demanda de agroalimentos crecerá un 70 % en los próximos 40 años, la producción sustentable y la conservación de los recursos naturales ocupan un rol clave.

En nuestro país, actualmente se llevan a cabo programas de nutrición con criterios muy variados en la producción y sin una base analítica de laboratorios por lo que la corrección en detalles de macro y micronutrientes se debe realizar en la mayoría de los casos de forma visual. Cada especie tiene sus exigencias peculiares, tanto por la calidad como por la cantidad de fertilizantes a aplicar, solamente con conocimientos de estas necesidades permite establecer una fertilización ideal que garantice una producción máxima y que al mismo tiempo, conserve el suelo en un estado natural perfecto sin que haya el peligro de desequilibrios minerales que puedan alcanzar niveles realmente peligrosos, sobre todo tratándose de monocultivos continuos (AGRIPAC, 2010).

Según el Instituto de Investigaciones Agrarias del Perú (2009), el nitrógeno es aportado, regularmente en mayor cantidad durante el periodo vegetativo. Los microorganismos del suelo en estado latente que actúan como biotransformadores de materiales orgánicos y minerales (socas, subproductos de cosecha, estiércoles, abonos orgánicos y químicos), para convertirlos en nutrientes para las plantas activando sus crecimientos, balanceando su nutrición y mejorando la producción. 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 postsiembra, floración y fructificación.

Nutrir las plantas siempre ha sido un desafío para la Agricultura. Las primeras fuentes de alimento para el cultivo han sido los propios suelos que ofrecen su potencial mineral originado en las rocas madres y su componente orgánico (material que procede de lo vivo), derivado de los seres vivos que en ellos existe. Además el suelo es sostén físico de la planta. Suelo virgen y abonos orgánicos son ancestralmente conocidos por agricultores (Bizzozero, 2006).

2.1. Microorganismos.

Jiménez (2001), menciona 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 la 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 maíz 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/g 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 (1994).

Hapase *et al.*, 2004, encontraron 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), en investigaciones realizadas con poblaciones de *Azospirillum*, estas 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 nitrógenados, y con ello ayudar al mejoramiento del medio ambiente.

Arias, López y Guerrero (2007), concuerdan que las bacterias fijadoras de nitrógeno son componentes muy importante del suelo, para desarrollar la fertilidad del suelo de aumentar el contenido del nitrógeno en las condiciones medioambientales adecuados, las bacterias fijadoras de nitrógeno producen enzimas que toman el nitrógeno en su forma gaseosa de la atmosfera y con las azucares 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.

En el congreso internacional de la cacao realizado en Brasil en 2005, se demostró que con la aplicación de *Azotobacter* y *Azospirillum* se pueden reducir la perdidas de Nitrógeno (NO₃) por lavado, permitiendo la aplicación hasta de 400 kg de N sin que se presenten riesgos ambientales, pues los niveles de perdidas 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 (Hussigi *et al*, 2001).

Según Clementi (1997), *Azotobacter* es a género de generalmente motile, oval o esférico bacterias los quistes thick-walled de esa forma, y pueden producir cantidades grandes de limo capsular. El *Azotobacter* es un microbio aerobio, libre-que vive del suelo que fija el nitrógeno de la atmósfera. Más allá del uso del *Azotobacter* como a organismo modelo tiene usos biotecnológicos, especialmente para producción de nitrógeno. El *Azotobacter* es bacterias Gram-negativa.

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 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, mejora la estructura del suelo aporta 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 los *Azotobacter* proporcionan muchas ventajas como reguladores en el crecimiento de las plantas promueve el crecimiento de las raíces lo que conlleva a un aumento en la concentración de materia seca, produciendo fitohormona.

Bacillus subtilis es una bacteria Gram positiva, Catalasa-positiva, aerobio¹ comúnmente encontrada en el suelo. Miembro del género *Bacillus*, *B. subtilis* tiene la habilidad para formar una resistente endospora protectora, permitiendo al organismo tolerar condiciones ambientalmente extremas. no es considerado patógeno humano; sin embargo puede contaminar los alimentos, pero raramente causa intoxicación alimenticia. Sus esporas pueden sobrevivir la calefacción extrema que a menudo es usada para cocinar el alimento, y es responsable de causar la fibrosidad en el pan estropeado. *B. subtilis* QST 713 (comercializado como QST 713 o Serenade) tiene una actividad fungicida natural, y es empleado como un agente de control biológico (Madigan & Martinko, 2005).

Bacillus subtilis es una bacteria enemigo natural de muchas enfermedades fúngicas (*Oídium*, *Stemphiliium*, *Mildiu*, *Botrytis*, *Alternaria sp*, *Colletotrichum*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium*). Posee una habilidad especial para colonizar las raíces de las plantas, no dejando nicho ecológico a otros hongos patógenos que intenten infectar la raíz, actuando como bioestimulante del crecimiento radicular, pues promueve un desarrollo de raíces más fuertes y sanas debido a la secreción de fitohormonas, lo que permite, debido al incremento de masa radicular, una mejor asimilación de nutrientes y toma de humedad por la planta. Además tiene excelentes características medioambientales, pues tiene toxicidad nula para animales superiores, es inocuo para el hombre, animales, artrópodos útiles, abejas, abejorros y no es posible la contaminación del agua (ecocampo, 2014).

Bacillus subtilis

División: Firmicutes

Familia: Bacillaceae

Género: *Bacillus*

Especie: *Bacillus subtilis*

Es una bacteria Gram positiva, produce endospora las que son termorresistentes y también resiste factores físicos perjudiciales como la desecación la radiación los ácidos y los desinfectantes químicos, produce enzimas hidrofílicas extracelulares que descomponen polisacáridos, ácidos nucleicos permitiendo que el organismo emplee estos productos como fuente de carbono y electrones, producen antibióticos como la bacitracina, polimixina, gramicidina y circulina, fermentan la caseína y el almidón, vive dentro de los límites de 55 a 70°C. Es un gran controlador biológico, *Bacillus subtilis* promueve el desarrollo de las plantas y previene las enfermedades del suelo causadas por *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium spp.*, *Verticillium spp*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Phytophthora capsici*, *Pythium spp*, y el nematodo nodulador de raíces (*Meloidogyne spp*) y *Rhizoctonia solani*,

agente causal de la enfermedad denominada “mal del tallito” del algodónero. Además es considerada una rizobacteria promotora del crecimiento vegetal (PGPR) fosfato solubilizadora ya que aumenta la disponibilidad de fósforo para las plantas. Se ha reportado como bacteria componente de la rizosfera del roble (*Quercus sp*) que junto con otras especies *B. brevis* y de *Streptomyces* mejoran la sanidad (Calderón et al, 2002).

Para Espinoza, Armenta y Olalde (2003), el *Bacillus subtilis* es un enemigo natural de muchas enfermedades y nematodos entre ellas las que pertenecen a los géneros *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Oidium*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Erwinia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas* y muchos géneros más; además puede reducir la incidencia de nematodos. La particularidad de esta cepa es que es nativa de suelos agrícolas de Ecuador y esta potencializada para el control de patógenos resistentes a los fungicidas de uso común. Así mismo *Bacillus subtilis* cepa LALBs1, tiene como acción colonizar la raíz del cultivo además de producir sustancias que estimulan el desarrollo del sistema radicular y promueve el desarrollo vegetativo.

