

**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA AGRONÓMICA**

TESIS DE GRADO

Presentada al Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología (CITTE), como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRONOMO

TEMA:

“Efecto de la nutrición balanceada sobre el rendimiento de arroz (*oryza sativa* l.) de la variedad iniap-16 y la línea go37763”.

AUTOR:

José Luis Díaz Alvarado

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Agr. MSc. Saúl Mestanza Solano

**BABAHOYO - LOS RIOS - ECUADOR
2011**

I. INTRODUCCION

El arroz constituye el elemento básico y los sistemas agrícolas con que se produce son esenciales para la seguridad alimentaria, la disminución de la pobreza y el mejoramiento del estilo de vida en la población.

El arroz se convirtió en un generador de ingresos. Evolucionó como cultivo pionero, especialmente en condiciones de “secano” hasta convertirse en un cultivo altamente tecnificado y productivo, predominando en los últimos años el sistema de riego.

Se cultiva en 113 países en el mundo, de estos, 26 corresponden a la región de América Latina y el Caribe (ALC) y producen 25 millones de toneladas de arroz “Paddy” (arroz con cáscara) que representa el 4 % de la producción mundial de arroz, que es de 592 millones de toneladas de promedio durante los años 2000 a 2002.

El área cultivada de arroz en América Latina y el Caribe es de 5.9 millones de hectáreas aproximadamente. La tasa anual de crecimiento de la producción entre 1961 y 1991 (2.9 % anual) fue idéntica en Asia y ALC.

En el Ecuador se siembra alrededor de 400 mil hectáreas anuales con una producción de 30 mil toneladas métricas; la provincia de Los Ríos, es la segunda productora de arroz en el país, con aproximadamente 120,316 ha/año.¹

La fertilidad del suelo es uno de los factores principales para obtener una buena producción, y está relacionada directamente con la nutrición del cultivo, a través de la capacidad de los suelos para abastecer de nutrientes a los cultivos y que puedan expresar su potencial productivo.

¹ Ministerio de Agricultura Acuicultura y Pesca (MAGAP). 2009

Para realizar un programa eficiente de fertilización para un cultivo, es indispensable conocer las cantidades disponibles de nutrientes en el suelo, los cuales se obtienen mediante un análisis químico del suelo, de tal manera que estos resultados permitan determinar la cantidad de nutrientes que requiere el cultivo de arroz, y en base a estos resultados se determinará el programa adecuado de nutrición que permita aumentar la producción por unidad de superficie.

En nuestro medio la mayoría de los pequeños productores utilizan únicamente fuentes nitrogenadas (Urea), que se aplican en diferentes épocas sin ningún soporte técnico, y como consecuencia alcanzan rendimientos que varían de 15 a 25 sacos/ha, de arroz en cáscara, cantidades consideradas como muy bajas, más aún si la mayor superficie sembrada utilizan semillas de variedades mejoradas. Las nuevas variedades mejoradas marcan la tendencia de incrementar los promedios de rendimiento en el país, desde los años 70 a la fecha, el INIAP ha generado alrededor de 10 variedades mejoradas con alto potencial de rendimiento y calidad de grano.

Con las nuevas variedades mejoradas es importante aplicar un programa de fertilización, en base al conocimiento del estado nutricional del suelo, de tal manera que estos programas sean definidos con adiciones balanceadas, esta modalidad más el conocimiento de los estados fenológicos de crecimiento del cultivo, originarían mayor productividad, más aún si se evalúan genotipos de alto potencial de rendimiento y buena calidad de grano.

Consideramos imperativo realizar estudios utilizando dos genotipos de arroz de alto potencial de rendimiento y buena calidad de grano, que permitan competir en el mercado local y principalmente a nivel internacional. Estos materiales serán observados bajo la influencia de un programa de fertilización basado en los resultados del análisis químico del suelo, del lugar donde se realizara el cultivo.

Objetivos

- Evaluar el comportamiento agronómico y rendimiento de las variedades de arroz INIAP-16 y una línea promisorio G037763.
- Determinar el programa de fertilización más adecuado que incremente la producción de arroz.
- Analizar económicamente el rendimiento de grano en función al costo de los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Alcívar y Mestanza (1), indican 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).

Importancia y funciones del N en el cultivo de arroz.

El Nitrógeno es un componente de las proteínas, las que a su vez son constituyentes del protoplasma, cloroplasto y enzimas. Participa activamente en la fotosíntesis y promueve la expansión de la lámina foliar.

Las plantas con deficiencias de nitrógeno son raquílicas y con pocos macollos. Con excepción de las hojas jóvenes que son verdes, las demás son angosta, cortas, erectas y amarillas. Las hojas inferiores presentan secamiento del ápice a la base.

La deficiencia de nitrógeno se presenta a menudo en etapa crítica del crecimiento de la planta, y afecta el macollamiento y el número de granos por panícula.

Síntomas de deficiencia del N (12)

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

- 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.

Importancia y funciones del K en el cultivo de arroz.

El potasio (K) constituye el cuarto elemento de la demanda nutricional del arroz, después del C, H y O, y de acuerdo a Alcívar y Mestanza (1), 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.

Se ha demostrado el carácter esencial del K en la nutrición del cultivo de arroz; sin embargo, no hay pruebas evidentes que señale que forma parte de una estructura de la célula o que desempeñe una función celular específica. Las principales funciones son: (12)

- 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 (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.

Importancia y funciones del S en el cultivo de arroz.

Las plantas toman el azufre como SO_4^{2-} y en menor cantidad en forma de SO_2 por difusión gaseosa en las hojas.

El S en su parte reducida hace parte de la cisteína y la metrómina. El S hace parte de las vitaminas como la biotina y la tiamina, y de la coenzima A.

Dinámica del azufre en una planta de arroz. (12)

La absorción que hace la planta de arroz del S es similar a lo que hace el Ca y el Mg; es decir se incrementa conforme aumenta la materia seca de la planta. La planta toma hasta el 24.2 % del total donde se inicio hasta que inicie el primordio floral; posteriormente toma el 75.8 % (16).

La falta de S afecta la producción de grano, si se aplica S antes de la formación del primordio floral, práctica que reduce el porcentaje de grano partido en el molino (17).

