



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo experimental, presentado a la Unidad de Titulación, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) a la aplicación de rizobacterias de suelo con programas de fertilización química, en la zona de Babahoyo, Los Ríos”.

AUTOR: Wellington Antonio Cargua Vivas.

ASESOR: Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete

BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR

2016

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

TRABAJO EXPERIMENTAL

Trabajo experimental, presentado H. Consejo Directivo de la
Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

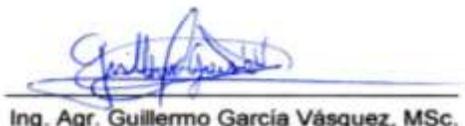
"Comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) a la
aplicación de rizobacterias de suelo con programas de fertilización
química, en la zona de Babahoyo, los Ríos".

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Ing. Agr. Javier Saltos Moncayo, MSc.

PRESIDENTE



Ing. Agr. Guillermo García Vázquez, MSc.

VOCAL PRINCIPAL



Ing. Agr. Mercedes Maldonado
Contreras, MSc.

VOCAL PRINCIPAL

La responsabilidad por las Investigaciones, Resultados, Conclusiones y Recomendaciones del presente trabajo pertenecen única y exclusivamente al autor.

Wellington Antonio Cargua Vivas

AGRADECIMIENTO

A dios por haberme dado salud, a mi familia que fueron fundamentales para lograr este gran objetivo, además por darme este gran hogar que siempre me apoyo en todo momento.

A mis padres Barbara Vivas Luna y Abdon Cargua Cargua que siempre estuvieron a mi lado apoyándome en los buenos y malos momentos, por darme su cariño, confianza en todo momento, por no desmayar en el intento de ver a su hijo convertido en un profesional.

A mi hermano Cristhian Cargua Vivas ya que de una u otra manera fue de gran apoyo durante el transcurso de mi carrera profesional.

A mi maestro Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales, le agradezco por sus sabias enseñanzas como maestro y como amigo.

A mis amigos que siempre estuvieron presentes en todo momento: Jossel Lucas, Stalin Tapia, Willian Vivas, Deivi Carrera, Ronald Burgoz.

DEDICATORIA

A mi madre Barbara Vivas Luna, por darme la vida, creer en mí y porque siempre me apoyaste. Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro.

A mi padre Abdón Cargua Cargua por ser el principal gestor de este importante logro, por darme su confianza en todo momento, por ser un padre ejemplar.

A mi hermano Cristhian Cargua Vivas por ofrecerme su apoyo y ser un ejemplo a seguir.

A mi sobrina Cristhiany Cargua Becilla por una gran motivación en mi vida.

A mi tía Grecia Vivas Murillo por brindarme sus consejos, sus valores por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

INDICE

I. INTRODUCCION	1
1.2. Objetivos	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
III. MATERIALES Y METODOS	14
3.1. Ubicación y descripción del campo experimental	14
3.2. Métodos	14
3.3. Factores a estudiar	14
3.4. Material Vegetativo	14
3.5. Tratamientos	15
3.6. Diseño Experimental	15
3.6.1 ANDEVA	15
3.7. Manejo del ensayo	16
3.8. Datos a Evaluar	17
IV. RESULTADOS	19
4.1. Altura de planta y número de macollos/m²	19
4.2. Número de panículas por metro cuadrado y longitud de panícula	20
4.3. Número de granos por panícula y días a la floración	21
4.4. Días a cosecha y peso de 1000 granos	23
4.5. Rendimiento por hectárea	25
4.6. Análisis económico	26
V. DISCUSIÓN	27
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
VII. RESUMEN	30
VIII. SUMMARY	31
IX. LITERATURA CITADA	32
ANEXOS	35

I. INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa*) es uno de las gramíneas de mayor importancia en el país porque constituye la principal fuente de alimentación de la dieta del pueblo ecuatoriano, actualmente se siembran aproximadamente 415 000 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. La mayor área de siembra de esta gramínea se realiza en las provincias de los Ríos y Guayas con alrededor del 92 % de la producción total del país. Del total de porcentaje sembrada el 32 % se siembra sin riego y el 60% bajo riego¹. ^{1/}.

En general, se ha hecho grandes esfuerzos por mejorar el rendimiento del arroz, especialmente buscar nuevas variedades o híbridos de alto potencial de rendimiento y tolerantes a plagas y enfermedades. También, en el campo de la nutrición del cultivo se han desarrollado importantes adelantos para incrementar su producción, especialmente utilizando fertilizantes químicos. En lo que respecta al manejo tecnológico, el programa de fertilización constituye el factor de mayor importancia en el rendimiento del grano.

La fertilización inorgánica a base de N, P y K han sido el pilar básico para incrementar la producción de arroz. Pero además las plantas necesitan de otros elementos del suelo, que son requeridos en mayor o menor cantidad según su etapa fenológica, entre ellos tenemos el Calcio (Ca), Magnesio (Mg), y el Azufre (S), los mismos que pueden ser incorporados al suelo, en etapas iniciales o durante el desarrollo del cultivo.

El uso generalizado de fertilizantes artificiales como la urea, fuente principal de nitrógeno, si bien ha logrado sostener la labor productiva, por otro lado provoca problemas medioambientales, incluyendo apelmazamiento del terreno,

¹ Manejo integrado del cultivo del arroz en el Ecuador (INIAP – FENARROZ-GTZ). 2007.

contaminación del agua, cambios de la actividad microbiológica y química del suelo.

Las rizobacterias, son bacterias solubilizadoras de una gran diversidad de nutrientes, con una alta capacidad, de colonizar las raíces de las plantas produciendo fitohormonas como giberelina que inducen a la germinación de las semillas y controlan el crecimiento vegetal, citoquininas que fomentan y favorecen el crecimiento de las yemas laterales, auxinas que son sustancias promotoras del crecimiento vegetal. Estos microorganismos se caracterizan por aumentar la captación de nutrientes. Que sin duda mejoran significativamente el crecimiento y rendimiento del arroz.

Décadas de investigación, muestran que la utilización de fertilizantes biológicos incrementa la tolerancia de las plantas a la sequía, compactación, altas temperaturas del suelo, metales pesados, salinidad, toxinas orgánicas e inorgánicas y extremos de pH del suelo. Estos abonos benéficos también prolongan la vida, viabilidad y productividad del sistema radical de la planta. En otros casos se han estudiados los efectos de la aplicación de otros organismos no adaptados a nuestro medio y sus resultados han demostrado resultados negativos sobre el rendimiento de los cultivos.

Por lo expuesto el autor del presente trabajo considera justificable ejecutar esta investigación, con el propósito de lograr una alternativa en la fertilización con este material, al fin de alcanzar mejores rendimientos de plantas y el aporte al desarrollo agrícola en la zona de Babahoyo.

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivos General

Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de arroz a la aplicación de rizobacterias de suelo con programas de fertilización química, en la zona de Babahoyo, Los Ríos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a. Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de arroz a las aplicaciones de rizobacterias de suelo.
- b. Establecer el tratamiento más influyente sobre el rendimiento del cultivo del arroz de riego.
- c. Realizar un análisis económico de los tratamientos en función del costo de los tratamientos aplicados.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El cultivo del arroz

Es uno de los cultivos más extendidos en el Ecuador, en lo que se refiere al ámbito social y productivo tiene gran importancia, ya que es el principal sustento económico de los agricultores y base de la alimentación de la población ecuatoriana. En el año 2014 se sembraron 397 958 ha de arroz y las principales provincias productoras fueron: Guayas con el 67.27 % de la producción nacional con un rendimiento de 3.99 t/ha y Los Ríos con el 27.49 % de la producción nacional y con un rendimiento de 3.48 t/ha. (MAGAP 2014).

El cultivo no tan solo se siembra en zonas con riego tecnificado, sino que también se lo puede realizar en zonas altas y bajas, con un índice de precipitación alta. En lo que se refiere a la provincia de Los Ríos se reportan anualmente una precipitación comprendida entre los 900 a 1250mm y en la provincia del Guayas entre 1200 a 1500mm. Durante todo su ciclo, el promedio de agua que requiere el arroz es de 15.000m³/ha dependiendo de varios factores como lo son las lluvias, tipo de suelo y clima. El agua se puede perder por percolación, filtración lateral, evapotranspiración.

