

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

**TESIS DE GRADO**

Presentado al Centro de Investigación y Transferencia de  
Tecnologías, como requisito previo para la obtención del  
Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Efecto de la fertilización química en base a los resultados  
del análisis de suelo en la variedad Iniap 15 y dos líneas  
promisorias de arroz, en la zona de Babahoyo.”

**AUTOR:**

Guillermo Ramón Villacrés Burbano.

**DIRECTOR DE TESIS:**

Ing. Agr. MSc. Saúl Mestanza Solano.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador.

2012

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi esposa y a mis hijos quienes son la razón de mi vida, por los que me he esforzado hasta llegar a ser un profesional y poder servirles de ejemplo y guía para que en un futuro también lo alcancen.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar agradezco a Jehová Dios por haberme dado la vida y permitirme llegar hasta este momento tan importante para mí.

A mis queridos padres por haberme brindado una buena educación en mis primeras etapas estudiantiles como son la escuela y colegio y a mí amada esposa por el apoyo incondicional durante toda mi etapa universitaria.

Agradezco a mi director de tesis Ing. Agr. Msc. Saúl Mestanza Solano y al Ing. Agr. Orlando Olvera por haberme dado muy buena asesoría.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCION.....	1
1.1. Objetivo General.....	2
1.2. Objetivos Específicos.....	2
2. REVISION DE LITERATURA .....	3
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
3.1. Ubicación y descripción del área experimental.....	20
3.2. Material de siembra .....	20
3.3. Factores estudiados .....	20
3.4. Tratamientos y subtratamientos .....	20
3.5. Métodos .....	22
3.6. Diseño experimental .....	22
3.6.1. Análisis de varianza .....	22
3.6.2. Cacteristica de la unidad experimental .....	22
3.7. Manejo del ensayo .....	22
3.7.1. Análisis de suelo .....	23
3.7.2. Preparación de suelo .....	23
3.7.3. Siembra .....	23
3.7.4. Control de malezas .....	23
3.7.5. Riego .....	23
3.7.6. Fertilización .....	23
3.7.7. Control fitosanitario .....	23
3.8. Datos evaluados .....	24
3.8.1. Altura de planta a la cosecha .....	24
3.8.2. Numero de macollos /m <sup>2</sup> .....	24
3.8.3. Numero de panículas /m <sup>2</sup> .....	24
3.8.4. Días a la floración .....	24
3.8.5. Días a maduración .....	24
3.8.6. Longitud de la panícula .....	25
3.8.7. Granos por panícula .....	25
3.8.8. Peso de 1000 granos .....	25
3.8.9. Rendimiento .....	25
3.8.10. Calidad molinera .....	25
3.8.11. Análisis económico .....	25
4. RESULTADOS .....	26

4.1. Altura de planta .....	26
4.2. Macollos /m <sup>2</sup> .....	27
4.3. Panículas / m <sup>2</sup> .....	27
4.4. Días a floración .....	28
4.5. Días a maduración .....	29
4.6. Longitud de panícula .....	30
4.7. Granos por panícula .....	31
4.8. Peso de 1000 granos .....	32
4.9. Rendimiento.....	33
4.10. Cuadro de rendimiento .....	34
4.11. Calidad molinera .....	34
4.12. Análisis económico .....	35
5. DISCUSION .....	38
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
7. RESUMEN .....	43
8. SUMMARY .....	45
9. LITERATURA CITADA .....	47

# 1. INTRODUCCIÓN.

El aumento de la producción de arroz en América Latina es una necesidad prioritaria para asegurar el suministro del grano a la población cada vez mayor. Para garantizar la disponibilidad de este alimento básico a precios favorables para todos los extractos sociales, se requiere que el agricultor cuente con nuevas variedades, los conocimientos para mejorar la producción, aumentar la productividad y la rentabilidad del cultivo a nivel de campo.

El cultivo de arroz en nuestro país es de gran importancia socioeconómica, según datos registrados se cultivan alrededor de 343.936 hectáreas, la mayoría de esta superficie está en manos de pequeños productores que desarrollan el cultivo mediante la aplicación de diversas tecnologías, que están en relación con la disposición de recursos económicos, acceso a la capacitación y al incentivo de los precios del mercado<sup>1</sup>.

Las características físico-químicas del suelo, deben ser conocidas por el productor agrícola, ya que el crecimiento y desarrollo de los cultivos y la cantidad y calidad de las cosechas están en relación directa con los nutrimentos y las características de los suelos. El rendimiento de un cultivo es afectado por diversos factores, entre los que ocupa un lugar importante la disponibilidad de los nutrimentos esenciales para las plantas en el suelo. Cuando estos nutrimentos no están en cantidades adecuadas, hay necesidad de adicionar fertilizantes químicos o enmiendas para suplir las necesidades y corregir condiciones adversas. Desde este punto de vista, el análisis químico del suelo puede suministrar información muy valiosa.

El principal problema de bajo rendimiento del cultivo de arroz es indispensablemente por el desconocimiento de las cantidades de fertilizantes

---

<sup>1</sup> III Censo Agropecuario Nacional. 2001

disponibles en el suelo, siendo asimilables por la planta y la escasa utilización de variedades mejoradas.

Por las razones antes expuestas, se justifica la presente investigación para determinar los niveles de fertilización adecuados en la variedad de arroz Iniap 15 y dos líneas promisorias de arroz en la zona de Babahoyo.

**Objetivo general.**

Determinar el efecto de la fertilización química en base al análisis de suelo en la variedad Iniap 15 y dos líneas promisorias de arroz en la zona de Babahoyo.

**Objetivos específicos.**

- Evaluar el efecto de la fertilización química en base al análisis de suelo en el cultivo de arroz.
- Identificar el genotipo de mayor rendimiento.
- Analizar económicamente los tratamientos.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA.**

Medina y Navia (12), indican que el Ecuador figura entre los países de Latinoamérica como uno de los principales productores de arroz. Esto se debe a que posee condiciones edafo-climáticas óptimas para el desarrollo de este cultivo. Mayormente se lo cultiva en la zona de Daule y otros lugares de la Cuenca Baja del río Guayas.

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 tn/ha de arroz en cáscara, en comparación con otros países como Colombia y Perú (12).

Alcívar y Mestanza (1), manifiestan que el arroz como todas las especies vegetales para su crecimiento y nutrición, necesita disponer de una cantidad adecuada y oportuna de nutrientes, suministrado por el suelo o mediante una fertilización balanceada. Cada uno de los nutrientes juega un rol específico en el metabolismo vegetal (Ley de la esencialidad), ninguno puede ser remplazado por otro, de tal manera que no importa que la planta disponga de suficiente cantidad de todos ellos, si solo uno está en cantidad o proporción deficiente; ese es el que determina el crecimiento y rendimiento del cultivo (Ley del mínimo).

Según Cano (2), la nutrición de las plantas es un factor de producción que no puede considerarse aisladamente. El empleo de abonos orgánicos y minerales debe orientarse en la meta de producción, la posible extracción de nutrientes por el cultivo y la reserva de nutrientes en el suelo. En este contexto no solo

debe considerarse las necesidades del cultivo, sino también el balance de nutrientes del conjunto de cultivos de rotación.

Medina (11), informa que la fertilización debe estar en cantidades adecuadas y en forma equilibrada, puesto que la falta de uno de ellos puede afectar el crecimiento y rendimiento del cultivo (Ley del Mínimo).

INIAP (7), señala en su web que las condiciones químicas son características determinantes del suelo. El conocerlas es importante porque permite planificar la fertilización y prevenir los problemas que pueden ocasionar el exceso o deficiencia de algunos de los elementos del suelo. La adecuación del suelo para arroz debe buscar conservarlas e incluso mejorarlas.

Según Suquilanda (20), el mantenimiento de las condiciones químicas de los suelos propone el establecimiento de un equilibrio de los elementos minerales con el propósito de que estos estén disponibles, de manera oportuna y en condiciones de aprovechabilidad para la nutrición de las plantas.

Los fertilizantes son sustancia química que se aplican al suelo o a la planta para aumentar los rendimientos de las cosechas, al proporcionar uno o más nutrientes esenciales a la planta (4).

Steward (21), señala que una fertilización adecuada y balanceada tiene un efecto muy importante en la protección ambiental, también no se puede olvidar que el mal manejo de los nutrientes puede causar problemas. Es necesario manejar el cultivo y los nutrientes utilizando prácticas agronómicas que permiten un manejo seguro.

Prácticas como el análisis del suelo, la adecuada localización y la aplicación oportuna de los fertilizantes son necesarias para maximizar el efecto de las aplicaciones de nutrientes en el rendimiento y para minimizar el potencial de daño del ambiente.

Rimache, citado por Cano (2), informa que el factor que influye en la fertilización es la fuente del fertilizante, el comportamiento de un fertilizante orgánico o inorgánico varía tanto en las características químicas como en el porcentaje de nitrógeno u otros elementos que posea el producto. El nitrógeno, fósforo, potasio y zinc son los elementos más frecuentes en el arroz, el azufre se utiliza ocasionalmente. El nitrógeno se considera el elemento nutritivo que repercute de forma más directa sobre la producción, pues aumenta el porcentaje de espiguillas rellenas, incrementa la superficie foliar y contribuye además el aumento de la calidad de granos.

