

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

Tesis de Grado presentada al H. Consejo Directivo, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tema:

“EFECTOS DE LA DOSIFICACIÓN DEL NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO EN EL ARROZ, SEMBRADO EN CONDICIONES DE SECANO”

Autor: José Antonio Pino Tomalá

Director: Ing. Agr. Ms. Sc. Miguel Arévalo Noboa.

Babahoyo – Los Rios

2013

INDICE

Contenido	Página
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA	4
3 MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1 Ubicación y descripción del campo experimental	17
3.2 Materiales de siembra	17
3.3 Factores de estudios	18
3.4 Métodos	19
3.5 Diseño Experimental	19
3.6 Manejo del ensayo experimental	21
3.6.1 Análisis del suelo	21
3.6.2 Preparación del suelo	21
3.6.3 Siembra	22
3.6.4 Riego	22
3.6.5 Control de Malezas	22
3.6.6 Fertilización	23
3.6.7 Control Fitosanitario	24
3.7 Datos tomados y forma de Evaluación	25
3.7.1 Número de Macollos	25
3.7.2 Panículas a la cosecha	25

3.7.3	Porcentaje de macollos efectivos	26
3.7.4	Altura de Planta	26
3.7.5	Floración	26
3.7.6	Porcentaje y época de acame	27
3.7.7	Longitud de panícula	27
3.7.8	Granos por panículas	27
3.7.9	Relación Grano Paja	28
3.7.10	Peso de 1000 granos	28
3.7.11	Madures fisiológica	28
3.7.12	Rendimiento de grano	29
3.7.13	Análisis Económico	29
4	DISCUSIÓN	55
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
5.1	Conclusiones	60
5.2	Recomendaciones	62
6	RESUMEN	63
7	SUMMARY	66
8	LITERATURA CITADA	69
9	ANEXOS	74

I. INTRODUCCIÓN

En nuestro país el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), es de mucha importancia, pues constituye un producto básico en la alimentación humana. Actualmente, se siembran alrededor de 400.000 hectáreas durante el año, en condiciones de secano y riego, siendo la provincia de Los Ríos la segunda más productiva, con un rendimiento promedio de 3.24 t/ha¹.

Para incrementar los niveles de productividad, es necesario utilizar genotipos altamente productivos, y aplicar un eficiente manejo tecnológico, complementados con apropiadas condiciones climáticas para el normal desarrollo vegetativo y fisiológico de las plantas.

Dentro del manejo tecnológico, el programa nutricional juega un papel preponderante para lograr incrementar el rendimiento de grano; siendo el elemento nitrógeno el de mayor importancia; pues las variedades de arroz responden positivamente en grano a la aplicación de dicho nutriente. Considerando que los suelos tropicales

¹ Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). Año (2013-2012)

de nuestro país son deficitarios en nitrógeno, fue necesario investigar este macroelemento y encontrar alternativas para lograr mayor eficiencia agronómica de los suelos que puedan ser aprovechados por la variedad o genotipo a sembrar.

Cabe indicar, que una alta proporción del área sembrada de arroz se realiza en condiciones de secano, es decir, a expensas de las lluvias de la estación invernal; por ello, también fue necesario determinar la fuente nitrogenada más apropiada con la finalidad de evitar pérdidas de este elemento, por lo que es conveniente estudiar esquemas de fraccionamiento o dosis de nitrógeno a aplicarse en función a las curvas de absorción de dicho nutriente por parte de las plantas y así aprovechar en forma eficiente su aplicación.

Por las razones expuestas, se justificó realizar la presente investigación, utilizando como fuentes nitrogenadas: urea al 46 %N; sulfato de amonio 21 % N, y nitrato de amonio 33 % de N; con diferentes esquemas de fraccionamiento o dosis de nitrógeno, para probar los niveles de productividad del arroz, variedad 'Iniap 15' en condiciones de secano.

1.1 OBJETIVOS.

- Evaluar el efecto de la utilización de varias fuentes de nitrógeno sobre el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de arroz.

- Definir un esquema apropiado de fraccionamiento o dosis de nitrógeno para ser aplicado en el cultivo de arroz.

- Análisis económico de rendimiento de grano en función al costo de los tratamientos y subtratamientos.

II REVISIÓN DE LITERATURA

El nitrógeno, fósforo y potasio están clasificados como nutrientes primarios, debido a que son probablemente los que han de necesitarse en grandes cantidades. El nitrógeno, la planta lo toma del suelo en forma de nitrato (NO_3) ó de amoníaco (NH_4) y lo combina con los compuestos del carbono para formar aminoácidos y proteínas. El fósforo es esencial en la división celular y para el desarrollo de los tejidos vegetales de las plantas. El potasio, no es un componente de los tejidos vegetales pero se presenta en estado de solución en la savia de las células; este se acumula en aquellas partes de la planta en los que la división celular y los procesos vegetativos son activos (19).

Es fundamental que exista un adecuado balance entre los macronutrientes nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, y los micronutrientes boro, cloro, cobalto, manganeso, hierro, molibdeno, níquel y zinc, para el buen crecimiento de las plantas y microorganismos benéficos del suelo. Estos nutrientes deben de estar en el suelo desde el inicio de crecimiento, cuando es mayor la tasa de absorción de estos elementos (22).

Mendieta (10), indica que el nitrógeno es el elemento nutritivo que repercute de forma más directa sobre la producción; pues aumenta el porcentaje de espiguilla rellena, incrementa la superficie foliar y contribuye además al aumento de la calidad del grano. El arroz necesita el nitrógeno en dos momentos críticos del cultivo: 1) En la fase de ahijamiento medio (35 – 45 días después de la siembra), cuando las plantas están desarrollando la vegetación necesaria para producir arroz; 2) Desde el comienzo del alargamiento del entrenudo superior hasta que este entrenudo alcanza una longitud de 1.5 a 2.0 cm. Además indica que la dosis necesaria de nitrógeno depende de la variedad, el tipo de suelo, las condiciones climáticas, el manejo de los fertilizantes, etc.

La absorción de nitrógeno es rápida durante la primera etapa de desarrollo hasta el final de la etapa de grano pastoso, y decae ligeramente durante el estado de máximo macollamiento y diferenciación. La absorción de fósforo es lenta hasta cuando se inicia el primordio floral; posteriormente es un poco más rápida hasta poco después de la floración, cuando las necesidades de fósforo de la planta están satisfechas. El potasio es absorbido según

el crecimiento de la planta hasta el final de la etapa lechosa del grano y luego decae (4).