2.2. Características de la variedad INIAP-16

La variedad INIAP-16 se cultiva en la cuenca baja y alta del río Guayas. Tiene un ciclo vegetativo que oscila entre 112 y 119 días, altura de planta de 85-110 cm, grano extra largo, arroz entero al pilar 68 %, latencia de la semilla 7-8 semanas, resistente al acame y desgrane intermedio.

La densidad en siembra directa (sembradora) es de 80 Kg/ha con semilla certificada, siembra directa (voleo) 100 Kg/ha de semilla y siembra por trasplante 30-45 Kg/ha de semilla. Además en semillero utilizar 150-200 g de semilla/m². Es tolerante a *Pyricularia grisea*, Hoja blanca y moderadamente susceptible a manchado del grano (*Sarocladium oryza*). Según las condiciones se esperan

rendimientos de 4300-8000 Kg/ha en secano riego (arroz en cáscara al 14% de humedad) y 5000-9000 kg/ha en riego. (INIAP 2008).

2.3. Problemas Nutricionales.

El poco conocimiento que tienen los agricultores sobre los microelementos, de su importancia, aplicación en la época oportuna y dosis, es un problema, sobre todo tratándose del cultivo de arroz que es de crecimiento muy rápido. Por ende se deben aportar al suelo microelementos, ya que juegan un papel importante en la regulación de ciertos procesos químicos y fisiológicos del cultivo y en ciertos casos mejorando las condiciones de mineralización de otros. (Scott, 2009.).

El mismo autor manifiesta que unos de los problemas que presentan los suelos destinados al cultivo de arroz es el desgaste que es ocasionado al uso excesivo, por ende disminuye la concentración de los nutrientes que permiten el desarrollo correcto de las plantas, lo que resulta en bajas productividades agrícolas. El nitrógeno es uno de los limitantes en los suelos del litoral ecuatoriano, debido a su baja presencia y disponibilidad, motivo por el cual es necesario usar un adecuado suministro de este elemento nutritivo. Una de las razones por el cual el rendimiento de los cultivos se vean afectados y la fertilidad del suelo tenga un impacto negativo, es que el fósforo y el potasio sean retenidos por el suelo. A este fenómeno se le denomina efecto residual. En consecuencia, la eficiencia de una aplicación puede evaluarse para un solo ciclo de cultivo o para varios. La evaluación adecuada de los efectos residuales requiere de pérdidas largas para capturar de forma adecuada el real impacto del proceso.

Los agricultores que cultivan esta gramínea lo hacen sin conocer la capacidad de abastecimiento de nutrientes del suelo y de los requerimientos nutricionales del cultivo; y en muchos casos la fertilización es solamente nitrogenada, sin considerar requerimientos de fósforo (P), potasio (K) y elementos menores. Esto ha resultado en bajos rendimientos, con promedios de 3.8 t/ha de arroz en cáscara, en comparación con otros países como Colombia y Perú. (Medina y Navia, 2011)

2.4. Fertilización del arroz.

El agricultor debe tener muy en cuenta que los nutrientes y características físico-químicas del suelo van a tener influencia directa en el crecimiento, desarrollo del cultivo, cantidad y calidad de la cosecha. Viéndolo desde este punto, el análisis químico del suelo puede suministrar información valiosa para obtener buenos rendimientos del cultivo. (Mestanza y Alcívar, 2006).

El arroz, como todas las especies vegetales cultivables, para su nutrición, necesita disponer de una cantidad adecuada de nutrientes, suministrado por el suelo o por una fertilización balanceada (Mestanza y Alcívar, 2006). La nutrición es un factor importante que influye en el rendimiento de grano; siendo necesario suministrar los nutrientes que la planta necesite en función a los requerimientos nutricionales y nutrientes disponibles en el suelo y de esta forma la variedad puede expresar todo su potencial genético a través del rendimiento de grano por unidad de superficie.

El cultivo no solo requiere de N, P y K, también necesitan que se le suministre otros elementos al suelo para su desarrollo y según en la etapa fenológica que se encuentre los va a requerir en mayor o menor cantidad. Los más utilizados son el Magnesio (Mg), el azufre (S), el calcio (Ca) entre otros.

En la aplicación de fertilizantes el propósito que se busca, es suministrar una cantidad razonable de nutrientes, cuando la planta lo requiera, durante sus etapas de desarrollo. Además, señala que la mayor o menor cantidad de granos, es el resultado de la fotosíntesis y la respiración, éstas son actividades que están influenciadas directa o indirectamente por el contenido de nutrientes (CIAT, 2010).

El manejo adecuado de la fertilización reduce el potencial de erosión, al promover un cultivo saludable y de crecimiento vigorosos que se cierra rápidamente cubriendo y protegiendo el suelo efectivamente. La fertilización balanceada también incide positivamente en la eficiencia del uso del agua ya que se puede obtener mayor rendimiento con la misma cantidad de agua. Así un cultivo bien nutrido produce un sistema radicular extenso y saludable que es capaz de extraer

agua y nutrientes más eficientemente que un cultivo deficiente en nutrientes (Steward, 2001).

Para lograr incrementos en las cosechas, se debe aplicar nitrógeno ya que influye significativamente en el rendimiento del grano y demás características agronómicas en las variedades de arroz. Indica también que este elemento influye positivamente en la floración y madurez fisiológica, alargando ligeramente el ciclo vegetativo lo que permite a la planta cumplir con normalidad sus etapas fenotípicas (Chonillo, 2000).

El cultivo de arroz responde de forma excelente a las aplicaciones de fósforo, tanto en términos de rendimiento como de maduración del cultivo. Un arroz adecuadamente fertilizado con P produce mayores rendimientos y madura antes que un cultivo deficiente en este elemento (Alcívar, 2007).

El elemento fósforo influye de manera positiva sobre la productividad del arroz, aunque sus efectos son menos espectaculares que los del nitrógeno. El fósforo estimula el desarrollo radicular, favorece el ahijamiento, contribuye a la precocidad y uniformidad de la floración y maduración; y mejora la calidad del grano. El arroz necesita encontrar fósforo disponible en las primeras fases o estadios de su desarrollo, por ello es conveniente aportar el nutriente fosforado como abono de fondo. Las cantidades de fósforo a aplicar oscilan desde los 50 – 100 Kg de P₂O₅ por hectárea. La primera cifra se recomienda para terrenos arcillo-limoso de granulometría fina, mientras que la última cifra se aplica a terrenos sueltos y ligeros (Mendieta, 2009).

El potasio juega un papel vital en la fotosíntesis, el proceso por el cual la energía del sol en combinación con el agua y dióxido de carbono se convierte en azúcares y materia orgánica. Se ha demostrado también que el potasio juega un papel fundamental en la activación de más de 60 sistemas enzimáticos en las plantas. En contraste con otros elementos que están envueltos en la formación de estructuras de la célula, el K funciona en el jugo celular. Su alta movilidad permite

que se traslade rápidamente de célula a célula, o de tejido viejo a tejido nuevo en desarrollo, órganos de almacenamiento. La falta de potasio para cubrir las necesidades de todas las partes de la planta disminuye el crecimiento y pone al cultivo en condiciones indeseables como incremento de enfermedades, rompimiento del tallo y susceptibilidad a otras condiciones de estrés (Instituto de la Potasa, 2015).

Pacheco (2010), estudió el comportamiento agronómico de las variedades de arroz 'INIAP 15' e 'INIAP 16' a la fertilización química; el mayor rendimiento de grano se logró con el tratamiento 200 – 100 – 200 Kg/ha N, P₂O₅, K₂O con 8.69 t/ha. Se registraron incrementos del 15.85 %; 25.5 % y 12.4 % en el rendimiento de grano al incrementarse los niveles de fertilización química. Cabe indicar que el programa de fertilización química utilizado por los agricultores 92 – 23 – 60 Kg/ha N, P₂O₅, K₂O, alcanzó el menor rendimiento de grano de 5.223 t/ha.

Verdezoto (2004) con base a los resultados obtenidos de un ensayo de fertilización nitrogenada en el arroz variedad 'INIAP 14', determinó que el rendimiento de grano se incrementó conforme aumentaban los niveles de nitrógeno hasta 160 Kg/ha, luego decreció. El nitrógeno fue fraccionado en dos y tres partes, obteniendo los mayores rendimientos de grano de 7.496 y 7.389 Kg/ha, respectivamente; con respuesta de 20.24 y 19.57 Kilogramos de arroz en cáscara por cada kilogramo de nitrógeno aplicado.

