



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente Práctico presentado a la Unidad de Titulación,
como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE TRES LÍNEAS
FINALIZADAS DE ARROZ (*Oryza sativa*) BAJO
DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN, EN LA ZONA
DE BABAHOYO”

AUTORA:

Gladys Margarita López Mosquera

TUTOR:

Ing. Agr. Guillermo García Vásquez, MSc.

BABAHOYO - LOS RÍOS – ECUADOR

2016

La responsabilidad por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este trabajo de investigación son de exclusividad de la autora.

Gladys Margarita López Mosquera

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo se lo dedico a Dios, ya que gracias a él he logrado culminar mi carrera profesional.

A mi madre, porque siempre me dio su apoyo incondicional, su amor, sus consejos y desvelos; gracias por ser esa madre luchadora y guiarme siempre.

A mis hermanos y sobrinos, por darme su apoyo y cariño incondicional.

A mi padre, que aunque no esté físicamente conmigo, sé que desde el cielo me cuida y se siente orgulloso de mí.

A mis maestros de escuela, colegio y universidad, por compartir conmigo sus conocimientos y experiencias, en especial a mi tutor, Ing. Agr. M.Sc. Guillermo García Vásquez, quien me guió en la realización de esta investigación, y al Ing. Agr. MBA. Otto Ordeñana Burnham, por ser un buen maestro en su trayectoria y brindarme su amistad.

A mis compañeros y amigos, que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

Gladys Margarita López Mosquera

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por su misericordia, su guía, y por la fortaleza que me dio cuando creí que no podía seguir más por algunos inconvenientes que se me presentaron en mi carrera profesional; él me dio el valor y la fuerza para seguir luchando para cumplir una meta más en mi vida, ser Ingeniera Agrónoma; gracias al Rey de Reyes lo pude lograr.

Gracias a mi madre, por darme su apoyo incondicional y amor, por siempre creer en mí, por enseñarme a luchar por cada meta que me he propuesto en el ámbito personal y profesional, ya que sin la ayuda de ella no lo hubiese logrado; y a mi padre que en paz descansa, pues aunque se me fue muy pronto sé que él siempre está conmigo y se siente orgullo de mí.

Gracias a mis hermanos y sobrinos por brindarme su apoyo en cada paso que doy, y gracias a mis demás familiares por su cariño, ya que sentirme querida me ha permitido seguir luchando.

Gracias a mis compañeros de estudio, quienes compartieron gratos momentos en la Carrera de Ingeniería Agronómica, y sobre todo gracias a mis amigos, que siempre estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos para darme su apoyo.

Gracias a mis maestros, por brindarme sus conocimientos y así poderlos aplicar en mi vida profesional, sobre todo mil gracias a mi tutor, Ing. Agr. M.Sc. Guillermo García Vásquez, quien me guio en este trabajo investigativo, y al Ing. Agr. MBA. Otto Ordeñana Burnham, por ser un catedrático ejemplar que supo siempre apoyar al estudiante sin importar su condición social, gracias por su apoyo y sabios consejos.

Gladys Margarita López Mosquera

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Objetivos	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1.	Ubicación y descripción del área experimental	13
3.2.	Material de siembra	13
3.3.	Métodos	14
3.4.	Factores estudiados	14
3.5.	Tratamientos y subtratamientos	14
3.6.	Diseño experimental.....	15
3.7.	Análisis de varianza.....	15
3.8.	Análisis funcional	16
3.9.	Manejo del ensayo	16
3.9.1.	Análisis de suelo	16
3.9.2.	Preparación de terreno	16
3.9.3.	Siembra.....	16
3.9.4.	Control de malezas.....	17
3.9.5.	Control fitosanitario.....	17
3.9.6.	Fertilización.....	17
3.9.7.	Riego	17
3.9.8.	Cosecha	17
3.10.	Datos evaluados	18
3.10.1.	Días a la floración	18
3.10.2.	Días a maduración fisiológica de grano.....	18
3.10.3.	Altura de planta a cosecha	18
3.10.4.	Número de macollos/m ²	18
3.10.5.	Número de panículas/m ²	18
3.10.6.	Longitud de panícula	18
3.10.7.	Número de granos llenos por panícula	18
3.10.8.	Número de granos vanos por panícula	19
3.10.9.	Peso de mil granos	19
3.10.10.	Relación grano – paja	19
3.10.11.	Rendimiento del cultivo	19

3.10.12. Análisis económico	19
IV. RESULTADOS.....	20
4.1. Días a floración	20
4.2. Días a maduración	21
4.3. Altura de planta	22
4.4. Número de macollos/m ²	22
4.5. Número de panículas/m ²	23
4.6. Longitud de panícula.....	24
4.7. Número de granos llenos por panícula.....	25
4.8. Número de granos vanos por panícula.....	26
4.9. Peso de 1000 granos	27
4.10. Relación grano - paja	28
4.11. Rendimiento	29
4.12. Análisis económico.....	30
V. DISCUSIÓN	33
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
VII. RESUMEN.....	36
VIII. SUMMARY	38
IX. LITERATURA CITADA	40
ANEXOS.....	44

I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial; debido a la facilidad que tiene de adaptarse a diferentes condiciones climáticas, además de ser considerado un producto básico de la canasta familiar, ya que posee carbohidratos, minerales y proteínas esenciales para el ser humano.

En el Ecuador se siembran aproximadamente 411.459 hectáreas, para una producción de 1'565.535 toneladas métricas, con un rendimiento promedio de 4,22 Tm/ha. En la región Costa se encuentra la mayor parte de la superficie sembrada, siendo la provincia del Guayas la que posee el 62 % de la totalidad, seguida de Los Ríos con el 31 %¹. Se lo cultiva tanto en secano aprovechando las lluvias, y bajo riego aplicando una lámina de agua.

El Ecuador, a pesar de poseer grandes extensiones de terreno apto y con condiciones climáticas favorables para el cultivo del arroz, tiene un bajo rendimiento promedio de producción por hectárea, en comparación con otros países; aun así, demuestra un incremento significativo en la producción con relación al promedio de 1,44 toneladas métricas por hectárea obtenido en el período 1965-1969. Tal rendimiento, se originaba en el uso de variedades tradicionales, susceptibles a plagas y enfermedades, ausencia de semillas certificadas, uso de prácticas culturales inadecuadas, poca o ninguna infraestructura de riego, falta de investigación y transferencia de tecnología².

El mejoramiento genético de arroz tiene como objetivo principal crear variabilidad genética realizando cruzamientos entre diferentes genotipos, para luego seleccionar las líneas superiores en rendimiento y calidad de grano, resistencia a plagas y enfermedades; logrando así incrementar los rendimientos.

¹ Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). 2012.

² Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

Por esta razón, en la actualidad existen en el país varias empresas privadas que están adquiriendo líneas de arroz provenientes de otros países, como una posible solución al bajo rendimiento del cultivo debido a los factores antes mencionados.

Para verificar si en realidad estos materiales introducidos al país son una verdadera solución al bajo rendimiento del cultivo, es necesario evaluarlas en diferentes ambientes, bajo diferentes niveles de fertilización química, en condiciones de riego y seco, y compararlas con variedades comerciales locales.

Por lo expuesto, se justifica la realización del presente trabajo investigativo, en el cual se evaluará el comportamiento agronómico de tres líneas finalizadas de arroz provenientes de Colombia y una variedad de arroz local, las cuales serán sometidas a diferentes dosis de fertilización química, para así determinar las líneas que más se adaptan a la zona y el nivel óptimo de fertilización que permita obtener un mayor rendimiento.

1.1. Objetivos

General

- Evaluar el comportamiento agronómico de tres líneas finalizadas de arroz (*Oryza sativa*) bajo diferentes dosis de fertilización, en la zona de Babahoyo.

Específicos

- Estudiar el comportamiento agronómico de tres líneas finalizadas de arroz en la zona de Babahoyo.
- Identificar la dosis de fertilización que maximice el rendimiento del cultivo de arroz.
- Analizar económicamente los tratamientos en función de los costos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Chonillo (2000) citado por Chica (2013), indica que la introducción de material genético de otros centros de investigación es muy beneficiosa, pues su objetivo es aumentar la producción arroceras por unidad de superficie y superar los rendimientos actuales existentes en el país. Además, menciona que estos genotipos deben poseer características agronómicas deseables, como buen tipo de planta, y resistencia a plagas y enfermedades, para así asegurar un óptimo rendimiento del cultivo.

Poehlman (1987) citado por Pisco (2013), expresa que cuando una nueva variedad es introducida por primera vez en un ambiente determinado, se puede observar que luego de varios ciclos de cultivo aumentan los rendimientos, gracias a la adaptabilidad de la variedad al nuevo ambiente, siendo varios los factores que intervienen en esta adaptación.

Buestan (1994), manifiesta que no existe una prueba definitiva que garantice que los materiales escogidos sean los mejores al nivel de agricultor; pues es lógico que una variedad o línea alcance su mejor comportamiento en un ambiente determinado y no necesariamente en todos los ambientes.