De Datta (5) menciona que, el nitrógeno es generalmente necesario en la mayoría de los suelos arroceros, en particular en aquellos lugares donde las variedades de arroz modernas, que muestran respuesta a este elemento, se cultivan con prácticas mejoradas de cultivo. Además, indica que, en numerosos experimentos de respuesta al nitrógeno han demostrado que la recuperación de los fertilizantes nitrogenados aplicado al cultivo del arroz rara vez es mayor del 30 al 40 %; inclusive con las mejores prácticas agronómicas y condiciones estrictamente controladas, la recuperación rara vez excede el 65 %.

El nitrógeno es el elemento nutritivo que está más relacionado con el incremento de la producción y la calidad al influir positivamente sobre: el crecimiento y desarrollo de la planta; la formación de la clorofila en el proceso de la fotosíntesis; el número de macollos por planta; el número de espiguillas por panícula; el contenido proteico y densidad de grano (11).

La eficiencia de la utilización del nitrógeno aplicado en forma edáfica está en función de la calidad del suelo, el clima y la variedad de arroz. La aplicación del nitrógeno en época apropiada es una práctica para reducir su pérdida; se recomienda aplicarlo en forma fraccionada para un mejor aprovechamiento de la planta de arroz (17).

Para obtener una respuesta óptima (25 a 30 kg de grano por kg de nitrógeno) es necesario aplicar primero un tercio de la dosis de nitrógeno, aproximadamente a los 11 - 13 días de la siembra; la otra, que corresponde a los dos tercios restantes, aplicarlos antes de tener una lámina de agua permanente en el lote. Esta aplicación temprana se explica en razón a que el 25 % del potencial del rendimiento se fija en los primeros 15 días del cultivo; antes de los 50 días se determina el 75 %, y de ahí en adelante, el restante 25 %; por lo que hacia los 60 - 65 días se drena el lote y se aplica entre 25 y 50 kg de nitrógeno, para posteriormente mantener la lámina de agua nuevamente (8).

Dobermann y Fairhurst (7), considera que el fósforo es un constituyente esencial de la adenosina trifosfato (ATP), nucleótidos,

ácidos nucleicos y fosfolípidos. Sus principales funciones son el transporte y almacenamiento de energía y el mantenimiento de la integridad de la membrana celular. El fósforo es móvil dentro de la planta, promueve el macollamiento, el desarrollo de la raíz, la floración temprana y la maduración (especialmente si la temperatura es baja). El fósforo es particularmente importante en la primera fase de crecimiento. Se requiere aplicar fertilizante fosfatado cuando el sistema radicular de la planta de arroz no está todavía completamente desarrollado y el suplemento, fósforo nativo del suelo, es bajo. El fósforo es removilizado dentro de la planta en etapas posteriores de crecimiento si este ha sido absorbido durante la etapa temprana.

El potasio es esencial para que ocurran normalmente diversos procesos fisiológicos en la planta. Entre estos se pueden mencionar la osmorregulación, activación de enzimas, regulación del pH y balance entre aniones y cationes en las células, regulación de la transpiración por los estomas, y transporte de asimilados (producto de la fotosíntesis) hacia el grano; fortalece las paredes celulares y está envuelto en la lignificación de los tejidos escleróticos. A nivel de toda la planta, el potasio incrementa el área foliar y el contenido de

clorofila, contribuyendo a una mayor fotosíntesis y crecimiento del cultivo. A diferencia del nitrógeno y el fósforo, el potasio no tiene mayor efecto en el macollamiento; sin embargo su presencia incrementa el número de granos por panoja, el porcentaje de granos llenos y el peso de 1000 granos (6).

Verdezoto (21), en base a los resultados obtenidos en un ensayo de fertilización nitrogenada en el arroz variedad 'Iniap 14', determinó que el rendimiento de grano se incrementó conforme aumentaban los niveles de nitrógeno, hasta 160 kg/ha, luego decreció. El nitrógeno fue fraccionado en dos y tres partes, obteniendo los mayores rendimientos de grano con 7,49 y 7,38 ton/ha, respectivamente; con respuestas de 20,24 y 19,57 kilogramos de arroz en cáscara por cada kilogramo de nitrógeno aplicado.

El Instituto de la Potasa y el Fósforo, citado por Asitumbay (2), indica que la urea no es un fertilizante amoniacal en la forma en que se expende; se hidroliza rápidamente en carbonato de amonio cuando es puesto en el suelo; la hidrólisis ocurre en presencia de la enzima ureasa, que se encuentra en concentraciones variables en los suelos. Una vez que ha sido convertido en amonio, la urea se

comporta exactamente como cualquier fertilizante nitrogenado. La urea es una fuente de fertilizante excelente; pero debido a que se hidroliza rápidamente, es posible que cantidades apreciables de amoníaco se pierda por volatilización si ésta se aplica en superficies cálidas, descubiertas o suelos con gran cantidad de materia vegetal en la superficie, incluyendo pastos. La incorporación en el suelo o la aplicación en forma de bandas de fertilizantes a base de urea pueden ayudar al control de este problema.

El nitrato de amonio contiene el 33,5 – 34,0 % de N., la mitad del nitrógeno es amonio (NH_4^+) y la otra mitad es nitrato (NO_3^-). Si bien es cierto que el nitrato de amonio sólido tiene condiciones de manejo excelente, el mismo absorbe humedad, de modo que no puede dejarse en sacos abiertos o depósitos abiertos por mucho tiempo en climas húmedos. El nitrato de amonio es muy conveniente para mezcla y para aquellos cultivos que requieran aplicaciones en bandas a lado y lado (16).

Ramos (18), en un estudio de dosis y fuentes de nitrógeno en arroz variedad 'Tainung-19' en los suelos de la zona de Babahoyo, registró el mayor rendimiento de grano con 5,313 t/ha cuando aplicó

160 kg/ha de nitrógeno, utilizando como fuente nitrogenada el sulfato de amonio. Además, dicho fertilizante, produjo un efecto positivo en el peso del grano, en comparación a las aplicaciones de urea. Asimismo, las variables longitud de panícula, relación grano - paja, esterilidad de panícula y número de granos por panícula, no estuvieron influenciados significativamente por los niveles de nitrógeno.

Morán (14), evaluó los efectos de los microelementos zinc, boro y silicio sobre el rendimiento de grano en el cultivo de arroz bajo riego; en base a los resultados experimentales obtenidos, recomienda el empleo de un equilibrado programa nutricional que incluye macro y micronutrientes, para lograr mejoras en el rendimiento de grano. Con la aplicación de 160 – 60 – 90 – 120 Kg/ha de NPK Si, y 160 – 60 – 90 – 180 kg/ha de NPK Si, se obtuvieron los mayores rendimientos de grano 8.425 t/ha, en los suelos donde se realizó el ensayo, lográndose las mayores utilidades económicas por hectárea.