2.5. Fertilización Biológica.

En la búsqueda de aumentar la biodisponibilidad de nitrógeno y por ende el rendimiento de los cultivos agrícolas, se aplican fertilizantes nitrogenados, lo que conlleva a la contaminación en el suelo agrícola y cuerpos de agua, por este motivo es necesario hallar opciones que ayuden a resolver este problema sin perjudicar al ambiente. Una de las alternativas que se presentan es el uso de biofertilizantes, que son preparaciones de microorganismos que movilizan, adicionan y/o conservan nutrientes en el suelo (Loredo, 2015).

Los productos que contienen microorganismos vivos o latentes se denominan biofertilizantes los cuales presentan características de ser:

- Solubilizadores de fosforo en los suelos.- microorganismos que segregan metabolitos que producen un descenso en el pH del suelo promoviendo la solubilización de sales fosfatos, que son vitales para las plantas.
- Acelerador de compostaje.- microorganismo con capacidad de descomponer la MO en forma rápida, teniendo como producto final acido húmico que puede ser aprovechado por las plantas.

Así mismo la fijación biológica de nitrógeno, que es realizada por un sin número de bacterias y algas, resultaría una excelente alternativa para reducir la fertilización nitrogenada química. Al poseer un complejo enzimático, estos microorganismo se encargan de transformar el nitrógeno elemental en amonio el cual la planta lo aprovecha directamente.

La fertilización biológica se fundamenta en el uso de insumos naturales (microorganismo como hongos, bacterias), para mejorar la fijación de nutrientes en la rizosfera, producir estimulantes de crecimiento para las plantas, mejorar la estabilidad del suelo, facilitar el control biológico, entre otros (Carvajal y Mera, 2010).

De la misma manera en la actualidad están surgiendo métodos alternativos para incrementar la fertilidad del suelo, con el fin de tener mayor eficiencia, incrementar calidad de los productos agrícolas y disminuir costo de producción. Ya que la contaminación de los suelos, por el uso extensivo y continuo de insumos químicos y el monocultivo, ha conducido a la necesidad de incorporar técnicas de fertilización menos agresivas con el ambiente.

El *Azolla* es un diminuto helecho acuático que alberga en las cavidades de sus hojas a la bacteria *Anabaena*. Esta bacteria cumple con la función de fijar del aire sobre los 1200 kg de nitrógeno por hectárea por año en condiciones óptimas de temperatura, luz y composición química del suelo y agua (Montaño, 2009).

Peralta (2011) estudio el comportamiento del arroz INIAP 15 a la fertilización combinada con microalgas y líquenes, en los suelos de la provincia del Guayas, en base a los resultados experimentales obtenidos, recomienda el empleo del Azolla en las plantaciones arroceras, debido a que mejora el rendimiento de grano y las condiciones del suelo. Aplicar 4000 kg/ha de *Azolla* para lograr mejoras en el rendimiento y posiblemente sustituir el uso de los fertilizantes nitrogenados.

2.6. Microorganismos.

A los microorganismos que están en la capacidad de colonizar preferiblemente la interfaz que corresponde a la de suelo-raíz, se denomina “rizobacterias”, en la cual conservan poblaciones de individuos a un nivel que permita su eficiencia. (Méndez, Castro y García; 2014).

Las rizobacterias favorecen 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).

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 adecuadas, las bacterias fijadoras de nitrógeno producen encimas 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 (Arias, López y Guerrero 2007).

Con la inoculación de *Azospirillum* se observa frecuentemente un mayor desarrollo del sistema radical, el cual se traduce en mayor superficie de absorción de

nutrientes, así como en mayor desarrollo de la parte aérea de las plantas. También se han observado incrementos en el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio y otros minerales en las plantas inoculadas (Okon, 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, la altura y número de tallos móviles, lo cual incrementa la producción por unidad de área.

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 (Dixon y Khan, 2004).

Para el crecimiento, algunos microorganismos que habitan el suelo le es necesario el hierro, debido a su función en la reacción enzimática de oxido-reducción que utiliza para su desarrollo, por lo que es muy importante contar con una fuente constante de este elemento. En ocasiones se encuentra en el suelo pequeñas cantidades de hierro y algunas rizobacterias tienen como estrategia producir sustancia de bajo peso molecular afín al ion Fe^{+} , llamado sideróforo el mismo que se encarga de atrapar a este elemento.

Cabe indicar que se obtienen excelentes resultados cuando se emplean mezclas o combinación de microorganismos utilizados como inóculo de semilla, que cuando se utilizan los microorganismos de manera individual. Además la capacidad de las bacterias para afectar el crecimiento del cultivo no está determinada por la abundancia sino de su capacidad de proliferarse a través del sistema radicular.

2.7. Productos

Intercept, es una enmienda agrícola de origen natural que mejora la salud y vigor de las plantas a través de una simbiosis con las raíces, gracias a la mezcla de rizobacterias que contiene. Es un concentrado líquido soluble microbiológico que contiene (*Pseudomonas cepacia*, *Azospirillum brasilense*) 0.6 % de mínimo 8.8×10^9 bacterias viables por cada onza de producto comercial + 99.4 % de ingredientes inertes, incluyendo extractos botánicos. Las bacterias pueden llegar a multiplicarse desde su concentración original de 8.8×10^9 a un billón de células / ml. en 24 horas. (Ecuaquimica, 2015).

Las rizobacterias de Intercept entran en simbiosis con las raíces de la plantas, interfiriendo física (efecto de barrera) y químicamente (producción de antibióticos) la instalación de hongos y nemátodos fitopatógenos y proporcionando a las raíces una más amplia superficie de absorción de nutrientes del suelo. Intercept es una enmienda agrícola que además estimula la emisión de nuevas raíces. Las dosis varían de 2 - 3 cm³/litro de agua en aplicación al suelo. El mejor resultado se obtiene mediante aplicaciones tempranas a la siembra o trasplante seguida por 2 a 6 aplicaciones subsecuentes. Aplicar directamente por inmersión de las raíces, vía drench, o por sistemas de riego al suelo. (Ecuaquimica, 2015).

Nitrofix, es un fijador atmosférico de nitrógeno que contiene, Cianobacterias *Acetebacter*, *Azospirillum* a una concentración de 10^8 UFC/Mililitro de formulación. Contiene un filtro contra UV, bacterias que inducen la fijación de nitrógeno a la planta a través de aplicación foliar. Debido a la sensibilidad de la enzima nitrogenasa al oxígeno, las cianobacterias tienen como mecanismos de protección, la separación en espacio o en tiempo de los mecanismos fotosintéticos y de fijación de nitrógeno foliar. Incrementa el nitrógeno disponible para la planta inmediatamente a través de las bacterias fijadoras de nitrógeno que convierten también aminoácidos en proteínas para la planta. (Euroagro, 2015).

Con la fertilización convencional actual cada vez más utilizamos el suelo como una materia inerte sin función activa benéfica en el proceso micro biológico, utilizando fertilizantes químicos de mezcla física donde la aplicación no es equilibrada. Con resultado de destrucción de micro organismos, alcalinización del suelo y disponibilidad de nutrientes para la planta. Se puede aplicar Nitrofix en todos los cultivos con una dosis aplicación foliar en general de 1 litro por hectárea con frecuencias entre 20 a 30 días. Dosis al suelo es 1 litro por hectárea aplicando a pie de la planta o a través del sistema de riego con frecuencias entre 30 a 60 días (Euroagro, 2015)

Buen suelo (Orius, 2015) es un acondicionador de suelo e inoculante biológico que actúa como un bioactivador del suelo en la zona radicular de las plantas y también bioactiva la formación de las raíces nuevas que toman nutrientes y soportan la planta. Limpia la zona radicular para que se facilite la asimilación de nutrientes y coloniza las raíces con microorganismos benéficos para evitar daños y la permanencia de otros organismos no deseados. Así se mejora el establecimiento de la planta, la nutrición desde el suelo y mejora la tolerancia a las condiciones difíciles de campo para formar plantas muy fuertes y productivas. Esta formulado con microorganismos benéficos del suelo con actividades nitrificantes, proteolíticas y promotoras de crecimiento radicular. Entre los beneficios activa la formación de raíces nuevas y sanas para nutrición y soporte. Buen peso seco de raíces en la planta para mayor soporte y menor volcamiento. Mayor cantidad de plantas sanas y vigorosas. Las dosis van de 1 a 1.5 L/ha.