Yamada (2003), indica que es primordial que exista un proporcionado balance de micro y macronutrientes para un mejor desarrollo de la planta y la existencia de microorganismos benéficos en el terreno. Es importante que los nutrientes estén incorporados en el suelo desde la etapa de inicio de crecimiento porque es cuando requiere de una mayor absorción. El elemento que ocasiona mayor estimulación en la proliferación del sistema radicular es el nitrógeno, primordialmente cuando se halla en manera amoniacal, porque incrementa una eficiencia en la fertilización fosfatada, ya que esta actúa positivamente en el crecimiento radicular.

INIAP (2007), manifiesta que el arroz como toda planta, necesita para su crecimiento y nutrición, necesita de una cantidad adecuada y sobre todo

oportuna de nutrientes, suministrados por el suelo o por una fertilización balanceada. Cada uno de los nutrientes juega un papel específico en el metabolismo vegetal, ninguno de ellos puede ser remplazado por otro, de tal manera que no importa que las plantas dispongan de suficiente cantidad de todos ellos, si sólo uno está en cantidad o proporción deficiente.

Ruíz (1987) citado por Pisco (2013), indica que el nitrógeno, fósforo y potasio han sido clasificados como elementos primarios, ya que son los nutrientes que la planta va a necesitar en grandes cantidades. El nitrógeno, se toma del suelo en forma de nitrato (NO_3) o de amonio (NH_4) y se combinan con los compuestos del carbono en la planta para formar aminoácidos y proteínas. El fósforo es de vital importancia en la división celular y en el desarrollo de los tejidos vegetales de las plantas. El potasio, no es componente de los tejidos vegetales, pero se presenta en estado de solución en la savia de las células; se acumulan en aquellas partes de la planta en las que la división celular y los procesos vegetativos son activos.

Cevallos y Gwo (2005) citado por Pineda (2007), nos indica que también es necesario aplicar fosforo al cultivo de arroz porque interviene de forma positiva en la productividad del cultivo arroz, a pesar sus efectos son menos espectaculares que los de la fertilización nitrogenada. La aplicación fosforada beneficia al macollamiento, estimula el desarrollo radicular, favorece a la precocidad, ayuda a la uniformidad del proceso de la floración y maduración, mejora la calidad del grano.

El mismo autor señala que la mayor parte del nitrógeno localizado en el suelo se encuentra en formas orgánicas, formando parte de la materia orgánica y de los residuos de cosecha, el cultivo de arroz solo absorbe el nitrógeno de la solución de manera inorgánica.

INFOAGRO (s.f.), manifiesta que cuando en un suelo anaeróbico, la falta de oxígeno produce que la mineralización del nitrógeno sufra una detención de forma amónica, que es la que resulta estable en los terrenos con estas condiciones. De esta manera se encuentra al nitrógeno en dos formas: primero

la solución disuelta del suelo y la segunda es absorción por el complejo arcillo-húmico, constituyendo el contenido del nitrógeno del suelo fácilmente disponible para la planta de arroz.

Vargas (2002), nos señala que el nitrógeno es uno de los principales nutrientes más aplicado en los cultivos de arroz, cuando dicho nutriente proviene de materia orgánica del terreno la planta de arroz lo toma pero no directamente porque primero debe pasar por una mineralización procesado por microbiales. El nitrógeno puede ser transformado en nitratos cuando se encuentra localizado en suelos secos o en ambiente aeróbico pero cuando ocurre esta transformación puede ocasionar dos desventajas: la primera causa es la lixiviación fácil de los aniones y la segunda sufre el proceso de desnitrificación que es la causante que los nitratos se transformen en manera no favorable para las plantas, estos nitratos son tóxicos para el cultivo y se pierden en la atmósfera, pero cuando existe suelos inundados no se convierten en nitratos, sino que se acumula el nitrógeno de maneras amoniacales y cuando ocurre eso la planta lo toma de forma favorable pues la planta de arroz maneja mejor el amonio que el nitrato, ya que este es el causante de producir toxicidad en la planta de arroz.

IPNI (2011) citado por Espinoza (2014), nos indica que donde más necesita de la aplicación nitrogenada es al inicio hasta mediados del macollamiento, y que también es necesario fertilizar al inicio de la aparición de la panoja. Además cuando el nitrógeno es aplicado durante el proceso de la maduración del grano ocasiona un retraso en la senescencia de las hojas de la planta de arroz, ayuda al llenado de grano y aumenta la concentración de proteínas en el grano.

Vargas (2002), señala que el cultivo de arroz necesita una gran cantidad de nitrógeno en toda su etapa vegetativa, pero en la etapa que más requiere es al inicio de la formación de la panícula y durante todo el proceso de macollamiento. Si se aplica una fertilización nitrogenada ocasiona un incremento de macollamiento, crecimiento de toda parte de la planta de arroz, aumenta el porte y número de hojas, más espiguillas llenas por panícula,

aumenta la concentración de proteína en el grano de arroz.

Valdiviezo (2005) citado por Espinoza (2014), manifiesta que nitrógeno se trasloca en el interior de la planta de arroz desde las hojas viejas a la jóvenes y la deficiencia de este nutriente se visualiza en las hojas bajas del cultivo, la falta de nitrógeno en la planta puede presentarse debido al bajo volumen que contiene el terreno de dicho nutriente, poca fertilización nitrogenada, y también cuando existe percolación y lixiviación causada por las fuertes lluvias que ocasionan la pérdida de este macronutriente.

Aguirre (2009) citado por Espinoza (2014), nos manifiesta que la aplicación de nitrógeno en el cultivo de arroz actúa en la formación de proteína y aminoácidos, contribuye en la síntesis de la clorofila y también participa en los procesos energéticos de la planta y en la formación de vitaminas.

Vargas (2002), nos indica que el nitrógeno es absorbido por la planta de arroz ligeramente al inicio de la fase de desarrollo hasta el final del cultivo. La mayor parte del nitrógeno es guardado en la planta de forma reservada en las partes áreas de la planta de arroz y luego se trasloca ligeramente a los granos, distribuyéndose la mitad del nitrógeno reservado a los granos. El 50% de nitrógeno es absorbido y almacenado en el grano, lo cual sucede después de la floración.

El mismo autor señala que cuando existe deficiencia de nitrógeno en la planta se puede observar porque presenta un amarillamiento en las hojas bajas y estas pueden morir, y las hojas jóvenes conservan el color verdoso, insuficiente crecimiento y poco macollamiento.

Cevallos y Gwo (2005) citado por Pineda (2007), manifiesta que la mayor parte del nitrógeno se encuentra localizado en el suelo de manera orgánica y es absorbido por el cultivo de arroz de forma inorgánica. El nitrógeno es un componente nutritivo que incrementa la calidad del grano, el área foliar, el rendimiento de la producción y además contribuye en el llenado de grano. La planta de arroz requiere de fertilización nitrogenada aproximadamente a los 35

- 45 después de la siembra, porque es donde el cultivo de arroz está en pleno desarrollo, y también es necesaria una aplicación al inicio del elongamiento del entrenudo superior hasta que alcance una altura de 1,5 - 2 cm.

El mismo autor indica que la aplicación del nitrógeno se debe realizar en dos etapas: la primera aplicación debe ser realizada como abonado de fondo y la siguiente al inicio de la fase reproductiva. Existen varios factores que hay que tomar en cuenta para la aplicación de una dosis nitrogenada, entre ellas están las condiciones climáticas, manejo del fertilizante, variedad a utilizar, tipo de suelo etc. De forma generalizada la dosis es de 150 kg/ha de nitrógeno distribuida dos veces (75% como abonado de fondo y 25% al inicio de la panícula).

Alcívar y Mestanza (1998), expresan que el cultivo de arroz requiere asimilar nitrógeno en toda su etapa vegetativa, donde la mayor cantidad la requiere en el macollamiento y principalmente en la formación de la panícula, aumentando el tamaño y el número de granos, utilizando el nitrógeno un 50% para la formación del grano y el otro 50 % restante es absorbido por la planta ; la deficiencia de nitrógeno produce un secamiento en el ápice de las hojas inferiores, también provoca un debilitamiento en la planta y la obtención de menos macollamiento ,el nitrógeno actúa en la fotosíntesis y se desempeña en la formación de las proteínas.

Verdezoto (2004), evaluó los efectos de aplicación de altos niveles de nitrógeno en las etapas vegetativa sobre el rendimiento del grano en el cultivo de arroz, y señala que la aplicación de nitrógeno se debe dar al inicio del macollamiento, aplicando un 25%, en el crecimiento de los tallos un 50% y la última aplicación se la debe hacer al inicio del primordio floral en un 25%, para así obtener mayor rendimiento de grano. Además nos indica que la aplicación de altos niveles de nitrógeno depende de la variedad, potencial de rendimiento deseado y del nivel nutricional del terreno.

INIAP (2007), indica que el arroz necesita asimilar nitrógeno durante todo su período vegetativo. Es absorbido durante las primeras etapas de desarrollo

hasta el final de la etapa pastosa, pero existen dos etapas de mayor exigencia, durante el macollamiento y al inicio de la formación del primordio floral.

Dobermann y Fairhurst (2002), señalan que el fósforo es un constituyente esencial de la adenosina trifosfato (ATP), nucleótidos, ácidos nucleicos y fosfolípidos. Sus principales funciones son el transporte y almacenamiento de energía y el mantenimiento de la integridad de la membrana celular.