La deficiencia de S causa desordenes metabólicos, como la disminución de la síntesis de proteína, disminución de la respiración, fotosíntesis y la fijación de N. también hay clorosis general que se inicia en las hojas más jóvenes u luego forman compuestos antocianínicos, plantas pequeñas, fusiformes, de tallos cortos y delgados, desarrollo tardío y madurez retrasada, especialmente en cereales. Estos síntomas se pueden confundir con los del N o pueden pasar inadvertidos cuando la deficiencia es leve; sin embargo, el rendimiento y la calidad de los granos se reducen notablemente. En las

plantas de arroz, el síntoma principal es la deficiencia de S en una clorosis general de las hojas jóvenes.

Las plantas afectadas, el contenido de S en la planta, durante el macollamiento es de 0.16 % y en la fase de madurez, el nivel crítico de S en el rastrojo de arroz tiene un valor de 0.06 %. Bajo estas condiciones de deficiencia es necesario estar atento para suplir de una fuente de azufre, mismo que puede suministrarse antes de la formación del primordio floral y se tendrán incrementos en el rendimiento de grano y disminución de grano partido durante su pilada. (19)

Importancia del Zinc en el cultivo de arroz (12).

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.

Crecimiento del arroz y respuesta a la fertilización.

Andrade (2), señala que el crecimiento de la planta de arroz es un proceso fisiológico, que comprende un ciclo completo desde la germinación hasta la maduración del grano. El desarrollo de la planta de arroz es un proceso de cambios fisiológicos y

morfológicos que tiene lugar en la planta y modifica su funcionamiento, la cual se divide en las siguientes fases:

- Vegetativa, comprende desde la germinación de la semilla hasta la siguiente fase.
- Reproductiva, comprende desde la iniciación de la panícula hasta la floración.
- Maduración, comprende desde la floración hasta la madurez total de los órganos es de anotar, que en medios ambientes tropicales la fase reproductiva tiene un periodo de 30 días y la maduración entre 30 y 35 días. Estas fases principales se dividen en diez etapas o periodos fisiológicos distintos pero fácilmente identificables

León (11), manifiesta que existen diversos factores cuya acción independiente o interrelacionados, afecta el rendimiento de una planta de arroz. En términos globales, estos factores incluyen el genotipo, los procesos fisiológicos, la estructura del cultivo, factores y recursos del ambiente, de interés particular esta el nitrógeno.

El nitrógeno es quizás el nutriente que más influye en los rendimientos, y en la mayoría de los casos, en los rendimientos, se le considera como un factor limitante de la producción.

Topolanski (18), informa que los elementos nutritivos fundamentales en el suelo son: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), y magnesio (Mg). Estos son los principales elementos constitutivos de la planta de arroz, y cuando la misma está madura, en la paja y en los granos se encuentran en las siguientes proporciones: N= 0,11 a 0,15%; $P_2O_5=0,045$ a 0,07%; $K_2O= 0,023$ a 0,027%; Ca= 0,015 a 0,05% y Mg= 0,010 a 0,015%

El arroz necesita silicio (Si), que se encuentra principalmente en la epidermis de los tallos, las hojas y las glumas. La presencia de silicio asimilable en el suelo se da en formas muy diversas, siendo su principal fuente la sílice y su efecto en la planta es como protectante, mas no como elemento esencial.

CIAT (6), 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.

Chonillo (9), indica 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 (10), menciona que la respuesta del cultivo de arroz a la fertilidad depende del estado o fertilidad del suelo (estado físico - químico) que se conoce a partir de los distintos análisis, dentro de los factores climáticos de debe tener en cuenta, además de la temperaturas extremas, sequias estaciones, heladas, etc., fundamentalmente del agua que se disponga en el ciclo del cultivo, se considera que es un factor decisivo; buscándose objetivos económicos.

Molina (13), informa que evaluando el efecto de la aplicación de varios fertilizantes foliares sobre el cultivo de arroz, encontró un efecto favorable con la aplicación de zinc, siendo el zitrilon en dosis de 0,5 kg/ha el mejor tratamiento con un incremento significativo del 22% en rendimiento con respecto al testigo. Además, no encontró diferencia significativa con la aplicación de magnesio.

Carrera (4), en un estudio realizado sobre respuestas del arroz a fertilización química con macro y micronutrientes. Sembrado bajo condiciones de riego, no encontró respuesta significativa en granos a los elementos fósforo, potasio, calcio, azufre, y zinc; solamente, observo efectos positivos con nitrógeno y magnesio.

Muñoz (14), estableció un ensayo de fertilización completa en el cultivo de arroz en suelos de la zona de Babahoyo, los resultados obtenidos demostraron con las aplicaciones de nitrógeno, calcio y zinc, el rendimiento se incrementó significativamente.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación y descripción del sitio experimental.

El presente trabajo de investigación, se realizó en los terrenos de la Granja “San Pablo” de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicado en el km 7 ½ de la vía Babahoyo-Montalvo, con coordenadas geográficas 79. 32’ de longitud Oeste y 01. 49’ de latitud sur y altitud de 7msnm.¹

La zona presenta un clima tipo tropical húmedo, con temperatura media anual de 25,6. °C, precipitación anual de 2329,8 mm, humedad relativa de 82% y 998,2 horas de heliofania promedia anual.

El suelo es de origen aluvial y topografía plana, textura franco a franco arcilloso, contenidos bajos de nitrógeno, medios en potasio, azufre y zinc, mientras que los contenidos disponibles de P, Ca, Mg, Fe, B, Mn, y Cu, son altos. El PH de estos suelos fue de 5.4, equivalente a ligeramente ácido.

3.2. Material genético.

Se utilizó la variedad de arroz INIAP-16 y la línea promisoría G037763.

La línea G037763, proviene del cruce de las líneas IN69-M-9-1; IN19-3-M-M-M-Z-M y su pedigrí es IN198-M-2-1.