2.3. Producto biofertilizante.

Según Euro Agro (2010), 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 n_2 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, Cito quininas y giberlinalinas, con los auxinas siendo sin duda el más importante

Las pruebas realizadas con MicroAsp en diversas localizaciones, han demostrado que, la inoculación con *Azospirillum* tiene efectos benéficos en diferentes cultivos debido a su capacidad de convertir el n^2 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, Cito quininas y giberlinas, con las auxinas siendo sin duda el más importante

El mismo autor 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. 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 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, cito quininas), vitaminas del grupo B y metabolitos con acción fungicida, los cuales benefician a la planta de una forma multidimensional.

COMPANION 2-3-2, es un Fertilizante y Fungicida Biológico líquido, formulado sobre la base de *Bacillus subtilis* (cepa GBO3) + N-P-K (2-3-2) muy resistente a condiciones ambientales extremas. Las esporas de esta bacteria Gram-positiva se encuentran latentes en un medio nutritivo de azúcares líquidos, exclusivamente patentado y formulado a base de (azúcares) cadenas de carbono simples y complejas que lo hacen único a nivel mundial.

Las esporas GB03 son naturales y no son GMO's (no modificadas genéticamente) se activan mediante el contacto con el agua para iniciar la colonización masiva de las raíces y actúan como biocontrolador de hongos nativos del suelo; el control se da por antagonismo de posicionamiento simbiótico en la raíz y por acción de la producción propia de antibióticos naturales (ITIRUM) producidos por el GBO3. Controla la gran mayoría de hongos, es excelente contra *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mildiu*. Combinado con fungicidas químicos reduce las dosis y potencializa la acción fúngica. Companion promueve un excelente y sano desarrollo del sistema radicular, refleja aumento en el crecimiento y vigor de la planta gracias a la acción de hormonas reguladoras de crecimiento (PGR's) que producen las bacterias, al desbloqueo de minerales y al crecimiento radicular extensivo. Es un producto ideal para ser utilizado dentro de un programa de reducción progresiva de fungicidas químicos. Se aplica idealmente, en inoculación de plántulas, en siembras o post siembras, luego bimensualmente, trimestralmente o según cultivo.

Se diferencia por no ser un antibiótico terapia, sino más bien por producir antibióticos naturales in situ en base a una masiva inoculación y colonización. Reduce riesgo de resistencias posteriores. Es mejor usar Companion 2-3-2 desde la siembra y proteger sus plantas sanas, inoculando sus raíces o semillas. En plantas sembradas pero enfermas usarlo junto con un fungicida para potencializar su acción, disminuir la competitividad y posicionamiento previo del patógeno y dejar permanencia de bacterias benéficas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

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 Km. 7.5 de la vía Babahoyo-Montalvo.

La zona presenta un clima tropical húmedo; con una altura de 8 m.s.n.m., ubicada entre las coordenadas geográficas 79°32', de longitud occidental y 1° 49' de latitud sur, teniendo una precipitación promedio de 2791.4 mm, con temperatura de 27,7 °C promedio anual 1/.

3.2. Métodos

Para el trabajo de campo se utilizó los métodos: Deductivo, inductivo y experimental

3.3. Factores Estudiados

Variable dependiente.- Niveles de fertilizantes inorgánicos y dosis de biofertilizantes.

Variable independiente.- Comportamiento agronómico del cultivo de arroz.

3.4. Material de siembra

Se utilizó como material de siembra la variedad de arroz INIAP-17, que presenta las siguientes características:

Ciclo vegetativo: 114 -122 días

Altura de planta: 84 cm- 118cm.

Numero de panícula /planta: 19-25

Longitud de grano: 7.3 mm.

1/ Datos tomados de la estación experimental meteorológica UTB-FACIAG-INAHMI. 2012.

3.6. Tratamientos

Se utilizó tres niveles de fertilización inorgánica:

Alto (180 N- 60 P- 90 K- 30 S)

Medio (140 N- 40 P- 60 K- 20 S)

Bajo (100 N- 30 P- 40 K- 10 S)

Los biofertilizantes serán:

Azospirillum 3 L/ha

Azotobacter 3 L/ha

Bacillus subtilis 3 L/ha

	Tratamiento	Dosis fertilizantes kg/ha	Época de aplicación d.d.s.
T1	Nivel Alto + <i>Azospirillum</i>	180 N- 60 P- 90 K- 30 S	15-30-45
T2	Nivel Alto + <i>Azotobacter</i>	180 N- 60 P- 90 K- 30 S	15-30-45
T3	Nivel Alto + <i>Bacillus sp.</i>	180 N- 60 P- 90 K- 30 S	15-30-45
T4	Nivel Medio + <i>Azospirillum</i>	140 N- 40 P- 60 K- 20 S	15-30-45
T5	Nivel Medio + <i>Azotobacter</i>	140 N- 40 P- 60 K- 20 S	15-30-45
T6	Nivel Medio + <i>Bacillus sp.</i>	140 N- 40 P- 60 K- 20 S	15-30-45
T7	Nivel Bajo + <i>Azospirillum</i>	100 N- 30 P- 40 K- 10 S	15-30-45
T8	Nivel Bajo + <i>Azotobacter</i>	100 N- 30 P- 40 K- 10 S	15-30-45
T9	Nivel Bajo + <i>Bacillus sp.</i>	100 N- 30 P- 40 K- 10 S	15-30-45
T10	Fertilización según agricultor	92 N, 0 P, 30 K	20-40

d.d.s: Días después de la siembra.

* Programa de fertilización según análisis de suelo.

3.5. Diseño Experimental

El trabajo de investigación empleó el diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial $3 \times 3 + 1$ testigo, dando 10 tratamientos y tres (3) repeticiones.

Para la evaluación y comparación de medias de los tratamientos se aplicó la prueba de Tukey al 5% de significancia.

3.6 Andeva

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	9
Factor a	2
Factor b	2
Interacciones	4
Repeticiones	2
Error experimental	20
Total	29

3.7. Manejo del Ensayo

Durante el desarrollo del ensayo se empleó todas las labores y prácticas agrícolas que requirió el cultivo para su normal crecimiento y desarrollo.

3.7.1 Análisis de suelo

Antes de la preparación del suelo, se tomó una muestra compuesta del mismo, para proceder al análisis físico y químico de la muestra en el Laboratorio del INIAP.

3.7.2 Preparación del terreno

El terreno se preparó, en función de un pase de arado y dos de rastra en sentido cruzado, con esto se logró obtener una adecuada base para la germinación de las semillas.

3.7.3 Siembra

La siembra se la realizó con el sistema de siembra a chorro continuo. Se utilizó 90 kg/ha de semilla certificada de la variedad INIAP-17. La semilla fue cubierta con Thiodicarb (Semevin, 3 cc/kg de semilla) para evitar el ataque de gusanos trozadores y masticadores.

3.7.4 Control de malezas

Los herbicidas se aplicaron a la siembra en pre emergencia y 30 días después de la misma, cuando las arvenses alcanzaron un adecuado tamaño para su control. Se empleó un aspersor de mochila CP-3 a presión de 40 a 60 lb con boquilla para cobertura de 2 m.