La fertilización debe estar en cantidades adecuadas y en forma equilibrada, puesto que la falta de uno de los nutrientes puede afectar el crecimiento y rendimiento del cultivo. Si la planta cuenta con nutrientes en la germinación, hay mejor formación de raíces, mayor soporte, mejor absorción de nutrientes y mejor desarrollo de la plántula para competir con las malezas. Entre los macronutrientes, el nitrógeno (N) es el elemento que más influye en la producción, porque aumenta la superficie foliar y la calidad del grano, el fósforo (P) influye en el desarrollo radicular, el macollamiento, floración y maduración y el potasio (K) actúa en la osmoregulación, activación de enzimas, regulación del pH y transporte de asimilados hacia el grano de arroz. En cuanto a los micronutrientes se los ha ligado con la resistencia de la planta al estrés abiótico, así como de plagas y enfermedades (12).

Para Medina (11), los micronutrientes tienen la misma importancia que los macronutrientes. Investigaciones recientes sobre fisiología vegetal, muestran que están involucrados en la resistencia de la planta, al estrés abiótico, así como de plagas y enfermedades. Un nivel adecuado de micronutrientes, estimula la absorción eficiente del nitrógeno y fósforo. Los micronutrientes pueden ser aplicados al suelo o al follaje, esta última modalidad se la hace cuando existe problemas de partículas sobre fijación del suelo.

## **Nitrógeno (N).**

Chonillo (5), aclara que el nitrógeno es un elemento que influye significativamente en el rendimiento de grano y demás características agronómicas en las variedades de arroz, siendo indispensable la aplicación de este elemento para lograr incrementos en la cosecha. 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.

INIAP (7), divulga que el arroz necesita asimilar nitrógeno durante todo su período vegetativo. Es absorbido rápidamente 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 de la panícula. Al momento de la floración, el nitrógeno tomado por la planta se encuentra almacenado en las láminas y vainas de las hojas; en este momento se inicia su traslocación, de tal manera que cerca de la mitad del nitrógeno almacenado va a los granos. La absorción del otro 50% del nitrógeno contenido en el grano ocurre después de la floración.

El nitrógeno es componente de las proteínas, mismas que son parte del protoplasma, cloroplastos y enzimas. Participa activamente en la fotosíntesis y promueve la expansión de la lámina foliar.

Los efectos que el nitrógeno produce en el arroz son los siguientes: da un color verde oscuro a las partes de la planta, estimula el crecimiento rápido (aumento de la altura y formación de renuevos, siendo esto último importante para incrementar el rendimiento en grano), hace que aumente el tamaño de las hojas y los granos, incrementa el contenido proteínico de los granos, mejora la calidad de los cultivos y sirve de alimento a microorganismos, mientras se descomponen materiales orgánicos de bajo contenido de nitrógeno.

Las plantas deficientes en nitrógeno, son raquílicas y pocos macollos. Las hojas jóvenes son verdes, las demás son angostas, cortas, erectas y amarillentas. Se presenta secamiento del ápice a la base en las hojas inferiores (7).

El nitrógeno es esencial para el crecimiento de las plantas; forma parte de todas las células vivientes; el nitrógeno es necesario para la síntesis de la clorofila tiene un papel importante en el proceso de la fotosíntesis. La falta de nitrógeno y clorofila significa que el cultivo no utilizará luz del sol, fuente de energía para llevar a cabo funciones esencial como la absorción de nutrientes (10, 14).

Cano (2), manifiesta que el nitrógeno es el elemento nutritivo que está íntimamente relacionado en el incremento de la producción y la calidad al influir positivamente sobre el crecimiento y desarrollo de la planta, la formación de clorofila en el proceso de fotosíntesis, número de macollos por planta, número de espigas por panícula, el contenido proteico y densidad de grano.

Infoagro (6) en su webside, informa que gran parte del nitrógeno del suelo se encuentra en formas orgánicas, formando parte de la materia orgánica y de los restos de cosecha, pero la planta de arroz solo absorbe el nitrógeno de la solución en forma inorgánica. El paso de la forma orgánica del nitrógeno a las formas inorgánicas tiene lugar mediante el proceso de mineralización de la materia orgánica, siendo los productos finales de este proceso distintos según las condiciones del suelo.

En un suelo anaeróbico, la falta de oxígeno hace que la mineralización del nitrógeno se detenga en la forma amónica, que es la forma estable en los suelos con estas condiciones. Esta forma de nitrógeno se encuentra en dos maneras: disuelta en la solución del suelo y absorbida por el complejo arcillo-húmico, formando ambas la fracción de nitrógeno del suelo fácilmente disponible para el arroz.

El nitrógeno se considera el elemento nutritivo que repercute de forma más directa sobre la producción, pues aumenta el porcentaje de espiguillas rellenas, incrementa la superficie foliar y contribuye además al aumento de calidad del grano. El arroz necesita el nitrógeno en dos momentos críticos del cultivo:

- En la fase de ahijamiento medio (35-45 días después de la siembra), cuando las plantas están desarrollando la vegetación necesaria para producir arroz.
- Desde el comienzo del alargamiento del entrenudo superior hasta que este entrenudo alcance 1.5-2.0 cm.

El nitrógeno se debe aportar en dos fases: la primera como abonado de fondo y la segunda al comienzo del ciclo reproductivo. La dosis de nitrógeno depende de la variedad, el tipo de suelo, las condiciones climáticas, manejo de los fertilizantes, etc. En general la dosis de 150 kg de nitrógeno por hectárea distribuida dos veces (75% como abonado de fondo, 25% a la iniciación de la panícula).

En el abonado de fondo conviene utilizar fertilizantes amónicos y enterrarlos a unos 10 cm. de profundidad, antes de la inundación, con una labor de grada. El abonado de cobertera se aplicará a la iniciación de la panícula, utilizando nitrato amónico. Los abonos nitrogenados utilizados, son generalmente, el sulfato amónico, la urea, o abonos complejos que contienen además del nitrógeno, otros elementos nutritivos (6).

Las plantas absorben la mayoría de nitrógeno en forma de iones de amoniaco ( $\text{NH}_4^+$ ) o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), estos iones son absorbidos directamente por las hojas y las pequeñas cantidades de N se obtienen de materiales como aminoácidos solubles en agua. Con excepción del arroz, los cultivos agrícolas absorben la mayoría de los N como Ion  $\text{NO}_3^-$ . Sin embargo estudios recientes han demostrado que los cultivos usan cantidades apreciables de  $\text{NH}_4^+$ , si este está presente en el suelo.

Las funciones del N son: (10, 14)

- Imparten un color verde intenso a las plantas.
- Fomenta el crecimiento.
- Aumentan la producción de hojas.
- Mejora el vigor de la planta.
- Aumenta el contenido proteínico en los cultivos de alimentos y forrajes.
- Alimenta a los microorganismos del suelo y favorece así la descomposición de la materia orgánica fresca.
- Si se le suministra desbalanceados, con respecto a otros nutrientes, puede retardar la floración y fructificación y favorecer a su susceptibilidad al ataque de insectos - plagas y enfermedades.

Medina (11), menciona que en el cultivo de arroz, el nitrógeno es el elemento que da el color verde característico y es el que más influye en la producción, debido a que aumenta el porcentaje de espiguillas llenas, superficie foliar y calidad del grano.

El Nitrógeno favorece el desarrollo normal del arroz, ya que es un componente de las proteínas. Participa activamente en la fotosíntesis y promueve la expansión foliar. La deficiencia de nitrógeno se presenta a menudo en etapas críticas del crecimiento como el macollamiento y el inicio de la panícula.

Cuando la planta de arroz carece de nitrógeno presenta plantas amarillentas de poco crecimiento y las hojas más viejas o toda la planta presenta una coloración verde amarillenta. En las hojas jóvenes presentan un secamiento desde el ápice hasta la base (11).

Snyder (18), recomienda: 1) Utilizar dosis apropiadas de N, en balance con otros nutrientes esenciales, para optimizar los rendimientos del cultivo y proteger el ambiente. Dosis excesivas pueden causar pérdidas al ambiente, reducir el rendimiento e incrementar los costos; 2) Implementar planes para el manejo de nutrientes que consideren las reservas de N en el suelo y la contribución de

nutrientes de todas las fuentes utilizadas; 3) Identificar las dosis de N requeridas para alcanzar la meta de rendimiento de acuerdo a las condiciones particulares del sitio, 4) Después de la cosecha, calcular el factor parcial de productividad (FPP), el balance parcial de nutrientes (BPN) y, en donde sea posible, determinar la eficiencia agronómica (EA) y la eficiencia de recuperación de nitrógeno (ER); 5) Emplear evaluaciones durante y después del ciclo para evaluar la suficiencia, deficiencia o cualquier exceso en la nutrición con N de las plantas.

La eficiencia en el uso del nitrógeno proveniente de los fertilizantes están generalmente influenciados por tres factores: 1) suministro del nitrógeno del suelo, fertilizante y otras entradas; 2) adquisición del nitrógeno por el cultivo y 3) pérdidas del sistema suelo – planta. Cada uno de estos factores está afectado por el sistema de manejo del cultivo y las condiciones ambientales. Además, el autor indica que el manejo de nitrógeno en los sistemas de producción de cultivos se debe basar en principios científicos. Los principios fundamentales de la nutrición, fuente de nitrógeno, en las dosis, época y localización correctas, debe de ser la base de cada decisión de uso de nutriente tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo (19).