Buen suelo está compuesto de:

Azospirillum brasilense: Cuarenta millones UFC*/ml de producto comercial. 5%

Azotobacter chroococcum: Treinta millones UFC*/ml de producto comercial. 5%

Lactobacillus acidophilus: Cien millones UFC*/ml de producto comercial. 5%

Saccharomyces cerevisiae: Cien mil UFC*/ml de producto comercial. 5%

* UFC: Unidades Formadoras de Colonias

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en los terrenos de la Granja Experimental “San Pablo” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Km. 7½ de la vía Babahoyo-Montalvo de la Provincia de Los Ríos.

La zona presenta un clima bosque húmedo tropical, según clasificación de Holdribge, con temperatura anual de 24.7° C, una precipitación de 1564.4 mm/año, humedad relativa de 76 % y 834.7 horas de heliofanía anual. Coordenadas geográficas de longitud Oeste 79° 32', latitud sur 01°49', con una altitud de 8 msnm².

3.2. Métodos

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

3.3. Factores a estudiar

Variable dependiente.- Comportamiento agronómico del cultivo de arroz.

Variable independiente.- Programa de fertilización química y cepas de rizobacterias.

3.4. Material Vegetativo

Se utilizó como material de siembra la variedad de arroz INIAP-16, que presenta las siguientes características:

Ciclo vegetativo: 112 -119 días

Altura de planta: 85 cm-110 cm.

Número de panícula /planta: 15-20

² Datos tomados de la estación experimental meteorológica UTB-FACIAG-INAHMI. 2012.

3.5. Tratamientos

	Tratamientos	Dosis L/ha	Época de aplicación d.d.s.	Programa de fertilización (Kg/Ha)
T1	Intercept	1,0	15-30-45	120 N - 30 P - 70 K, 20 S - 1.5 Zn - 1 B
T2	Intercept	1,5	15-30-45	120 N - 30 P - 70 K, 20 S - 1.5 Zn - 1 B
T3	Nitrofix	1,0	15-30-45	120 N - 30 P - 70 K, 20 S - 1.5 Zn - 1 B
T4	Nitrofix	1,5	15-30-45	120 N - 30 P - 70 K, 20 S - 1.5 Zn - 1 B
T5	Buen suelo	1,0	15-30-45	120 N - 30 P - 70 K, 20 S - 1.5 Zn - 1 B
T6	Buen suelo	1,5	15-30-45	120 N - 30 P - 70 K, 20 S - 1.5 Zn - 1 B
T7	Testigo Fertilización solo	-	15-30-45	120 N - 30 P - 70 K, 20 S - 1.5 Zn - 1 B
T8	Testigo Agricultor	-	-	60 kg/ha N, 35 kg/ha P y 10 Kg/ha K

d.d.s: días después de la siembra.

3.6. Diseño Experimental

El diseño que se utilizó para el desarrollo del ensayo fue bloques completos al azar con ocho tratamientos, incluido un testigo solo fertilización, testigo agricultor y tres repeticiones.

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

3.6.1 ANDEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	7
Repeticiones	2
Error experimental	14
Total	23

3.7. Manejo del ensayo

Durante el desarrollo del ensayo se realizaron todas las prácticas y labores agrícolas que requirió el cultivo.

3.7.1 Análisis de suelo

Antes de efectuar la preparación del suelo, se procedió a tomar una muestra compuesta del lote, para proceder a un análisis nutricional, químico y textura.

3.7.2 Preparación de terreno

La preparación del suelo consistió en dos pases del tractor con gavias (fangueo), con la finalidad de que el suelo quede preparado, para obtener un buen desarrollo de las plántulas.

3.7.3 Siembra

La siembra se realizó mediante el método de trasplante, con una distancia de 0.25cm entre planta y 0.25cm entre calle. El semillero que se empleó para el trasplante tenía una edad de 21 días.

3.7.4 Control de maleza

Para el control pre-emergente de malezas se aplicó el herbicida Pendimentalin en dosis de 2 Lt/Ha.

3.7.5 Fertilización.

La aplicación de los fertilizantes (120 kg/ha N, 30 kg/ha P, 70 kg/ha K, 20 kg/ha S, 1,5 Kg/ha Zn y 1 Kg/ha) se realizó a los 15, 30 y 45 días después del trasplante.

Y para el testigo agricultor se aplicó 60 kg/ha N, 35 kg/ha P y 10 Kg/ha K.

3.7.6 Control de plagas y enfermedades

Durante el desarrollo del cultivo, se realizó una aplicación del insecticida Acefato en dosis de 1lt/ha a los 15 días después del trasplante para el control del insecto *Tagosodes orizicolus*. Posteriormente a los 70 días después del trasplante se aplicó el insecticida Dimetoato en dosis de 0.75 lt/ha para el control del insecto

Oebalus poecilus. Para la prevención de enfermedades se aplicó Carbendazin con dosis de 350cc/Ha.

3.7.7 Riego

El sistema de riego que se empleo fue por inundación, el cultivo se mantuvo con una lámina de agua de 10 cm, a partir de los 15 días del trasplante hasta los 10 días antes de la cosecha.

3.7.8 Cosecha

La cosecha se efectuó en forma manual (chicoteo), cuando los granos alcanzaron la madurez fisiológica.

3.8. Datos a Evaluar

3.8.1 Altura de planta a la cosecha

La altura se evaluó en 10 plantas tomadas al azar, al momento de la cosecha con un metro flexible.

3.8.2 Número de macollos por metro cuadrado

Dentro del área útil de cada parcela se contó el número de macollos efectivos en un m² a los 60 días después de la siembra. Para lo cual se tomó un marco de madera con un área de 1 m² y se lo lanzo en la parcela.

3.8.3 Número de panículas por metro cuadrado

En el mismo metro cuadrado en que se evaluaron los macollos, se procedió a contabilizar las panículas en el momento de la cosecha.

3.8.4. Longitud de panícula

Se evaluó escogiendo diez panículas al azar en cada tratamiento, midiendo la longitud desde la base hasta la punta, expresando este valor en centímetros.

3.8.5 Número de granos por panícula

Se contaron los granos de diez panículas al azar por cada tratamiento, para lo cual se utilizó el total en cada panícula.

3.8.6 Peso de mil granos

Se tomó 1000 granos en cada unidad experimental, cabe indicar que los mismos no tuvieron daños físicos. Luego se pesaron en una balanza de precisión y su promedio se expresó en gramos.

3.8.7 Días a la floración.

Se contabilizó desde el momento del trasplante hasta cuando el cultivo presentó el 75 % de las panículas emergidas en cada parcela experimental.

3.8.8 Días a la cosecha

Se estimó desde el inicio de siembra en semilleros hasta la cosecha total por cada parcela experimental.

3.8.9 Rendimiento por hectárea.

Se evaluó con el peso de los granos derivados del área útil de cada unidad, con un porcentaje de humedad ajustado 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

Una vez que se obtenga los rendimientos y los costos del ensayo, se realizará un análisis económico basado en el costo de los tratamientos.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta y número de macollos/m².

En el Cuadro 1, se observan los promedios de altura de planta y macollos por metro cuadrado. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Los coeficientes de variación fueron 5,37 % y 2,28% respectivamente.

En lo referente a tratamientos, la aplicación de Nitrofix reportó 108,33 cm, estadísticamente igual a Intercept 1,0 L/ha, Intercept 1,5 L/ha, Buen suelo 1,0 L/ha y Buen suelo 1,5 L/ha, pero superior a los demás tratamientos. La menor altura se logró en el testigo agricultor con 93 cm.

En lo que respecta a el número de macollos/m² la aplicación de Buen Suelo 1,0 L/ha obtuvo 469,67 macollos/m², siendo estadísticamente igual al empleo de Intercept 1,5 L/ha; Nitrofix 1,0 L/ha, Nitrofix 1,5 L/ha y Buen Suelo 1,5 L/ha. El registro más bajo se tuvo en los testigos fertilización (396,67 macollos/m²) y agricultor (393,67 macollos/m²).