Mora (13), estableció un ensayo de fertilización nitrogenada con las variedades; `INIAP 14´ e `INIAP 12´ en los suelos de la zona de

Babahoyo; obteniéndose los mejores rendimientos de grano y utilidades económicas con los niveles 120 y 160 kilogramos de nitrógeno por hectárea. Las variedades `INIAP 14` e `INIAP 12` respondieron con 24,77 y 25,08 kilogramos de arroz en cáscara por cada kg de nitrógeno aplicado. Los niveles altos de nitrógeno incrementaron significativamente el número de macollos, panículas, granos por panícula, y peso de grano.

En un ensayo sobre manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de arroz en la localidad de Mata de Cacao, Provincia de Los Ríos, cuando se omitió el N los rendimientos bajaron considerablemente alcanzando 3732.5, 3929.2 y 4616.6 kg/ha para las variedades `Iniap 14`, `Iniap 15` y `F – 50` respectivamente. Rendimientos que fueron comparados con el tratamiento de fertilización completa, donde los rendimientos fueron entre 9050.1; 9632.6 y 12300.4 kg/ha, para cada variedad, respectivamente. En base a los resultados obtenidos, se concluye que el nitrógeno es el elemento que mayormente afecta los rendimientos del arroz, siendo indispensable su aplicación para obtener altos rendimientos (12).

Pacheco (15), estudió el comportamiento agronómico de las variedades de arroz 'Iniap 15' e 'Iniap 16' a la fertilización química; observándose que al aumentar los niveles de fertilización química se incrementaron los rendimientos de grano. El mayor rendimiento de grano se logró con el nivel 200 – 100 – 200 kg/ha de NPK con 8,69 t/ha, Mientras que el programa de fertilización química 92 – 23 – 30 kg/ha de NPK, alcanzó el menor rendimiento de grano con 5,22 t/ha.

Mancilla (9), estudió el comportamiento agronómico y de rendimiento de grano del arroz, variedad 'Tacuary' con varios niveles de fertilización química en la zona de Babahoyo; indica que los niveles de fertilización influyeron positivamente en el rendimiento de grano, existiendo una respuesta lineal. Cuando se aplicó 200 – 80 – 210 kg/ha de NPK, se obtuvieron los mayores rendimientos de grano con 8,20 y 8,69 t/ha para 'Tacuary' e 'Iniap 14' respectivamente; y a su vez, las mayores utilidades económicas marginales por hectárea fue para la variedad 'Iniap14', superior en 10,74 % a 'Tacuary' con respecto al rendimiento de grano.

Arias (1), estudió la respuesta a la fertilización nitrogenada de la variedad de arroz 'Oryzica Caribe 8' e 'Iniap 14' en la zona de

Samborondon; obteniendo los mayores rendimientos de grano con los niveles: 200 y 160 kg/ha de nitrógeno y rendimientos de 7,04 y 6,87 t/ha respectivamente, superando al testigo sin nitrógeno en 68,63 % y 64,58 % en su orden. Además, indica que la fertilización nitrogenada es el factor de mayor importancia en el cultivo de arroz, cuando se lo proporciona en las dosis apropiadas junto a los otros macroelementos para un determinado nivel de productividad; la aplicación de los nutrientes debe realizarse en las etapas de requerimiento de cada nutriente, para así lograr mejor respuesta en grano a la fertilización química.

Santillán (20), estableció un ensayo sobre manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de arroz en la zona de Babahoyo, concluyendo que la variedad 'S – FL- 09' superó en 12.27 % a 'Iniap 15' en rendimiento de grano, difiriendo significativamente. El mayor rendimiento de grano con 7,095 t/ha, se obtuvo con el nivel; 200 – 60 – 90 – 44 – 36 kg/ha de N – P₂O₅ – K₂O – S – MgO; superando en 83.28 % al programa nutricional utilizado por los agricultores (92 – 23 – 30 kg/ha de N – P₂O₅ – K₂). Por cada kilogramo de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y magnesio aplicados se obtuvieron 18.57; 10.42; 5.04; 6.82 y 9.80 kilogramos de arroz en

cáscara (eficiencia agronómica) respectivamente. Asimismo, indica que el nitrógeno es el elemento de mayor efecto en el rendimiento de grano, pues existe mayor eficiencia agronómica y los suelos arroceros son generalmente deficitarios en dicho elemento.

Beltrán (3), evaluó agronómicamente las variedades de arroz 'La Esperanza' y 'F - 21' en presencia de diferentes niveles de fertilización química; donde los niveles 150 – 80 – 150 y 200 – 100 – 200 kg/ha de NPK, obtuvieron los mayores rendimientos de grano con 8,106 y 8,077 t/ha en su orden; mientras que el testigo sin fertilizar rindió 2,236 t/ha. La variedad 'La Esperanza' fertilizada con los niveles 150 – 80 – 150 y 200 – 100 – 200 kg/ha de NPK, lograron mayores rendimientos de grano con 8,140 y 8,132 t/ha, respectivamente.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACIÓN Y DESCRICION DEL CAMPO EXPERIMENTAL.

La presente investigación arrocera se estableció en los terrenos del Sr. Nahun Pino Tovar, en la Parroquia Pimocha, Cantón Babahoyo, Provincia de Los Ríos; con coordenadas geográficas: 01⁰49' de latitud sur, y 79⁰32' de longitud oeste, y una altitud de 7,0 m.s.n.m.

La zona tiene un clima tropical húmedo, con temperatura media de 26,3°C, humedad relativa de 76 %; precipitación promedio anual de 2791.4 mm/año y 804.7 horas de heliofanía anual².

El suelo es de textura franco – arcillosa, topografía plana y drenaje normal.

² Datos tomados de la Estación Meteorológica UTB FACIAG – INAMHI. (2012 – 2013).

3.2 MATERIAL DE SIEMBRA

Se utilizó como material genético de siembra, semillas de arroz, variedad 'Iniap 15', obtenida del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP); cuyas características se describen a continuación:

Características	Valores y/o Calificación
Rendimiento ^{1/}	64 a 91
Ciclo vegetativo (días)	117 a 128
Altura de planta (cm)	89 a 108
Número de panículas/planta	17 a 25
Granos llenos/panícula	145
Peso de 1000 granos (gr)	25
Longitud de grano (mm) ^{2/}	7,5
Grano entero al pilar (%)	67
Calidad culinaria	Buena
Hoja blanca	MR
Pyricularia grisea	R.
Acame de plantas	R.
Latencia en semanas	4 a 6

^{1/} Rendimiento en sacas de 200 libras de arroz en cáscara al 14% de humedad y 0% de impurezas.

^{2/} Grano extra largo (EL) más de 7.5 mm

R = Resistente; **MR** = Moderadamente resistente

3.3 FACTORES ESTUDIADOS

Se estudiaron dos factores: a) Fuentes de nitrógeno; y, b) Dosis de nitrógeno.