Los mismos autores mencionan que el fosforo actúa de manera móvil en la planta de arroz, promueve al desarrollo de la raíz, al macollamiento, la floración temprana y a la maduración; es esencial en las primeras fases de crecimiento de la planta, además es necesario aplicar fertilizantes fosfatados cuando el sistema radicular de cultivo de arroz no está aún desarrollado y el complemento del fosforo del suelo es bajo. El fosforo se moviliza dentro de la planta durante las fases posteriores de crecimiento, siempre y cuando haya sido absorbido de manera eficiente en las etapas tempranas.

Rodríguez (1999), indica que el P cumple una función muy importante en el desarrollo radicular, crecimiento, floración y desarrollo del grano; es componente de los fosfolípidos y ácido nucleicos así como de la membrana celular; también actúa en el metabolismo energético, ya que es constituyente de la molécula de ATP (adenosin trifosfato). Además forma parte integral de las coenzimas NAD (nicotinamida adenin dinucleotido) y NADP (nicotinamida adenin dinucleotido fosfato), las cuales cumplen una función importante en los procesos de fotosíntesis, respiración, glucólisis, y síntesis de ácidos grasos.

Dobermann y Fairhurst (2002), manifiestan que las plantas de arroz deficientes en fósforo son pequeñas, con bajo macollamiento, tallos delgados y alargados, hojas estrechas, erectas y pequeñas, con una coloración verde oscuro. También se presenta reducción de número de hojas, panojas y granos por panojas. Las hojas jóvenes se visualizan saludables mientras que las hojas viejas se tornan de color parduzco y mueren, pero si la variedad tiende a producir antocianinas, las hojas pueden presentar un color rojo purpura. Cuando existe deficiencia simultánea de fósforo y nitrógeno, las hojas pueden

presentar una coloración verde pálida. Es difícil reconocer la deficiencia del fósforo en el campo, ya que está asociada con otros desordenes nutricionales tales como toxicidad de hierro por ph, deficiencia de zinc, deficiencia de hierro, alcalinidad y salinidad del suelo.

Rodríguez (1999), señala que la deficiencia del fósforo es más severa en los suelos ácidos y terrenos de secano, por lo que la inundación favorece su disponibilidad. Cuando existe deficiencia de fósforo, la planta de arroz no responde a las aplicaciones de nitrógeno y potasio. La deficiencia de fosforo se puede apreciar por un color verde oscuro sucio en hoja viejas, después se tornan de un color amarillo anaranjado, plantas atrofiadas con un limitado macollamiento, poca longitud de la hojas y reducción del número de panojas, color rojizo púrpura en las hojas de las variedades que producen el pigmento antocianina.

Vargas (2002), nos manifiesta que los suelos arenosos hechos a partir de micas y rocas pobres en feldespatos son los que presentan pobreza de potasio y se puede convertir en casos extremos si las condiciones de meteorización son demasiadas intensas, así como en oxisoles o ultisoles, mientras que los suelos ricos en potasio son los arcillosos formados por micáceos y minerales feldespáticos como ocurre con algunos vertisoles. El potasio forma entre 10% y 30% de la sumatoria de cationes que posee el suelo.

Scott (2009), indica que en los suelos el potasio y el fosforo pueden ser retenidos y ocasionar un impacto en la fertilidad del suelo y rendimiento del cultivo por mucho tiempo después de la aplicación realizada. El impacto que ocasiona se lo conoce como efecto "residual". El resultado de la utilización eficiente de estos nutrientes puede ser evaluado para varios ciclos del cultivo o uno solo. La apropiada examinación de los efectos residuales solicita de largas pérdidas para obtener de esta manera apropiada el real impacto que ocasiona este proceso.

Mendieta (2009) citado por Paredes (2011), indica que el potasio participa como un papel vital en la fotosíntesis, el proceso por lo que la energía del sol

más la combinación con el H₂O y dióxido de carbono se transforma en materia orgánica y azúcares. Se ha demostrado que la aplicación potásica desempeña un papel principal en la activación de más de sesenta sistemas enzimáticos en la planta de arroz. En contraste con otros elementos que están incluidos en la formación de las estructuras de la célula, la fertilización de potasio actúa en el jugo celular. Su alta movilidad que contiene ayuda que se traslade rápidamente de una célula a otra célula, o de tejido viejo a uno nuevo en desarrollo. La falta del contenido potasio para proteger las necesidades de todas las partes de la planta que tiene reduce el crecimiento y causa una transformación en el cultivo condiciones indeseables como incremento de enfermedades para la planta ,causando quebrantamiento del tallo y susceptibilidad a otras condiciones de estrés que se puedan aparecer.

Vargas (2002), señala que entre las funciones que cumple el potasio en la planta de arroz está la apertura y cierre de los estomas de la planta, que guarda relación con en el proceso de difusión de CO₂ en los tejidos verdes de la planta y es la que se encarga de que ocurra el proceso de fotosíntesis; es primordial para la actividad de las enzimas, la planta se vuelve resistente a enfermedades, ayuda al macollamiento y al aumento de tamaño de los granos.

Grant, *et al.* (2001), manifiesta que a nivel de toda la planta, el potasio incrementa el área foliar y el contenido de clorofila, por lo tanto contribuye a una mayor fotosíntesis y crecimiento del cultivo de arroz. A diferencia de nitrógeno y el fósforo, el potasio no tiene mayor efecto en el macollamiento, sin embargo, su presencia incrementa el número de granos por panoja, el porcentaje de granos llenos y el peso de 1000 granos.

Deambrosi, *et al* (2015), señala que el potasio no es un componente de compuestos orgánicos en las plantas, pero es un cofactor para 60 o más enzimas, es importante para la respiración, y traslocación de asimilatos. Dentro de sus efectos generales se puede mencionar: favorecer el macollaje, e incrementar el tamaño y peso de granos, jugar un rol importante en la apertura y cierre de estomas y mayor tolerancia a condiciones climáticas desfavorables, incrementar la respuesta a la aplicación de otros nutrientes (N y P

principalmente), contribuir a una mayor tolerancia a las enfermedades, e incrementar la fortaleza de los tallos reduciendo el vuelco.

Dobermann y Fairhurst (2001), explican que los primeros síntomas de deficiencia de K en arroz aparecen como plantas de color verde oscuro que tienen hojas con márgenes de color amarillo parduzco o puntos necróticos. Estos síntomas aparecen primero en las puntas de las hojas viejas. A medida que la deficiencia se acentúa, el color amarillo parduzco de las puntas de las hojas se desplaza a lo largo del filo y finalmente llega a la base de la hoja. Las hojas superiores son cortas, agobiadas y de un color verde oscuro sucio. Las hojas viejas cambian de color amarillo a café y si la deficiencia no se corrige aparece una decoloración gradual de las hojas jóvenes. Las puntas y los márgenes de las hojas se pueden secar. Se pueden también presentar fajas amarillentas a lo largo del tejido intervenal y se agobian las hojas bajas. Los síntomas de deficiencia de K (particularmente la presencia de márgenes de color amarillo parduzco en las hojas) son similares a los síntomas de infección con virus.

Vargas (2002), indican que la deficiencia de potasio en los cultivos de arroz presentan los siguientes síntomas: insuficiente formación de hijos y la planta de arroz tiene un desarrollo atrofiado, hojas pequeñas de coloración verde oscuro, amarillamiento en las nervaduras de las láminas y necrosis en los bordes comenzando desde las puntas y avanzando hacia las vainas de la planta, se presentan panículas delgadas y largas.

Cevallos y Gwo (2005) citado por Pineda (2007), nos manifiesta que el potasio actúa en el arroz provocando resistencia al volcamiento del cultivo, al ataque de enfermedades y la adaptación de temperaturas desfavorable. El potasio es absorbido durante toda la etapa del cultivo. La fertilización potásica a usar varía la dosis desde 80 - 150 kg de K₂O/ha. Donde más se requiere de una alta fertilización de potasio en cuando el suelo es suelto y también cuando se utiliza dosis altas de fertilización nitrogenada.

INIAP (2007), señala que el potasio es absorbido de acuerdo al crecimiento de la planta hasta el final de la etapa de grano lechoso y luego decrece. Este elemento se acumula en las partes vegetativas donde sirve para su formación y permanecen en el tallo hasta la cosecha. Alrededor del 90% del potasio absorbido del suelo y/o del fertilizante permanece en la paja.

Vargas (2002), nos indica que el potasio es absorbido por la planta de arroz en toda su etapa de desarrollo hasta el final del estado lechoso del grano y luego descende. El potasio es acumulado en los granos en cantidades menores de un 12% a diferencia fosforo y nitrógeno .el potasio se distribuye en la paja de la planta arroz (hojas y tallos) y luego regresa al suelo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del área 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 Km. 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo, con coordenadas geográficas 79° 32´ de longitud occidental y 1° 49´ de latitud sur.

La zona presenta un clima tropical húmedo, con una altura de 8 m.s.n.m., una precipitación promedio anual de 2329 mm, humedad relativa de 82 % y una temperatura media anual de 25,5°C³.