Los síntomas de deficiencia de N en las plantas de arroz son los siguientes (13):

- Clorosis en las hojas causada por la disminución del contenido de clorofila; se inicia en las hojas viejas debido a la movilidad de N en la planta, este se traslada a las hojas jóvenes en crecimiento y consecutivamente es marcada el síntoma de deficiencia en las hojas viejas.
- Clorosis generalizada, cuando la falta de N disponible es severa.
- Muestra raquitismo en las plantas y el macollamiento escaso.

### **Potasio (K).**

Alcívar y Mestanza (1), señalan que el potasio (K) constituye el cuarto elemento de la demanda nutricional del arroz, después del C, H y O. El potasio (K) actúa en la apertura y cierre de los estomas, tiene que ver con el control de la difusión del gas carbónico en los tejidos verdes. Es esencial en la actividad de

las enzimas. La deficiencia de potasio reduce el macollamiento y las plantas pueden sufrir de raquitismo moderado. A medida que las plantas crecen, las hojas inferiores toman un color verde amarillento entre las venas y se inclinan. Con el tiempo, las hojas inferiores se tornan de color marrón y la coloración amarillenta pasa a las hojas superiores.

Las plantas deficientes en potasio presentan problemas de acame, altos porcentaje de espiguillas vanas o parcialmente llenas.

INIAP (7), informa que el potasio es absorbido de acuerdo con el crecimiento de la planta hasta el final de la etapa lechosa y luego decrece. Este elemento se acumula en las partes vegetativas donde sirve para su formación y permanece en el tallo hasta la cosecha. Alrededor del 90% del potasio absorbido del suelo y/o del fertilizante permanece en la paja.

El potasio actúa en la apertura y cierre de los estomas, tiene que ver con el control de la difusión del gas carbónico en los tejidos verdes. Es esencial en la actividad de las enzimas, hace al cultivo resistente a las enfermedades y a los efectos adversos provocados por condiciones climáticas desfavorables, estimula el desarrollo de renuevos e incrementa el tamaño y peso de los granos.

La deficiencia de potasio, reduce el macollamiento, las plantas pueden sufrir de raquitismo moderado. A medida que las plantas crecen, las hojas inferiores toman un color verde amarillento entre las venas y se inclinan (7).

Según Infoagro (6), el potasio aumenta la resistencia al encamado, enfermedades y condiciones climáticas desfavorables. La absorción del potasio durante el ciclo de cultivo transcurre de manera similar a la del nitrógeno. La dosis de potasio a aplicar varían entre 80-150 kg de  $K_2O$ /ha. Las cifras altas se utilizan en suelos sueltos y cuando se utilicen dosis altas de nitrógeno.

El potasio (K) es un nutriente esencial de la planta. Es uno de los tres nutrientes principales junto con el (N) y el fósforo (P) y los cultivos contienen

aproximadamente la misma cantidad de K y de N, pero más K que P. En muchos cultivos de alto rendimientos, el contenido de K excede el contenido de N (6).

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 (9).

Medina (11), indica que el potasio, actúa en la osmo-regulación, activación de enzimas, regulación del pH y balance entre aniones y cationes en las células, regulación de la transpiración por los estomas y trasplante de asimilados hacia el grano de arroz.

El potasio es esencial en la actividad de las enzimas, fomenta el contenido de lignina actúa en la apertura y cierre de los estomas, la osmoregulación, transporte de asimilados producto de la fotosíntesis. La deficiencia de potasio reduce el macollamiento y la planta puede sufrir raquitismo moderado presentando problemas de acame y porcentaje de espiguillas vanas.

La carencia de potasio presenta plantas con coloración verde oscura con los márgenes de las hojas de color café amarillento o manchas necróticas de color café oscuro en la punta de las hojas viejas (11).

Scott (17), indica que el fósforo y el potasio son retenidos por el suelo y pueden, por esta razón, impactar el rendimiento de los cultivos y la fertilidad del suelo por varios años después de su aplicación. Este impacto se 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.

### **Papel de potasio en la planta.**

Inpofos (8), agrega que el potasio (K) es absorbido (del suelo) por las plantas en forma iónica (K<sup>+</sup>). A diferencia del N y del P, el K no forma compuestos orgánicos en la planta. Su función principal está relacionada fundamentalmente con muchos y variados procesos metabólicos.

El potasio es vital para la fotosíntesis. Cuando existe deficiencia de K, la fotosíntesis se reduce y la respiración de la planta se incrementa. Estas dos condiciones (reducción de la fotosíntesis e incremento en la respiración), presentes cuando existe deficiencias de K, reducen la acumulación de carbohidratos, con consecuencias adversas en el crecimiento y producción de la planta. Otras funciones del K son:

- Es esencial para la síntesis de proteínas.
- Es importante en la descomposición de carbohidratos, un proceso que provee de energía a la planta para su crecimiento.
- Ayuda a controlar el balance iónico.
- Es importante en la traslocación de metales pesados como el hierro (Fe).
- Ayuda la planta a resistir los ataques de enfermedades.
- Es importante en la formación de fruta.
- Mejora la resistencia de la planta a las heladas.
- Está involucrado en la activación de más de 60 sistemas enzimáticos que regulan las principales reacciones metabólicas de la planta.

Una función importante del k en el crecimiento de las plantas es la influencia de este nutriente en el uso eficiente del agua. El proceso de apertura y cerrado de

los estomas de las hojas es regulado por la concentración de K en las células que rodean estos poros. La escasez de K no permite que los estomas se abran totalmente y que sean rápida al cerrarse. Esta condición hace que el estrés que sufre la planta por la falta de agua sea mayor (8).

Las principales funciones del Potasio son (13):

- Las síntesis de proteína
- La activación de muchas enzimas, entre ellas la sintetasa de la sacarosa y la sintetasa de la glutamina.
- La actividad fotosintética, el potasio se acumula en la superficie de los cloroplastos y penetra a su interior, donde neutraliza los ácidos orgánicos que se forman en la fotosíntesis, manteniendo su pH adecuado para el metabolismo foliar (15).
- Se ha determinado que el efecto tóxico de la acumulación de amoníaco ( $\text{NH}_4$ ) en la planta por ausencia de K; otra función deducida, es que este elemento contribuye al metabolismo del N participando en la síntesis de aminoácidos, que evita la acumulación del N como amoníaco.
- Participa en el macollamiento, formación de panículas, en la resistencia al acame, en la aceleración de la floración y maduración, y en el incremento del tamaño y del peso del grano.
- Resistencia de la planta de arroz a varias enfermedades.
- Síntomas de deficiencias: se observa en las hojas viejas, estas presentan una coloración amarillenta que se inicia en su ápice y avanza hacia su base; en casos agudos se observan manchas necróticas en la lámina de las hojas.

### **Zinc.**

INIAP (7), señala que el zinc probablemente tiene relación con la producción de auxinas, activa varias reacciones enzimáticas y está estrechamente involucrado en el metabolismo del nitrógeno.

La deficiencia de zinc trae como consecuencia la decoloración de las hojas más bajas (puntos y manchas de color café), síntomas que aparecen dos o tres

semanas después del trasplante; las plantas severamente afectadas se localizan por lo común en las partes más bajas; la mayoría de las plantas afectadas se recuperan, pero las que sufren la deficiencia más severa mueren (7).

Medina (11), manifiesta que el Zinc es necesario para el metabolismo de las auxinas, producción de clorofila, activación de enzimas y mantenimiento de la membrana celular. La deficiencia de zinc hace que el crecimiento sea desigual, en casos severos el macollamiento se reduce y hasta puede detenerse hasta la madurez.

La deficiencia de zinc se presenta con manchas café en las hojas superiores de plantas pequeñas que aparecen entre 2 a 4 semanas después del trasplante (11).

### **Importancia del Zinc en el cultivo de arroz (13).**

Zinc (Zn), es esencial para la síntesis del citoplasma y nucleótidos, metabolismo de las auxinas, producción de clorofila, activación de enzimas y mantenimiento de la membrana celular. Las plantas deficientes en zinc son raquílicas aunque el macollamiento puede ser normal. Las plantas adquieren una decoloración "herrumbrosa" la cual comienza en la lámina foliar unos centímetros más debajo de la punta de la hoja, y afecta tanto a las venas como al área intervenosa.

La mayor disponibilidad de Zn se alcanza con pH bajo, forma parte del triptófano, aminoácido precursor del ácido indol-acético (AIA), auxina de crecimiento. Es estabilizador de la clorofila.

La baja disponibilidad de Zn, debido al bajo contenido, o por la acidez o alcalinidad, alto contenido de materia orgánica, exceso de humedad o sequía, temperaturas altas o alta luminosidad puede ocasionar síntomas de deficiencia de Zn.

### **Resultados de la experimentación con fertilizantes.**

CIAT (3), en investigaciones realizadas indica que el propósito de una aplicación de fertilizantes, es suministrar una cantidad razonable de nutrientes cuando la planta la demande durante sus diferentes etapas de desarrollo. Esta misma institución, manifiesta que la mayor o menor cantidad de granos, es el resultado de la fotosíntesis y la respiración, estas son actividades que están influidas directa o indirectamente por el contenido de nutrientes.

INIAP (7), en su página web, informa en una investigación acerca de los efectos de los fertilizantes en arroz, que por lo general las únicas respuestas positivas, consistentes y económicas se logran con los fertilizantes nitrogenados. En un estudio dentro del convenio INIAP-CIAT, acerca de las respuestas del arroz cultivado bajo las condiciones del Ecuador, a la fertilización química, se concluyó que de 20 prácticas hechas por INIAP con fósforo y potasio no se obtuvo respuesta a la fertilización con potasio en el 60% de los ensayos realizados en el sistema de riego y en el 50% de los ensayos en seco. En el caso de fósforo las cifras fueron 50% y 83%, para riego y seco respectivamente.