Las fuentes de nitrógeno fueron: Urea, Sulfato de Amonio y Nitrato de Amonio.

Los esquemas de fraccionamiento de nitrógeno fueron los siguientes:

Tratamientos	Épocas de aplicación del nitrógeno (kg/ha)				
		Inicio de macollamiento	Elongación de tallos	Inicio primordio floral	Nitrógeno kg/ha
Urea	A	54	54	72	180
	B	45	45	90	180
	C	60	60	60	180
	D	72	36	72	180
	E	36	72	72	180
	F	72	108		180

3.4 METODOS

Se utilizaron los métodos de investigación: inductivo – deductivo; deductivo – inductivo y el método experimental

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño experimental: "Parcelas divididas" en cuatro repeticiones. Las parcelas principales correspondieron a las fuentes de nitrógeno (tratamientos); y las dosis de aplicación del nitrógeno (subtratamientos) como subparcelas.

La subparcela experimental estuvo constituida por 12 hileras de 5 m de longitud, separadas a 0.25 m; dando un área de 3.0 m x 5.0 m = 15 m². El área útil de la subparcela experimental estuvo determinada por las 8 hileras centrales, eliminando 2 hileras a cada lado por efecto de borde, quedando un área útil de 2.0 m x 5.0 m = 10 m².

La separación entre repeticiones fue 2 m; entre parcelas principales un metro, y no existió separación entre las subparcelas experimentales.

Los factores evaluados fueron sometidos al análisis de variancia; se aplicó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidades para determinar la diferencia estadística entre

las fuentes de nitrógeno (tratamientos), y esquemas de fraccionamiento de N (subtratamientos), e interacciones.

3.6 MANEJO DEL ENSAYO EXPERIMENTAL

Durante el desarrollo del ensayo se implementaron todas las labores y prácticas agrícolas que requería el cultivo, así:

3.6.1 ANALISIS DEL SUELO

Antes de la preparación del suelo, se tomó una muestra compuesta procediéndose al análisis físico – químico del mismo.

3.6.2 PREPARACIÓN DEL SUELO

La preparación del suelo, consistió en un pase de rastra pesada, luego se realizaron dos pases de rastra liviana, quedando el suelo suelto y mullido; obteniendo una buena germinación.

3.6.3 SIEMBRA

La siembra se realizó en forma manual a chorro continuo, se abrieron surcos separados a 0.25 m; depositando las semillas en el fondo del surco; luego se las cubrieron. La densidad de siembra fue de 100 kilogramos de semilla por hectárea.

3.6.4 RIEGO

El cultivo se realizó bajo condiciones de secano; es decir, a expensas de las lluvias de la estación invernal del presente año.

3.6.5 CONTROL DE MALEZAS

Realizada la siembra se aplicó el herbicida Prowl en dosis de 3 L/ha, para el control de gramíneas en pre – emergencia. Posteriormente, se aplicó el herbicida Nominee 100 SC en dosis de 0.4 L/ha + 0.6 L/ha de Basagran para el control de gramíneas y malezas de hoja ancha.

3.6.6 FERTILIZACIÓN

El programa de fertilización química estuvo determinado por los resultados del análisis físico – químico del suelo y los requerimientos nutricionales del cultivo, aplicándose 180 – 90 – 150 kg/ha de nitrógeno, fosforo y potasio, respectivamente.

El fósforo y potasio se aplicaron previo a la siembra, quedando incorporados. El nitrógeno se aplicó de acuerdo a los subtratamientos ensayados (esquemas de fraccionamiento). (Al voleo)

Se utilizó como fuente de fósforo y potasio, los fertilizantes: Superfosfato Triple 40 % P₂O₅, y Muriato de potasio 60 % K₂O, respectivamente.

Al inicio de la etapa reproductiva, se aplicó el abono foliar Zinquel en dosis de 2,5 L/ha, como fuente de zinc.

3.6.7 CONTROL FITOSANITARIO

Cuando el cultivo tuvo 16 y 32 días de edad, hubo presencia de *Hydrellia*, y *Spodoptera frugiperda*; para un control se aplicó el insecticida Cipermetrina en dosis de 300 cc/ha. Luego, al inicio de la etapa reproductiva (32 días), se aplicó el insecticida Endosulfan en dosis de 750 cc/ha para controlar *spodoptera*.

3.6.8 COSECHA

La cosecha se realizó en forma manual, cuando los granos presentaron madurez fisiológica en cada subparcela experimental.

3.7 DATOS TOMADOS Y FORMA DE EVALUACIÓN

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

3.7.1 NÚMERO DE MACOLLOS

Dentro del área útil de la subparcela experimental se lanzó un marco de 1 metro cuadrado y se procedió a contar el número de macollos que estuvieron dentro de esa superficie. Esta evaluación se realizó al inicio de etapa reproductiva.

3.7.2 PANÍCULAS A LA COSECHA

En el mismo metro cuadrado en que se evaluaron los macollos, al momento de la cosecha, se procedió a contar el número de panículas en cada subparcela experimental, para estimar este dato.

3.7.3 PORCENTAJE DE MACOLLOS EFECTIVOS

Se definió por la relación: número de panículas y número de macollos por metro cuadrado al momento de la cosecha, expresado en porcentaje.

3.7.4 ALTURA DE PLANTA

Fue la distancia medida desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula más sobresaliente, excluyendo la arista; se realizaron 5 lecturas al azar por cada subparcela experimental, al inicio de la etapa reproductiva; ésta se expresó en centímetros.

3.7.5 FLORACIÓN

Fue el tiempo estimado en días entre la siembra hasta que el 50 % de las plantas presentaron panículas completamente fuera de la hoja envainadora.

3.7.6 PORCENTAJE Y ÉPOCA DE ACAME

Se efectuaron observaciones periódicas en cada subparcela experimental, no encontrándose plantas acamadas.

3.7.7 LONGITUD DE PANÍCULA

Se tomaron al azar 5 panículas dentro del área útil de cada subparcela experimental y se midió la longitud desde la base hasta el ápice de la panícula, excluyendo la arista.

3.7.8 GRANOS POR PANÍCULA

Se tomaron 5 panículas al azar por subparcela experimental, y se contaron los granos, luego se obtuvo un promedio.

3.7.9 RELACIÓN GRANO - PAJA

Estuvo determinada por la relación entre el peso del grano y el peso de la paja a un mismo porcentaje de humedad. Este dato fue evaluado en el mismo metro cuadrado en que se evaluó el número de macollos y panículas a la cosecha.

3.7.10 PESO DE 1000 GRANOS

Se tomaron 1000 granos por cada subparcela experimental, procediéndose luego a pesar en una balanza de precisión; este peso se expresó en gramos. Los granos estuvieron libres de daños de insectos y enfermedades.