3.2. Material de siembra

Como material de siembra se utilizaron tres líneas finalizadas de arroz provenientes de Colombia y la variedad de arroz local INIAP 14.

Las líneas finalizadas fueron proporcionadas por la empresa INTEROC CUSTER S.A., y sus códigos son: 220, 780 y 307.

Las características de los materiales de siembra utilizados se presentan a continuación:

Características	220	780	307	INIAP 14
Rendimiento Ton/Ha	4 - 5	4 - 5	5,5 - 6	4,8 - 6
Ciclo vegetativa (días)	120	120 - 125	120	113 – 117
Altura de planta (cm.)	110 - 120	120 - 130	115 - 125	99 – 107
Días a la floración (días)	80 - 95	95 - 105	90 - 100	-
Número de panículas/planta	11 - 15	8 - 13	8 - 13	14 - 38
Longitud de grano (mm)	-	-	-	6,6 - 7,5
Resistencia al acame	-	-	-	Resistente
<i>Tagosodes oryzicolus</i>	-	-	-	Resistente
<i>Pyricularia grisea</i>	-	-	-	MS

³ Datos tomados de la estación experimental meteorológica UTB-FACIAG-INAHMI. 2013

<i>Sarocladium oryzae</i>	-	-	-	MS
<i>Rhizoctonia solani</i>	-	-	-	Tolerante
Hoja blanca	-	-	-	MR
Latencia en semanas	-	-	-	4 - 6

Datos proporcionados por la empresa Interoc Custer S.A.

MR: Moderadamente resistente; MS: Moderadamente susceptible.

3.3. Métodos

En el siguiente ensayo se utilizaron los métodos:

- Deductivo,
- Inductivo,
- Empírico y
- Experimental.

3.4. Factores estudiados

- Variable dependiente: Comportamiento agronómico de tres líneas finalizadas de arroz.
- Variable independiente: Dosis de fertilización.

3.5. Tratamientos y subtratamientos

Se emplearon tratamientos y subtratamientos, tal como se indican en el cuadro siguiente:

Cuadro 1. Tratamientos estudiados, en la Evaluación agronómica de tres líneas finalizadas de arroz bajo diferentes dosis de fertilización, en la zona de Babahoyo. UTB, FACIAG. 2015

Tratamientos (Dosis N - P - K)		Subtratamientos (Líneas finalizadas y variedad local)	Época de aplicación (d.d.t.)
Alta	140 - 40 - 90	220	4 - 15 - 30
		780	4 - 15 - 30
		307	4 - 15 - 30
		INIAP 14	4 - 15 - 30
Media	120 - 30 - 70	220	4 - 15 - 30
		780	4 - 15 - 30
		307	4 - 15 - 30
		INIAP 14	4 - 15 - 30
Baja	80 - 20 - 50	220	4 - 15 - 30
		780	4 - 15 - 30
		307	4 - 15 - 30
		INIAP 14	4 - 15 - 30

d.d.t.: Días después del trasplante

Las dosis de fertilizante mencionadas se determinaron en base a los resultados del análisis de suelo.

3.6. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de Parcelas divididas con 3 tratamientos (dosis de fertilización), 4 subtratamientos (líneas finalizadas y variedad local) y 3 repeticiones.

3.7. Análisis de varianza

El esquema del análisis de varianza se desarrolló bajo el siguiente esquema:

Fuentes de variación	Grados de libertad
Repeticiones	2
Tratamientos	2
Error experimental	4
Total	8
Subtratamientos	3
Interacción	6
Error experimental	18
Total	35

3.8. Análisis funcional

Para la evaluación y comparación de medias de los tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidades.

3.9. Manejo del ensayo

Para el presente ensayo se realizaron todas las labores y prácticas agrícolas que fueron necesarias para el normal desarrollo del cultivo, tales como:

3.9.1. Análisis de suelo

Se realizó el respectivo análisis de suelo del terreno y así se determinó las dosis de fertilizantes.

3.9.2. Preparación de terreno

Se realizó un pase de romplow, para luego inundar el terreno y proceder a la labor de fangueo, con el fin de proveer una adecuada cama que permita un adecuado trasplante.

3.9.3. Siembra

Para la siembra se utilizó el sistema de trasplante, estableciendo el semillero, y posteriormente se trasplantó las plántulas a los 21 días de edad, a una distancia de 0,20 m. entre hilera por 0,30 m. entre plantas.

3.9.4. Control de malezas

El control de malezas se efectuó con un motocultor al inicio del ensayo y posteriormente se efectuaron deshierbas manuales.

3.9.5. Control fitosanitario

En el semillero se utilizó Pyriclor (Clorpirifos) a los 15 días después de la siembra en dosis de 700 cc/ha para controlar langosta (*Spodoptera frugiperda*). Además se utilizó Engeo (Lambda-cihalotrina + Tiametoxam) para el control de *Hidrelia* sp. a los 25 días después del trasplante en dosis de 250 cc/ha. A los 95 días después del trasplante se empleó Dimetoato para el control de chinche, en dosis de 350 cc/ha.

Para la prevención y control de enfermedades se utilizó Silvacur Combi (Tebuconazol + Triadimenol) a los 85 días después del trasplante en dosis de 1,0 L/ha.

3.9.6. Fertilización

Las dosis de fertilizantes se determinaron según los resultados del análisis de suelo y se indican en el cuadro de tratamientos, donde se utilizó como fuente nitrogenada Urea, Superfosfato triple como fuente de fósforo y Muriato de potasio. Además se aplicó el fertilizante foliar Nedverdol a los 35 días después del trasplante en dosis de 1,0 L/ha

3.9.7. Riego

El riego se aplicó al cultivo mediante gravedad con bomba, y se mantuvo con una lámina de agua permanente. Sin embargo, se drenó el agua para realizar las labores de cultivo.

3.9.8. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual cuando se presentó la madurez fisiológica de cada unidad experimental.

3.10. Datos evaluados

Para estimar en forma correcta los efectos de los tratamientos y subtratamientos, se evaluaron los datos siguientes:

3.10.1. Días a la floración

Para poder determinar el periodo de días a floración, se realizaron inspecciones semanales a partir de los 60 días, hasta cuando las plantas presentaron el 50 % de panículas emergidas.

3.10.2. Días a maduración fisiológica de grano

El número de días a maduración se registró semanalmente a partir de los 90 días hasta que los granos presentaron la madurez fisiológica.

3.10.3. Altura de planta a cosecha

Se tomó al azar en diez plantas de cada unidad experimental y su lectura se registró en metros. La altura comprendió desde el nivel del suelo hasta el ápice la panícula más sobresaliente. Se evaluó a la cosecha del cultivo.

3.10.4. Número de macollos/m²

Se evaluó al azar en 1 m² dentro del área útil de cada unidad experimental, contando los macollos efectivos presentes en el momento de la cosecha.

3.10.5. Número de panículas/m²

Dentro del mismo m² que se utilizó para evaluar el número macollos, se contabilizó las panículas al momento de la cosecha.

3.10.6. Longitud de panícula

Se tomó al azar 10 panículas de cada parcela experimental y su longitud estuvo determinada por la distancia comprendida entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula. Se expresó en centímetros.

3.10.7. Número de granos llenos por panícula

Al momento de la cosecha se escogió al azar 10 panículas de cada parcela experimental y se procedió a contar el número de granos llenos y vanos

presentes en las mismas para obtener un promedio.

3.10.8. Número de granos vanos por panícula

En las mismas 10 panículas que se contabilizó el número de granos llenos, se procedió a contar el número de granos vanos presentes en las mismas.

3.10.9. Peso de mil granos

Se tomó de cada parcela experimental 1000 granos, los mismos que debieron estar en buen estado. Posteriormente se pesó en una balanza de precisión y su promedio fue expresado en gramos.

3.10.10. Relación grano – paja

Se tomó al azar en un metro cuadrado en cada unidad experimental y se registró el rendimiento de esta sección, el cual se dividió para el peso de la materia seca obtenida.

3.10.11. Rendimiento del cultivo

Se evaluó con el peso de los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental, se ajustó al 14 % de humedad y el peso encontrado se convirtió a kg/ha. Para ajustar los pesos se empleó la siguiente fórmula:

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

Dónde:

Pu = Peso uniformizado

Pa = Peso actual

ha = Humedad actual

hd = Humedad deseada

3.10.12. Análisis económico

Totalizados los costos y rendimientos del ensayo, se realizó el análisis económico respectivo, basado en el costo de los tratamientos en relación a su beneficio/costo.

IV. RESULTADOS

4.1. Días a floración

En el Cuadro 2, se observan los valores promedios de días a floración. El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas para tratamientos (dosis de N-P-K) y subtratamientos (líneas finalizadas y variedad local). El promedio general fue de 99 días y el coeficiente de variación 1,53 %.

En lo que respecta a tratamientos (Dosis de N-P-K), la dosis de 140-40-90 kg/ha de N-P-K floreció en más tiempo (107 días), estadísticamente superior al resto de tratamientos, siendo el menor valor para la dosis de 80-20-50 kg/ha de N-P-K que floreció en menor tiempo (89 días). En subtratamientos (líneas finalizadas y variedad local) la línea 708 floreció en mayor tiempo (117 días), estadísticamente superior al resto de subtratamientos, siendo la variedad INIAP 14 que floreció en menor tiempo (68 días).