Los productos utilizados fueron: en pre emergencia, Pendimetalin y Butaclor, en dosis de 2.5 y 3 L/ha, respectivamente. A estos se añadió Paraquat en dosis de 1 L/ha, para controlar malezas emergidas. En los 30 días se aplicó Bispiribac sodium, en dosis de 250 cc/ha, 2-4 D amina en dosis de 300 cc/ha y Metsulfuron en dosis de 150 g/ha. Se realizaron dos desyerbas manuales a los 45 y 70 días después de la siembra.

3.7.5 Control fitosanitario

El cultivo presentó ataque de langosta (*Spodoptera frugiperda*), el mismo fue controlado aplicando clorpirifos en dosis de 500 cc/ha y Cipermetrina 300 cc/ha, a los 25 días después de la siembra. En la etapa de reproducción y llenado de granos (70 días después de la siembra) se aplicó fipronil para el control de chinches en dosis de 250 cc/ha. No se observó la presencia de enfermedades en el cultivo por tal motivo no fue necesaria la aplicación de fungicidas.

3.7.6 Riego

El ensayo se realizó bajo condiciones de lluvia, por este motivo no se aplicó riegos a la plantación.

3.7.7 Fertilización

Para el efecto la aplicación de fertilizantes y producto se realizó a los 15, 30 y 45 días después de la siembra. Para la fertilización combinada se aplicaron a los 15 y 30 días después de la siembra (50 % de dosis en cada aplicación). El testigo se manejó con aplicaciones a los 20 y 40 días después de la siembra. La colocación del fertilizante se hizo al voleo.

El nitrógeno se aplicó como Urea a los 15, 30 y 45 días después de la siembra en partes iguales. La aplicación de azufre se realizó utilizando Sulfato de amonio a los 15 y 45 días después de la siembra, fraccionando la aplicación en dos partes. Para la aplicación del potasio se utilizó muriato de potasio y fósforo DAP, los cuales se colocaron en partes iguales a la siembra y posteriormente a los 15 días después de esta.

La aplicación de microelementos en especial Boro se realizó a los 20 días después de la siembra de manera foliar con una bomba de aspersión calibrada. Las aplicaciones de fertilizantes edáficos se realizaron en horas de la tarde para evitar estrés las plántulas y con suelo húmedo, para favorecer su asimilación. Los biofertilizantes se aplicaron con una bomba de mochila CP-3, previamente calibrada y para una mejor eficiencia se utilizó una boquilla de abanico.

3.7.8 Cosecha

La cosecha se realizó en cada parcela experimental de forma manual, cuando los granos alcanzaron La madurez fisiológica.

3.8. Datos a evaluar

3.8.1 Altura de planta.

Se tomó lecturas de diez plantas al azar y se registró en centímetros. Se evaluó a los 75 días después de la siembra.

3.8.2 Número de macollos/m².

En el área útil de cada parcela se escogió al azar un m² y se colecto los macollos efectivos, a los 60 días después de la siembra. Para el efecto se tomó un marco de madera que tuvo 1 m² y se lo lanzó al azar.

3.8.3 Número de panículas/m².

En el mismo metro cuadrado que se contó macollos, se contabilizó las panículas al momento de la cosecha.

3.8.4 Número de granos por espiga.

Se evaluó escogiendo diez espigas al azar, contando todos los granos que en ella estuvieron y que no tuvieran defectos de forma.

3.8.5 Días a floración.

Se tomó cuando el cultivo presentó el 50 % de panículas emergidas de la planta, en cada unidad experimental.

3.8.6. Longitud de espigas.

En 10 espigas al azar se midió la longitud de las mismas desde su base hasta la punta apical de las mismas.

3.8.7 Peso de 1000 semillas.

Se tomó 1000 granos en cada parcela experimental, teniendo cuidado de que los mismos no tuvieran dañados por insectos o enfermedades. Luego se pesó en una balanza de precisión y su promedio se expresó en gramos.

3.8.8 Días a la cosecha.

Se evaluó desde el inicio de siembra hasta la cosecha total por tratamiento.

3.8.9 Rendimiento por hectárea.

Se determinó por el peso de los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental, el porcentaje de humedad se ajustó al 14 % y su peso se transformó a kilogramos por hectárea. Se empleó la siguiente fórmula para ajustar los pesos.

$$Pu = Pa (100 - ha) / (100 - hd)$$

Pu= Peso uniformizado

Pa= Peso actual

ha= Humedad actual

hd= Humedad deseada

3.8.10 Análisis económico.

Con los rendimientos encontrados y los costos del ensayo, se realizó un análisis económico basado en el costo de los tratamientos.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el estudio se presentan a continuación:

4.1. Altura de planta.

En el Cuadro 1, se observan los promedios de altura de plantas evaluadas a la cosecha. Los valores lograron alta significancia estadística en la evaluación. El coeficiente de variación fue 1.68 %.

En la evaluación realizada se encontró que el tratamiento Nivel Alto + Azospirillum (180 N-60 P-90 K-30 + *Azospirillum* 3 L/ha) fue estadísticamente superior a los demás tratamientos con 80.63 cm, siendo estadísticamente menor el tratamiento Nivel Alto + Azotobacter (180 N-60 P-90 K-30 + *Azotobacter* 3 L/ha (74.67 cm).

4.2. Número de macollos por metro cuadrado.

El Cuadro 2, muestra los promedios de la evaluación de número de macollos por metro cuadrado registrados durante el ensayo. Se registró alta significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 1.7 %.

Se registró el mayor número de macollos en el tratamiento Nivel Alto + Azospirillum (180 N-60 P-90 K-30 + *Azospirillum* 3 L/ha) con 429.78 macollos/m², el cual fue superior estadísticamente a todos los tratamientos evaluados. Se presentó el menor registro en el tratamiento Fertilización según agricultor (322.50 macollos/ m²).

Cuadro 1. Promedio de altura de plantas a cosecha, con tratamientos de biofertilizantes. Babahoyo, 2014.

Tratamientos	Altura de planta (cm)
Nivel Alto + Azospirillum	80.62 a
Nivel Alto + Azotobacter	74.67 d
Nivel Alto + Bacillus sp.	75.19 cd
Nivel Medio + Azospirillum	75.75 abc
Nivel Medio + Azotobacter	74.87 bcd
Nivel Medio + Bacillus sp.	75.87 bcd
Nivel Bajo + Azospirillum	75.25 bcd
Nivel Bajo + Azotobacter	76.45 bcd
Nivel Bajo + Bacillus sp.	75.59 b
Fertilización según agricultor	76.25 bcd
Promedios	77.28
Significancia estadísticas	**
Coeficiente de variación %	1.68

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

4.3. Número de panículas por metro cuadrado.

El número de panículas por metro cuadrado evaluados en los tratamientos estudiados se observan en el Cuadro 2, encontrándose alta significancia estadística con un coeficiente de variación de 1.71 %.

Se encontró que el mayor número de panículas estuvo en el tratamiento Nivel Alto + Azospirillum (180 N-60 P-90 K-30 + *Azospirillum* 3 L/ha) con 343.75 panículas/m², el cual estadísticamente superior a los demás tratamientos. El

menor valor se registró con la aplicación de Fertilización según agricultor (258.00 panículas/ m²) que fue inferior estadísticamente.