Cuadro 1. Altura de planta de arroz y macollos por metro cuadrado con la aplicación de rizobacterias de suelo más programas de fertilización química. UTB, FACIAG. 2016.

Tratamiento	Dosis L/ha	Altura de planta (cm)	Macollos/m²
Intercept	1,0	102,67 ab	435,67 b
Intercept	1,5	102,67 ab	449,33 ab
Nitrofix	1,0	102,00 b	447,67 ab
Nitrofix	1,5	108,33 a	444,00 ab
Buen Suelo	1,0	103,67 ab	469,67 a
Buen Suelo	1,5	102,33 ab	448,00 ab
Testigo – Fertilización	N.A	98,67 bc	396,67 c
Testigo – Agricultor	N.A	93,00 c	393,67 c
Promedios		101,67	435,58
Significancia Estadísticas		**	**
Coeficiente de variación %		5.37	2,28

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

4.2. Número de panículas por metro cuadrado y longitud de panícula.

El análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas en lo que respecta a los datos de panículas/m², no encontrándose en longitud de panículas según se observa en el Cuadro 2. Los coeficientes de variación fueron 2,24 % y 6,87% respectivamente.

En panículas/m², la utilización de Buen suelo con 468,67 panículas/m², fue estadísticamente igual a las medias alcanzadas en Intercept 1,5 L/ha, Nitrofix 1,5 L/ha y Buen suelo 1,5 l/ha; y mayor a los demás tratamientos, observándose el menor número el testigo agricultor con 387,67 panículas.

Con la aplicación de Buen suelo en dosis de 1,5 L/ha se registró 24,67 cm, siendo mayor numéricamente. En el testigo agricultor se tuvo la menor longitud con 20,67 cm.

Cuadro 2. Panículas por metro cuadrado y longitud de panícula con la aplicación de rizobacterias de suelo más programas de fertilización química. UTB, FACIAG. 2016.

Tratamiento	Dosis L/ha	Panículas/m ²	Longitud (cm)
Intercept	1,0	433,33 b	22,33
Intercept	1,5	446,67 ab	23,00
Nitrofix	1,0	440,33 b	23,00
Nitrofix	1,5	442,33 ab	22,00
Buen Suelo	1,0	468,67 a	24,67
Buen Suelo	1,5	446,67 ab	24,00
Testigo – Fertilización	N.A	394,33 c	23,00
Testigo – Agricultor	N.A	387,67 c	20,67
Promedios		432,50	22,83
Significancia Estadísticas		**	N.S
Coefficiente de variación %		2,24	6,87

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

4.3. Número de granos por panícula y días a la floración.

En el Cuadro 3, se encuentra las variables número de granos/panícula y días a floración. El análisis de varianza registró diferencias altamente significativas para los datos de granos/panícula mientras que para días de floración solo reporto significancia estadística. Los coeficientes de variación fueron 1,96 % y 2,57% respectivamente.

En la evaluación de tratamientos, la aplicación de Intercept se destacó con 138,33 granos/panícula, estadísticamente superior a los otros tratamientos, pero igual a Buen suelo 1,0 L/ha con 137 granos/panícula. Siendo el testigo agricultor el que presentó menor promedio con 120,67 granos/panícula.

Para los días a la floración, el uso de Intercept 1,0 L/ha (58,00 días), Intercept 1,5 L/ha (58,00 días), Nitrofix 1,0 L/ha (59,33 días), Nitrofix 1,5 L/ha (56,67 días), Buen Suelo 1,0 L/ha (59,33 días) y Buen Suelo 1,5 L/ha (58,00 días) florecieron en mayor tiempo, siendo estadísticamente iguales y diferentes a los testigos; Agricultor (48,67 días) y Fertilización (50,67 días), que florecieron en menor tiempo.

Cuadro 3. Número de granos por panícula y días a floración con la aplicación de rizobacterias de suelo más programas de fertilización química. UTB, FACIAG. 2016.

Tratamiento	Dosis L/ha	Granos/panícula	Días a la floración.
Intercept	1,0	129,00 c	58,00 a
Intercept	1,5	138,33 a	58,00 a
Nitrofix	1,0	126,67 cd	59,33 a
Nitrofix	1,5	130,67 bc	56,67 a
Buen Suelo	1,0	137,00 ab	59,33 a
Buen Suelo	1,5	127,67 cd	58,00 a
Testigo – Fertilización	N.A	125,67 cd	50,67 b
Testigo – Agricultor	N.A	120,67 d	48,67 b
Promedios		129,46	56,08
Significancia Estadísticas		**	*
Coeficiente de variación %		1,96	2,57

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

4.4. Días a cosecha y peso de 1000 granos.

En la variable días a maduración, el análisis de varianza no detectó diferencias significativas, pero en la variable peso de 1000 granos, el análisis de varianza reflejó diferencias altamente significativas para los tratamientos, siendo los coeficientes de variación 4,77 % y 3,30% respectivamente.

En los tratamientos, el empleo de Intercept 1,5 L/ha demoró en madurar hasta los 136 días, observándose un maduración más rápida aplicando Nitrofix 1,5 L/ha y en el testigo agricultor (124 días, respectivamente) (Cuadro 4).

En lo que se refiere a el peso de mil granos la tabulación de resultados de tratamientos, la utilización Nitrofix 1,0 L/ha (40 g) y Buen suelo 1,5 L/ha (37,67 g), fueron estadísticamente iguales entre si y superiores al resto de tratamientos. El testigo sin aplicación de productos mostró el menor peso con 26 g.

Cuadro 4. Días a la cosecha y peso de 1000 granos con la aplicación de rizobacterias de suelo más programas de fertilización química. UTB, FACIAG. 2016.

Tratamiento	Dosis L/ha	Días	Peso de 1000 granos (g)
Intercept	1,0	128,00	33,67 c
Intercept	1,5	136,00	31,00 cd
Nitrofix	1,0	130,00	40,00 a
Nitrofix	1,5	124,00	34,00 bc
Buen Suelo	1,0	126,00	37,00 ab
Buen Suelo	1,5	130,00	37,67 a
Testigo – Fertilización	N.A	128,00	28,00 de
Testigo – Agricultor	N.A	124,00	26,00 e
Promedios		22,83	33,42
Significancia Estadísticas		N.S	**
Coeficiente de variación %		4,77	3,30

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

4.5. Rendimiento por hectárea

En el Cuadro 5, se reportan los valores promedios de rendimiento. El análisis de varianza alcanzó diferencias altamente y el coeficiente de variación 3,12 %.

En tratamientos, el uso de Nitrofix 1,5 L/ha (7386,67 kg/ha) y Buen suelo (7235,33 kg/ha) presentaron igualdad estadística entre sí, además de Intercept 1,5 L/ha y Buen suelo 1.0 l/ha; siendo estadísticamente superiores al resto de tratamientos. La menor valor se dio en el testigo agricultor con 4938,33 kg/ha.

Cuadro 5. Rendimiento por hectárea de grano con la aplicación de rizobacterias de suelo más programas de fertilización química. UTB, FACIAG. 2016.

Tratamiento	Dosis L/ha	Kg/ha
Intercept	1,0	5890,00 c
Intercept	1,5	7128,00 ab
Nitrofix	1,0	6586,00 b
Nitrofix	1,5	7386,67 a
Buen Suelo	1,0	7106,67 ab
Buen Suelo	1,5	7235,33 a
Testigo – Fertilización	N.A	5232,67 d
Testigo – Agricultor	N.A	4938,33 d
Promedios		5890,00 c
Significancia Estadísticas		**
Coeficiente de variación %		3,12

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

4.6 Análisis económico.

En el cuadro 6, se muestra los promedios de los resultados del análisis económico, realizada a los tratamientos. En el cual se puede notar que el tratamiento con Nitrofix con la dosis de 1.5 Lt/Ha fue el que mayor utilidad reporto con \$2029,99 mientras el menor lo obtuvo el testigo agricultor sin aplicación de productos con \$1268,29.

Cuadro 6. Análisis económico del rendimiento de grano en el ensayo de comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) a la aplicación de rizobacterias de suelo con programas de fertilización química, en la zona de Babahoyo, Los Ríos.