Cuadro 2. Días a floración, en la evaluación agronómica de tres líneas finalizadas de arroz bajo diferentes dosis de fertilización, en la zona de Babahoyo. UTB, FACIAG. 2015

Subtratamientos (Líneas finalizadas y variedad local)	Tratamientos (Dosis N - P - K)			X**
	Alta	Media	Baja	
	140 - 40 - 90	120 - 30 - 70	80 - 20 - 50	
220	106	100	87	98 c
780	127	118	106	117 a
307	122	113	98	111 b
INIAP 14	72	69	65	68 d
X**	107 a	100 b	89 c	99
Coeficiente de variación: 1,53 %				

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.2. Días a maduración

En días a maduración, el análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas para tratamientos (dosis de N-P-K) y subtratamientos (líneas finalizadas y variedad local), el promedio general fue de 144 días y el coeficiente de variación 1,53 % (Cuadro 3).

La dosis de 140-40-90 kg/ha de N-P-K maduró en mayor tiempo con 152 días, estadísticamente superior al resto de tratamientos, cuyo menor valor fue para la dosis de 80-20-50 kg/ha de N-P-K con 134 días. En subtratamientos (líneas finalizadas y variedad local) la línea 708 maduró en mayor tiempo con 157 días, estadísticamente superior al resto de subtratamientos, siendo la variedad INIAP 14 que maduró en menor tiempo con 128 días.

Cuadro 3. Días a maduración, en la evaluación agronómica de tres líneas finalizadas de arroz bajo diferentes dosis de fertilización, en la zona de Babahoyo. UTB, FACIAG. 2015

Subtratamientos (Líneas finalizadas y variedad local)	Tratamientos (Dosis N - P - K)			X**
	Alta	Media	Baja	
	140 - 40 - 90	120 - 30 - 70	80 - 20 - 50	
220	146	140	127	138 c
780	167	158	146	157 a
307	162	153	138	151 b
INIAP 14	132	129	125	128 d
X**	152 a	145 b	134 c	144
Coeficiente de variación: 1,53 %				

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.3. Altura de planta

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para tratamientos (dosis de N-P-K) y no se presentaron diferencias significativas en subtratamientos (líneas finalizadas y variedad local). El promedio general fue de 1,3 m y el coeficiente de variación 6,03 % (Cuadro 4).

En tratamientos (Dosis de N-P-K), la dosis de 140-40-90 y 120 - 30 - 70 kg/ha de N-P-K obtuvo 1,3 m de altura de planta, superior estadísticamente para la aplicación de 80-20-50 kg/ha de N-P-K con 1,2 m. En subtratamientos (líneas finalizadas y variedad local) la línea 708 y la variedad INIAP 14 registró 1,3 m y el menor promedio para las líneas 220 y 307 con 1,2 m.

Cuadro 4. Altura de planta, en la evaluación agronómica de tres líneas finalizadas de arroz bajo diferentes dosis de fertilización, en la zona de Babahoyo. UTB, FACIAG. 2015

Subtratamientos (Líneas finalizadas y variedad local)	Tratamientos (Dosis N - P - K)			χ^{ns}
	Alta	Media	Baja	
	140 - 40 - 90	120 - 30 - 70	80 - 20 - 50	
220	1,2	1,3	1,2	1,2
780	1,4	1,3	1,2	1,3
307	1,3	1,2	1,2	1,2
INIAP 14	1,3	1,2	1,2	1,3
χ^{**}	1,3 a	1,3 a	1,2 b	1,3
Coeficiente de variación: 6,03 %				

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

ns= no significativo

4.4. Número de macollos/m²

En el Cuadro 5, se registran los valores de número de macollos/m². El análisis de varianza no detectó diferencias significativas para tratamientos (dosis de N-P-K) y subtratamientos (líneas finalizadas y variedad local), el promedio general

fue 220 macollos y el coeficiente de variación 27,16%.

Para tratamientos (Dosis de N-P-K), 80-20-50 kg/ha de N-P-K reportó 237 macollos y la dosis de 140-40-90 kg/ha mostró 207 macollos. En subtratamientos (líneas finalizadas y variedad local) la variedad INIAP 14 presentó 240 macollos y la línea 307 obtuvo 193 macollos.

Cuadro 5. Número de macollos, en la evaluación agronómica de tres líneas finalizadas de arroz bajo diferentes dosis de fertilización, en la zona de Babahoyo. UTB, FACIAG. 2015

Subtratamientos (Líneas finalizadas y variedad local)	Tratamientos (Dosis N - P - K)			\bar{X}^{ns}
	Alta	Media	Baja	
	140 - 40 - 90	120 - 30 - 70	80 - 20 - 50	
220	248	230	203	227
780	182	223	248	218
307	178	177	225	193
INIAP 14	219	229	272	240
\bar{X}^{ns}	207	215	237	220
Coeficiente de variación: 27,16 %				

ns= no significativo

4.5. Número de panículas/m²

Para tratamientos (Dosis de N-P-K), 80-20-50 kg/ha de N-P-K reportó 234 panículas/m² y el empleo de 120-30-70 kg/ha de N, P, K detectó 201 panículas/m². En subtratamientos (líneas finalizadas y variedad local) la variedad INIAP 14 consiguió 234 macollos y la línea 307 188 macollos.

Realizado el análisis de varianza no se encontraron diferencia significativas, el promedio general fue 212 días y el coeficiente de variación 212 panículas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Panículas/m², en la evaluación agronómica de tres líneas finalizadas de arroz bajo diferentes dosis de fertilización, en la zona de Babahoyo. UTB, FACIAG. 2015

Subtratamientos (Líneas finalizadas y variedad local)	Tratamientos (Dosis N - P - K)			X ^{ns}
	Alta	Media	Baja	
	140 - 40 - 90	120 - 30 - 70	80 - 20 - 50	
220	244	191	201	212
780	179	221	245	215
307	173	170	220	188
INIAP 14	211	223	267	234
X ^{ns}	202	201	234	212
Coeficiente de variación: 26,09 %				

ns= no significativo

4.6. Longitud de panícula

En el Cuadro 7, según el análisis de varianza, se registraron diferencias altamente significativas en los promedios, el promedio general fue 26,6 cm y el coeficiente de variación 27,7 %.

En tratamientos (Dosis de N-P-K), 140-40-90 kg/ha de N-P-K alcanzó mayor longitud de panícula (27,7 cm), estadísticamente superior al resto de tratamientos, siendo el menor valor para las aplicaciones de 120-30-70 y 80-20-50 kg/ha de N, P, K (26,1 cm). En subtratamientos (líneas finalizadas y variedad local) la línea 780 mostró mayor longitud de panícula (29,4 cm), estadísticamente superior a los demás tratamientos, siendo el menor valor para la variedad INIAP 14 (23,4 cm).

Cuadro 7. Longitud de panícula, en la evaluación agronómica de tres líneas finalizadas de arroz bajo diferentes dosis de fertilización, en la zona de Babahoyo. UTB, FACIAG. 2015

Subtratamientos (Líneas finalizadas y variedad local)	Tratamientos (Dosis N - P - K)			X**
	Alta	Media	Baja	
	140 - 40 - 90	120 - 30 - 70	80 - 20 - 50	
220	27,0	25,0	25,7	25,9 c
780	30,0	29,0	29,3	29,4 a
307	28,3	27,3	27,3	27,7 b
INIAP 14	25,3	23,0	22,0	23,4 d
X**	27,7 a	26,1 b	26,1 b	26,6
Coeficiente de variación: 1,88 %				

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.7. Número de granos llenos por panícula

En la variable granos llenos, para tratamiento se detectaron diferencias significativas y para subtratamientos diferencias altamente significativas. El promedio general fue 200 granos y el coeficiente de variación 5,30 % (Cuadro 8).

Para los tratamientos (Dosis de N-P-K), 140-40-90 kg/ha de N-P-K reportó 210 granos llenos, estadísticamente igual a la aplicación de 120-30-70 kg/ha de N-P-K y ambos superiores estadísticamente al empleo de 80-20-50 kg/ha de N-P-K con 190 granos. En subtratamientos, la línea 307 sobresalió con 267 granos, estadísticamente superior a los demás tratamientos, siendo la variedad INIAP 14 la que consiguió menor cantidad de granos llenos con 138 granos.

Cuadro 8. Granos llenos, en la evaluación agronómica de tres líneas finalizadas de arroz bajo diferentes dosis de fertilización, en la zona de Babahoyo. UTB, FACIAG. 2015

Subtratamientos (Líneas finalizadas y variedad local)	Tratamientos (Dosis N - P - K)			X**
	Alta	Media	Baja	
	140 - 40 - 90	120 - 30 - 70	80 - 20 - 50	
220	212	204	191	202 b
780	206	191	184	194 b
307	280	266	254	267 a
INIAP 14	144	139	131	138 c
X*	210 a	200 ab	190 b	200
Coeficiente de variación: 5,30 %				

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

*= significativo

4.8. Número de granos vanos por panícula

En la variable granos vanos, en los tratamientos (Dosis de N-P-K), 140-40-90 y 80-20-50 kg/ha de N-P-K obtuvieron 34 granos vanos y el uso de 120-30-70 presentó 32 granos vanos. En subtratamientos, la línea 780 consiguió 80 granos vanos, estadísticamente superior a los demás tratamientos, siendo el menor valor para el subtratamientos de la variedad INIAP 14 con 6 granos vanos.