3.7.11 MADUREZ FISIOLÓGICA

Es el tiempo en días comprendido desde la fecha de la siembra hasta que la planta logró su madurez fisiológica en cada subparcela experimental.

3.7.12 RENDIMIENTO DE GRANO

Estuvo determinado por el peso de los granos provenientes del área útil de cada subparcela experimental, este peso se ajustó al 14 % de humedad y se transformó a toneladas por hectárea. Para uniformizar los pesos se empleó la fórmula siguiente:

$$Pa (100-ha) \quad PU = \frac{\quad}{(100-hd)}$$

Donde:

Pu = Peso uniformizado

Pa = Peso actual

ha = Humedad actual

hd = Humedad deseada.

3.7.13 ANALISIS ECONÓMICO

El análisis económico se realizó en función al rendimiento de grano y costo económico de los tratamientos y subtratamientos.

IV RESULTADOS

4.1 MACOLLOS/m² AL INICIO DE LA ETAPA REPRODUCTIVA

Los promedios del número de macollos/m² evaluados al inicio de la etapa reproductiva, se presentan en el Cuadro 1. El análisis de varianza no detectó significancia estadística para los componentes de variación; el coeficiente de variabilidad fue 9.95 %.

La prueba de Tukey determinó igualdad estadística entre las fuentes de nitrógeno, siendo superior con el Sulfato de Amonio con 403.92 macollos. Así mismo, los esquemas de fraccionamiento del nitrógeno, no difirieron estadísticamente; con promedios oscilando de 381 a 416 macollos/m² correspondiente a los esquemas (F) y (D) respectivamente. Lo mismo sucedió con las interacciones entre las fuentes de nitrógeno y esquemas de fraccionamiento de N, con promedios variando de 359.5 macollos, correspondiente al Sulfato de Amonio aplicando al esquema (F) es decir 72 – 108 kg/ha de N al inicio del macollamiento y elongación de tallos con 432

macollos de la interacción Urea con el esquema (D) es decir 72 – 36 – 72 kg/ha de N aplicado al inicio del macollamiento, elongación de tallos e inicio de la etapa reproductiva, respectivamente.

4.2 PANÍCULAS/m² A LA COSECHA

En el Cuadro 2, se registran los valores promedios del número de panículas/m² evaluados al momento de la cosecha; no existiendo significancia estadística para tratamientos, e interacciones habiendo significancia estadística en los subtratamientos. El coeficiente de variación fue 8.97 %.

Con el fertilizante nitrogenado Sulfato de Amonio se logró el mayor promedio con 394.67 panículas, sin diferir estadísticamente con la Urea y Nitrato de Amonio. Los esquemas de fraccionamiento del N, se comportaron iguales estadísticamente entre sí, a excepción del esquema (F) que logró el menor promedio con 362.25 panículas/m²; mientras que el esquema (D) 72 – 36 – 72 kg/ha de N alcanzó el mayor promedio con 407.88 panículas.

Según la prueba de Tukey, las interacciones fuentes por esquemas de fraccionamiento de N, no difirieron significativamente, con promedios fluctuando de 351.25 panículas de la interacción Nitrato de Amonio con el esquema de fraccionamiento (F) 72 – 108 kg/ha de N a 422 panículas de la interacción Urea con el esquema (D) 72 – 36 – 72 kg/ha de N.

4.3 ALTURA DE PLANTA AL INICIO DEL PRIMORDIO FLORAL

Los promedios de altura de planta evaluado al inicio del primordio floral, se reportan en el Cuadro 3. El análisis de varianza detectó alta significancia estadística sólo para los subtratamientos; cuyo coeficiente de variación fue 3.45 %.

Las fuentes nitrogenadas no influyeron significativamente en la altura de planta, obteniendo la mayor altura de planta con el Sulfato de Amonio: 118.12 cm. Los esquemas de fraccionamiento de N, se comportaron iguales estadísticamente, a excepción del esquema (F) 72 – 108 kg/ha de N que dieron las plantas de mayor altura con 122.25 cm; mientras que con el

esquema (A) 54 – 54 – 72 kg/ha de N, se obtuvieron las plantas de menor tamaño con 113 cm.

Las interacciones Sulfato de Amonio con el esquema (F) 72 – 108 Kg/ha de N, y Urea con el esquema (F) 72 – 108 kg/ha de N con promedios de 126.25 y 123.25 cm de altura se comportaron superiores e iguales estadísticamente entre sí, pero diferentes a las restantes interacciones. Mientras que la interacción Nitrato de Amonio con el esquema de fraccionamiento (A) 54 – 54 – 72 kg/ha de N, presentó las plantas de menor altura con 108.75 cm.

4.4 FLORACIÓN

En el Cuadro 4, se registran los promedios de días a la floración de la variedad de arroz 'Iniap 15'. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística para los subtratamientos e interacciones; siendo el coeficiente de variación 2.61 %.

La prueba de Tukey determinó igualdad estadística entre los fertilizantes nitrogenados; floreciendo más tardío con el sulfato de Amonio a los 81.54 días. Con el esquema de fraccionamiento (F) 72 – 108 kg/ha de N, las plantas florecieron más temprano a los 78 días; difiriendo con los restantes esquemas, los cuales se comportaron iguales estadísticamente.

Con respecto a las interacciones, la Urea con el esquema (F) 72 – 108 kg/ha de N. floreció más temprano a los 77 días; difiriendo con las restantes interacciones, las cuales se comportaron iguales estadísticamente entre sí con promedios fluctuando de 78.5 a 83.75 días.

4.5 LONGITUD DE PANÍCULAS

Los valores promedios de longitud de panículas del arroz variedad 'Iniap 15', se muestran en el Cuadro 5. El análisis de varianza reportó significancia estadística sólo para las repeticiones; siendo el coeficiente de variación 6.21 %.

La prueba de Tukey determinó igualdad estadística entre las fuentes nitrogenadas, logrando las panículas de mayor longitud con el sulfato de amonio con 26.92 cm. Así mismo, los esquemas de fraccionamiento de N, no difirieron estadísticamente, con promedios fluctuando de 26.08 a 27.62 cm correspondientes a los esquemas (B) 45 – 45 – 90 kg/ha de N y (E) 36 – 72 – 72 kg/ha de N.

Las interacciones: fuentes nitrogenadas con los esquemas de fraccionamiento de N, no difirieron significativamente entre sí, con promedios variando de 25.25 cm de la interacción Nitrato de Amonio con el esquema (F) 72 – 108 kg/ha de N a 27.77 cm, y las interacciones: urea con los esquemas (E) 36 – 72 – 72 kg/ha de N y (F) 72 – 108 kg/ha de N.