En lo relativo a las respuestas del arroz a la fertilización nitrogenada, el estudio mencionado indicó que de 61 prácticas efectuadas en el sistema de riego y de 70 en el de seco, únicamente en el 2.5% de los ensayos en el primer sistema y en el 3.6 de ellos en el segundo, no se obtuvieron respuestas a la fertilización nitrogenada.

Como puede verse, la proporción de ensayos en los que se obtuvo respuestas a la fertilización fue mucho menor para los casos de fósforo y potasio que para el de nitrógeno. A parte de esto, los incrementos de producción que se lograron por la fertilización con los dos primeros nutrientes fueron inferiores a los conseguidos con nitrógeno. Lo indicado y además el hecho de que las dosis de

fósforo y potasio fueron bien bajas, demuestran un buen suministro natural de estos nutrientes desde el suelo (7).

Rojas (16), estableció un ensayo para evaluar los efectos de la fertilización orgánica complementaria en presencia de varios niveles de fertilización química en el arroz variedad Iniap 15; se determinó que el rendimiento de grano se incrementó significativamente conforme aumentaban los niveles de fertilización química. El tratamiento 200 – 100 – 190 Kg/ha NPK, más el programa orgánico, logró el mayor rendimiento de grano 9.129 Ton/ha; superando en un 97.91% en comparación al testigo sin fertilizar que produjo 4.075 Ton/ha. El programa de fertilización orgánica produjo un incremento del 23.57% en el rendimiento de grano. El autor indica, que el empleo del programa de fertilización orgánica debe ser en forma complementaria al programa equilibrado de fertilización química.

Pacheco (15), 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 – 200Kg/ha N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O con 8.69 Ton/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/h N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, alcanzó el menor rendimiento de grano de 5.223 Ton/ha.

### **Toma de muestras de suelo.**

INIAP (7), también indica que un buen análisis de suelo requiere que la muestra sea representativa, se realice en un laboratorio de reconocida calidad y sea correctamente interpretado.

Como el análisis se realiza con base en una pequeña muestra y las determinaciones para cada elemento se hacen de submuestras aún más pequeñas (2 ó 3 gramos son suficientes para la mayoría de las determinaciones), la toma de la muestra adquiere una importancia primordial.

Los elementos indispensables para tomar la muestra de suelo son: un barreno o en su defecto una pala; una libreta para las anotaciones necesarias, fundas plásticas para guardar las submuestras, un balde plástico para facilitar su mezcla. Si se cuenta con un mapa de la finca es importante analizar y determinar las diferentes áreas representativas, con el fin de localizar en el mapa los sitios en que se harán las tomas, evitando hacerlo cerca de canales, caballones, cercas, árboles, caminos.

Una muestra representativa se compone de varias submuestras tomadas de un área de características similares; en caso de encontrar dentro de una parcela de siembra diferencias evidentes en la coloración del suelo es recomendable tomar una muestra aparte, con el fin de identificar sus características.

Es importante conservar una copia de la información de la muestra y del análisis, junto con el registro de los rendimientos de la cosecha y las aplicaciones de fertilizantes y cal. Se aconseja localizar en un mapa de la finca los lotes y áreas donde se han tomado las muestras claramente para conservar los registros. Tal información permite entender mejor las respuestas a los diferentes tratamientos y prácticas de cultivo y puede servir de base para aumentar la productividad de los suelos (7).

### **Interpretación de análisis de suelo**

Según INIAP (7), el análisis químico de suelos es el proceso mediante el cual se determina la cantidad de nutrimentos y sales contenidas en una muestra representativa de suelo. En el proceso se utilizan sustancias extractoras que desarrollan una función similar a la de las plantas.

La importancia del análisis químico radica en que constituye una fuente valiosa de información para establecer el estado nutricional de un suelo, hacer las recomendaciones de fertilizantes, y con base en ellas tomar determinaciones acertadas. Sin embargo, es importante evaluar los resultados del análisis con

experimentos de campo, empleando diferentes dosis crecientes de un mismo elemento, con el fin de establecer los mejores resultados.

Otra de las ventajas del análisis de suelo es que permite detectar problemas de tipo nutricional, difíciles de diagnosticar a través de la sintomatología en las plantas. En el caso de fósforo es necesario tener en cuenta que los resultados del análisis no reflejan la situación real del elemento bajo inundación, ya que en estas condiciones su solubilidad aumenta y puede entonces ser absorbido por la planta.

Existen varios métodos de análisis que se diferencian de acuerdo con las sustancias extractoras empleadas en la determinación del contenido de cada elemento. Los niveles (alto, medio, bajo) dependen de la capacidad de extracción de la sustancia empleada; por ejemplo, si un extractante tiene baja capacidad para extraer un nutrimento determinado, las cantidades obtenidas en los resultados de laboratorio serán menores si se las compara con los resultados obtenidos al utilizar una sustancia extractora con mayor capacidad de extracción (7).

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Ubicación y descripción del área experimental.**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Km 7 ½ de la vía Babahoyo – Montalvo.

El terreno se encuentra en las coordenadas geográficas de 79° 32´ Latitud Sur, y 1° 49´ de Latitud Oeste, con una altura de 8 msnm, presenta un clima tropical húmedo, con temperatura media anual de 25.5 °C, una precipitación media anual de 2329.00 mm, humedad relativa de 82% y 987.1 horas de heliofanía promedio anual.<sup>2</sup> El suelo es de topografía plana, textura franco arcillosa y drenaje regular.

### **3.2. Material de siembra.**

Se utilizó la variedad de arroz Iniap 15 y dos líneas promisorias.

### **3.3. Factores estudiados.**

Variable independiente: Variedad de arroz Iniap 15 y dos líneas promisorias

Variable dependiente: Fertilización química utilizando N, K<sub>2</sub>O y Zn.

### **3.4. Tratamientos y subtratamientos.**

Se utilizaron tres tratamientos (material genético), cuatro subtratamientos (niveles de fertilización) con cuatro repeticiones, las características de los tratamientos y subtratamientos estudiados se indican en el Cuadro 1.

---

<sup>2</sup> Datos tomados en la estación Agrometeorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo. 2011

Cuadro 1. Tratamientos y subtratamientos estudiados, en el efecto de la fertilización química en base al análisis de suelo en la variedad Iniap 15 y dos líneas promisorias de arroz en la zona de Babahoyo. UTB, FACIAG. 2012

Tratamientos	Subtratamientos		
	N (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Zn (l/ha)
Iniap 15	160	0	0
	160	90	0
	160	90	2
	100 (testigo)	0	0
Línea GO 37647	160	0	0
	160	90	0
	160	90	2
	100 (testigo)	0	0
Línea GO 39845	160	0	0
	160	90	0
	160	90	2
	100 (testigo)	0	0

**Nitrógeno:**

Se utilizó como fuente nitrogenada la urea, fraccionada en dos partes: 60 % a los 25 días y 40 % a los 50 días después de la siembra.

**Potasio:**

Se aplicó muriato de potasio, en fracciones de 50 % + 50 % mezclado con Urea a los 25 y 50 días después de la siembra.

**Zinc:**

Se empleó Zinquell, mediante aspersiones foliares fraccionado en dos partes: 1.0 l a los 40 días y 1.0 l a los 60 días después de la siembra.

### **3.5. Métodos.**

Se utilizaron los métodos teóricos: inducción - deducción y análisis – síntesis y el método empírico denominado experimental.

### **3.6. Diseño experimental.**

Se utilizó el diseño Parcelas divididas, con tres tratamientos, cuatro subtratamientos y cuatro repeticiones

Para la comparación de los promedios de las variables, se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5% de probabilidad.

#### **3.6.1. Análisis de varianza.**

<b>Fuente de variación.</b>	<b>Grados de libertad.</b>
Repeticiones	3
Tratamientos	2
Error experimental	6
Total	11
Subtratamientos	3
Interacción	6
Error Experimental	27
Total	47

#### **3.6.2. Características de la unidad experimental.**

Parcela experimental neta	: 2.5 m x 4 m
Área de la parcela	: 48 m <sup>2</sup>
Parcela grande	: 12 m x 4 m
Parcela pequeña	: 3 m x 4 m
Área total del experimento	: 684 m <sup>2</sup>

### **3.7. Manejo del ensayo.**

Para el desarrollo de la investigación se efectuaron las siguientes labores:

#### **3.7.1. Análisis de suelo.**

Previamente antes de la preparación del terreno se realizó el respectivo análisis de suelo.

#### **3.7.2. Preparación de suelo.**

La preparación del suelo se realizó mediante dos pases del tractor con gavias (fangueo), con la finalidad de que el suelo quede preparado, para obtener una buena germinación de la semilla.

#### **3.7.3. Siembra.**

La siembra se efectuó manualmente "al voleo" utilizando semilla proveniente del INIAP, con una densidad de 100 kg de semilla/ha.

#### **3.7.4. Control de malezas.**

Para el control de malezas se aplicó en preemergencia Gamit en dosis de 800cc/ha; en postemergencia a los 10 días después de la siembra se aplicó Propanil, en dosis de 4 l/ha para la presencia de gramíneas y a los 30 días después de la siembra, para la presencia de coquito y hoja ancha se aplicó Checker en dosis 300 cc /ha.

#### **3.7.5. Riego.**

El ensayo se lo realizó con riego, aplicando una lámina de agua de aproximadamente 10 cm, en intervalos semanales de acuerdo a los requerimientos hídricos del cultivo.