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas para tratamientos y diferencias altamente significativas en subtratamientos. El promedio general fue 33 granos vanos y el coeficiente de variación 16,19 % (Cuadro 9).

Cuadro 9. Granos vanos, en la evaluación agronómica de tres líneas finalizadas de arroz bajo diferentes dosis de fertilización, en la zona de Babahoyo. UTB, FACIAG. 2015

Subtratamientos (Líneas finalizadas y variedad local)	Tratamientos (Dosis N - P - K)			X**
	Alta	Media	Baja	
	140 - 40 - 90	120 - 30 - 70	80 - 20 - 50	
220	18	17	18	18 c
780	92	73	76	80 a
307	21	30	36	29 b
INIAP 14	5	7	7	6 d
X ^{ns}	34	32	34	33
Coeficiente de variación: 16,19 %				

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

ns= no significativo

4.9. Peso de 1000 granos

En el peso de 1000 granos, el análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas para tratamientos y subtratamientos, el promedio general fue 27,6 g y el coeficiente de variación 0,67 %, según reporte del Cuadro 10.

En tratamientos (Dosis de N-P-K), la aplicación de 140-40-90 kg/ha de N-P-K alcanzó 27,9 g, estadísticamente superior a los demás tratamientos, siendo la dosis de 80-20-50 kg/ha de N-P-K la de menor valor con 27,2 g. En subtratamientos (líneas finalizadas y variedad local), la línea 780 presentó 30,8 g, estadísticamente superior a los demás subtratamientos, siendo el menor valor para la variedad INIAP 14 con 24,8 g.

Cuadro 10. Peso de 1000 granos, en la evaluación agronómica de tres líneas finalizadas de arroz bajo diferentes dosis de fertilización, en la zona de Babahoyo. UTB, FACIAG. 2015

Subtratamientos (Líneas finalizadas y variedad local)	Tratamientos (Dosis N - P - K)			X**
	Alta	Media	Baja	
	140 - 40 - 90	120 - 30 - 70	80 - 20 - 50	
220	27,5	27,3	27,0	27,3 b
780	31,2	30,8	30,5	30,8 a
307	27,9	27,1	26,8	27,3 b
INIAP 14	25,1	24,8	24,6	24,8 c
X**	27,9 a	27,5 b	27,2 c	27,6
Coeficiente de variación: 0,67 %				

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.
**= altamente significativo

4.10. Relación grano - paja

En la relación grano - paja, el análisis de varianza logró diferencias altamente significativas para tratamientos y subtratamientos, el promedio general fue 0,32 y el coeficiente de variación 2,94 % (Cuadro 11).

En tratamientos (Dosis de N-P-K), la aplicación de 140-40-90 kg/ha de N-P-K mostró 0,33, estadísticamente igual a la dosis de 120-30-70 kg/ha de N-P-K y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, cuya dosis de 80-20-50 kg/ha de N-P-K fue de menor valor con 0,31. En subtratamientos (líneas finalizadas y variedad local), la variedad INIAP 14 registró 0,34, estadísticamente igual a la línea 780 y superior estadísticamente a los demás subtratamientos, siendo el menor valor para la línea 307 con 0,29.

Cuadro 11. Relación grano - paja, en la evaluación agronómica de tres líneas finalizadas de arroz bajo diferentes dosis de fertilización, en la zona de Babahoyo. UTB, FACIAG. 2015

Subtratamientos (Líneas finalizadas y variedad local)	Tratamientos (Dosis N - P - K)			X**
	Alta	Media	Baja	
	140 - 40 - 90	120 - 30 - 70	80 - 20 - 50	
220	0,32	0,33	0,31	0,32 b
780	0,33	0,32	0,33	0,33 ab
307	0,29	0,29	0,28	0,29 c
INIAP 14	0,36	0,33	0,33	0,34 a
X**	0,33 a	0,32 ab	0,31 c	0,32
Coeficiente de variación: 2,94 %				

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.11. Rendimiento

En el Cuadro 12, se observan los valores de rendimiento de grano. El análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas para tratamientos y subtratamientos, el promedio general fue 4413,3 kg/ha y el coeficiente de variación 1,05 %.

En tratamientos (Dosis de N-P-K), la aplicación de 140-40-90 kg/ha de N-P-K alcanzó 4923,0 kg/ha, estadísticamente superior a los demás tratamientos, siendo la dosis de 80-20-50 kg/ha de N-P-K la que registró menor valor con 4022,7 kg/ha. En subtratamientos (líneas finalizadas y variedad local), la línea 220 obtuvo 4611,1 kg/ha, estadísticamente igual a la línea 307 y superiores estadísticamente a los demás subtratamientos, siendo el menor valor para la variedad INIAP 14 con 4151,5 kg/ha.

Cuadro 12. Rendimiento, en la evaluación agronómica de tres líneas finalizadas de arroz bajo diferentes dosis de fertilización, en la zona de Babahoyo. UTB, FACIAG. 2015

Subtratamientos (Líneas finalizadas y variedad local)	Tratamientos (Dosis N - P - K)			X**
	Alta	Media	Baja	
	140 - 40 - 90	120 - 30 - 70	80 - 20 - 50	
220	5262,6	3969,7	4601,0	4611,1 a
780	5227,3	3909,1	3883,8	4340,1 b
307	5161,6	4666,7	3823,2	4550,5 a
INIAP 14	4040,4	4631,3	3782,8	4151,5 c
X**	4923,0 a	4294,2 b	4022,7 c	4413,3
Coeficiente de variación: 1,05 %				

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.12. Análisis económico

En los Cuadros 13 y 14, se presentan los costos fijos/ha y el análisis económico. Se observó que el costo fijo fue de \$ 1013,25 y efectuando el análisis económico se destacó la aplicación de 140-40-90 kg/ha de N-P-K sembrando la línea 220 con un rendimiento neto de \$ 652,42

Cuadro 13. Costos fijos/ha, en la evaluación agronómica de tres líneas finalizadas de arroz bajo diferentes dosis de fertilización, en la zona de Babahoyo. UTB, FACIAG. 2015

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Alquiler de terreno	ha	1	200,00	200,00
Análisis de suelo	ha	1	25,00	25,00
Semillero				
Semilla (100 kg)	sacos	2	80,00	160,00
Jornales	ha	4	12,00	48,00
Trasplante	jornales	8	12,00	96,00
Preparación de suelo				
Romplow y fanguero	u	2	25,00	50,00
Control de malezas				
Limpieza con motocultor	u	1	150,00	150,00
Deshierbas manuales	jornales	8	12,00	96,00
Control fitosanitario				
Clorpirifos	L	1	10,00	10,00
Engeo	frasco	1	18,00	18,00
Dimetoato	frasco	1	8,00	8,00
Silvacur combi	L	1	32,00	32,00
Aplicación	jornales	6	12,00	72,00
Fertilización				
Nedverdol	L	1	14,00	14,00
Aplicación	jornales	2	12,00	24,00
Riego	u	7	8,00	56,00
Sub Total				965,00
Administración (5%)				48,25
Total Costo Fijo				1013,25

Cuadro 14. Análisis económico/ha, en la evaluación agronómica de tres líneas finalizadas de arroz bajo diferentes dosis de fertilización, en la zona de Babahoyo. UTB, FACIAG. 2015

Tratamientos (Dosis N - P - K)		Subtratamientos (Líneas finalizadas y variedad local)	Rend. kg/ha	sacas/ ha	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)				Beneficio neto (USD)	
						Fijos					Total
							Costo N, P, K	Jornales para trat.	Cosecha + Transporte		
Alta	140 - 40 - 90	220	5262,6	57,9	2199,8	1013,25	259,50	72,00	202,61	1547,36	652,42
Alta	140 - 40 - 90	780	5227,3	57,5	2185,0	1013,25	259,50	72,00	201,25	1546,00	639,00
Alta	140 - 40 - 90	307	5161,6	56,8	2157,6	1013,25	259,50	72,00	198,72	1543,47	614,08
Alta	140 - 40 - 90	INIAP 14	4040,4	44,4	1688,9	1013,25	259,50	72,00	155,56	1500,31	188,58
Media	120 - 30 - 70	220	3969,7	43,7	1659,3	1013,25	259,50	72,00	152,83	1497,58	161,75
Media	120 - 30 - 70	780	3909,1	43,0	1634,0	1013,25	259,50	72,00	150,50	1495,25	138,75
Media	120 - 30 - 70	307	4666,7	51,3	1950,7	1013,25	259,50	72,00	179,67	1524,42	426,25
Media	120 - 30 - 70	INIAP 14	4631,3	50,9	1935,9	1013,25	259,50	72,00	178,31	1523,06	412,83
Baja	80 - 20 - 50	220	4601,0	50,6	1923,2	1013,25	165,00	72,00	177,14	1427,39	495,83
Baja	80 - 20 - 50	780	3883,8	42,7	1623,4	1013,25	165,00	72,00	149,53	1399,78	223,67
Baja	80 - 20 - 50	307	3823,2	42,1	1598,1	1013,25	165,00	72,00	147,19	1397,44	200,67
Baja	80 - 20 - 50	INIAP 14	3782,8	41,6	1581,2	1013,25	165,00	72,00	145,64	1395,89	185,33