Tratamientos	Dosis Lt/Ha	Rendimiento Kg/Ha	Valor de producción (USD)	Costos Fijos	Costos variables	Costos total	Utilidad neta
Intercept	1 Lt/Ha	5890,00	2.304,88	474.00	337.25	811.25	1.490,63
Intercept	1,5 Lt/Ha	7128,00	2.789,33	474.00	404.5	878.5	1.910,83
Nitrofix	1 Lt/Ha	6586,00	2.587,88	474.00	346.47	820.47	1.767,32
Nitrofix	1,5 Lt/Ha	7386,67	2.890,55	474.00	386.56	860.56	2.029,99
Buen Suelo	1 Lt/Ha	7106,67	2.780,98	474.00	548.84	1.022,84	1.758,14
Buen Suelo	1,5 Lt/Ha	7235,33	2.831,33	474.00	653.38	1.127,38	1.703,95
Testigo – Fertilización	N.A	5232,67	2.047,65	474.00	201.20	675.2	1.372,45
Testigo Agricultor	N.A	4938,33	1.932,47	474.00	190.08	664.08	1.268,29

Intercept: \$ 37

Buen suelo: \$ 70

Nitrofix: \$ 20

Saca Arroz: \$ 34,50

V. DISCUSIÓN

La aplicación de rizobacterias en conjunto con programas de nutrición incidieron positivamente sobre el comportamiento agronómico del arroz y el rendimiento del grano.

Las aplicaciones de los productos a base de rizobacterias incrementaron las poblaciones de las bacterias en el suelo como se indica en los resultados, coincidiendo con Loredó (2015), quien dice que en la búsqueda de aumentar la biodisponibilidad de nitrógeno y por ende el rendimiento de los cultivos agrícolas, se aplican fertilizantes nitrogenados, lo que conlleva a la contaminación en el suelo agrícola y cuerpos de agua, por este motivo es necesario hallar opciones que ayuden a resolver este problema sin perjudicar al ambiente. Una de las alternativas que se presentan para incrementar la disponibilidad de nutrientes es el uso de biofertilizantes, que son preparaciones de microorganismos que movilizan, adicionan y/o conservan nutrientes en el suelo. Carvajal y Mora (2010), mencionan que la fertilización biológica se fundamenta en el uso de insumos naturales (microorganismo como hongos, bacterias), para mejorar la fijación de nutrientes en la rizosfera, producir estimulantes de crecimiento para las plantas, mejorar la estabilidad del suelo, facilitar el control biológico, entre otros.

Los resultados estadísticos también muestran que el efecto de las rizobacterias con fertilizantes químicos estimula el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, tal como lo manifiestan Méndez, Castro y García (2014), quienes encontraron que las rizobacterias favorecen el crecimiento de las plantas a través de diferentes mecanismos, que incluyen la secreción de fitohormonas, fijación biológica del nitrógeno, la solubilización del fósforo, entre otros. Además indican que las plantas asociadas a las rizobacterias reducen los daños causados por patógenos, que funcionan como agentes de control biológico porque pueden actuar directamente sobre el patógeno o inducir resistencia sistémica en la planta.

Las aplicaciones de fertilizantes en conjunto con rizobacterias, estimulan los procesos fisiológicos del cultivo de arroz, a tal punto de mejorar su rendimiento en forma sostenible, causando un aumento en la productividad del cultivo, tal como indican Mestanza y Alcívar (2006), ellos mencionan que el agricultor debe tener muy en cuenta que los nutrientes y características físico-químicas del suelo van a tener influencia directa en el crecimiento, desarrollo del cultivo, cantidad y calidad de la cosecha. El arroz, como todas las especies vegetales cultivables, para su nutrición, necesita disponer de una cantidad adecuada de nutrientes, suministrado por el suelo o por una fertilización balanceada. Por lo que la nutrición es un factor importante e influyente sobre el rendimiento de grano; por lo que es necesario suministrar los nutrientes que la planta necesite en función a los requerimientos nutricionales y nutrientes disponibles en el suelo, para lograr que las variedades puedan expresar todo su potencial genético a través del rendimiento de grano por unidad de superficie.

El mayor rendimiento en peso de grano se encontró cuando se aplicó Nitrofix 1,5 Lt/Ha con 7386,67 kg/ha. Lo cual concuerda con Euro agro (2015), que indica que Nitrofix, incrementa el nitrógeno disponible para la planta inmediatamente a través de las bacterias fijadoras de nitrógeno que convierten también los aminoácidos en proteínas para la planta, esto también concuerda con Hapase *et al.*, 2004, quienes 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 y altura, que finalmente influyó en el incremento de la producción por unidad de área.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

1. La mayor altura de planta se registró con el programa de “Nitrofix” en dosis de 1,5 L/ha.
2. El mayor número de macollos, panícula/m² y longitud de panícula se obtuvieron cuando se aplicó “Buen Suelo” a dosis de 1lt/ha.
3. La aplicación de “Nitrofix” no tuvo influencia sobre longitud de panículas y días a la floración.
4. El mayor rendimiento de grano se obtuvo aplicando “Nitrofix” 1,5 Lt/ha con 7386,67 kg/ha.
5. Todos los tratamientos reportaron utilidades económicas, siendo mayor con el tratamiento “Nitrofix” con dosis de 1,5 Lt/Ha con un valor de \$2029,99 por hectárea.

En base a estas conclusiones se recomienda:

1. Realizar aplicaciones de “Nitrofix” 1, 5 L/ha, para maximizar la absorción de nutrientes y por ende elevar el rendimiento de grano.
2. Emplear para la siembra la variedad INIAP-16 por su estable comportamiento en la zona de estudio.
3. Implementar investigaciones similares con otros materiales de siembra, fertilizantes y bajo otras condiciones de manejo.

VII. RESUMEN

El trabajo se realizó en los terrenos de la granja experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en Km. 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo. Se investigaron ocho tratamientos y tres repeticiones.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la respuesta de la interacción fungicidas y dosis de fertilizantes, a la incidencia del complejo manchado de grano en el cultivo de arroz de secano; para determinar la eficiencia de la interacción fungicida y fertilizantes en el rendimiento; establecer el efecto de los tratamientos aplicados sobre la incidencia y severidad del manchado de grano; y realizar el análisis económico de los tratamientos.

Se realizó la siembra de arroz variedad INIAP-16 en parcelas de 20 m². Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de parcelas divididas. 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, rendimiento por hectárea, incidencia del patógeno, severidad de daño, identificación de agente causal y análisis económico.

Los resultados determinaron que la aplicación de un programa de fungicidas con Tebuconazol + Sulfato de cobre 0,5 L/ha más una fertilización balanceada con 140-60-90 kg/ha de N-P-K, disminuye la incidencia y daño del manchado de grano en el cultivo de arroz, logrando un rendimiento de 5014,3 kg/ha.

VIII. SUMMARY

The work was carried out in the lands of the experimental farm of the Ability of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, located in Km. 7,5 of the road Babahoyo-Montalvo. Ten treatments and three repetitions were investigated.

The objective of this investigation was to evaluate the answer of the interaction fungicides and dose of fertilizers, to the incidence of the spotted complex of grain in the cultivation of unirrigated land rice; to determine the efficiency of the fungicidal interaction and fertilizers in the yield; to establish the effect of the treatments applied about the incidence and severity of the spotted one of grain; and to carry out the economic analysis of the treatments.

He/she was carried out the siembra of rice variety INIAP-16 in parcels of 20 m². The treatments were distributed in a design of divided parcels. For the evaluation of stockings the test was used from Tukey to 5 significancia%.

At the end of the cycle of the cultivation height of plants, macollos number for m² was evaluated, grains for panícula, longitude and number of panículas m², days to floración, days to crop, number of grains for panícula, weight 1000 seeds, yield for hectare, incidence of the patógeno, severity of damage, causal agent's identification and economic analysis.

The results determined that the application of a program of fungicides with Tebuconazol + copper Sulfate 0,5 L/ha more a fertilization balanced with 140-60-90 kg/ha of N-P-K, diminishes the incidence and damage of the spotted one of grain in the cultivation of rice, achieving a yield of 5014,3 kg/ha.

IX. LITERATURA CITADA

Alcivar, S. 2007. El cultivo de arroz en la zona central. Boletín divulgativo n°156. FENEARROZ-INIAP. p 8

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

Carvajal, JS. y Mera, AC. 2010. Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible (en línea) Consultado 15 Dic.2015 Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v5n2/v5n2a07.pdf>.