#### **3.7.6. Fertilización.**

La fertilización se realizó de acuerdo a las dosis de nutrientes previamente establecidos en el análisis de suelo.

### **3.7.7. Control fitosanitario.**

Se realizó inspecciones en forma periódica y se determinó la presencia de insectos, lo cual se controló con Cypermetrina en dosis de 300 cc/ha.

### **3.7.8. Cosecha.**

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

## **3.8. Datos evaluados.**

Para estimar los efectos de los tratamientos y subtratamientos se tomaron los siguientes datos:

### **3.8.1. Altura de planta a la cosecha.**

A la cosecha, se midió la altura de la planta tomando la distancia comprendida desde el nivel del suelo hasta el punto de inserción de la panícula (nudo cilial), en 10 plantas al azar por tratamiento, se expresó en cm.

### **3.8.2. Número de macollos/m<sup>2</sup>.**

Dentro del área útil de cada parcela se tomó al azar 1m<sup>2</sup> y se contó los macollos a la cosecha.

### **3.8.3. Número de panículas/m<sup>2</sup>.**

En un metro cuadrado por parcela se determinó el número de panículas al momento de la cosecha.

### **3.8.4. Días a la floración.**

Para poder determinar el promedio de días a floración, se realizaron inspecciones semanales a partir de los 60 días, hasta lograr el 50 % más uno de floración por parcela.

### **3.8.5. Días a maduración**

El número de días a maduración, se registró semanalmente a partir de los 80 días hasta que los granos presentaron madurez fisiológica (cosecha).

### **3.8.6. Longitud de la panícula.**

Se tomó de 10 plantas al azar por tratamiento y se midió desde el punto de inserción de la panícula, hasta el primer grano de la misma; se expresó en cm.

### **3.8.7. Granos por panícula.**

Se tomó diez plantas al azar por parcela y se determinó el número de granos por panícula de cada planta en momento de la cosecha.

### **3.8.8. Peso de 1000 granos.**

Se tomó al azar 1000 semillas por tratamiento y se pesó en una balanza de precisión, el valor se expresó en gr.

### **3.8.9. Rendimiento.**

Los rendimientos se los tomó en Kilogramos por subparcelas los cuales se los relacionó a Kilogramos por hectárea y a su vez a quintales por hectárea.

### **3.8.10. Calidad molinera.**

El análisis de molinera se realizó en un molino experimental, determinándose el porcentaje de arroz integral (descascarado), porcentaje de masa blanca, porcentaje de polvillo, porcentaje de índice de pilada y porcentaje de arrocillo.

### **3.8.11. Análisis económico.**

Se realizó basado en los costos de producción, ingresos y costos de los tratamientos. Adicionalmente se evaluó la relación beneficio/costo.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Altura de planta.

En el Cuadro 2, se encuentran los promedios de altura de planta a la cosecha, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para material genético y no detectó diferencias significativas para niveles de fertilizantes. El coeficiente de variación fue 8.63 %.

La mayor altura de planta a la cosecha (Cuadro 2), se observó en la línea GO39845 (65.16 cm), superior estadísticamente a la línea GO37647 (60.20 cm) e Iniap 15 (55.30 cm); para la fertilización, la aplicación de 100 kg N (62.19 cm) presentó el mayor valor de altura de planta, con igualdad estadística a 160 kg N + 90 kg K<sub>2</sub>O + 2 l Zn (61.52 cm); 160 kg N + 90 kg K<sub>2</sub>O (60.12 cm) y superiores a 160 kg N (57.05 cm)

Cuadro 2. Altura de planta a la cosecha (cm), en efecto de la fertilización química en base a los resultados del análisis de suelo en la variedad Iniap 15 y dos líneas promisorias de arroz, en la zona de Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012

Subtratamientos (Niveles de Fertilización)			Tratamientos (Material Genético.)			Media <sup>ns</sup>
N (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Zn (l/ha)	Iniap 15	Línea GO 37647	Línea GO 39845	
160	0	0	46.63	62.98	61.55	57.05 b
160	90	0	53.32	55.90	71.13	60.12 ab
160	90	2	56.59	61.86	66.10	61.52 ab
100 (testigo)	0	0	64.65	60.08	61.85	62.19 a
Media **			55.30 c	60.20 b	65.16 a	60.22
Coeficiente de variación 8.63%						

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan.

#### 4.2. Macollos/m<sup>2</sup>.

Los valores promedios de macollos/m<sup>2</sup> se encuentran en el Cuadro 3, el análisis de varianza no reportó diferencias significativas para material genético y niveles de fertilizantes. El coeficiente de variación fue 15.00 %.

El mayor promedio de macollos/m<sup>2</sup> se alcanzó en la línea promisoría GO37647 con 345.75 macollos y el menor valor Iniap 15 con 311.15 macollos; en cuanto a los niveles de fertilizantes, la utilización de 160 kg N + 90 kg K<sub>2</sub>O con 343.75 macollos presentó el mayor valor y el menor valor 100 kg N, con 304.00 macollos.

Cuadro 3. Macollos/m<sup>2</sup>, en efecto de la fertilización química en base a los resultados del análisis de suelo en la variedad Iniap 15 y dos líneas promisorias de arroz, en la zona de Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012

Subtratamientos (Niveles de Fertilización)			Tratamientos (Material Genético.)			Media <sup>ns</sup>
N (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Zn (l/ha)	Iniap 15	Línea GO 37647	Línea GO 39845	
160	0	0	329.50	343.50	323.50	332.17
160	90	0	352.50	358.50	320.25	343.75
160	90	2	332.50	323.00	328.75	328.08
100 (testigo)	0	0	230.50	358.00	323.50	304.00
Media <sup>ns</sup>			311.25	345.75	324.00	327.00
Coeficiente de variación 15.00%						

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan.

#### 4.3. Panículas/m<sup>2</sup>.

En el Cuadro 4, se muestran los promedios de panículas/m<sup>2</sup>. El análisis de la varianza reportó diferencias significativas para material genético y niveles de fertilizantes. El coeficiente de variación fue 12.26 %.

El mayor promedio de panículas/m<sup>2</sup> presentó la línea de arroz GO39845 con 302.13 panículas, igual estadísticamente al promedio de la línea GO37647, con 295.39 panículas y superiores a la variedad Iniap 15, con 256.31 panículas. En niveles de fertilización, la aplicación de 160 kg N + 90 kg K<sub>2</sub>O presentó el mayor valor (305.83 panículas/m<sup>2</sup>), igual estadísticamente a 160 kg N + 90 kg K<sub>2</sub>O + 2 l Zn (291.39 panículas/m<sup>2</sup>); 100 kg N (280.18 panículas/m<sup>2</sup>) y superiores a 160 kg N (261.03 panículas/m<sup>2</sup>).

Cuadro 4. Panículas/m<sup>2</sup>, en efecto de la fertilización química en base a los resultados del análisis de suelo en la variedad Iniap 15 y dos líneas promisorias de arroz, en la zona de Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012

Subtratamientos (Niveles de Fertilización)			Tratamientos (Material Genético.)			Media *
N (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Zn (l/ha)	Iniap 15	Línea GO 37647	Línea GO 39845	
160	0	0	228.75	281.08	273.28	261.03 b
160	90	0	294.00	326.50	297.00	305.83 a
160	90	2	288.00	279.93	306.25	291.39 ab
100 (testigo)	0	0	214.50	294.05	332.00	280.18 ab
Media *			256.31 b	295.39 a	302.13 a	284.61
Coeficiente de variación 12.26%						

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan.

#### 4.4. Días a floración.

En el Cuadro 5, se encuentran los promedios de días a floración, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para material genético y no detectó diferencias significativas para niveles de fertilizantes. El coeficiente de variación fue 1.55 %.

En cuanto a días a floración, se observó que la línea GO39845 (75.11 días) tardó en florecer, siendo superior estadísticamente a la línea GO37647 (71.91 días) e Iniap 15 (69.56 días); para la fertilización, la aplicación de 160 kg N (72.43 días) tardó en florecer, mientras que la aplicación de 160 kg N + 90 kg K<sub>2</sub>O + 2 l Zn (72.08 días), floreció precozmente.

Cuadro 5. Días a floración, en efecto de la fertilización química en base a los resultados del análisis de suelo en la variedad Iniap 15 y dos líneas promisorias de arroz, en la zona de Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012

Subtratamientos (Niveles de Fertilización)			Tratamientos (Material Genético.)			Media <sup>ns</sup>
N (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Zn (l/ha)	Iniap 15	Línea GO 37647	Línea GO 39845	
160	0	0	70.00	71.80	75.50	72.43
160	90	0	69.50	71.60	76.00	72.37
160	90	2	68.75	72.75	74.75	72.08
100 (testigo)	0	0	70.00	71.50	75.50	72.33
Media **			69.56 c	71.91 b	75.44 a	72.30
Coeficiente de variación 1.55%						

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan.

#### 4.5. Días a maduración.

Los promedios de días a maduración se presentan en el Cuadro 6. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para material genético y no detectó diferencias significativas para niveles de fertilizantes, el coeficiente de variación fue 0.85 %.

En esta variable se determinó que la línea GO39845, con 128.19 días tardó en madurar, con superioridad estadística a la línea GO37647 e Iniap 15, con 124.91 y 122.56 días, respectivamente.