Cuadro 2. Promedios de número de macollos y número de panículas por metro cuadrado en ensayo, con tratamientos de biofertilizantes. Babahoyo, 2014.

Tratamientos	Macollos/ m²	Panículas/ m²
Nivel Alto + Azospirillum	429.75 a	343.75 a
Nivel Alto + Azotobacter	332.00 cd	265.50 cd
Nivel Alto + Bacillus sp.	346.25 bc	277.25 bc
Nivel Medio + Azospirillum	342.25 cd	273.75 cd
Nivel Medio + Azotobacter	335.28 cd	268.00 cd
Nivel Medio + Bacillus sp.	345.25 bc	278.15 bc
Nivel Bajo + Azospirillum	334.25 cd	272.26 cd
Nivel Bajo + Azotobacter	332.25 cd	265.75 cd
Nivel Bajo + Bacillus sp.	369.50 ab	303.50 ab
Fertilización según agricultor	322.50 d	258.00 d
Promedios	354.92	284.00
Significancia estadísticas	**	**
Coefficiente de variación %	1.70	1.71

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

4.4. Días a floración.

En el Cuadro 3, se aprecian los promedios de los días a floración encontrados en el presente estudio. No se alcanzó significancia estadística, estando el coeficiente de variación en 1.84 %.

El tratamiento Nivel Bajo + *Azotobacter* (82 días) demora más tiempo en florecer, observándose floración más rápida con Nivel Alto + *Azospirillum* (79 días).

4.5. Días a maduración fisiológica.

El Cuadro 3 presenta los promedios de días a maduración fisiológica evaluados en los tratamientos estudiados. El análisis de varianza alcanzó alta significancia estadística al 95 % de probabilidad. El coeficiente de variación fue 0.96 %.

Se presentó maduración más lenta cuando se aplicó Fertilización según agricultor (116.00 días, respectivamente), siendo estadísticamente superiores a los demás tratamientos. Maduración más rápida se logró con la aplicación de Nivel Medio + *Bacillus* sp. (109.00 días).

Cuadro 3. Promedios de días a floración, maduración fisiológica y a cosecha, con tratamientos de biofertilizantes. Babahoyo, 2014.

Tratamientos	Días Floración	Días Maduración Fisiológica
Nivel Alto + Azospirillum	79.00 a	111.00 a
Nivel Alto + Azotobacter	80.00 a	113.00 a
Nivel Alto + Bacillus sp.	80.00 a	115.00 a
Nivel Medio + Azospirillum	80.00 a	111.00 a
Nivel Medio + Azotobacter	78.00 a	112.00 a
Nivel Medio + Bacillus sp.	80.00 a	109.00 a
Nivel Bajo + Azospirillum	80.00 a	112.00 a
Nivel Bajo + Azotobacter	82.00 a	115.00 a
Nivel Bajo + Bacillus sp.	80.00 a	112.00 a
Fertilización según agricultor	81.00 a	116.00 a
Promedios	80.71	113.28
Significancia estadísticas	Ns	Ns
Coeficiente de variación %	1.84	0.96

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

4.6. Número de granos por panícula.

El promedio del número de granos por panícula evaluados en los tratamientos estudiados, están en el Cuadro 4. Realizado el análisis de varianza se no alcanzó significancia estadística al 95 % de probabilidad, teniendo un coeficiente de variación fue 8.88 %.

Se encontró mayor número de días en el (85.05 granos), teniéndose menos granos con la aplicación de Nivel Alto + *Azospirillum* (72.19 granos).

4.7. Longitud de panículas.

En el Cuadro 4, se observan los promedios de longitud de panícula obtenidos en los tratamientos evaluados. Se evidenció alta significancia estadística con un El coeficiente de variación fue 2.32 %.

La mayor longitud se obtuvo en el tratamiento Nivel Alto + *Azospirillum* (24.92 cm) que fue estadísticamente superior a los demás tratamientos. La menor significancia estadística estuvo en el tratamiento Fertilización según agricultor (21.40 cm).

4.8. Peso de 1000 granos.

El Cuadro 5 muestra los promedios del peso de 1000 granos recogidos en los tratamientos. No se encontró significancia estadística, teniendo un coeficiente de variación fue 5.39 %.

Se encontró que el mayor peso de granos con la aplicación del tratamiento Nivel Alto + *Azospirillum* (32.5.0 g). El menor peso se registró cuando se aplicó Nivel Medio + *Bacillus sp.* (29.5 g).

Cuadro 4. Promedios de número de granos por panícula y longitud de panículas, con tratamientos de biofertilizantes. Babahoyo, 2014.

Tratamientos	Número de granos	Longitud de panículas
Nivel Alto + Azospirillum	72.19 a	24.92 a
Nivel Alto + Azotobacter	73.94 a	21.70 cd
Nivel Alto + Bacillus sp.	74.75 a	23.02 bc
Nivel Medio + Azospirillum	79.50 a	22.15 cd
Nivel Medio + Azotobacter	78.90 a	22.25 cd
Nivel Medio + Bacillus sp.	82.15 a	22.75 cd
Nivel Bajo + Azospirillum	73.90 a	21.95 cd
Nivel Bajo + Azotobacter	81.75 a	21.85 cd
Nivel Bajo + Bacillus sp.	78.05 a	22.75 cd
Fertilización según agricultor	85.05 a	21.40 d
Promedios	8.88	2.32
Significancia estadísticas	Ns	**
Coefficiente de variación %	1.84	0.96

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

4.9. Rendimiento por hectárea

En el Cuadro 5, se registran los promedios del rendimiento por hectárea de los tratamientos. Se encontró alta significancia estadística, con un coeficiente de variación de 4.06 %.

En los promedios se encontró que el tratamientos Nivel Alto + Azospirillum (5236.50 kg/ha) fue estadísticamente superior a los demás tratamientos. El menor promedio se obtuvo en el tratamiento Nivel Medio + Bacillus sp. con 3747.75 kg/ha, siendo inferior a los demás.

Cuadro 5. Promedios de peso de 1000 granos, relación grano-paja y volcamiento, con tratamientos de biofertilizantes. Babahoyo, 2014.

Tratamientos	Peso de 1000 Granos (g)	Rendimiento kg/ha
Nivel Alto + Azospirillum	32.50 a	5236.50 a
Nivel Alto + Azotobacter	31.00 a	4445.50 bc
Nivel Alto + Bacillus sp.	30.75 a	4758.50 bc
Nivel Medio + Azospirillum	30.50 a	4495.75 bc
Nivel Medio + Azotobacter	30.25 a	4412.50 bc
Nivel Medio + Bacillus sp.	29.50 a	3747.75 d
Nivel Bajo + Azospirillum	30.00 a	4656.75 bc
Nivel Bajo + Azotobacter	29.75 a	4491.50 bc
Nivel Bajo + Bacillus sp.	30.75 a	4455.50 bc
Fertilización según agricultor	30.75 a	4008.75 cd
Promedios	30.00	4501.3
Significancia estadísticas	Ns	**
Coeficiente de variación %	5.39	4.06

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

4.10. Evaluación económica.

En el Cuadro 7, se observan los promedios de los resultados de la evaluación económica, realizada a los tratamientos, analizando ingresos y egresos

Se encontró que el tratamiento Nivel Alto + Azospirillum fue el que mayor utilidad reportó con \$ 842.91, mientras el menor ingreso lo tuvo el tratamiento Fertilización según agricultor (\$ 395.48).