4.6 GRANOS POR PANÍCULAS

En el Cuadro 6, se anotan los promedios de número de granos por panículas de la variedad ensayada. El análisis de varianza determinó significancia estadística para parcelas

principales y repeticiones; siendo el coeficiente de variación 8.51 %.

Las fuentes nitrogenadas no difirieron significativamente con promedios oscilando de 118.79 a 122.62 granos, correspondientes al Sulfato de Amonio y Urea, respectivamente. Los esquemas de fraccionamiento de N, variaron de 117.50 con 123.17 granos por panícula, correspondiente a los esquemas (B) 45 – 45 – 90 kg/ha de N y (A) 54 – 54 – 72 kg/ha de N, respectivamente, sin diferir estadísticamente.

Así mismo, según la prueba de Tukey, las interacciones fuentes y esquemas de fraccionamiento de nitrógeno, se comportaron iguales estadísticamente, con promedios fluctuando de 114.5 granos para la interacción Sulfato de Amonio con el esquema (D) 72 – 36 – 72 kg/ha N; y 130.75 granos por panículas para la interacción Urea con el esquema (A) 54 – 54 - 72 kg/ha de N.

4.7 RELACIÓN GRANO – PAJA

Los valores de la relación grano – paja se pueden observar en el Cuadro 7. El análisis de varianza no detectó significancia estadística para tratamientos e interacciones, encontrándose significancia estadística en los subtratamientos; el coeficiente de variabilidad fue 13.41 %.

De acuerdo a la prueba de Tukey, las fuentes nitrogenadas no difirieron significativamente, con valores de 0.87; 0.88 y 0.88 correspondientes a los fertilizantes Urea, Sulfato de Amonio y Nitrato de Amonio, respectivamente. Los esquemas de fraccionamiento de N, se comportaron iguales estadísticamente, a excepción, del esquema (F) 72 – 108 – 0 kg/ha N, que alcanzó la menor relación 0.79, mientras que la mayor relación se obtuvo con el esquema (A) 54 – 54 – 72 kg/ha de N, con un valor de 0.94

Las interacciones fuentes y esquemas de fraccionamiento de nitrógeno, no difirieron significativamente, los promedios variaron de 0.74 correspondiente a la interacción Nitrato de Amonio con el esquema (F) 72 – 108 – 0 kg/ha de N, a 1.01

correspondiente a las interacciones: Sulfato de Amonio con el esquema (A) 54 – 54 – 72 kg/ha de N, y Nitrato de Amonio con el esquema (C) 60 – 60 – 60 kg/ha de N.

4.8 PESO DE 1000 GRANOS

En el Cuadro 8, se registran los pesos promedios de 1000 granos o semillas de arroz variedad 'Iniap 15'; el análisis de varianza determinó significancia estadística sólo para las repeticiones. El coeficiente de variación fue 3.78 %.

Los fertilizantes nitrogenados ensayados se comportaron iguales estadísticamente, siendo superior con la urea, con peso de 28.09 gramos. Los esquemas de fraccionamiento de N, no difirieron estadísticamente, lográndose el mayor peso con el esquema (B) 45 – 45 – 90 kg/ha de N con un valor de 28.28 gramos.

Así mismo, las interacciones fuentes y esquemas de fraccionamiento de nitrógeno se comportaron iguales

estadísticamente; los promedios oscilaron de 27.05 gramos correspondiente a las interacciones Sulfato de Amonio con el esquema (D) 72 – 36 – 72 kg/ha de N, a 29.02 gramos de la interacción Urea con el esquema (D) 72 – 36 – 72 kg/ha de N.

4.9 MADUREZ FISIOLÓGICA

Los promedios de la madurez fisiológica de la variedad de arroz 'Iniap 15' se muestran en el Cuadro 9. El análisis de varianza detectó alta significancia estadística para repeticiones y esquemas de fraccionamiento de N; cuyo coeficiente de variación fue 1.69 %.

La prueba de Tukey reportó igualdad estadística para las fuentes nitrogenadas, con promedios variando de 111.37 a 112.33 días, correspondientes a los fertilizantes Urea y Sulfato de Amonio, respectivamente. Con el esquema de fraccionamiento de nitrógeno (F) 72 – 108 – 0 kg/ha de N, la variedad 'Iniap 15' presentó el menor ciclo vegetativo (102.17 días), difiriendo estadísticamente con los demás esquemas de fraccionamiento, los cuales se comportaron iguales

estadísticamente con promedios fluctuando de 112.67 a 114.423 días, correspondiente a los esquemas (C) 60 – 60 – 60 y (E) 36 – 72 – 72 kg/ha de N, respectivamente.

Las interacciones que incluyen a los fertilizantes Urea, Sulfato de Amonio y Nitrato de Amonio con el esquema (F) 72 – 108 – 0 Kg/ha de N, presentaron los menores promedios con 101.75; 102.50 y 102.25 días respectivamente, sin diferir estadísticamente; pero si con las restantes interacciones que se comportaron iguales estadísticamente entre sí; con promedios fluctuando de 112 de las interacciones Urea con el esquema (D) 72 – 36 – 72 kg/ha de N, a 115.25 días de las interacciones Urea con el esquema (E) 36 – 72 – 36, y Sulfato de Amonio con los esquemas (A) 54 – 54 – 72 y (E) 36 – 72 – 72 kg/ha de nitrógeno.

4.10 RENDIMIENTO DE GRANO

En el Cuadro 10, se pueden observar los valores promedios de rendimiento de grano del arroz variedad 'Iniap 15'. El análisis de varianza detectó alta significancia estadística para

los esquemas de fraccionamiento de nitrógeno; cuyo coeficiente de variación fue 8.23 %.

Las fuentes nitrogenadas no difirieron significativamente, lográndose el mayor rendimiento de grano con el Sulfato de Amonio con 7,359 t/ha; mientras que el menor rendimiento fué con la Urea con 6,693 t/ha. Con el esquema de fraccionamiento (F) 72 – 108 – 0 kg/ha de N, se obtuvo el menor rendimiento de grano 6,332 t/ha, siendo diferente estadísticamente con los restantes esquemas, cuyos rendimientos fluctuaron de 6,821 a 7,382 Ton/ha correspondientes a los esquemas (A) 54 – 54 – 72, y (C) 60 – 60 – 60 t/ha, respectivamente, sin diferir significativamente.

La interacción Urea con el esquema (F) 72 – 108 – 0 kg/ha de N, produjo el menor rendimiento de grano con 5,887 t/ha; difiriendo estadísticamente con las restantes interacciones, las que se comportaron iguales estadísticamente; sobresaliendo las interacciones Sulfato de amonio con los esquemas (E) 36 – 72 – 72 y (B) 45 – 45 – 90 kg/ha de N con rendimientos de grano de 7,762 y 7,728 t/ha respectivamente.