Jornal = \$ 12,00

Costo Saca de 200 lb= \$ 38

Cosecha + transporte = \$ 3,50

Urea (50 kg) = \$ 23,00

Superfosfato triple (50 kg) = \$ 24,00

Muriato de potasio (50 kg) = \$ 24,50

V. DISCUSIÓN

Las tres líneas finalizadas de arroz introducidas de Colombia, fueron superiores en cuanto a longitud de panícula, número de granos llenos por panícula, peso de 1000 granos y rendimiento por hectárea, en comparación con la variedad de arroz local, lo que demuestra lo mencionado Chonillo (2000) citado por Chica (2013), quien indica que la introducción de material genético de otros centros de investigación es muy beneficiosa, pues su objetivo es aumentar la producción arroceras por unidad de superficie y superar los rendimientos actuales existentes en el país. Además, menciona que estos genotipos deben poseer características agronómicas deseables, como buen tipo de planta, y resistencia a plagas y enfermedades, para así asegurar un óptimo rendimiento del cultivo.

El mayor rendimiento por hectárea se obtuvo con la aplicación de 140-40-90 kg/ha de N-P-K, lo que demuestra lo mencionado Ruíz (1987) citado por Pisco (2013), quien menciona que el nitrógeno, fósforo y potasio han sido clasificados como elementos primarios, ya que son los nutrientes que la planta va a necesitar en grandes cantidades.

Las tres líneas finalizadas de arroz introducidas de Colombia, presentaron mayor número de días a floración y maduración que la variedad local, lo que concuerda con lo indicado por Buestan (1994), quien manifiesta que no existe una prueba definitiva que garantice que los materiales escogidos sean los mejores al nivel de agricultor; pues es lógico que una variedad o línea alcance su mejor comportamiento en un ambiente determinado y no necesariamente en todos los ambientes.

El mayor número de granos llenos por panícula se presentó con el tratamiento de 140 - 40 - 90 kg/ha de N-P-K, lo que se le atribuye principalmente al nitrógeno, pues demuestra lo mencionado por Cevallos y Gwo (2005) citado por Pineda (2007), quien afirma que la mayor parte del nitrógeno se encuentra localizado en el suelo de manera orgánica y es absorbido por el cultivo de arroz

de forma inorgánica, además de ser un componente nutritivo que incrementa la calidad del grano, el área foliar, el rendimiento de la producción y además contribuye en el llenado de grano.

El mayor promedio de peso de 1000 granos se obtuvo con el tratamiento de 140 - 40 – 90 kg/ha de N-P-K, lo que coincide con lo citado por Grant, *et al.* (2001), quien indica que a nivel de toda la planta, el potasio incrementa el área foliar y el contenido de clorofila, por lo tanto contribuye a una mayor fotosíntesis y crecimiento del cultivo de arroz, y a diferencia del nitrógeno y el fósforo, el potasio no tiene mayor efecto en el macollamiento, sin embargo, su presencia incrementa el número de granos por panoja, el porcentaje de granos llenos y el peso de 1000 granos.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por los resultados expuestos se concluye:

- El tratamiento que se aplicó 140-40-90 kg/ha de N-P-K en la línea 780 registró mayor tiempo en floración y maduración, y altura de planta.
- En macollos y panícula/m², el empleo de 80-20-50 kg/ha de N-P-K utilizando la variedad INIAP 14 reportó los mayores promedios.
- La mayor longitud de panícula, granos llenos y vanos, y peso de 1000 granos se consiguió con la dosis alta (140-40-90 kg/ha de N-P-K) en la línea 780.
- La mayor relación grano – paja se registró utilizando 140-40-90 kg/ha de N-P-K con la variedad INIAP 14.
- El mayor rendimiento y análisis económico se obtuvo con la aplicación de 140-40-90 kg/ha de N-P-K con la línea 220 con \$ 652,42

Por lo detallado anteriormente, se recomienda:

- Sembrar la línea de arroz 220, aplicando como dosis de fertilización 140-40-90 kg/ha de N-P-K en la zona de Babahoyo.
- Investigar la introducción de nuevas líneas del cultivo de arroz con la finalidad de incrementar los rendimientos.
- Efectuar el mismo ensayo bajo condiciones de secano.

VII. RESUMEN

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 Km. 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo, con coordenadas geográficas 79° 32´ de longitud occidental y 1° 49´ de latitud sur. La zona presenta un clima tropical húmedo, con una altura de 8 m.s.n.m., una precipitación promedio anual de 2329 mm, humedad relativa de 82 % y una temperatura media anual de 25,5°C.

Como material de siembra se utilizaron tres líneas finalizadas de arroz provenientes de Colombia y la variedad de arroz local INIAP 14. Las líneas finalizadas fueron proporcionadas por la empresa INTEROC CUSTER S.A., y sus códigos son: 220, 780 y 307.

Los tratamientos estudiados fueron las dosis de N (140-120-80 kg/ha) + P (40-30-20 kg/ha) + K (90-70-50 kg/ha), interaccionadas con los subtratamientos que fueron las líneas finalizadas (220-780-307) y variedad local (INIAP 14). Se utilizó el diseño experimental de Parcelas divididas con 3 tratamientos, 4 subtratamientos y 3 repeticiones. Para la evaluación y comparación de medias de los tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidades.

Para el presente ensayo se realizaron todas las labores y prácticas agrícolas que fueron necesarias para el normal desarrollo del cultivo, tales como análisis de suelo, preparación de terreno, siembra, control de malezas, control fitosanitario, fertilización, riego y cosecha. Para estimar en forma correcta los efectos de los tratamientos y subtratamientos, se evaluaron los datos de días a la floración y maduración fisiológica de grano, altura de planta a cosecha, número de macollos y panículas/m², longitud de panícula, número de granos por panícula, peso de mil granos, relación grano – paja, rendimiento del cultivo y análisis económico.

Por los resultados expuestos se determinó que el tratamiento que se aplicó 140-40-90 kg/ha de N-P-K en la línea 780 registró mayor tiempo en floración y maduración y altura de planta; en macollos y panícula/m², el empleo de 80-20-50 kg/ha de N-P-K utilizando la variedad INIAP 14 reportó los mayores promedios; la mayor longitud de panícula, granos llenos y vanos y peso de 1000 granos se consiguió con la dosis alta (140-40-90 kg/ha de N-P-K) en la línea 780; la mayor relación grano – paja se registró utilizando 140-40-90 kg/ha de N-P-K con la variedad INIAP 14 y el mayor rendimiento y análisis económico se obtuvo con la aplicación de 140-40-90 kg/ha de N-P-K con la línea 220 con \$ 652,42

VIII. SUMMARY

This research was conducted on the grounds of the Experimental Farm "San Pablo" of the Faculty of Agricultural Sciences at the Technical University of Babahoyo, located at Km. 7.5 of Babahoyo Montalvo way, with geographic coordinates 79° 32 'west longitude and south latitude 49' 1. The area has a humid tropical climate, with a height of 8 m.s.n.m., an average annual rainfall of 2329 mm, relative humidity of 82% and an average annual temperature of 25,5°C.

As planting material completed three lines of rice from Colombia and variety of local rice INIAP 14. The finished lines were provided by the company INTEROC CUSTER S.A. were used, and their codes are: 220, 780 and 307.

The treatments were doses of N (140-120-80 kg / ha) + P (40-30-20 kg / ha) + K (90-70-50 kg / ha), interaccionadas with subtratamientos that were completed lines (220-780-307) and local variety (INIAP 14). the experimental split plot design with 3 treatments, 4 subtratamientos and 3 replications. Tukey 95% probability was used for the evaluation and comparison of treatment means,.

For this test all the work and agricultural practices that were necessary for the normal development of the crop, such as soil testing, land preparation, planting, weed control, phytosanitary control, fertilization, irrigation and harvesting were conducted. To estimate correctly the effects of treatments and subtratamientos, data days to flowering and physiological maturation of grain, plant height at harvest, number of tillers and panicles / m², panicle length, number of grains were evaluated by panicle, thousand grain weight, grain ratio - straw, crop yield and economic analysis.

By the above results it was determined that the treatment applied 140-40-90 kg / ha of N-P-K on line 780 recorded longer flowering and maturing; the highest plant height was obtained in the application of 140-40-90 kg / ha of N-P-K with the line 780 and INIAP 14; in tillers and panicle / m², the use of 80-20-50 kg /

ha N-P-K using the variety INIAP 14 reported the highest averages; most panicle length was achieved with high dose (140-40-90 kg / ha of N-P-K) on line 780; grains and filled openings were presented in larger quantities using 140-40-90 kg / ha of N-P-K lines 307 and 780, respectively; Applying 140-40-90 kg / ha of N-P-K with the line 780 higher 1000 grain weight was reached; the highest ratio grain - straw was recorded using 140-40-90 kg / ha of NPK with the variety INIAP 14 and the highest performance and economic analysis was obtained with the application of 140-40-90 kg / ha of NPK with the line 220 with \$ 652.42.