Cuadro 7. Análisis económico de los tratamientos, con tratamientos de biofertilizantes. Babahoyo, 2014.

Tratamiento	Rendimiento kg/ha	Ingresos	Costo Fijos agroquímicos	Costo Fertilización	Costo de cosecha	Costos Variables	Costo Total	Utilidad Neta	Utilidad Marginal
Nivel Alto + Azospirillum	5236,50	1861,87	635,50	238,00	145,46	0,00	1018,96	842,91	0,00
Nivel Alto + Azotobacter	4445,50	1580,62	635,50	238,00	123,49	0,00	996,99	583,64	-259,27
Nivel Alto + Bacillus sp.	4758,50	1691,91	635,50	238,00	132,18	0,00	1005,68	686,23	-156,68
Nivel Medio + Azospirillum	4495,75	1598,49	635,50	238,00	124,88	0,00	998,38	600,11	-242,80
Nivel Medio + Azotobacter	4412,50	1568,89	635,50	180,50	122,57	45,00	983,57	585,32	-257,59
Nivel Medio + Bacillus sp.	3747,75	1332,53	635,50	123,00	104,10	45,00	907,60	424,93	-417,98
Nivel Bajo + Azospirillum	4656,75	1655,73	635,50	180,50	129,35	90,00	1035,35	620,38	-222,53
Nivel Bajo + Azotobacter	4491,50	1596,98	635,50	123,00	124,76	90,00	973,26	623,71	-219,19
Nivel Bajo + Bacillus sp.	4455,50	1584,18	635,50	238,00	123,76	90,00	1087,26	496,91	-345,99
Fertilización según agricultor	4008,75	1425,33	635,50	238,00	111,35	45,00	1029,85	395,48	-447,43

Costo saco arroz: \$ 32

Biológicos: \$24

Costo de cosechada: \$2,50

Costo de fertilización: \$180

V. DISCUSIÓN

Obtenidos los resultados en la presente investigación se determinó que el uso biofertilizantes en combinación con el fertilizante edáfico en diferentes dosis, tuvieron incidencia sobre el rendimiento del cultivo en campo.

Con las aplicaciones de biofertilizantes sobre la variedad de arroz, se encontró que estas no influyeron significativamente en los factores agronómicos estudiados, sin embargo tuvieron manifestación en la producción del cultivo. Esto concuerda AGRIPAC (2010), quienes mencionan que cada especie tiene sus exigencias peculiares, tanto por la calidad como por la cantidad de fertilizantes a aplicar, solamente con conocimientos de estas necesidades permite establecer una fertilización ideal que garantice una producción máxima y que al mismo tiempo, conserve el suelo en un estado natural perfecto sin que haya el peligro de desequilibrios minerales que puedan alcanzar niveles realmente peligrosos, sobre todo tratándose de monocultivos continuos.

La observación de resultados estadísticos muestran que las diferentes aplicaciones de biofertilizantes incrementan las condiciones agronómicas del cultivo de arroz, debido a que los mismos al facilitan nutrientes en condiciones en que las plantas los absorben de una manera más adecuada y repartida, siendo el proceso de translocación y nutrición, más adecuado haciendo que la planta obtenga los nutrientes en todas sus etapas de desarrollo fenológico no afectando el rendimiento general del cultivo. Esto concuerda con Arias, López y Guerrero (2007), que dicen que las bacterias fijadoras de nitrógeno son componentes muy importante del suelo, para desarrollar la fertilidad del suelo de aumentar el contenido del nitrógeno en las condiciones medioambientales adecuados, las bacterias fijadoras de nitrógeno producen enzimas que toman el nitrógeno en su forma gaseosa de la atmosfera 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.

Las aplicaciones de biofertilizantes con fertilización química, activan también a microorganismos beneficios del suelos, los cuales mejoran sobre la condiciones físicas y químicas del mismo, esto debido a que ellos poseen una mayor carga biológica que descomponen la materia orgánica del suelo creando un adecuado balance nutricional, sin embargo este efecto se observa de mejor manera comparando las variables y colocando diferentes fuentes nutricionales, como lo menciona Okon (1994), quien 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.

El mayor rendimiento en peso de grano se encontró cuando se aplicó el Nivel Alto de fertilización (180-60-90 kg/ha) + Azospirillum 3 L/ha, con esta aplicación se promovió al cultivo a incrementar su crecimiento de una manera más fisiológicamente estable, esto es previsible sabiendo que la aportación de nutrientes de una manera adecuada, mejora su distribución en el sistema radicular, activando el desarrollo vegetativo de las plantas y maximizando su potencial productivo. La que concuerda con EUROAGRO (2014), quienes mencionan que la inoculación con Azospirillum tiene efectos benéficos en diferentes cultivos debido a su capacidad de convertir el n_2 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.

En lo referente a las variables: días a floración, número de granos y peso de 1000 granos, no determinaron significancia estadística en las evaluaciones realizadas. Lo que permite ver que la influencia de los fertilizantes y biofertilizantes en los suelos del ensayo, no afectan estas variables sino directamente lo referente a la producción del rendimiento del cultivo.

Los rendimientos presentados fueron aceptables dadas las condiciones de la zona. Los rendimientos alcanzados para la variedad INIAP alcanzaron su tope más alto con la aplicación del tratamiento Alto de fertilización (180-60-90 kg/ha) + Azospirillum 3 L/ha (5236.5 kg/ha), las que superan considerablemente la producción media nacional y a los demás tratamientos.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

1. La aplicación de un programa de alto nivel de fertilización (180-60-90 kg/ha) + Azospirillum 3 L/ha, influyen indirectamente sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de variedades de arroz.
2. Las aplicaciones de Alto de fertilización (180-60-90 kg/ha) + Azospirillum 3 L/ha, aumentaron el rendimiento de grano en con incrementos del 28 % con relación al testigo.
3. Las aplicaciones de programa de fertilización por niveles medios y bajos, no presenta incidencia sustancial sobre el cultivo de arroz en el ensayo.
4. Las aplicaciones de *Bacillus* y *Azotobacter* en conjunto con niveles medios y bajos de aplicación de nutrientes, no inciden en días a la floración, volcamiento, peso de 1000 granos, número de granos por panícula y relación grano/paja.
5. Las variables longitud de panícula, días a maduración, altura de planta y rendimiento por hectárea, fueron influenciados por la aplicación de un programa de alto nivel de fertilización + Azospirillum.
6. La variedad INIAP-17 con la aplicación de un programa de alto nivel de fertilización (180-60-90 kg/ha) + Azospirillum 3 L/ha (5236.5 kg/ha) obtuvo un rendimiento superior a los demás tratamientos.

7. El mayor rendimiento económico se presentó con la aplicación de un programa de alto nivel de fertilización (180-60-90 kg/ha) + Azospirillum 3 L/ha (842.91 dólares).