4.11 ANÁLISIS ECONÓMICO

En el Cuadro 11, se presenta el análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de producción de los tratamientos; se observa que todos los tratamientos reportaron utilidades económicas; \$333.25 correspondió al tratamiento Urea con el esquema de fraccionamiento (F) 72 – 108 kg/ha de nitrógeno aplicado al inicio de macollamiento e inicio del primordio floral \$ 845.32 correspondió al tratamiento Urea con el esquema de fraccionamiento (C) 60 – 60 – 60 kg/ha de nitrógeno.

Cuadro 1.- Valores promedios del **número de macollos/m²** al inicio de la etapa reproductiva, en el ensayo de efectos de la dosificación del nitrógeno sobre el rendimiento de grano en el arroz, sembrado en condiciones de secano. Babahoyo. Los Ríos. 2013.

Fuentes de Nitrógeno	Épocas de aplicación del nitrógeno (kg/ha)			Promedio		
	Inicio de macollamiento	Elongación de tallos	Inicio primordio floral			
Urea				401,08	ns	
Sulfato de Amonio				403,92		
Nitrato de Amonio				381,50		
	A	54	54	72	403,50	ns
	B	45	45	90	394,50	
	C	60	60	60	386,67	
	D	72	36	72	416,00	
	E	36	72	72	391,33	
	F	72	108		381,00	
Urea	A	54	54	72	424,50	ns
	B	45	45	90	363,50	
	C	60	60	60	389,50	
	D	72	36	72	432,00	
	E	36	72	72	375,00	
	F	72	108		422,00	
Sulfato de Amonio	A	54	54	72	413,00	
	B	45	45	90	416,00	
	C	60	60	60	394,00	
	D	72	36	72	417,50	
	E	36	72	72	423,50	
	F	72	108		359,50	
Nitrato de Amonio	A	54	54	72	373,00	
	B	45	45	90	404,00	
	C	60	60	60	376,50	
	D	72	36	72	398,50	
	E	36	72	72	375,50	
	F	72	108		361,50	
PROMEDIO					395,50	
COEFICIENTE DE VARIACION (%)					9,95	

* N. S. = No significativa

** Altamente significativa

Cuadro 2.- Valores promedios del **número de panículas/m²** a la cosecha, en el ensayo de efectos de la dosificación del nitrógeno sobre el rendimiento de grano en el arroz, sembrado en condiciones de secano. Babahoyo. Los Ríos. 2013.

Fuentes de Nitrógeno	Épocas de aplicación del nitrógeno (kg/ha)			Promedio		
	Inicio de macollamiento	Elongación de tallos	Inicio primordio floral			
Urea				389,04	ns	
Sulfato de Amonio				394,67		
Nitrato de Amonio				374,58		
	A	54	54	72	392,33	ab**
	B	45	45	90	389,00	ab
	C	60	60	60	380,17	ab
	D	72	36	72	407,83	A
	E	36	72	72	385,00	ab
	F	72	108		362,25	b
Urea	A	54	54	72	412,75	ns
	B	45	45	90	360,25	
	C	60	60	60	387,00	
	D	72	36	72	422,00	
	E	36	72	72	368,75	
	F	72	108		383,50	
Sulfato de Amonio	A	54	54	72	398,00	
	B	45	45	90	409,50	
	C	60	60	60	382,25	
	D	72	36	72	410,00	
	E	36	72	72	416,25	
	F	72	108		352,00	
Nitrato de Amonio	A	54	54	72	366,25	
	B	45	45	90	397,25	
	C	60	60	60	371,25	
	D	72	36	72	391,50	
	E	36	72	72	370,00	
	F	72	108		351,25	
PROMEDIO					386,10	
COEFICIENTE DE VARIACION (%)					8,97	

* N. S. = No significativa

** Altamente significativa

Cuadro 3.- Valores promedios de **altura de planta** al inicio de la etapa reproductiva, en el ensayo de efectos de la dosificación del nitrógeno sobre el rendimiento de grano en el arroz, sembrado en condiciones de secano. Babahoyo. Los Ríos. 2013.

Fuentes de Nitrógeno	Épocas de aplicación del nitrógeno (kg/ha)			Promedio (cm)	
	Inicio de macollamiento	Elongación de tallos	Inicio primordio floral		
Urea				115,54	ns
Sulfato de Amonio				118,12	
Nitrato de Amonio				112,71	
	A	54	54	72	113,00 b**
	B	45	45	90	114,17 b
	C	60	60	60	114,00 b
	D	72	36	72	113,42 b
	E	36	72	72	115,92 b
	F	72	108		122,25 a
Urea	A	54	54	72	115,00 bcd**
	B	45	45	90	113,50 bcd
	C	60	60	60	114,00 bcd
	D	72	36	72	113,00 bcd
	E	36	72	72	114,50 bcd
	F	72	108		123,25 ab
Sulfato de Amonio	A	54	54	72	115,25 bcd
	B	45	45	90	116,50 abcd
	C	60	60	60	116,75 abcd
	D	72	36	72	114,50 bcd
	E	36	72	72	119,50 abc
	F	72	108		126,25 a
Nitrato de Amonio	A	54	54	72	108,75 d
	B	45	45	90	112,50 cd
	C	60	60	60	111,25 cd
	D	72	36	72	112,75 cd
	E	36	72	72	113,75 bcd
	F	72	108		117,25 abcd
PROMEDIO					115,46
COEFICIENTE DE VARIACION (%)					3,45

* N. S. = No significativa

** Altamente significativa

Cuadro 4.- Valores promedios de **días a la floración**, en el ensayo de efectos de la dosificación del nitrógeno sobre el rendimiento de grano en el arroz, sembrado en condiciones de secano. Babahoyo. Los Ríos. 2013.

Fuentes de Nitrógeno	Épocas de aplicación del nitrógeno (kg/ha)			Promedio (días)	
	Inicio de macollamiento	Elongación de tallos	Inicio primordio floral		
Urea				81,42 ns	
Sulfato de Amonio				81,54	
Nitrato de Amonio				81,33	
	A	54	54	72	82,17 a**
	B	45	45	90	82,58 a
	C	60	60	60	82,25 a
	D	72	36	72	81,00 a
	E	36	72	72	82,58 a
	F	72	108		78,00 b
Urea	A	54	54	72	82,25 ab**
	B	45	45	90	82,75 a
	C	60	60	60	82,25 ab
	D	72	36	72	81,25 ab
	E	36	72	72	83,00 a
	F	72	108		77,00 b
Sulfato de Amonio	A	54	54	72	83,75 a
	B	45	45	90	81,75 ab
	C	60	60	60	83,50 a
	D	72	36	72	79,75 ab
	E	36	72	72	82,00 ab
	F	72	108		78,50 ab
Nitrato de Amonio	A	54	54	72	80,50 ab
	B	45	45	90	83,25 a
	C	60	60	60	81,00 ab
	D	72	36	72	82,00 ab
	E	36	72	72	82,75 a
	F	72	108		78,50 ab
PROMEDIO					81,43
COEFICIENTE DE VARIACION (%)					2,61

* N. S. = No significativa

** Altamente significativa

Cuadro 5.- Valores promedios de **longitud de panícula**, en el ensayo de efectos de la dosificación del nitrógeno sobre el rendimiento de grano en el arroz, sembrado en condiciones de secano. Babahoyo. Los Ríos. 2013.