Las características de los genotipos estudiados se presentan a continuación:

¹ Datos tomados de la Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo. 2010

Características de la variedad INIAP 16 y la línea promisorio*:

Características	Valores y/o calificaciones		
	INIAP 16		Línea G037763
	Riego	Secano	Riego y trasplante
Rendimiento (tm/ha)	5 a 9	4,3 a 8	10 a 11,4
Ciclo vegetativo (días)	117 a 140	106 a 120	117 a 140
Altura de planta (cm)	83 a 117	93 a 109	83 a 117
Números de panículas/plata	14 a 25	14 a 25	18 a 20
Longitud de grano(mm)	7,7	7,7	7,64
Ancho del grano(mm)	2,4	2,4	2,52
Granos llenos por panículas	145	145	136
Longitud de la panícula(cm)	-----	-----	23
Peso de 1000 granos (g)	27	27	28
Grano entero al pilar (%)	-----	-----	62
Centro blanco	0.4	0.4	-----
Grano entero al pilar (%)	68	68	-----
Calidad culinaria	Rendidor, agradable y graneado	Rendidor, agradable y graneado	-----
Hoja blanca	M. resistente	M. resistente	-----
Pyricularia grisea	Resistente	Resistente	-----
Tagosodes oryzae	Resistente	Resistente	-----
Pudrición de vainas	M. susceptible	M. susceptible	-----
Acame de plantas	Resistente	Resistente	-----

*Revista informativa INIAP. 1^a Edición. 03-2010

3.3. Factores estudiados.

Variable independiente: Variedades de arroz INIAP-16 y línea G037763

Variable dependiente: Niveles nutricionales (dosis de fertilizantes)

3.4. Tratamiento.

Se evaluó el material genético, cinco dosis de fertilizantes y cuatro repeticiones. Los tratamientos y subtratamientos en estudio se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamiento y subtratamientos estudiados en el efecto de la nutrición balanceada sobre el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) de la variedad INIAP-16 y la línea G037763. UTB, FACIAG. 2011

Tratamientos	Subtratamientos					
Variedad	N	K ₂ O	SO ₄	Zn	dds	E/Q
	(kg/ha)			(l/ha)	Aplicación	
INIAP-16	150	0	0	0	30/50	N
	150	120	0	0	30/50	N-K
	150	120	64	0	30/50	N-K-S
	150	120	0	2	30/40/50/60	N-K-Zn
	150	120	64	2	30/40/50/60	N-K-S-Zn
Línea G037763	150	0	0	0	30/50	N
	150	120	0	0	30/50	N-K
	150	120	64	0	30/50	N-K-S
	150	120	0	2	30/40/50/60	N-K-Zn
	150	120	64	2	30/40/50/60	N-K-S-Zn

dds días después de la siembra

E/Q elementos Químicos

3.5. Diseño experimental.

Se utilizó el diseño experimental de “Parcelas Divididas”, considerando las variedades como tratamientos y las dosis de fertilización como subtratamientos.

Para la comparación, de medias se utilizó la prueba de Rangos Múltiplos de Duncan al 5% de probabilidades.

3.5.1. Características de la parcela

Área de la parcela principal	:	90 m ² (15.0 m x 6.0 m)
Área de la subparcela	:	18 m ² (6.0 m x 3.0 m)
Área total del ensayo:	:	864 m ² (32 m x 27 m)
Área de la repetición	:	192 m ² (32 m x 6 m)

3.6. Manejo del ensayo

Durante el desarrollo del ensayo se utilizaron todas las labores y prácticas agrícolas que requirió el cultivo:

3.6.1. Preparación del 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.

3.6.2. Siembra

La siembra se efectuó manualmente “al voleo” utilizando semilla certificada pregerminada, con una densidad de 100 kg de semilla/ha.

3.6.3. Riego

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

3.6.4. Control de maleza

Se aplicó Gamit a los 9 días después de la siembra, para post emergencia temprana de malezas de hoja angosta. Además, se aplicó Nominne en dosis de 0.3 l/ha a los 22 días después de la siembra y a los 45 y 75 días se realizaron deshierbas manuales con la finalidad de que el cultivo quede libre de malezas.

En las calles y muros de las parcelas y subparcelas se aplicó Gramoxone en dosis de 1.0 l/ha, cuidando de no causar daño al cultivo.

3.6.5. Fertilización.

La fertilización se realizó de acuerdo a las dosis de nutrientes previamente establecidas; las mismas que se detallan a continuación:

Nitrógeno (N):

- A) Se aplicaron en los subtratamientos 1, 2 y 4 150Kg/ha, en este caso se utilizó urea al 46 % de N, y se fraccionó 100 kg N a los 30 días y los 50 kg N a los 50 días después de la siembra.
- B) En los subtratamientos 4 y 5 se aplicó 150 kg/ha, de los cuales 100 kg correspondieron a urea (46 % N) aplicados a los 30 días después de la siembra y 50 kg de sulfato de amonio (21 % N y 27 % de S), aplicados a los 50 días después de la siembra (en este caso se incluyeron 64 kg de S/ha, contenido en Sulfato de amonio).

Cantidad Total	Cantidad Fraccionada	Fuente de N	Concentración	Cantidad Aplicar/ha	Cantidad/ Subparcela	Dds aplicación
A) 150 Kg/ha N	100Kg/ha	Urea	46%N	217.39Kg	391g	30
	50Kg/ha	Urea	46%N	108.69 Kg	195g	50
B) 150 Kg/ha N	100Kg/ha	Urea	46%N	217.39Kg	391g	30
	50Kg/ha	Sulfato de Amonio*	21%N	238 Kg	428g	50

*El sulfato de amonio fue fuente de N y S.

Potasio (K): Se utilizó 120 Kg/ha, provenientes del muriato de potasio (60 % de K₂O), aplicados a los 30 días después de la siembra en mezcla con la urea.

Cantidad Total	Cantidad	Fuente de K₂O	Concentración	Cantidad Subparcela	Dds aplicación
120 Kg/ha K	120Kg/ha	Muriato de Potasio	60 % de K ₂ O	360g	30

El Zinquel se aplicó mediante aspersiones foliares en dos fracciones iguales, la primera a los 40 días y la segunda a los 60 días después de la siembra.

3.6.6. Control de plagas y enfermedades

Para el control de *Hidrelia* sp se utilizó “Cypermetrina” en dosis de 200 cc/ha y “Metamidofos” 1 l/ha a los 15 y a los 80 días después de la siembra.

3.6.7. Cosecha

La cosecha se realizó por separado manualmente en cada parcela experimental, cuando los granos alcanzaron su madurez fisiológica.