En base a estas conclusiones se recomienda:

1. Realizar las aplicaciones de un programa de alto nivel de fertilización (180-60-90 kg/ha) + Azospirillum 3 L/ha, para lograr incrementos de rendimiento de grano de arroz.
2. Utilizar para la siembra la variedad INIAP-17 por su estable comportamiento para la época y la zona de estudio.
3. Realizar investigaciones similares con otros materiales de siembra, fertilizantes y bajo otras condiciones de manejo.

VII. RESUMEN

Palabras Claves: PCB, arroz, Fertilizante edáfico, Foliar, Rendimiento.

El objetivo de esta investigación fue analizar la influencia de cuatro bioestimulantes orgánicos sobre la eficiencia de la fertilización química convencional en arroz (*Oryza Sativa*), para evaluar su efecto sobre el rendimiento de grano y comportamiento del cultivo.

El trabajo se realizó se realizará en los terrenos de la granja experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en Km. 7.5 de la vía Babahoyo-Montalvo. Se investigaron diez tratamientos y tres repeticiones. Se realizó la siembra de arroz variedad INIAP-17 en parcelas de 20 m². Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar. Para la evaluación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

Al final del ciclo del cultivo se evaluó: altura de plantas, número de macollos por m², Granos por panícula, longitud y número de panículas m², Días a floración, Días a cosecha, número de granos por panícula, peso 1000 semillas y Rendimiento por hectárea.

Los resultados determinaron que el uso de un programa de complementación biológico de fertilizantes en combinación con el fertilizante edáfico, no tuvieron incidencia sobre el rendimiento del cultivo en campo. La aplicación de un programa de alto nivel de fertilización (180-60-90 kg/ha) + Azospirillum 3 L/ha, obtuvo un rendimiento superior a los demás tratamientos (5236.5 kg/ha).

VIII. SUMMARY

Keywords: PCB, rice, edaphic Fertilizer, Foliar, Performance.

The objective of this research was to analyze the influence of four organic bio-stimulants on the efficiency of conventional chemical fertilization in rice (*Oryza sativa*), to evaluate its effect on grain yield and crop performance.

The work was carried out will be held at the site of the experimental farm of the Faculty of Agricultural Sciences at the Technical University of Babahoyo, located at Km. 7.5 of the Babahoyo-Montalvo pathway. Ten treatments and three replications were investigated. Planting rice INIAP-17 variety in plots of 20 m² was performed. Treatments were arranged in a randomized complete design blocks. Tukey test at 5% significance was used to evaluate mean.

At the end of the crop cycle were evaluated: plant height, number of tillers per m², grains per panicle, length and number of panicles m², days to flowering, days to harvest, number of grains per panicle, weight of 1000 seeds and yield per hectare.

The results determined that the use of a program of biological fertilizer supplementation in combination with the edaphic fertilizer had no effect on crop yield in the field. The application of a high-level program of fertilization (180-60-90 kg / ha) + Azospirillum 3 L / ha, outperformed the other treatments (5236.5 kg / ha) performance.

IX. LITERATURA CITADA

- AGRIPAC S.A. (2010). Mixpac, nueva solución para el agro. Revista AGRIPAC DIRECTO, Disponible en www.agripac.com.
- 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.
- Bizzozero, P. (2006). Reducen biofertilizantes costos y daño ambiental. Imagen agropecuaria. (Costa Rica). 2006 (1):12-14.
- Calderon, L.; Rodríguez, H.M.; Rubiano, E.; Castro, J. (2002). Aislamiento e identificación de hongos solubilizadores de fosfatos aislados de cultivos de arroz y evaluación del pH y concentraciones de Sacarosa y cloruro de sodio sobre su actividad solubilizadora. Trabajo de Grado de la Pontificia Universidad Javeriana Bogotá. 126 p.
- Castilla, L. (2005). Evaluación de líneas interespecificas 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. (1997). 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.

- Ecocampo. (2013). *Bacillus subtilis*, biofungicida y bioestimulador de crecimiento. Disponible en http://www.ecocampo.com.pe/pdf/ficha-bacillus_subtilis-ecocampo.pdf
- Espinoza, V.; Armenta, B. & Olalde, P. (2003). Interacción de micorriza y *Bacillus subtilis* en la producción de plántula de chile en invernadero. XII Congreso nacional de Ingeniería agrícola y II foro de la agroindustria del mezcal (memorias). AMIA. Oaxaca, México.
- EUROAGRO. (2014). Manual y catálogo de productos. Disponible en www.euroagro.com.ec
- FAO (2011). Core collections of plant genetic resources. Roma, IT, International Plant Genetic Resources Institute. 48 p. (Technical Bulletin no.8).
- 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.
- Hussigi, P; Fuentes, V; Polanco, B; Urquiaga, H. 2001. Alternativas para la producción de cacao en Colombia. Centro de Investigación de Agricultura Tropical. Boletín Divulgativo N°101. p 33-45.
- Instituto de Investigación del Perú. 2009. Producción Agropecuaria en el Perú. 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, 20-65p.
- Madigan M; Martinko J (editors). (2005). Brock Biology of Microorganisms, 11th ed., Prentice Hall. ISBN 0-13-144329-1.
- Okon, J. 1994. Producción orgánica de cultivos en el valle del Cauca. Universidad de la Sabana. Editorial Produmedios, Colombia. pp 45-54.

SUMMER ZONE. (2014). Manual y catálogo de productos. Disponible en www.organicosecuador.com/sitio/index.php/productos-y-pedidos/agricultura/companion.html

ANEXOS

a. Distribución de plantas

X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X

b. Distribución de parcelas

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

- 1 m -

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

- 1 m-

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

c. Características del lote experimental

Tratamientos: 10

Repetición: 3

Total parcelas: 30

Ancho de la unidad experimental: 4 m

Largo de unidad experimental: 4 m

Área unidad experimental: 16 m²

Área de bloque: 160 m²

Área Total de Bloques: 480 m²

Área Total del Ensayo: 560 m²

Anexo 1. Altura de planta a la cosecha (cm).

Nº	Tratamiento	Repetición			Total	Promedio
		Rep 1	Rep 2	Rep 3		
1	Nivel Alto + Azospirillum	80,40	80,90	81,20	322,50	80,63
2	Nivel Alto + Azotobacter	78,80	80,40	79,40	315,00	78,75
3	Nivel Alto + Bacillus sp.	75,80	76,20	77,90	303,50	75,88
4	Nivel Medio + Azospirillum	79,50	79,10	80,20	318,40	79,60
5	Nivel Medio + Azotobacter	74,40	74,70	75,40	298,70	74,68
6	Nivel Medio + Bacillus sp.	74,40	76,50	74,70	300,80	75,20
7	Nivel Bajo + Azospirillum	78,80	80,40	79,40	315,00	78,75
8	Nivel Bajo + Azotobacter	75,80	76,20	77,90	303,50	75,88
9	Nivel Bajo + Bacillus sp.	79,50	79,10	80,20	318,40	79,60
10	Fertilización según agricultor	75,90	74,50	75,60	305,00	76,25

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	131.484375	21.914063	12.9329	0.000
BLOQUES	2	3.609375	1.203125	0.7100	0.561
ERROR	18	30.500000	1.694444		
TOTAL	29	165.593750			

C.V. = 1.684358%

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

TUKEY = 3.7684

VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.67 5.79

TRATAMIENTO	MEDIA
1	80.6200 A
6	79.5900 AB
4	78.7500 ABC
9	78.7500 ABC
7	76.2500 BCD
5	75.8750 BCD
3	75.1990 CD
8	74.6700 CD
7	75.1990 CD
10	74.6700 D

Anexo 2. Número de macollos m².