Chonillo, M. 2000. Estudio del comportamiento y el rendimiento del grano de la variedad BR 240 introducida de Guyana, en la zona de Babahoyo. Tesis del Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. p. 47.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), 2010. Investigación de manejo de fertilizantes en beneficio a Costa Rica, en Línea. Consultado en www.ciat.org. Cali - Colombia. P 9.

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

Ecuaquimica. 2015. Ficha técnica "Intercept" (en línea) Consultado 10 Dic. 2015 Disponible en: http://www.ecuaquimica.com/pdf_agricola/INTERCEPT.pdf.

Euro agro. 2015. Insumos orgánicos (en línea) Consultado 20 Dic. 2015 disponible en <http://euroagroec.com/wpcontent/uploads/2013/catalogoorganicos.pdf>.

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.

INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO. s.f.p. Su necesidad y uso en agricultura moderna. Boletín Técnico. pp: 8 – 9. (en línea) Consultado 20 Dic.2015

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP. 2008. Manual del cultivo del arroz. Manual técnico # 2, segunda reimpresión. Estación experimental Litoral Sur. Guayas. 78p.

MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, EC). 2014 Boletín Situacional Arroz (en línea) Consultado 20 Dic.2015 Disponible en: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/BoletinesCultivos/2015/bBoletin%20situacional%20arroz%202014%20actualizado.pdf>.

Medina, K. y Navia, D. 2011. XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Disponible en: <http://www.secsuelo.org/PDFs%20Articulos/Nutricion/Ponencias/4.%20Ing.%20%20Klever%20Medina.%20Fertilizacion.pdf>

Méndez, GM., Castro, ME. y García., PE. 2014. *Azospirillum* una rizobacteria con uso potencial en la agricultura. (en línea) Consultado 18 Dic.2015 Disponible en: <http://www.biologicas.umich.mx/index.php/biologicas/article/download/172/170>.

Mendieta, M. 2009. Cultivo y producción de arroz. Abonado y fertilización. Ediciones Ripalme E.I.R.L. Lima, Perú. pp: 81 - 84.

Mestanza, S. y Alcívar, S. 2006. Guía del cultivo del arroz. La Fertilización del cultivo de arroz en Ecuador. FENEARROZ, 2° edición. p. 32.

Montaño, A. M. 2009. Desarrollo del recurso *Azolla Anabaena* y aplicaciones en los sectores agrícolas, pecuario y acuícola. Resumen de avance. Escuela Politécnica del litoral. 31 de julio del 2009.

Loredo, MJ. Sf. Capacidad de biofertilización de un consorcio microbiano fotosintético fijador de nitrógeno. (En línea). Consultado 16 Dic. 2015.

Okon, J. 1994. Producción orgánica de cultivos en el valle del Cauca. Universidad de la Sabana. Editorial Produmedios, Colombia. pp 45-54.

Orius. 2015. Buen suelo (en línea) Consultado 16 Dic.2015 Disponible en:http://jwasociados.com.ec/portfolio_item/buensuelo/

Pacheco, T. J. 2010. Estudio del comportamiento agronómico de las variedades de arroz 'INIAP 15' e 'INIAP 16' a la fertilización química, bajo condiciones de riego. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 69 p.

Peralta, P. A. 2011. Comportamiento agronómico de la variedad de arroz INIAP 15 a la fertilización combinada con microalgas y líquenes en la Provincia del Guayas. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 55p

Scott, M. S. 2009. Principios básicos de la eficiencia de fosforo y potasio. International Plant Nutrition Institute. Informaciones Agronómicas N° 75. pp: 6 - 9.

Steward, W. M. 2001. Fertilizantes y el Ambiente. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Informaciones Agronómicas N° 44. pp. 6 -7.

Verdezoto, R. M. 2004. Efectos de la aplicación de altos niveles de nitrógeno en la etapa vegetativa sobre el rendimiento de grano en el cultivo de arroz. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 87 p.

ANEXOS

Anexo 1. Datos de altura de planta a la cosecha y su análisis de varianza, en el ensayo de comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) a la aplicación de rizobacterias de suelo con programas de fertilización química, en la zona de Babahoyo, Los Ríos.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	X
	1	2	3		
Intercept (1 Lt/Ha)	104,00	101,00	103,00	308,00	102,67
Intercept (1,5 Lt/Ha)	101,00	105,00	102,00	308,00	102,67
Nitrofix (1 Lt/Ha)	102,00	103,00	101,00	306,00	102,00
Nitrofix (1,5 L/HA)	108,00	107,00	110,00	325,00	108,33
Buen Suelo (1 L / HA)	103,00	106,00	102,00	311,00	103,67
Buen Suelo (1,5 L/HA)	105,00	100,00	102,00	307,00	102,33
Testigo - Fertilización N.A	97,00	102,00	97,00	296,00	98,67
Testigo Agricultor N.A	94,00	91,00	94,00	279,00	93,00
	814,00	815,00	811,00	2440,00	101,67

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C	Valor p
Repeticiones	2	1,08	0,54	0,12	0,8874
Tratamientos	7	405,33	57,90	12,88	<0,0001
Error experimental	14	62,92	4,49		
Total	23	469,33			

Anexo 2. Datos del número de macollos por metro cuadrado y su análisis de varianza en el ensayo de comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) a la aplicación de rizobacterias de suelo con programas de fertilización química, en la zona de Babahoyo, Los Ríos.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	X
	1	2	3		
Intercept (1 Lt/Ha)	441,00	432,00	434,00	1307,00	435,67
Intercept (1,5 Lt/Ha)	458,00	449,00	441,00	1348,00	449,33
Nitrofix (1 Lt/Ha)	452,00	440,00	451,00	1343,00	447,67
Nitrofix (1,5 L/HA)	433,00	450,00	449,00	1332,00	444,00
Buen Suelo (1 L / HA)	477,00	459,00	473,00	1409,00	469,67
Buen Suelo (1,5 L/HA)	432,00	442,00	470,00	1344,00	448,00
Testigo - Fertilización N.A	398,00	397,00	395,00	1190,00	396,67
Testigo Agricultor N.A	394,00	398,00	389,00	1181,00	393,67
	3485,00	3467,00	3502,00	10454,00	435,58

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C	Valor p
Repeticiones	2	76,58	38,29	0,39	0,6858
Tratamientos	7	14979,83	2139,98	21,66	<0,0001
Error experimental	14	1383,42	98,82		
Total	23	16439,83			

Anexo 3. Datos del número de panícula por metro cuadrado y su análisis de varianza en el ensayo de comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) a la aplicación de rizobacterias de suelo con programas de fertilización química, en la zona de Babahoyo, Los Ríos.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	X
	1	2	3		
Intercept (1 Lt/Ha)	439,00	432,00	429,00	1300,00	433,33
Intercept (1,5 Lt/Ha)	451,00	449,00	440,00	1340,00	446,67
Nitrofix (1 Lt/Ha)	449,00	437,00	435,00	1321,00	440,33
Nitrofix (1,5 L/HA)	433,00	450,00	444,00	1327,00	442,33
Buen Suelo (1 L / HA)	475,00	459,00	472,00	1406,00	468,67
Buen Suelo (1,5 L/HA)	430,00	442,00	468,00	1340,00	446,67
Testigo - Fertilización N.A	396,00	394,00	393,00	1183,00	394,33
Testigo Agricultor N.A	389,00	391,00	383,00	1163,00	387,67
	3462,00	3454,00	3464,00	10380,00	432,50

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C	Valor p
Repeticiones	2	7,00	3,50	0,04	0,9636
Tratamientos	7	16004,67	2286,38	24,32	<0,0001
Error experimental	14	1316,33	94,02		
Total	23	17328,00			