3.7. Datos registrados

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

3.7.1. Altura de planta

Se midió la altura de la planta a los 60 días después de la siembra y a la cosecha en 10 plantas tomadas al azar en cada parcela experimental, los resultados se expresaron en cm. Para el efecto se midió la distancia comprendida desde el nivel de suelo hasta la punta de la hoja. A la cosecha se midió la distancia comprendida desde el nivel del suelo hasta el punto de inserción de la panícula (nudo ciliar).

3.7.2. Número de macollos por m².

Dentro del área útil de cada parcela se tomaron al azar 1m² y se contó el número de macollos a la cosecha.

3.7.3. Número de panículas por m².

En el mismo metro cuadrado por parcela señalado para el caso anterior, se determinó el número de panículas al momento de la cosecha.

3.7.4. Número de granos por panícula.

En cada parcela experimental, se tomaron diez panículas al azar y se determinó el número de granos.

3.7.5. Longitud de la panícula.

En las 10 plantas señaladas anteriormente se midió la longitud de las panículas desde el punto de inserción de la panícula, hasta el primer grano de la misma; se expresó en cm.

3.7.6. Rendimiento

El rendimiento se lo expresó en kilogramos por subparcelas y posteriormente se transformó a Kilogramos por hectárea.

3. 7.7. Análisis económico

Para determinar la utilidad económica se relacionó el valor del rendimiento y el costo de los tratamientos utilizados, incluyendo la mano de obra de la aplicación de los fertilizantes.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta a los 60 días y a la cosecha

En los Cuadros 2 y 3 se encuentran los promedios de altura de planta a los 60 días después de la siembra y a la cosecha, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para material genético y dosis de fertilizantes. Los coeficiente de variación fueron 2.07 y 2.15 %.

A los 60 días después de la siembra (Cuadro 2), la mayor altura de planta presentó la línea G037763 con 83.03 cm, superior estadísticamente a INIAP 16 con 75.97 cm, en tanto que la aplicación de fertilizantes en dosis de 150 kg N + 120 kg K + 64 kg S + 2 l Zn alcanzó mayor altura de planta con 82.09 cm, superior estadísticamente a 150 kg N + 120 kg K + 64 kg S; 150 kg N + 120 kg K + 2 l Zn; 150 kg N + 120 kg K y 150 kg N con 80.60, 78.83, 78.43 y 77.79 cm, respectivamente.

La mayor altura de planta a la cosecha (Cuadro 3), se observó en la línea G037763 (95.86 cm), superior estadísticamente a INIAP 16 (93.70 cm); para la fertilización, la aplicación de 150 kg N + 120 kg K + 64 kg S + 2 l Zn (105.24 cm) presentó el mayor valor de altura de planta, con superioridad estadística a 150 kg N + 120 kg K + 64 kg S (95.46 cm); 150 kg N + 120 kg K + 2 l Zn (94.01 cm); 150 kg N + 120 kg K (91.30 cm) y 150 kg N (87.86 cm).

En general, se observaron que la fertilización completa con N, K, S y Zn alcanzó la mayor altura de plantas en las dos épocas evaluadas, seguida del tratamiento en que también se incluyó azufre con valores de 82.09 y 80.6 cm a los 60 días y 105.24 y 95.46 cm a la cosecha. En las dos épocas se encontró que los promedios con la fertilización completa fueron estadísticamente superiores y diferentes a los promedios restantes (Cuadros 2 y 3)

Cuadro 2. Altura de planta (cm) a los 60 días después de la siembra, en el efecto de la nutrición balanceada sobre el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) de la variedad INIAP-16 y la línea GO37763. UTB, FACIAG. 2011

Subtratamientos (Dosis de Fertilización)						Tratamientos (Material genético)		Promedio
N	K	S	Zn	dds	E/Q	INIAP-16	GO37763	
(kg/ha)			(l/ha)					
150	0	0	0	30/50	N	73.60	81.98	77.79 c
150	120	0	0	30/50	N-K	74.95	81.90	78.43 c
150	120	64	0	30/50	N-K-S	76.45	84.28	80.6 b
150	120	0	2	30/40 ¹ /50/60 ¹	N-K-Zn	74.65	83.00	78.83 bc
150	120	64	2	30/40/50/60	N-K-S-Zn	80.18	84.00	82.09 a
Promedio						75.97 b	83.03 a	79.50
Significancia estadística						**		**
CV (%)						2.07		

dds = días después de la siembra; E/Q = elementos químicos

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

ns = No significativa * = Significativa ** = Altamente significativa

¹ Aspersiones de Zn a los 40 y 60 dds

Cuadro 3. Altura de planta (cm) a la cosecha, en el efecto de la nutrición balanceada sobre el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) de la variedad INIAP-16 y la línea G037763. UTB, FACIAG. 2011

Subtratamientos (Dosis de Fertilización)						Tratamientos (Material genético)		Promedio
N	K	S	Zn	dds	E/Q	INIAP-16	G037763	
(kg/ha)			(l/ha)					
150	0	0	0	30/50	N	85.08	90.65	87.86 d
150	120	0	0	30/50	N-K	90.70	91.90	91.30 c
150	120	64	0	30/50	N-K-S	93.90	97.03	95.46 b
150	120	0	2	30/40/50/60	N-K-Zn	96.20	91.83	94.01 b
150	120	64	2	30/40/50/60	N-K-S-Zn	102.60	107.88	105.24 a
Promedio						93.70 b	95.86 a	94.78
Significancia estadística						**		**
CV (%)						2.15		

dds = días después de la siembra; E/Q = elementos químicos

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

ns = No significativa * = Significativa ** = Altamente significativa

4.2. Macollos/m²

Los valores promedios de macollos/m² se encuentran en el Cuadro 4, el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas para material genético y dosis de fertilizantes.

El mayor promedio de macollos/m² se alcanzó en la línea promisoría G037763 con 429.40 macollos, superior estadísticamente a INIAP 16 que obtuvo 409.55 macollos; en cuanto a las dosis de fertilizantes, la utilización de 150 kg N + 120 kg K + 64 kg S + 2 l Zn con 482.63 macollos presentó el mayor valor, superior estadísticamente al resto de tratamientos. Los promedios de los tratamientos donde se aplicaron N K; N K S y N

K Zn resultaron estadísticamente iguales entre si y superiores solo al promedio con solo N. El coeficiente de variación fue 4.80 %.