En la fertilización, la aplicación de 160 kg N, con 125.43 días tardó en madurar, mientras que la aplicación de 160 kg N + 90 kg K<sub>2</sub>O + 2 l Zn, con 125.08 días, maduró en menor tiempo.

Cuadro 6. Días a maduración, en efecto de la fertilización química en base a los resultados del análisis de suelo en la variedad Iniap 15 y dos líneas promisorias de arroz, en la zona de Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012

Subtratamientos (Niveles de Fertilización)			Tratamientos (Material Genético.)			Media <sup>ns</sup>
N (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Zn (l/ha)	Iniap 15	Línea GO 37647	Línea GO 39845	
160	0	0	123.00	124.80	128.50	125.43
160	90	0	122.50	124.60	128.50	125.20
160	90	2	121.75	125.75	127.75	125.08
100 (testigo)	0	0	123.00	124.50	128.00	125.17
Media **			122.56 c	124.91 b	128.19 a	125.22
Coeficiente de variación 0.85%						

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan.

#### 4.6. Longitud de panícula.

En el Cuadro 7, se muestran los promedios de longitud de panículas. El análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas para material genético de arroz y no presentó diferencias significativas en niveles de fertilizantes. El coeficiente de variación fue 8.58 %.

El mayor promedio de longitud de panículas obtuvo la línea promisorio GO37647 (23.53 cm), superior estadísticamente al promedio de la línea GO39845 (21.81 cm) e Iniap 15 (19.09 cm). En niveles de fertilización, el mayor promedio (22.18 cm) lo presentó la aplicación de 160 kg N + 90 kg K<sub>2</sub>O y el menor valor (20.55 cm), 100 kg N.

Cuadro 7. Longitud de panículas (cm), en efecto de la fertilización química en base a los resultados del análisis de suelo en la variedad Iniap 15 y dos líneas promisorias de arroz, en la zona de Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012

Subtratamientos (Niveles de Fertilización)			Tratamientos (Material Genético.)			Media <sup>ns</sup>
N (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Zn (l/ha)	Iniap 15	Línea GO 37647	Línea GO 39845	
160	0	0	15.20	26.20	21.83	21.08
160	90	0	21.14	23.28	22.13	22.18
160	90	2	21.11	23.23	21.95	22.10
100 (testigo)	0	0	18.89	21.40	21.35	20.55
Media **			19.09 c	23.53 a	21.81 b	21.48
Coeficiente de variación 8.58%						

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan.

#### 4.7. Granos por panícula.

Los promedios de granos por panícula se presentan en el Cuadro 8, el análisis de varianza reportó diferencias significativas para material genético y niveles de fertilizantes. El coeficiente de variación fue 16.33 %.

El mayor número de granos por panícula se obtuvo en la línea GO37647 con 119.72 granos, igual estadísticamente a la línea GO39845, con 110.78 granos y superiores a Iniap 15, con 96.08 granos; en niveles de fertilización, el mayor promedio lo obtuvo la utilización de 100 kg N, con 117.59 granos, igual estadísticamente a la aplicación de 160 kg N + 90 kg K<sub>2</sub>O y 160 kg N + 90 kg K<sub>2</sub>O + 2 l Zn, con 115.42 y 104.96 granos, respectivamente.

Cuadro 8. Granos/panículas, en efecto de la fertilización química en base a los resultados del análisis de suelo en la variedad Iniap 15 y dos líneas promisorias de arroz, en la zona de Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012

Subtratamientos (Niveles de Fertilización)			Tratamientos (Material Genético.)			Media *
N (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Zn (l/ha)	Iniap 15	Línea GO 37647	Línea GO 39845	
160	0	0	79.35	126.90	86.18	97.48 b
160	90	0	105.63	121.50	119.13	115.42 a
160	90	2	77.10	116.53	121.25	104.96 ab
100 (testigo)	0	0	122.25	113.95	116.58	117.59 a
Media *			96.08 b	119.72 a	110.78 a	108.86
Coeficiente de variación 16.33%						

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan.

#### 4.8. Peso de 1000 granos.

En el Cuadro 9, se muestran los promedios de peso de 1000 granos. El análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas para material genético y niveles de fertilizantes. El coeficiente de variación fue 2.15 %.

El mayor peso de granos lo presentó la línea promisoría GO39845, con 26.70 g, superior estadísticamente a los demás tratamientos, siendo Iniap 15 la de menor valor, con 23.91 g. En niveles de fertilización, el mayor promedio con 27.21 g lo obtuvo el uso de 160 kg N + 90 kg K<sub>2</sub>O + 2 l Zn, superior estadísticamente al resto de subtratamientos, presentándose en la aplicación de 100 kg N el menor valor, con 24.00 g.

Cuadro 9. Peso de 1000 granos (g), en efecto de la fertilización química en base a los resultados del análisis de suelo en la variedad Iniap 15 y dos líneas promisorias de arroz, en la zona de Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012

Subtratamientos (Niveles de Fertilización)			Tratamientos (Material Genético.)			Media **
N (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Zn (l/ha)	Iniap 15	Línea GO 37647	Línea GO 39845	
160	0	0	23.57	23.91	23.36	24.61 c
160	90	0	23.88	25.31	26.72	25.30 b
160	90	2	25.19	27.18	29.26	27.21 a
100 (testigo)	0	0	22.98	24.55	24.48	24.00 d
Media **			23.91 c	25.23 b	26.70 a	25.28
Coeficiente de variación 2.15%						

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan.

#### 4.9. Rendimiento.

En el Cuadro 10, se presentan los promedios del rendimiento de arroz, el análisis de varianza determinó diferencias altamente significativas tanto para el material genético como para los niveles de fertilización. El coeficiente de variación fue 24.66 %.

En esta variable se reportó que la línea GO37647, obtuvo el mayor valor, con 4090.53 kg/ha, superior estadísticamente a los demás tratamientos, cuyo menor valor lo presentó Iniap 15, con 2107.27 kg/ha, mientras que en niveles de fertilización, la aplicación de 160 kg N + 90 kg K<sub>2</sub>O + 2 l Zn alcanzó el mayor valor, con 3799.37 kg/ha, superior estadísticamente a los demás subtratamientos, siendo el menor valor, con 2470.69 kg/ha, el uso de 100 kg N.

Cuadro 10. Rendimiento (kg/ha), en efecto de la fertilización química en base a los resultados del análisis de suelo en la variedad Iniap 15 y dos líneas promisorias de arroz, en la zona de Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012

Subtratamientos (Niveles de Fertilización)			Tratamientos (Material Genético.)			Media **
N (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Zn (l/ha)	Iniap 15	Línea GO 37647	Línea GO 39845	
160	0	0	2229.16	4109.84	2878.78	3072.59 bc
160	90	0	1676.13	4431.81	4182.19	3430.05 ab
160	90	2	3248.10	4667.06	3482.95	3799.37 a
100 (testigo)	0	0	1275.70	3153.41	2982.95	2470.69 c
Media **			2107.27 c	4090.53 a	3381.72 b	3193.17
Coeficiente de variación 24.66%						

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan.

#### 4.11. Calidad molinera.

En el Cuadro 11, se presentan los valores de calidad molinera de los materiales genéticos estudiados.

De acuerdo a arroz integral, el mayor valor lo obtuvo la línea GO39845, con 81 g, mientras que línea GO37647 e Iniap 15 reportaron 80 g, sin embargo para arroz pilado, sobresalió la línea GO39845 con 68 g, seguida de GO37647, con 66 g e Iniap 15, 65 g.

La mayor cantidad de arrocillo lo reportó Iniap 15, con 5 g y el menor valor la línea GO39845, con 3 g.

En cuanto a yelen, polvillo y tamo, los mayores promedios lo obtuvieron Iniap 15 y la línea GO37647 y los menores promedios la línea GO39845.

Cuadro 11. Calidad molinera en 100 g de muestra, en efecto de la fertilización química en base a los resultados del análisis de suelo en la variedad Iniap 15 y dos líneas promisorias de arroz, en la zona de Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012

Calidad molinera (g)	Tratamientos		
	Iniap 15	Línea GO 37647	Línea GO 39845
Arroz Integral	80	80	81
Arroz Pilado	65	66	68
Arrocillo	5	4	3
Yelen	2	2	1.5
Polvillo	8	8	7.5
Tamo	20	20	19

#### 4.12. Análisis económico.

En los Cuadros 12 y 13, se observan los costos fijos y el análisis económico/ha. El costo fijo fue de \$342.65 y el costo de producción varió de \$838.33 a \$599.76 para los tratamientos de la línea GO37647 aplicando 160 kg N + 90 kg K<sub>2</sub>O + 2 l Zn e Iniap 15, aplicando 100 kg N, respectivamente.

El Cuadro 13 presenta los valores de beneficio neto para cada uno de los tratamientos y subtratamientos estudiados, en este caso se obtuvo el mayor beneficio neto con la línea GO37647 aplicando 160 kg N + 90 kg K<sub>2</sub>O + 2 l Zn, con \$804.46.