Nº	Tratamiento	Repetición			Total	Promedio
		Rep 1	Rep 2	Rep 3		
1	Nivel Alto + Azospirillum	432,00	424,00	444,00	1719,00	429,75
2	Nivel Alto + Azotobacter	345,00	324,00	338,00	1328,00	332,00
3	Nivel Alto + Bacillus sp.	352,00	351,00	342,00	1385,00	346,25
4	Nivel Medio + Azospirillum	345,00	341,00	344,00	1369,00	342,25
5	Nivel Medio + Azotobacter	336,00	336,00	334,00	1329,00	332,25
6	Nivel Medio + Bacillus sp.	380,00	386,00	378,00	1518,00	379,50
7	Nivel Bajo + Azospirillum	345,00	341,00	344,00	1369,00	342,25
8	Nivel Bajo + Azotobacter	336,00	336,00	334,00	1329,00	332,25
9	Nivel Bajo + Bacillus sp.	380,00	386,00	378,00	1518,00	379,50
10	Fertilización según agricultor	321,00	318,00	327,00	1290,00	322,50

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	34118.750000	5686.458496	154.9092	0.000
BLOQUES	2	458.250000	152.750000	4.1612	0.021
ERROR	18	660.750000	36.708332		
TOTAL	29	35237.750000			

C.V. = 1.707031%

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

TUKEY = 17.5401

VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.67 5.79

TRATAMIENTO	MEDIA
1	429.7800 A
9	379.5000 B
4	379.5000 B
3	346.5000 C
4	342.2500 C
7	332.2500 CD
8	342.2500 C
5	332.2500 CD
2	332.0000 CD
10	322.5000 D

Anexo 3. Número de panículas m².

Nº	Tratamiento	Repetición			Total	Promedio
		Rep 1	Rep 2	Rep 3		
1	Nivel Alto + Azospirillum	345,60	339,20	355,20	1375,20	343,80
2	Nivel Alto + Azotobacter	276,00	259,20	270,40	1062,40	265,60
3	Nivel Alto + Bacillus sp.	281,60	280,80	273,60	1108,00	277,00
4	Nivel Medio + Azospirillum	276,00	272,80	275,20	1095,20	273,80
5	Nivel Medio + Azotobacter	268,80	268,80	267,20	1063,20	265,80
6	Nivel Medio + Bacillus sp.	304,00	308,80	302,40	1214,40	303,60
7	Nivel Bajo + Azospirillum	276,00	272,80	275,20	1095,20	273,80
8	Nivel Bajo + Azotobacter	268,80	268,80	267,20	1063,20	265,80
9	Nivel Bajo + Bacillus sp.	304,00	308,80	302,40	1214,40	303,60
10	Fertilización según agricultor	256,80	254,40	261,60	1032,00	258,00

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	21808.750000	3634.791748	153.2231	0.000
BLOQUES	2	308.000000	102.666664	4.3279	0.018
ERROR	18	427.000000	23.722221		
TOTAL	29	22543.750000			

C.V. = 1.715412%

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

TUKEY = 14.1002

VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.67 5.79

TRATAMIENTO	MEDIA
1	343.7500 A
6	303.5000 B
9	303.5000 B
3	277.5000 C
4	273.7500 C
5	265.7500 CD
7	273.7500 C
8	265.7500 CD
2	265.5000 CD
10	258.0000 D

Anexo 4. Días a la floración.

Nº	Tratamiento	Repetición			Total	Promedio
		Rep 1	Rep 2	Rep 3		
1	Nivel Alto + Azospirillum	79,00	79,00	79,00	316,00	79,00
2	Nivel Alto + Azotobacter	80,00	80,00	80,00	320,00	80,00
3	Nivel Alto + Bacillus sp.	82,00	82,00	82,00	328,00	82,00
4	Nivel Medio + Azospirillum	80,00	80,00	80,00	320,00	80,00
5	Nivel Medio + Azotobacter	82,00	82,00	82,00	328,00	82,00
6	Nivel Medio + Bacillus sp.	81,00	81,00	81,00	324,00	81,00
7	Nivel Bajo + Azospirillum	80,00	80,00	80,00	320,00	80,00
8	Nivel Bajo + Azotobacter	82,00	82,00	82,00	328,00	82,00
9	Nivel Bajo + Bacillus sp.	81,00	81,00	81,00	324,00	81,00
10	Fertilización según agricultor	81,00	81,00	81,00	324,00	81,00

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	21.718750		3.619792	1.6528 0.190
BLOQUES	2	2.578125		0.859375	0.3924 0.763
ERROR	18	39.421875		2.190104	
TOTAL	29	63.718750			

C.V. = 1.843292%

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

TUKEY = 4.2842

VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.67 5.79

TRATAMIENTO	MEDIA
5	82.0000 A
8	82.0000 A
10	81.0000 A
4	80.0000 A
7	80.0000 A
2	80.0000 A
6	80.0000 A
9	80.0000 A
3	80.0000 A
1	79.0000 A

Anexo 5. Días a la maduración.

Nº	Tratamiento	Repetición			Total	Promedio
		Rep 1	Rep 2	Rep 3		
1	Nivel Alto + Azospirillum	111,00	111,00	111,00	444,00	111,00
2	Nivel Alto + Azotobacter	113,00	113,00	113,00	452,00	113,00
3	Nivel Alto + Bacillus sp.	115,00	115,00	115,00	460,00	115,00
4	Nivel Medio + Azospirillum	112,00	112,00	112,00	448,00	112,00
5	Nivel Medio + Azotobacter	115,00	115,00	115,00	460,00	115,00
6	Nivel Medio + Bacillus sp.	112,00	112,00	112,00	448,00	112,00
7	Nivel Bajo + Azospirillum	112,00	112,00	112,00	448,00	112,00
8	Nivel Bajo + Azotobacter	115,00	115,00	115,00	460,00	115,00
9	Nivel Bajo + Bacillus sp.	112,00	112,00	112,00	448,00	112,00
10	Fertilización según agricultor	115,00	115,00	115,00	460,00	115,00

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	69.718750	11.619792	9.6302	0.000
BLOQUES	2	12.281250	4.093750	3.3928	0.040
ERROR	18	21.718750	1.206597		
TOTAL	29	103.718750			

C.V. = 0.969630%

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

TUKEY = 8.1800

VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.67 5.79

TRATAMIENTO	MEDIA
3	115.0000 A
5	115.0000 A
8	115.0000 A
10	115.0000 A
2	113.0000 A
4	112.0000 A
9	112.0000 A
7	112.0000 A
6	112.0000 A
1	111.0000 A

Anexo 6. Número de granos por panícula.