Cuadro 4. Macollos/m², en el efecto de la nutrición balanceada sobre el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) de la variedad INIAP-16 y la línea G037763. UTB, FACIAG. 2011

Subtratamientos (Dosis de Fertilización)						Tratamientos (Material genético)		Promedio
N	K	S	Zn	dds	E/Q	INIAP-16	G037763	
(kg/ha)			(l/ha)					
150	0	0	0	30/50	N	377.25	384.00	380.63 c
150	120	0	0	30/50	N-K	393.50	417.00	405.25 b
150	120	64	0	30/50	N-K-S	407.00	430.50	418.75 b
150	120	0	2	30/40/50/60	N-K-Zn	401.50	418.75	410.13 b
150	120	64	2	30/40/50/60	N-K-S-Zn	468.50	496.75	482.63 a
Promedio						409.55 b	429.40 a	419.47
Significancia estadística						**		**
CV (%)						4.80		

dds = días después de la siembra; E/Q = elementos químicos

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

ns = No significativa * = Significativa ** = Altamente significativa

4.3. Panículas/m²

En el Cuadro 5 se muestran los promedios de panículas/m². El análisis de la varianza reportó diferencias altamente significativas para material genético y dosis de fertilizantes. El coeficiente de variación fue 2.18 %.

El mayor promedio de panículas/m² presentó la línea de arroz G037763 con 383.25 panículas, superior estadísticamente al promedio de la variedad INIAP 16 (346.35 panículas).

Los promedios correspondientes a dosis de fertilizantes, según la prueba de Duncan, reflejó que el promedio con N K S Zn resultó estadísticamente superior a los demás tratamientos; mientras que los promedios de los tratamientos con N K S y N K Zn resultaron estadísticamente iguales entre si y superior solo a los promedios que incluyó N y N K. cuando se utilizó solo N o N K sus promedios fueron estadísticamente iguales entre si e inferiores a los demás tratamientos.

Cuadro 5. Panículas/m², en el efecto de la nutrición balanceada sobre el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* l.) de la variedad INIAP-16 y la línea G037763. UTB, FACIAG. 2011

Subtratamientos (Dosis de Fertilización)						Tratamientos (Material genético)		Promedio
N	K	S	Zn	dds	E/Q	INIAP-16	G037763	
(kg/ha)			(l/ha)					
150	0	0	0	30/50	N	322.75	378.75	350.75 c
150	120	0	0	30/50	N-K	324.50	372.50	348.50 c
150	120	64	0	30/50	N-K-S	346.75	384.75	365.75 b
150	120	0	2	30/40/50/60	N-K-Zn	348.25	373.25	360.75 b
150	120	64	2	30/40/50/60	N-K-S-Zn	389.50	407.00	398.25 a
Promedio						346.35 b	383.25 a	364.80
Significancia estadística						**		**
CV (%)						2.18		

dds = días después de la siembra; E/Q = elementos químicos

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

ns = No significativa * = Significativa ** = Altamente significativa

4.4. Granos por panícula

Los promedios de granos por panícula se presentan en el Cuadro 6, el análisis de varianza no reportó diferencias significativas para material genético. En cambio, para

dosis de fertilizantes sus diferencias fueron altamente significativas. El coeficiente de variación fue 2.68 %.

El mayor número de granos por panícula se obtuvo en la línea G037763 con 132.50 granos, y en la variedad INIAP 16 se registraron 130.55 granos.

Una vez realizada la prueba de Duncan para dosis de fertilizantes, se determinó que el promedio del tratamiento completo (N K S Zn) fue de 139.38 granos, que estadísticamente resultó superior y diferente a los demás promedios. En cambio los promedios con aplicaciones de N y N K alcanzaron 127.75 y 126.50 granos por panícula, mismos que estadísticamente fueron iguales entre sí e inferiores a los demás tratamientos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Granos/panículas, en el efecto de la nutrición balanceada sobre el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) de la variedad INIAP-16 y la línea G037763. UTB, FACIAG. 2011

Subtratamientos (Dosis de Fertilización)						Tratamientos (Material genético)		Promedio
N	K	S	Zn	dds	E/Q	INIAP-16	G037763	
(kg/ha)			(l/ha)					
150	0	0	0	30/50	N	128.50	127.00	127.75 cd
150	120	0	0	30/50	N-K	124.50	128.50	126.50 d
150	120	64	0	30/50	N-K-S	132.50	133.25	132.88 b
150	120	0	2	30/40/50/60	N-K-Zn	129.75	132.50	131.13 bc
150	120	64	2	30/40/50/60	N-K-S-Zn	137.50	141.25	139.38 a
Promedio						130.55	132.50	131.52
Significancia estadística						ns		**
CV (%)						2.68		

dds = días después de la siembra; E/Q = elementos químicos

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

ns = No significativa * = Significativa ** = Altamente significativa

4.5. Longitud de panículas

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 dosis de fertilizantes. El coeficiente de variación fue 4.90 %.

De acuerdo a la prueba de Duncan, el mayor promedio de longitud de panículas obtuvo la línea promisorio Go37763 (23.65 cm), superior estadísticamente al promedio de la variedad INIAP 16 (21.42 cm).

La aplicación de fertilizantes en dosis de 150 kg N + 120 kg K + 64 kg S + 2 l Zn alcanzó el mayor promedio (23.60 cm), con igualdad estadística al uso de 150 kg N + 120 kg K + 2 l Zn (23.21 cm). Los promedios de los tratamientos con N y N K (21.83 y 21.88 cm) resultaron estadísticamente iguales entre sí e inferiores a los promedios alcanzados por los tratamientos N K Zn y N K S Zn (Cuadro 7)

4.6. Rendimiento de arroz paddy

En el Cuadro 8, se presentan los promedios del rendimiento de arroz obtenido en el ensayo de fertilización balanceada en dos materiales genéticos mejorados.

Una vez realizado el análisis de varianza se determinaron diferencias altamente significativas tanto para el material genético como para las dosis de fertilización. El coeficiente de variación fue 2.20 %.

De acuerdo a la prueba de Duncan se determinó que el promedio de 3590.69 kg/ha de la línea GO37763 fue estadísticamente superior al promedio 3445.99 kg/ha de la variedad INIAP 16, mientras que para dosis de fertilizantes el promedio del tratamiento completo de N K S Zn equivalente a 3665.37 kg/ha fue estadísticamente superior y diferente a los demás tratamientos.