IX. LITERATURA CITADA

Alcivar, S. y Mestanza, S. 1998. Manual del Cultivo del Arroz. La Fertilización del Cultivo del Arroz en Ecuador. Proyecto Integral Arroz. INIAP-FENARROZ-GTZ. EC. pp. 32- 36.

Buestan, R. 1994. Los parámetros de estabilidad y la selección de cultivares. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuaria. Estación Experimental "Boliche". Ecuador.

Chica, F. 2013. Evaluación agronómica de dos líneas promisorias de arroz, en presencia de tres niveles de fertilización química y tres densidades de siembra, en condiciones de riego Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. Disponible en:
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/831/8/T-UTB-FACIAG-AGR-000062.pdf>

Deambrosi, E., Méndez, R. y Castillo, J. 2015. Elementos a considerar en la inclusión de potasio en la fertilización del arroz. Disponible en:
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4767/1/EDeambrosi-potasio-en-la-fertilizacion.pdf>

Dobermann, A. y Fairhurst, T. 2001. Manejo del potasio en arroz. Instituto de la potasa y fósforo. Informaciones Agronómicas N° 45. pp: 1 - 2. Disponible en:
[http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/31284BF1C88DB0D9852579A30078FA9F/\\$FILE/Manejo%20del%20K%20en%20arroz.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/31284BF1C88DB0D9852579A30078FA9F/$FILE/Manejo%20del%20K%20en%20arroz.pdf)

Dobermann, A. y Fairhurst, T. 2002. Manejo del fósforo en arroz. Instituto de la potasa y fósforo. Informaciones Agronómicas N° 46. pp: 1 - 2. Disponible en:
[http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/89720C599E1D0F0E852579A300788FA5/\\$FILE/Manejo%20del%20P%20en%20arroz.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/89720C599E1D0F0E852579A300788FA5/$FILE/Manejo%20del%20P%20en%20arroz.pdf)

Espinoza, P. 2014. Efecto de la aplicación de dosis altas y bajas de nitrógeno en combinación con cuatro niveles de ácidos húmicos de degradación lenta en arroz (*Oryza sativa L.*). Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil. Disponible en:

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6503/1/ESPINOZALarretaPABLO.pdf>

Grant, C., Flaten, A., Tomaszewicz, D., Sheppard, S. 2001. Importancia de la nutrición temprana con fósforo. Instituto de la potasa y el fósforo. Informaciones Agronómicas N° 44. pp: 1 – 5. Disponible en:

[http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/D5D0A43850DBD34205256D1100732710/\\$file/Importancia+de+la+nutrici%C3%B3n+temprana+con+P.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/D5D0A43850DBD34205256D1100732710/$file/Importancia+de+la+nutrici%C3%B3n+temprana+con+P.pdf)

INFOAGRO (s.f.). El cultivo de arroz. Disponible en:
<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>

INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2007. Manual del cultivo de arroz. 20 Ed. Guayas, Ecuador. p. 40, 49, 50

Paredes, A. 2011. Respuesta agronómica de las variedades de arroz FL09 Y F21 a diferentes dosis y épocas de aplicación del promotor de crecimiento a base de extracto de algas marinas “fartum”. Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. Disponible en:
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/846/8/T-UTB-FACIAG-AGROP-000006.02.pdf>

Pineda, J. 2007. Determinación de la adaptabilidad de la variedad de arroz INIAP 14 mediante tres sistemas de siembra, en suelos pantanosos en la parroquia Chicaña, cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe. Tesis de grado de Ingeniero en Administración y Producción Agropecuaria. Universidad Nacional de Loja. Disponible en:

<http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5740/1/Pineda%20Armijos%20Jos%C3%A9.pdf>

Pisco, F. 2013. Respuesta de la fertilización nitrogenada de las líneas promisorias de arroz 'GO - 00294', 'GO - 00308', 'GO - 00367' Y 'GO - 00412', en condiciones de secano, en la zona de Babahoyo. Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/948/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000049.pdf>

Rodríguez, J. 1999. Fertilización del cultivo de arroz (*Oryza sativa*). XI Congreso Nacional Agronomico /III Congreso Nacional de Suelos. Costa Rica. Disponible en: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_123.pdf

Scott, M. 2009. Principios básicos de la eficiencia de fósforo y potasio. International Plant Nutrition Institute. Informaciones Agronómicas N° 75. pp: 6 - 9. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/B9BA095275EDB298852579A0006B0BA6/\\$FILE/Principios%20b%C3%A1sicos%20de%20la%20eficiencia%20de%20f%C3%B3sforo%20y%20potasio.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/B9BA095275EDB298852579A0006B0BA6/$FILE/Principios%20b%C3%A1sicos%20de%20la%20eficiencia%20de%20f%C3%B3sforo%20y%20potasio.pdf)

Vargas, M. 2002. Fertilización con cuatro niveles de nitrógeno, fósforo y potasio y curvas de absorción de la variedad Fedearroz 50, en condiciones de secano favorecido. Disponible en <http://www.conarroz.com/pdf/Proyecto%20de%20ensayo%20de%20niveles%20de%20fertilizacion.pdf>

Verdozoto, M. 2004. Efectos de la aplicación de altos niveles de nitrógeno en las etapas 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.

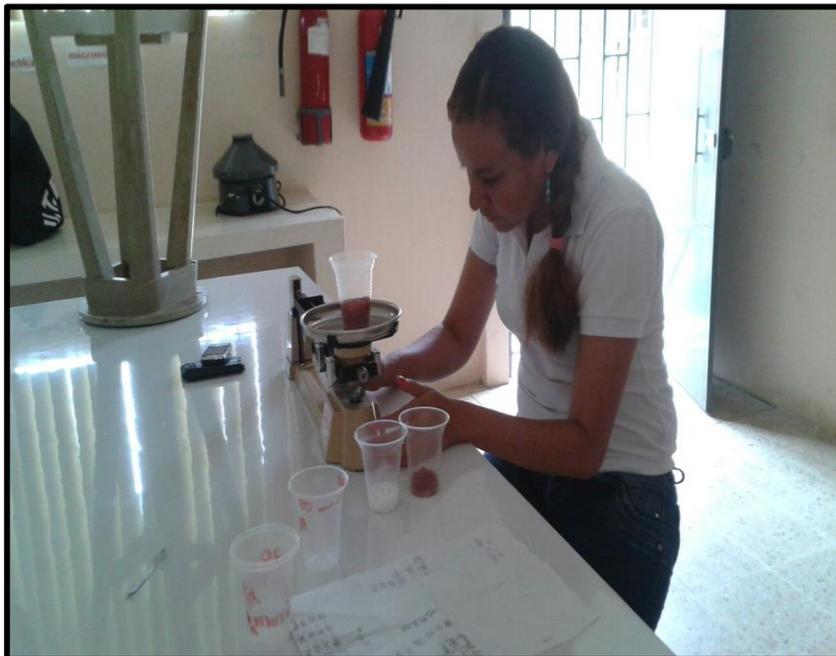
Yamada, T. 2003. Como mejorar la eficiencia de la fertilización aprovechando las interacciones entre nutrientes. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Informaciones Agronómicas N° 50. pp: 1 – 6. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/3840D87404FC086E852579A300779006/\\$FILE/Como%20mejorar%20la%20eficacia%20de%20la%20fertilizaci%C3%B3n.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/3840D87404FC086E852579A300779006/$FILE/Como%20mejorar%20la%20eficacia%20de%20la%20fertilizaci%C3%B3n.pdf)

ANEXOS

Anexo 1. Fotografías



Fotografía 1. Desarrollo del semillero



Fotografía 2. Dosificación de los fertilizantes.



Fotografía 3.
Trasplante



Fotografía 4. Presencia
de insectos en el cultivo.



Fotografía 5. Cultivo en desarrollo



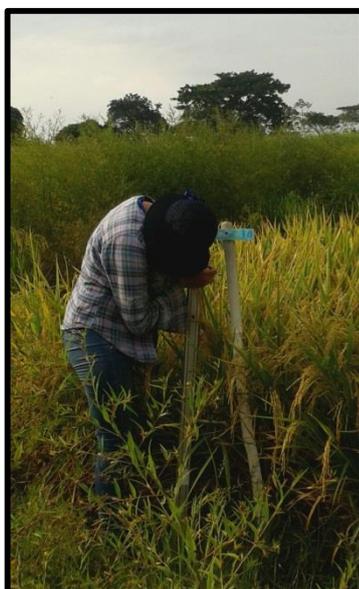
Fotografía 6. Señalización del cultivo



Fotografía 7. Inspecciones periódicas en el cultivo.



Fotografía 8. Cultivo en etapa de desarrollo



Fotografía 9. Evaluación de variable altura de planta



Fotografía 10. Evaluación de variable número de macollos/m²



Fotografía 11. Cultivo apto para cosecharse.



Fotografía 12. Variable peso de 1000 granos.