Nº	Tratamiento	Repetición			Total	Promedio
		Rep 1	Rep 2	Rep 3		
1	Nivel Alto + Azospirillum	69,80	73,60	79,20	288,80	72,20
2	Nivel Alto + Azotobacter	59,80	76,60	84,20	295,80	73,95
3	Nivel Alto + Bacillus sp.	74,60	72,60	90,40	299,00	74,75
4	Nivel Medio + Azospirillum	79,00	74,40	94,80	318,00	79,50
5	Nivel Medio + Azotobacter	78,20	87,20	83,00	327,00	81,75
6	Nivel Medio + Bacillus sp.	61,20	80,60	88,60	312,20	78,05
7	Nivel Bajo + Azospirillum	79,00	74,40	94,80	318,00	79,50
8	Nivel Bajo + Azotobacter	78,20	87,20	83,00	327,00	81,75
9	Nivel Bajo + Bacillus sp.	61,20	80,60	88,60	312,20	78,05
10	Fertilización según agricultor	74,00	89,40	86,80	340,20	85,05

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	506.171875	84.361977	1.7628	0.164
BLOQUES	2	965.515625	321.838531	6.7249	0.003
ERROR	18	861.437500	47.857639		
TOTAL	29	2333.125000			

C.V. = 8.881330%

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

TUKEY = 20.0274

VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.67 5.79

TRATAMIENTO	MEDIA
10	85.0500 A
5	81.7500 A
4	79.5000 A
6	78.0500 A
8	81.7500 A
7	79.5000 A
9	78.0500 A
3	74.7500 A
2	73.9400 A
1	72.1900 A

Anexo 7. Longitud de panícula (cm).

Nº	Tratamiento	Repetición			Total	Promedio
		Rep 1	Rep 2	Rep 3		
1	Nivel Alto + Azospirillum	24,10	24,50	25,30	99,70	24,93
2	Nivel Alto + Azotobacter	22,10	22,20	21,90	88,40	22,10
3	Nivel Alto + Bacillus sp.	23,70	22,70	22,90	92,10	23,03
4	Nivel Medio + Azospirillum	22,40	22,10	22,00	88,60	22,15
5	Nivel Medio + Azotobacter	22,10	21,80	21,70	87,40	21,85
6	Nivel Medio + Bacillus sp.	23,10	23,60	23,90	93,50	23,38
7	Nivel Bajo + Azospirillum	22,40	22,10	22,00	88,60	22,15
8	Nivel Bajo + Azotobacter	22,10	21,80	21,70	87,40	21,85
9	Nivel Bajo + Bacillus sp.	23,10	23,60	23,90	93,50	23,38
10	Fertilización según agricultor	22,10	20,10	21,60	85,60	21,40

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	34.348633	5.724772	20.6253	0.000
BLOQUES	2	0.645508	0.215169	0.7752	0.525
ERROR	18	4.996094	0.277561		
TOTAL	29	39.990234			

C.V. = 2.321979%

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01
 TUKEY = 1.3252
 VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.67 5.79

TRATAMIENTO	MEDIA
1	24.9200 A
6	23.7500 B
9	23.7500 B
3	23.0200 BC
4	22.1500 CD
7	22.1500 CD
2	22.1000 CD
5	21.8500 CD
8	21.8500 CD
10	21.4000 D

Anexo 8. Peso de 1000 granos (g).

Nº	Tratamiento	Repetición			Total	Promedio
		Rep 1	Rep 2	Rep 3		
1	Nivel Alto + Azospirillum	33,00	25,00	30,00	118,00	29,50
2	Nivel Alto + Azotobacter	32,00	31,00	30,00	124,00	31,00
3	Nivel Alto + Bacillus sp.	30,00	32,00	31,00	123,00	30,75
4	Nivel Medio + Azospirillum	30,00	33,00	30,00	122,00	30,50
5	Nivel Medio + Azotobacter	30,00	30,00	29,00	119,00	29,75
6	Nivel Medio + Bacillus sp.	30,00	31,00	31,00	123,00	30,75
7	Nivel Bajo + Azospirillum	30,00	33,00	30,00	122,00	30,50
8	Nivel Bajo + Azotobacter	30,00	30,00	29,00	119,00	29,75
9	Nivel Bajo + Bacillus sp.	30,00	31,00	31,00	123,00	30,75
10	Fertilización según agricultor	31,00	32,00	30,00	123,00	30,75

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	7.857422	1.309570	0.4868	0.810
BLOQUES	2	2.572266	0.857422	0.3187	0.813
ERROR	18	48.427734	2.690430		
TOTAL	29	58.857422			

C.V. = 5.390502%

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

TUKEY = 4.7485

VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.67 5.79

TRATAMIENTO	MEDIA
2	31.0000 A
3	30.7500 A
6	30.7500 A
9	30.7500 A
10	30.7500 A
4	30.5000 A
5	29.7500 A
7	30.5000 A
8	29.7500 A
1	29.5000 A

Anexo 9. Rendimiento kg/ha.

Nº	Tratamiento	Repetición			Total	Promedio
		Rep 1	Rep 2	Rep 3		
1	Nivel Alto + Azospirillum	5552,0	5129,0	5188,0	20946,0	5236,50
2	Nivel Alto + Azotobacter	4235,0	4456,0	4398,0	17650,0	4412,50
3	Nivel Alto + Bacillus sp.	3525,0	3829,0	3912,0	14991,0	4347,75
4	Nivel Medio + Azospirillum	4718,0	4659,0	4927,0	19027,0	4756,75
5	Nivel Medio + Azotobacter	4355,0	4561,0	4425,0	17966,0	4491,50
6	Nivel Medio + Bacillus sp.	4875,0	4811,0	4979,0	19422,0	3747.75
7	Nivel Bajo + Azospirillum	4718,0	4659,0	4927,0	19027,0	4756,75
8	Nivel Bajo + Azotobacter	4355,0	4561,0	4425,0	17966,0	4491,50
9	Nivel Bajo + Bacillus sp.	4875,0	4811,0	4979,0	19422,0	3947.75
10	Fertilización según agricultor	3870,0	3625,0	4390,0	16035,0	4008,75

ANALISIS DE VARIANZA

 FV GL SC CM F P>F

TRATAMIENTOS 9 6198656.000000 1033109.312500 30.8616 0.000
 BLOQUES 2 121728.000000 40576.000000 1.2121 0.334
 ERROR 18 602560.000000 33475.554688
 TOTAL 29 6922944.000000

C.V. = 4.064657%

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

TUKEY = 429.6786

VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.67 5.79

TRATAMIENTO	MEDIA
1	5236.5000 A
3	4347.7500 B
4	4756.7500 B
5	4491.5000 BC
9	4347.7500 B
7	4756.7500 B
8	4491.5000 BC
2	4412.5000 BC
10	4008.7500 CD
6	3747.7500 D



Figura 1. Siembra y germinación del cultivo.



Figura 2. Distribución de tratamientos en campo.



Figura 3. Campo experimental.



Figura 4. Aplicación de tratamientos.



Figura 5. Efectos de la aplicación de los tratamientos.



Figuras 6. Aplicación de herbicidas e insecticidas.



Figura 7. Evaluación de altura de plantas.



Figura 8. Evaluación de datos conteo de macollos y panículas.