Cuando se aplicaron N K; N K S y N K Zn los promedios fueron estadísticamente iguales entre si y superiores solo al promedio (3347.93 kg/ha) del tratamiento con 150 kg de N/ha (Cuadro 8)

Cuadro 7. Longitud de panícula, en el efecto de la nutrición balanceada sobre el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* l.) de la variedad INIAP-16 y la línea G037763. UTB, FACIAG. 2011

Subtratamientos (Dosis de Fertilización)						Tratamientos (Material genético)		Promedio
N	K	S	Zn	dds	E/Q	INIAP-16	G037763	
(kg/ha)			(l/ha)					
150	0	0	0	30/50	N	20.28	23.38	21.83 c
150	120	0	0	30/50	N-K	21.00	22.75	21.88 c
150	120	64	0	30/50	N-K-S	21.70	22.58	22.14 bc
150	120	0	2	30/40/50/60	N-K-Zn	22.35	24.08	23.21 ab
150	120	64	2	30/40/50/60	N-K-S-Zn	21.75	25.45	23.60 a
Promedio						21.42 b	23.65 a	22.53
Significancia estadística						**		**
CV (%)						4.90		

dds = días después de la siembra; E/Q = elementos químicos

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

ns = No significativa * = Significativa ** = Altamente significativa

Cuadro 8. Rendimiento (kg/ha), en el efecto de la nutrición balanceada sobre el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) de la variedad INIAP-16 y la línea G037763. UTB, FACIAG. 2011

Subtratamientos (Dosis de Fertilización)					Tratamientos (Material genético)		Promedio	
N	K	S	Zn	dds	E/Q	INIAP-16		G037763
(kg/ha)			(l/ha)					
150	0	0	0	30/50	N	3295.48	3400.37	3347.93 c
150	120	0	0	30/50	N-K	3492.09	3560.89	3526.49 b
150	120	64	0	30/50	N-K-S	3459.85	3646.05	3552.95 b
150	120	0	2	30/40/50/60	N-K-Zn	3397.65	3600.30	3498.97 b
150	120	64	2	30/40/50/60	N-K-S-Zn	3584.88	3745.87	3665.37 a
Promedio						3445.99 b	3590.69 a	3518.34
Significancia estadística						**		**
CV (%)						2.20		

dds = días después de la siembra; E/Q = elementos químicos

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

ns = No significativa * = Significativa ** = Altamente significativa

4.7. Análisis económico.

Para el análisis económico de los tratamientos, se consideró el rendimiento, valor del rendimiento y el costo de los fertilizantes utilizados. El valor del rendimiento menos el costo de las formulaciones de la fertilización se obtiene la utilidad económica.

Para la variedad INIAP 16, el mayor beneficio económico registraron los tratamientos nitrógeno y potasio y solo nitrógeno con \$ 853.42 y \$ 845.95, respectivamente; en cambio, los valores más bajos originaron cuando se incluyeron 50 kg de N, provenientes de sulfato de amonio.

Para la línea promisorio G03776, en general los incrementos en la utilidad fueron superiores a los obtenidos en la variedad INIAP 16, similar utilidad se obtuvo con cualquier tratamiento que no incluyó aplicación de sulfato de amonio.

Cuadro 9. Análisis económico del rendimiento de grano, en el efecto de la nutrición balanceada sobre el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) de la variedad INIAP-16 y la línea G037763. UTB, FACIAG. 2011

Tratamientos	Subtratamientos					Rend. (kg/ha)	Valor del Rend. \$	Costo trata + aplicación	Utilidad económica
	N	K	S	Zn	dds				
	(kg/ha)			(l/ha)					
INIAP 16	150	0	0	0	30/50	3295	1021.45	175.5	845.95
	150	120	0	0	30/50	3492	1082.52	229.1	853.42
	150	120	64	0	30/50	3460	1072.60	311.6	761.00
	150	120	0	2	30/40/50/60	3398	1053.38	241.1	812.28
	150	120	64	2	30/40/50/60	3585	1111.35	323.6	787.75
G037763	150	0	0	0	30/50	3400	1054.00	175.5	878.50
	150	120	0	0	30/50	3561	1103.91	229.1	874.81
	150	120	64	0	30/50	3646	1130.26	311.6	818.66
	150	120	0	2	30/40/50/60	3600	1116.00	241.1	874.90
	150	120	64	2	30/40/50/60	3746	1161.26	323.6	837.66

kg arroz paddy = \$ 0.31

kg N: \$ 1.17 (urea)

kg N: \$ 1.42 (Sulfato de amonio)

kg K₂O: \$ 1.03 (Muriato de Potasio)

Zinquel (l): \$ 6.00

V. DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación de fertilización en base a los contenidos de nutrientes disponibles en el suelo y en dos materiales genéticos, indican que para altura de plantas a los 60 días después de la siembra y a la cosecha, número de macollos y panículas, así como en rendimiento de grano que alcanzaron diferencias altamente significativas, probablemente se debieron a que el cultivo de arroz mejoró su nutrición debido a las aplicaciones de otros nutrientes además de nitrógeno, que de acuerdo a los resultados del análisis químico del suelo mostraron deficiencias para N, K, S y Zn. Este hecho, ratifica que los programas de fertilización respaldados por los resultados de los análisis químicos del suelo, originan incrementos, tanto en las características agronómicas del cultivo y con más eficiencia en materiales genéticos de arroz, mismos que fueron preparados genéticamente con el objetivo de alcanzar altos potenciales de rendimiento (7).

Se conoce que el rendimiento tiene interacciones con varias características agronómicas de la planta de arroz, como altura de planta, macollamiento y número de panículas, entre otras.

Las diferencias significativas obtenidas entre la línea promisorio de G037763 y la variedad INIAP 16, consideramos que podría explicarse a la mayor eficiencia de la línea G037763 sobre la INIAP-16, resultados similares se alcanzaron en la investigación realizada por Cano (5).

El hecho de no presentar diferencias significativas entre material genético para longitud y número de granos por panículas, parecería que estos parámetros son características que están ligadas genéticamente; mientras que cuando se aplican diferentes dosis de fertilización, su respuesta es positiva, especialmente con programas de fertilización basados en análisis químico del suelo; así lo demuestran los resultados registrados con tratamientos completos con N, K, S y Zn; mientras que

cuando se utiliza solamente N en todos los datos evaluados mostraron promedios más bajos. Estos resultados ratifican que los suelos donde se realizó el estudio no solamente mostraron deficiencia de N, sino también de K, S y Zn.