Cuadro 12. Costo fijo/ha, en efecto de la fertilización química en base a los resultados del análisis de suelo en la variedad Iniap 15 y dos líneas promisorias de arroz, en la zona de Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012

<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor Parcial \$</b>	<b>Valor Total \$</b>
<b>Alquiler de terreno</b>	1 ha	100.00	100.00
<b>Preparación de suelo</b>			
Fanguero	2 u	25.00	50.00
<b>Control de malezas</b>			
Gamit (300 cc/ha)	1lt	27.00	27.00
Propanil (lt)	4 lt	9.25	37.00
Checker (250 g)	2 u	17.00	34.00
Aplicación	6 jornal	7.00	42.00
<b>Control fitosanitario</b>			
Cypermctrina (200cc/ha)	1 lt.	7.50	7.50
Aplicación	2 jornal	7.00	14.00
<b>Sub Total</b>			311.50
<b>Administración (10%)</b>			31.15
<b>Total Costo Fijo</b>			342.65

Cuadro 13. Análisis económico/ha, en efecto de la fertilización química en base a los resultados del análisis de suelo en la variedad Iniap 15 y dos líneas promisorias de arroz, en la zona de Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012

Tratamientos	Subtratamientos			Rendimiento		Valor del rendimiento \$	Costo Variable						Costo Fijos	Costos Totales (Fijos + Variables)	Beneficio neto
	N (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Zn (l/ha)	(kg/ha)	(Sacas/ha)		Costo Semilla	Siembra	Costo Fertilizante	Aplicación	Valor cosecha + trans.	Total			
Iniap 15	160	0	0	2229.16	24.52	784.65	64.00	14.00	136.00	28.00	85.82	327.82	342.65	670.47	114.18
	160	90	0	1676.13	18.44	589.99	64.00	14.00	200.00	28.00	64.53	370.53	342.65	713.18	-123.19
	160	90	2	3248.10	35.73	1143.32	64.00	14.00	210.00	28.00	125.05	441.05	342.65	783.70	359.62
	100 (testigo)	0	0	1275.70	14.03	449.04	64.00	14.00	102.00	28.00	49.11	257.11	342.65	599.76	-150.72
Línea GO 37647	160	0	0	4109.84	45.21	1446.65	64.00	14.00	136.00	28.00	158.23	400.23	342.65	742.88	703.77
	160	90	0	4431.81	48.75	1559.98	64.00	14.00	200.00	28.00	170.62	476.62	342.65	819.27	740.71
	160	90	2	4667.06	51.34	1642.79	64.00	14.00	210.00	28.00	179.68	495.68	342.65	838.33	804.46
	100 (testigo)	0	0	3153.41	34.69	1109.99	64.00	14.00	102.00	28.00	121.40	329.40	342.65	672.05	437.93
Línea GO 39845	160	0	0	2878.78	31.67	1013.32	64.00	14.00	136.00	28.00	110.83	352.83	342.65	695.48	317.84
	160	90	0	4182.19	46.00	1472.12	64.00	14.00	200.00	28.00	161.01	467.01	342.65	809.66	662.45
	160	90	2	3482.95	38.31	1225.99	64.00	14.00	210.00	28.00	134.09	450.09	342.65	792.74	433.24
	100 (testigo)	0	0	2982.95	32.81	1049.99	64.00	14.00	102.00	28.00	114.84	322.84	342.65	665.49	384.50

Costos

\$ 7.00 = Jornal

\$ 3.50 = Cosecha + transporte (Saca de 200 lb)

\$ 32.00 = venta (Saca de 200 lb)

Precio de insumo

INIAP 15 (50 kg) = \$ 50.00

Urea (50kg): \$ 34.0 = 46% de N

Muriato de Potasio (50kg): \$ 32.0 = 60% K

Zinquel (l): \$ 5.00

## 5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigaciones demuestran que se encontraron diferencias significativas en algunas variables evaluadas.

La falta de significancia estadística para el número de macollos, podría ser ocasionado por el comportamiento genético de los materiales estudiados; es decir, durante la fase inicial de crecimiento al tener disponible una porción de nutrientes en forma natural parece que no modificó el comportamiento de las plantas, hecho que ratifica para esta variable la falta de diferencia debido a la fertilización. En altura de plantas se encontró diferencias altamente significativas solo para genotipos, en este caso, podemos inferir que el comportamiento de los nuevos materiales en estudio tenían mayor vigor y crecimiento en relación a la variedad Iniap-15 que alcanzo la menor altura de 55.3 cm., probablemente debido a que aprovechó en menor intensidad el efecto de la fertilización, como demostraron los promedios alcanzados en rendimientos.

La floración y la longitud de panículas presentaron diferencias significativas al 1% de probabilidades solo para el material, mas no al efecto de la fertilización. Resultados similares se han observado en otras investigaciones (1). Similares resultados mostraron los materiales en su ciclo vegetativo o maduración. En este caso natural sus diferencias por provenir de progenitores diferentes (2).

El número de gramos por panícula, ponen de manifiesto las diferencias que ocasiona, tanto los genotipos, como la aplicación de fertilizantes; hecho que se puede atribuir a que durante el desarrollo del cultivo tuvo poco efecto la fertilización, probablemente debido a que estos suelos disponían de cantidades apreciables de nutrientes para el crecimiento inicial del cultivo y a medida que avanza a la formación de granos, ya no son suficiente los nutrientes nativos y las plantas aumentaron sus requerimientos y absorbieron los elementos que se incluían en cada tratamiento de fertilización, razón por la que su respuesta

mostró en el peso de los gramos por panículas y el peso de 1000 granos. Hay que resaltar en este último parámetro su diferencia fue altamente significativa en todos los casos, hecho que va a manifestarse más ampliamente en el rendimiento por unidad de superficie.

Para el rendimiento de gramo se alcanzaron diferencias significativas, tanto para material genético como para las dosis de fertilizantes utilizados. Estos resultados ratifican que existen amplias diferencias y se puede señalar que la línea GO37647 fue la que alcanzó el mayor rendimiento con un promedio de 4.09 ton/ha; mientras que cuando se aplicó N, K<sub>2</sub>O y Zn su rendimiento fue de 4.67 ton/ha. Estos resultados ratifican los encontrados por otros investigadores (1). También se observa el comportamiento más estable de esta material frente a cualquier tratamiento de fertilización. El hecho que su rendimiento haya alcanzado 3.15 ton/ha en el tratamiento testigo, (sin fertilizantes) podría explicarse que probablemente su sistema radicular fue más profundo y estuvo en contacto con mayor volumen de suelo y permitió extraer mayor cantidad de nutrientes en relación especialmente a la variedad Iniap-15 que mostró 1.27 tn/ha en el testigo.

También observamos que la adición de N, K y Zn originaron el mayor incremento de la variedad Iniap-15 y la línea GO37647, hecho que ratifica que la nutrición de las plantas mejora sustancialmente cuando se utilizan los servicios del análisis químico de suelos.

Probablemente la menor producción observada especialmente en la variedad Iniap-15 podría manifestarse que la época de lluvias que fue atípica durante los meses del estudio. Similares resultados se observaron en los demás tratamientos aunque son superiores a la Iniap-15, se esperaban rendimientos superiores a 6 ton/ha que se alcanzan con una época de lluvia normal o cuando se manejan adecuadamente láminas de agua. En especial la más afectada se observó la variedad en el campo experimental. Se conoce que una lámina de agua alta afecta principalmente al macollamiento y el sistema de raíces,

probablemente la intensidad y frecuencia corta la precipitación podrían haber afectado el buen crecimiento y rendimiento del cultivo en las condiciones donde se realizó este estudio.

La calidad de gramos nos permitió determinar que la línea GO39845 alcanzó el mayor porcentaje de arroz pilado equivalente al 68% y el menor el 65% para Iniap-15, hecho que ratifica que existe diferencias importantes en la conversión del grano al pilado. Este resultado debe ser analizado muy cuidadosamente en nuevos experimentos y puede ser una característica importante de selección de nuevos materiales.

El análisis económico determinado con este estudio señala que el mayor beneficio neto se obtuvo en la línea GO37647 con aplicaciones de fertilización basadas en el análisis químico del suelo y fue de USD\$ 804.46; es decir, la combinación de un buen genotipo y su nutrición serán responsables en la economía de los productores arroceros.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados alcanzados en el presente estudio, se presentan las siguientes conclusiones:

- Para altura de plantas, longitud de panículas, floración y maduración del cultivo, se obtuvo alta significación estadística solo para el material genético.
- Para el número de macollos por m<sup>2</sup> y granos por panícula fueron significativo al 95% de probabilidades, tanto para material genético, como para fertilización.
- Los promedios de peso pero de 1000 granos y rendimiento de arroz paddy por hectárea, resultaron con alta significación estadística.
- El mayor rendimiento de arroz paddy se obtuvo en la línea GO37647 con 4.09 ton/ha, seguido de la línea GO39845 con 3.38 ton/ha y el menor valor de 2,11 ton/ha en Iniap-15.
- La fertilización originó los valores más altos para N, K, y Zn, seguido de N y K con 3,43 ton/ha; mientras que el testigo sin fertilización alcanzó solo 2.47 ton/ha.
- El suelo presentó déficit principalmente de nitrógeno y en menor intensidad de K y Zn.
- En calidad de grano sobresalió la línea GO39845 con 68% de arroz pilado; es decir, presentó la mayor conversión; mientras INIAP-15 mostró el menor valor (65%) es decir, presentó la mayor conversión; mientras que INIAP-15 mostro el menor valor con 65% en la línea GO37647.

- El mayor beneficio se obtuvo en la línea GO37647 mediante la fertilización con N, K<sub>2</sub>O y Zn, que alcanzó a USD\$ 804.46.
- El análisis químico del suelo constituyó una buena herramienta para la fertilización del cultivo de arroz.