Anexo 4. Datos de longitud de panícula y su análisis de varianza en el ensayo de comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) a la aplicación de rizobacterias de suelo con programas de fertilización química, en la zona de Babahoyo, Los Ríos.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	X
	1	2	3		
Intercept (1 Lt/Ha)	21,00	24,00	22,00	67,00	22,33
Intercept (1,5 Lt/Ha)	23,00	25,00	21,00	69,00	23,00
Nitrofix (1 Lt/Ha)	22,00	22,00	25,00	69,00	23,00
Nitrofix (1,5 L/HA)	21,00	24,00	21,00	66,00	22,00
Buen Suelo (1 L / HA)	25,00	23,00	26,00	74,00	24,67
Buen Suelo (1,5 L/HA)	23,00	25,00	24,00	72,00	24,00
Testigo - Fertilización N.A	24,00	22,00	23,00	69,00	23,00
Testigo Agricultor N.A	21,00	22,00	19,00	62,00	20,67
	180,00	187,00	181,00	548,00	22,83

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C	Valor p
Repeticiones	2	3,58	1,79	0,73	0,4999
Tratamientos	7	31,33	4,48	1,82	0,1610
Error experimental	14	34,42	2,46		
Total	23	69,23			

Anexo 5. Datos de número de granos por panícula y su análisis de varianza en el ensayo de comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) a la aplicación de rizobacterias de suelo con programas de fertilización química, en la zona de Babahoyo, Los Ríos.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	X
	1	2	3		
Intercept (1 Lt/Ha)	126,00	128,00	133,00	387,00	129,00
Intercept (1,5 Lt/Ha)	140,00	138,00	137,00	415,00	138,33
Nitrofix (1 Lt/Ha)	124,00	129,00	127,00	380,00	126,67
Nitrofix (1,5 L/HA)	130,00	132,00	130,00	392,00	130,67
Buen Suelo (1 L / HA)	139,00	132,00	140,00	411,00	137,00
Buen Suelo (1,5 L/HA)	126,00	129,00	128,00	383,00	127,67
Testigo - Fertilización N.A	127,00	123,00	127,00	377,00	125,67
Testigo Agricultor N.A	121,00	119,00	122,00	362,00	120,67
	1033,00	1030,00	1044,00	3107,00	129,46

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C	Valor p
Repeticiones	2	13,58	6,79	1,05	0,3754
Tratamientos	7	719,96	102,85	15,93	<0,0001
Error experimental	14	90,42	6,46		
Total	23	823,96			

Anexo 6. Datos del peso de mil granos y su análisis de varianza en el ensayo de comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) a la aplicación de rizobacterias de suelo con programas de fertilización química, en la zona de Babahoyo, Los Ríos.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	X
	1	2	3		
Intercept (1 Lt/Ha)	33,00	34,00	34,00	101,00	33,67
Intercept (1,5 Lt/Ha)	30,00	32,00	31,00	93,00	31,00
Nitrofix (1 Lt/Ha)	40,00	39,00	41,00	120,00	40,00
Nitrofix (1,5 L/HA)	34,00	33,00	35,00	102,00	34,00
Buen Suelo (1 L / HA)	37,00	38,00	36,00	111,00	37,00
Buen Suelo (1,5 L/HA)	39,00	36,00	38,00	113,00	37,67
Testigo - Fertilización N.A	26,00	27,00	25,00	78,00	26,00
Testigo Agricultor N.A	27,00	29,00	28,00	84,00	28,00
	266,00	268,00	268,00	802,00	33,42

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C	Valor p
Repeticiones	2	0,33	0,17	0,14	0,8729
Tratamientos	7	494,50	70,64	58,18	<0,0001
Error experimental	14	17,00	1,21		
Total	23	511,83			

Anexo 7. Datos de los días de floración y su análisis de varianza en el ensayo de comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) a la aplicación de rizobacterias de suelo con programas de fertilización química, en la zona de Babahoyo, Los Ríos.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	X
	1	2	3		
Intercept (1 Lt/Ha)	58,00	56,00	60,00	174,00	58,00
Intercept (1,5 Lt/Ha)	60,00	58,00	56,00	174,00	58,00
Nitrofix (1 Lt/Ha)	60,00	58,00	60,00	178,00	59,33
Nitrofix (1,5 L/HA)	56,00	58,00	56,00	170,00	56,67
Buen Suelo (1 L / HA)	60,00	60,00	58,00	178,00	59,33
Buen Suelo (1,5 L/HA)	58,00	58,00	58,00	174,00	58,00
Testigo - Fertilización N.A	50,00	52,00	50,00	152,00	50,67
Testigo Agricultor N.A	48,00	48,00	50,00	146,00	48,67
	450,00	448,00	448,00	1346,00	56,08

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C	Valor p
Repeticiones	2	0,33	0,17	0,08	0,9231
Tratamientos	7	350,50	50,07	24,17	<0,0001
Error experimental	14	29,00	2,07		
Total	23	379,83			

Anexo 8. Datos de los días a la cosecha y su análisis de varianza en el ensayo de comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) a la aplicación de rizobacterias de suelo con programas de fertilización química, en la zona de Babahoyo, Los Ríos.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	X
	1	2	3		
Intercept (1 Lt/Ha)	128,00	128,00	128,00	384,00	128,00
Intercept (1,5 Lt/Ha)	126,00	126,00	156,00	408,00	136,00
Nitrofix (1 Lt/Ha)	130,00	130,00	130,00	390,00	130,00
Nitrofix (1,5 L/HA)	124,00	124,00	124,00	372,00	124,00
Buen Suelo (1 L / HA)	126,00	126,00	126,00	378,00	126,00
Buen Suelo (1,5 L/HA)	130,00	130,00	130,00	390,00	130,00
Testigo - Fertilización N.A	128,00	128,00	128,00	384,00	128,00
Testigo Agricultor N.A	124,00	124,00	124,00	372,00	124,00
	1016,00	1016,00	1046,00	3078,00	128,25

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C	Valor p
Repeticiones	2	75,00	37,50	1,00	0,3927
Tratamientos	7	322,50	46,07	1,23	0,3506
Error experimental	14	525,00	37,50		
Total	23	922,50			

Anexo 9. Datos del rendimiento y su análisis de varianza en el ensayo de comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) a la aplicación de rizobacterias de suelo con programas de fertilización química, en la zona de Babahoyo, Los Ríos.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	X
	1	2	3		
Intercept (1 Lt/Ha)	5752,00	6042,00	5876,00	17670,00	5890,00
Intercept (1,5 Lt/Ha)	7380,00	7124,00	6880,00	21384,00	7128,00
Nitrofix (1 Lt/Ha)	6430,00	6750,00	6578,00	19758,00	6586,00
Nitrofix (1,5 L/HA)	7220,00	7580,00	7360,00	22160,00	7386,67
Buen Suelo (1 L / HA)	6725,00	7055,00	7540,00	21320,00	7106,67
Buen Suelo (1,5 L/HA)	6980,00	7456,00	7270,00	21706,00	7235,33
Testigo - Fertilización N.A	5110,00	5216,00	5372,00	15698,00	5232,67
Testigo Agricultor N.A	4850,00	5010,00	4955,00	14815,00	4938,33
	50447,00	52233,00	51831,00	154511,00	6437,96

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C	Valor p
Repeticiones	2	219452,33	109726,17	2,72	0,1003
Tratamientos	7	19448881,63	2778411,66	68,94	<0,0001
Error experimental	14	564241,00			
Total	23	20232574,96			

Anexo 10. Costos de producción/Ha.

Descripción		Unidades	Cantidad	Costo Unitario	Valor Total
Semilla		qq	1	65	65
Preparación de terreno		Horas	3	20	60
Trasplante		Tareas	22	9	198
Control de malezas		Lt	2	9,5	19
Aplicación de insecticidas		Lt	1	12	12
		Lt	1	14	14
Aplicación de fungicida		Lt	0.5	4,5	4,5
Fertilización	Nitrogenada	qq	6	14	84
	Completa	qq	1	16	16
	Micronutrientes	Kg	25	30	30
Riego		Horas	4	10	40
Cosecha		Saca	70	2	140
Jornales		-	8	12	96
Sub Total					778,5
Administración (10%)					77,85
Total Costo					\$856,35



Figura 1. Trasplante



Figura 2. Distribución de los tratamientos en el campo



Figura 3. Fertilización



Figura 4. Control de maleza



Figura 5. Aplicación de tratamientos



Figura 6. Control fitosanitario



Figura 7. Seguimiento del trabajo experimental por parte del asesor



Figura 8. Toma de datos número de macollos



Figura 9. Toma de datos de altura de planta



Figura 10. Toma de datos de longitud de panícula



Figura 11. Cosecha