Los resultados obtenidos en el rendimiento de grano en esta investigación, ponen de manifiesto que la aplicación de fertilizantes en base a los datos obtenidos de los análisis de suelos son suficientemente confiables, hecho que ratifica el incremento sobre el rendimiento mediante la aplicación de nutrientes que mostraron categoría conocida como baja disponibilidad de elementos. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Burbano y Chávez (3, 8).

Los mayores incrementos se observaron cuando se aplicó un tratamiento completo con N, K, S, Zn, mientras que cuando solo se aplicó N, sus promedios en cualquier parámetro evaluado siempre fue inferior, este hecho ratifica que es necesario preparar programas de fertilización respaldados con datos del laboratorio que muestran la disponibilidad nutrimental, independientemente de las variedades de arroz que sean sometidas a evaluación de fertilización.

En general, el rendimiento no alcanzó el potencial del material genético, posiblemente debido a las condiciones atípicas de clima manifestadas durante la época que fue sembrado el ensayo. Por otro lado, consideramos que afectó las respuestas de la fertilización las condiciones de riego que no fueron las más eficientes y quizás el volcamiento parcial en plantas próximas a la cosecha.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales, se señalan a continuación las principales conclusiones:

- Las dosis de fertilización influyeron significativamente sobre el material genético y sus características agronómicas.
- La altura de planta, número de macollos y panículas incrementaron conforme se incluía en los tratamientos N K S Zn, seguido del tratamiento con N K S.
- Fue notable el déficit de los cuatro elementos estudiados, especialmente nitrógeno, potasio y azufre. Es decir, estos resultados ratifican la validez y confianza de los análisis químicos del suelo.
- La aplicación de urea y sulfato de amonio se considera una buena alternativa para suministrar nitrógeno y azufre.
- El rendimiento fue superior en la línea G037763 que alcanzó a 3590.69 kg/ha, en relación a la variedad INIAP 16 con 3445.99 kg/ha.
- La mayor utilidad económica con INIAP 16 se obtuvo solo con N o N K; en cambio para G037763 prácticamente son similares en todos los casos.

En base a los resultados se recomienda:

- Para incrementar el rendimiento de grano, el programa de fertilización debe prepararse en base a los resultados del análisis químico del suelo.

- En las condiciones del ensayo debe suministrarse nitrógeno, potasio, azufre y zinc en dosis de por lo menos 150 - 120 - 64 kg/ha de N, K₂O, S y 2 litros/ha de Zinquel.
- Realizar nuevos ensayos utilizando dosis más alta de los nutrientes estudiados.
- Con el propósito de suministrar azufre al cultivo de arroz, se debe utilizar sulfato de amonio que constituye una fuente de N y S y su aplicación será alrededor de los 50 días de edad del cultivo.
- Realizar otras pruebas experimentales incluyendo nuevas variedades y diferentes dosis y fuentes de elementos, que de acuerdo a los análisis de suelos muestren bajos contenidos.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se realizó en los terrenos de la Granja “San Pablo” de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicado en el km 7 ½ de la vía Babahoyo-Montalvo, con coordenadas geográficas 79. 32’ de longitud Oeste y 01. 49’ de latitud sur y altitud de 7msnm. La zona presenta un clima tipo tropical húmedo, con temperatura media anual de 25,6. C, precipitación anual de 2329,8 mm, humedad relativa de 82% y 998,2 horas de heliofania promedia anual. El suelo es de origen aluvial y topografía plana, textura franco a franco arcilloso, contenidos bajos de nitrógeno medios en potasio, azufre y zinc, mientras que los contenidos disponibles de P, Ca, Mg, Fe, B, Mn, y Cu, son altos. El PH de estos suelos fue de 5.4, equivalente a ligeramente ácido.

Se utilizó la variedad de arroz INIAP-16 y la línea promisoría G037763. Para los tratamientos se evaluó el material genético, cinco dosis de fertilizantes distribuidas de la siguiente manera: Nitrógeno (N), se aplicaron 150Kg/ha, de los cuales 100 Kg correspondieron a urea (46% N) aplicados a los 30 días después de la siembra y 50 Kg de sulfato de amonio (21 % N y 27 % de S), aplicados a los 50 días después de la siembra (en este caso se incluyeron 64 kg de S/ha, contenido en el Sulfato de amonio). Potasio (K), se utilizaron 120 Kg/ha, provenientes del muriato de potasio (60 % de K₂O), aplicados a los 30 días después de la siembra en mezcla con la urea. El Zinquel se aplicó mediante aspersiones foliares en dos fracciones iguales, la primera a los 40 días y la segunda a los 60 días después de la siembra.

Se utilizó el diseño experimental de “Parcelas Divididas”, considerando las variedades como tratamientos y las dosis de fertilización como subtratamientos. Para la comparación, de medias se utilizó la prueba de Rangos Múltiplos de Duncan al 5% de probabilidades.

Durante el desarrollo del ensayo se utilizaron todas las labores y prácticas agrícolas que requirió el cultivo como preparación del suelo, siembra, riego, control de maleza, fertilización, control de plagas y enfermedades, cosecha.

Los datos registrados fueron altura de planta, número de macollos y panículas por m², número de granos por panícula, longitud de la panícula, rendimiento y análisis económico.

En base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales, se señalan que las dosis de fertilización influyeron significativamente sobre el material genético y sus características agronómicas; la altura de planta, número de macollos y panículas incrementaron conforme se incluía en los tratamientos N K S Zn, seguido del tratamiento con N K S; fue notable el déficit de los cuatro elementos estudiados, especialmente nitrógeno, potasio y azufre, es decir, estos resultados ratifican la validez y confianza de los análisis químicos del suelo; la aplicación de urea y sulfato de amonio se considera una buena alternativa para suministrar nitrógeno y azufre; el rendimiento fue superior en la línea G037763 que alcanzó a 3590.69 kg/ha, en relación a la variedad INIAP 16 con 3445.99 kg/ha y la mayor utilidad económica con INIAP 16 se obtuvo solo con N o N K; en cambio para G037763 prácticamente son similares en todos los casos.