En base a los resultados obtenidos se hacen las siguientes recomendaciones:

- Realizar otras investigaciones en diferentes ambientes con las líneas estudiadas y aplicaciones de fertilizantes en base a resultados de análisis químico del suelo.
- En los programas de fertilización se deben incluir aspersiones con Zinc (Zn) en dosis de 2 l/ha.
- Las recomendaciones de programas fertilización deben respaldarse en resultados del análisis del suelo.

## 7. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Km 7 ½ de la vía Babahoyo – Montalvo, cuyos objetivos planteados fueron: evaluar el efecto de la fertilización química en base al análisis de suelo en el cultivo de arroz; identificar el genotipo de mayor rendimiento y analizar económicamente los tratamientos.

Se utilizaron tres tratamientos (material genético), como Iniap 15, Líneas GO 37647, GO 39845 y cuatro subtratamientos (niveles de fertilización), a base de nitrógeno (urea), potasio (muriato de potasio) y Zinc (Zinquell), con cuatro repeticiones. Se utilizó el diseño Parcelas divididas, con tres tratamientos, cuatro subtratamientos y cuatro repeticiones. Para la comparación de los promedios de las variables, se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5% de probabilidad.

Para el desarrollo de la investigación se efectuaron las siguientes labores, como análisis de suelo, preparación de suelo, siembra, control de malezas, riego, fertilización, control fitosanitario y cosecha. Para estimar los efectos de los tratamientos y subtratamientos se tomaron los siguientes datos, como Altura de planta a la cosecha, número de macollos/m<sup>2</sup>, número de panículas/m<sup>2</sup>, días a la floración, días a maduración, longitud de la panícula, granos por panícula, peso de 1000 granos, rendimiento, calidad molinera y análisis económico.

En base a los resultados alcanzados en el presente estudio, se concluye que para altura de plantas, longitud de panículas, floración y maduración del cultivo, se obtuvo alta significación estadística solo para el material genético; para el número de macollos por m<sup>2</sup> y granos por panícula fueron significativo al 95% de probabilidades, tanto para material genético, como para fertilización; los promedios de peso pero de 1000 granos y rendimiento de arroz paddy por

hectárea, resultaron con alta significación estadística; el mayor rendimiento de arroz paddy se obtuvo en la línea GO37647 con 4.09 ton/ha, seguido de la línea GO39845 con 3.38 ton/ha y el menor valor de 2,11 ton/ha en Iniap-15; la fertilización originó los valores más altos para N, K, y Zn, seguido de N y K con 3,43 ton/ha; mientras que el testigo sin fertilización alcanzó solo 2.47 ton/ha; el suelo presentó déficit principalmente de nitrógeno y en menor intensidad de K y Zn; en calidad de grano sobresalió la línea GO39845 con 68% de arroz pilado; es decir, presentó la mayor conversión; mientras INIAP-15 mostró el menor valor (65%) es decir, presentó la mayor conversión; mientras que INIAP-15 mostro el menor valor con 65% en la línea GO37647; el mayor beneficio se obtuvo en la línea GO37647 mediante la fertilización con N, K<sub>2</sub>O y Zn, que alcanzó a USD\$ 804.46 y el análisis químico del suelo constituyó una buena herramienta para la fertilización del cultivo de arroz. Por lo expuesto se recomienda realizar otras investigaciones en diferentes ambientes con las líneas estudiadas y aplicaciones de fertilizantes en base a resultados de análisis químico del suelo; en los programas de fertilización se deben incluir aspersiones con Zinc (Zn) en dosis de 2 l/ha y las recomendaciones de programas fertilización deben respaldarse en resultados del análisis del suelo.

## 8. SUMMARY

The present investigation work was carried out in the Ability of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, located in the Km 7 ½ of the road Babahoyo - Montalvo whose outlined objectives were: to evaluate the effect of the chemical fertilization based on the floor analysis in the cultivation of rice; to identify the genotype of more yield and to analyze the treatments economically.

Three treatments were used (genetic material), as Iniap 15, Lines GO 37647, GO 39845 four subtratamientos (fertilization levels), with the help of nitrogen (urea), potassium (muriato of potassium) and Zinc (Zinquell), with four repetitions. The design divided Parcels was used, with three treatments, four subtratamientos and four repetitions. For the comparison of the averages of the variables, the test of Multiple Ranges was used from Duncan to 5% of probability.

For the development of the investigation the following works were made, as floor analysis, floor preparation, siembra, control of overgrowths, watering, fertilization, control fitosanitario and it harvests. To estimate the effects of the treatments and subtratamientos they took the following data, as plant Height to the crop, macollos/m<sup>2</sup> number, panículas/m<sup>2</sup> number, days to the floración, days to maturation, longitude of the panícula, grains for panícula, weight of 1000 grains, yield, quality molinera and economic analysis.

Based on the results reached study presently, you concludes that it stops height of plants, panículas longitude, floración and maturation of the cultivation, alone high statistical significance it was obtained for the genetic material; for the macollos number for m<sup>2</sup> and grains for panícula went significant to 95% of probabilities, so much stops genetic material, like it stops fertilization; the averages of weight but of 1000 grains and yield of rice paddy for hectare, they were with high statistical significance; the biggest yield of rice paddy was

obtained in the line GO37647 with 4.09 ton/ha, followed by the line GO39845 with 3.38 ton/ha and the smallest value of 2,11 ton/ha in Iniap-15; the fertilization originated the highest values for N, K, and Zn, followed by N and K with 3,43 ton/ha; while the witness without fertilization reached single 2.47 ton/ha; the floor presented deficit mainly of nitrogen and in smaller intensity of K and Zn; in grain quality the line stood out GO39845 with 68% of pounded rice; that is to say, it presented the biggest conversion; while INIAP-15 showed the smallest value (65%) that is to say, it presented the biggest conversion; while INIAP-15 showed the smallest value with 65% in the line GO37647; the biggest benefit was obtained in the line GO37647 by means of the fertilization with N, K<sub>2</sub>O and Zn that it reached USD \$804.46 and the chemical analysis of the floor constituted a good tool for the fertilization of the cultivation of rice. For that exposed it is recommended to carry out other investigations in different atmospheres with the studied lines and applications of fertilizers based on results of chemical analysis of the floor; in the fertilization programs aspersions should be included with Zinc (Zn) in dose of 2 l/ha and the recommendations of programs fertilization should be supported in results of the analysis of the floor.

## 9. LITERATURA CITADA

1. Alcívar, S. *et al.* 2007. Nutrición mineral del cultivo de arroz. INIAP. Guayas – Ecuador. Pg. 40-48.
2. Cano, F. 2011. Evaluación y Respuesta Agronómica de una línea promisoría de arroz en presencia de varios niveles de fertilización química en condiciones de riego. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Facultad de ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo.
3. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1985. Investigación y Producción. Referencia de los cursos de capacitación sobre arroz dictado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Pp. 103-108.
4. Cooke, W. 1993. Fertilizantes para rendimientos máximos. Traducidos por Alfonso Blackeller 3 ed. México p 67.
5. 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.
6. Infoagro 2011. El cultivo de arroz  
<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>
7. INIAP 2011 Manual de producción de arroz de calidad en el Ecuador. Disponible en  
[http://www.concope.gov.ec/Ecuaterritorial/paginas/Apoyo\\_Agro/](http://www.concope.gov.ec/Ecuaterritorial/paginas/Apoyo_Agro/)

8. Inpofos (Instituto de la Potasa y el Fosforo). 1997. Manual internacional de fertilidad de suelos. Quito, EC. p 3-1,2
9. Instituto de la Potasa y el Fosforo. *sfp*. Su necesidad y uso en agricultura moderna. Boletín Técnico. pp: 8 – 9.
10. Limerin S.A 2004. Manual de cultivos orgánicos y alelopatía, volvamos al campo. CO. P102.
11. Medina, K. 2011. Disponible en [http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D\\_Tesis\\_PDF/D-38250.pdf](http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-38250.pdf)
12. 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>
13. Mejía, S. y Menjivar, J. 2010. In: Producción Eco-eficiente del arroz en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali-Colombia. P 306 - 333
14. Mestanza, S. 2002. Notas del curso de fertilización y nutrición vegetal. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica. Babahoyo – Ecuador p 44.
15. Pacheco, 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.

16. Rojas, N. 2009. Efectos de la fertilización orgánica complementaria en presencia de varios niveles de fertilización química en la variedad de arroz 'Iniap 15' bajo riego. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador.
17. Scott, S. 2009. Principios básicos de la eficiencia de fósforo y potasio. International Plant Nutrition Institute. Informaciones Agronómicas N° 75. pp: 6 - 9.
18. Snyder, S. 2008. Las mejores prácticas de manejo de los fertilizantes nitrogenados para limitar las pérdidas que contribuyen al calentamiento global. International Plant Nutrition Institute. Informaciones Agronómicas N° 71. pp: 1 – 5.
19. Snyder, S. 2009. Eficiencia de uso del nitrógeno: desafíos mundiales, tendencias futuras. International Plant Nutrition Institute. Informaciones Agronómicas N° 75. pp: 1 – 5.
20. Suquilanda, M. 2011. Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de arroz. Disponible en [http://www.radiomaranon.org.pe/redmaranon/archivos/plagas\\_cultivo\\_arroz\\_manejo\\_integrado.pdf](http://www.radiomaranon.org.pe/redmaranon/archivos/plagas_cultivo_arroz_manejo_integrado.pdf)
21. Steward, W, M. 2001. Fertilizantes y el Ambiente. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Informaciones agronómicas N° 44 pp 6.7

# **ANEXOS**

## FOTOGRAFÍAS DE LA INVESTIGACIÓN.