VII. SUMMARY

The present investigation work, was carried out in the lands of the Farm "San Pablo" of the Technical University of Babahoyo, located in the km 7 ½ of the road Babahoyo-Montalvo, with coordinated geographical 79. 32 ' of longitude West and 01. 49 ' of south latitude and altitude of 7 msnm. The area presents a climate humid tropical type, with temperature annual average of 25,6. C, annual precipitation of 2329,8 mm, relative humidity of 82% and 998,2 hours of heliofania it averages yearly. The floor is of alluvial origin and plane topography, texture franc to loamy franc, low contents of nitrogen means in potassium, sulfur and zinc, while the available contents of P, Ca, Mg, Faith, B, Mn, and Cu, they are high. The PH of these floors was of 5.4, equivalent to lightly sour.

The variety of rice was used INIAP-16 and the promissory line G037763. For the treatments the genetic material, five distributed dose of fertilizers in the following way was evaluated: Nitrogen (N), 150Kg/ha were applied, of which 100 Kg corresponded to urea (46% N) applied to the 30 days after the siembra and 50 Kg of ammonium sulfate (21% N and 27% of S), applied to the 50 days after the siembra (in this case 64 kg of S/ha was included, content in the ammonium Sulfate). Potassium (K), 120 Kg/ha was used, coming from the muriato of potassium (60% of K₂O), applied to the 30 days after the siembra in mixture with the urea. The Zinquel was applied by means of aspersions foliares in two same fractions, the first one at the 40 days and the second to the 60 days after the siembra.

The experimental design was used of "you Parcel Divided", whereas clause the varieties like treatments and the fertilization doses like subtratamientos. For the comparison, of stockings the test of Ranges Multiples was used from Duncan to 5% of probabilities.

During the development of the rehearsal all the works were used and practical agricultural that required the cultivation like preparation of the floor, siembra, watering, overgrowth control, fertilization, control of plagues and illnesses, it harvests.

The registered data were plant height, macollos number and panículas for m², number of grains for panícula, longitude of the panícula, yield and economic analysis. Based on the analysis and statistical interpretation of the experimental results, they are pointed out that the fertilization doses influenced significantly on the genetic material and their agronomic characteristics; the plant height, macollos number and panículas increased he/she conforms to it included in the treatments N K S Zn, followed by the treatment N K S; it was remarkable the deficit of the four studied elements, especially nitrogen, potassium and sulfur; the application of urea and ammonium sulfate is considered a good alternative to give nitrogen and sulfur; the yield was superior in the line G037763 that reached to 3590.69 kg/ha, in relation to the variety INIAP 16 with 3445.99 kg/ha and the biggest economic utility with INIAP 16 were obtained alone with N or N K; on the other hand for G037763 practically are similar in all the cases.

VIII. LITERATURA CITADA

1. Alcívar, S. et al. 2007 Nutrición mineral del cultivo de arroz. INIAP. Guayas – Ecuador. Pg. 40-48.
2. Andrade, F. 1998. Crecimiento y desarrollo de la planta de arroz. INIAP – FENARROZ GTZ, Ecuador. Pg. 16-18.
3. Burbano, G. 1990. Estudio de fertilización nitrogenada al inicio del primordio floral en el arroz en la zona de Babahoyo. Tesis de Grado de Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Técnica de Babahoyo.
4. Carrera, V. 1994. Respuesta del arroz a la fertilización química con macro y micronutrientes, sembrado bajo riego, en la zona de Babahoyo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. p. 53
5. Cano, C. 2011. Evaluación y respuesta agronómica de una línea promisorio de arroz INIAP 17 en presencia de varios niveles de fertilización química en condiciones de riego. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador.
6. 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.
7. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1986. Los macronutrientes en la nutrición de la planta de arroz. Guía de estudio. Serie 045R-09.06. Cali – Colombia. Pp 9 – 14.

8. Chávez, H. 1994. Comportamiento agronómico de la variedad de arroz INIAP 12, bajo ocho niveles de fertilización nitrogenada. Tesis de Grado de Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Guayaquil.
9. Chonillo, A.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.
10. INIAP. Estación Experimental Pichilingue. 1992. Clima, Suelo, Nutrición y Fertilización de Cultivos en el Litoral ecuatoriano. Ecuador. pp. 3-4.
11. León, L. et al. 1985 Factores que afectan la respuesta a la fertilización nitrogenada del arroz, CIAT, Colombia. Pg. 307.
12. 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
13. Molina, E. y Cabalceta, G. 1992. Fertilización foliar en el arroz, Guanacaste. Agronomía Costarricense pp. 44 - 53.
14. Muñoz, A. 1993. Respuesta del arroz a la fertilización completa, en la zona de Babahoyo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. p. 57.
15. Navarro, G. 2000. Los elementos químicos y la vida del vegetal. In: Química Agrícola. Mundi Prensa. Madrid. P 135 - 144
16. Perdomo, M.; Gonzales, J.; Galvis, Y, *et al.* 1985. Los macronutrientes en la nutrición de la planta de arroz. CIAT. Cali, Colombia. P 103 - 132

17. Riobueno, A. M. 2003. Respuesta de fedearroz 2000 a la fertilización con azufre. Arroz, Colombia. Julio –Agosto.
18. Topolanski, E. 1975 Elementos nutritivos principales. EL Arroz su Cultivo y Producción. Argentina. Pg. 92.
19. Yoshida, S. 1981. Fundamental of rice crop science. International Rice Research Institute (IRRI). Los Baños, Filipinas. P 112 – 176.

APÉNDICE



ESTACION EXPERIMENTAL "BOLICHE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 26 Vía Duran Tambo Apdo. Postal 09-01-7069
Yaguachi- Ecuador Teléfono: 2717161 Fax: 2717119

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

: SR. JORGE LUCIO VÁSQUEZ

:
:
:
:
:

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : FACIAG
Provincia : LOS RÍOS
Cantón : BABAHOYO
Parroquia :
Ubicación : KM. 7.5 VÍA MONTALVO

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual : ARROZ
N° Reporte : 364
Fecha de Muestreo : 07/08/2009
Fecha de Ingreso : 11/08/2009
Fecha de Salida : 17/08/2009

Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm					
Identificación	Area		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
MUESTRA - 1		5,7	15	17	0,24	11	2,9	4	3,2	19,0	324	23,3	0,42

Fotografías durante la investigación