Fuentes de Nitrógeno	Épocas de aplicación del nitrógeno (kg/ha)			Promedio (cm)	
	Inicio de macollamiento	Elongación de tallos	Inicio primordio floral		
Urea				26,83	ns
Sulfato de Amonio				26,92	
Nitrato de Amonio				26,77	
	A	54	54	72	26,82 ns
	B	45	45	90	26,08
	C	60	60	60	27,22
	D	72	36	72	26,62
	E	36	72	72	27,62
	F	72	108		26,70
Urea	A	54	54	72	26,95 ns
	B	45	45	90	25,85
	C	60	60	60	26,90
	D	72	36	72	25,72
	E	36	72	72	27,77
	F	72	108		27,77
Sulfato de Amonio	A	54	54	72	26,45
	B	45	45	90	25,97
	C	60	60	60	27,17
	D	72	36	72	27,17
	E	36	72	72	27,70
	F	72	108		27,07
Nitrato de Amonio	A	54	54	72	27,05
	B	45	45	90	26,42
	C	60	60	60	27,57
	D	72	36	72	26,97
	E	36	72	72	27,37
	F	72	108		25,25
PROMEDIO					26,84
COEFICIENTE DE VARIACION (%)					6,21

* N. S. = No significativa

** Altamente significativa

Cuadro 6.- Valores promedios del número de granos por panícula, en el ensayo de efectos de la dosificación del nitrógeno sobre el rendimiento de grano en el arroz, sembrado en condiciones de secano. Babahoyo. Los Ríos. 2013.

Fuentes de Nitrógeno	Épocas de aplicación del nitrógeno (kg/ha)			Promedio		
	Inicio de macollamiento	Elongación de tallos	Inicio primordio floral			
Urea				122,62	ns	
Sulfato de Amonio				118,79		
Nitrato de Amonio				118,96		
	A	54	54	72	123,17	ns
	B	45	45	90	117,50	
	C	60	60	60	118,17	
	D	72	36	72	117,58	
	E	36	72	72	122,17	
	F	72	108		122,17	
Urea	A	54	54	72	130,75	ns
	B	45	45	90	120,75	
	C	60	60	60	122,00	
	D	72	36	72	116,75	
	E	36	72	72	124,50	
	F	72	108		121,00	
Sulfato de Amonio	A	54	54	72	119,75	
	B	45	45	90	116,25	
	C	60	60	60	116,25	
	D	72	36	72	114,50	
	E	36	72	72	119,00	
	F	72	108		127,00	
Nitrato de Amonio	A	54	54	72	119,00	
	B	45	45	90	115,50	
	C	60	60	60	116,25	
	D	72	36	72	121,50	
	E	36	72	72	123,00	
	F	72	108		118,50	
PROMEDIO					120,12	
COEFICIENTE DE VARIACION (%)					8,51	

* N. S. = No significativa

** Altamente significativa

Cuadro 7.- Valores promedios de la **relación grano – paja**, en el ensayo de efectos de la dosificación del nitrógeno sobre el rendimiento de grano en el arroz, sembrado en condiciones de secano. Babahoyo. Los Ríos. 2013.

Fuentes de Nitrógeno	Épocas de aplicación del nitrógeno (kg/ha)			Promedio	
	Inicio de macollamiento	Elongación de tallos	Inicio primordio floral		
Urea				0,87 ns	
Sulfato de Amonio				0,88	
Nitrato de Amonio				0,88	
	A	54	54	72	0,94 a**
	B	45	45	90	0,88 ab
	C	60	60	60	0,90 ab
	D	72	36	72	0,84 ab
	E	36	72	72	0,91 ab
	F	72	108		0,79 b
Urea	A	54	54	72	0,95 ns
	B	45	45	90	0,93
	C	60	60	60	0,85
	D	72	36	72	0,82
	E	36	72	72	0,85
	F	72	108		0,82
Sulfato de Amonio	A	54	54	72	1,01
	B	45	45	90	0,81
	C	60	60	60	0,85
	D	72	36	72	0,85
	E	36	72	72	0,96
	F	72	108		0,82
Nitrato de Amonio	A	54	54	72	0,85
	B	45	45	90	0,91
	C	60	60	60	1,01
	D	72	36	72	0,86
	E	36	72	72	0,93
	F	72	108		0,74
PROMEDIO					0,88
COEFICIENTE DE VARIACION (%)					13,41

* N. S. = No significativa

** Altamente significativa

Cuadro 8.- Valores promedios del **peso de 1000 granos**, en el ensayo de efectos de la dosificación del nitrógeno sobre el rendimiento de grano en el arroz, sembrado en condiciones de secano. Babahoyo. Los Ríos. 2013.

Fuentes de Nitrógeno	Épocas de aplicación del nitrógeno (kg/ha)			Promedio (g)		
	Inicio de macollamiento	Elongación de tallos	Inicio primordio floral			
Urea				28,09	ns*	
Sulfato de Amonio				28,01		
Nitrato de Amonio				27,84		
	A	54	54	72	28,18	ns
	B	45	45	90	28,28	
	C	60	60	60	27,62	
	D	72	36	72	28,12	
	E	36	72	72	28,02	
	F	72	108		27,65	
Urea	A	54	54	72	28,30	ns
	B	45	45	90	28,55	
	C	60	60	60	27,15	
	D	72	36	72	29,02	
	E	36	72	72	27,90	
	F	72	108		27,60	
Sulfato de Amonio	A	54	54	72	28,30	
	B	45	45	90	28,45	
	C	60	60	60	27,95	
	D	72	36	72	27,05	
	E	36	72	72	28,20	
	F	72	108		28,10	
Nitrato de Amonio	A	54	54	72	27,95	
	B	45	45	90	27,85	
	C	60	60	60	27,75	
	D	72	36	72	28,30	
	E	36	72	72	27,95	
	F	72	108		27,25	
PROMEDIO					27,98	
COEFICIENTE DE VARIACION (%)					3,78	

* N. S. = No significativa

** Altamente significativa

Cuadro 9.- Valores promedios de la **madurez fisiológica**, en el ensayo de efectos de la dosificación del nitrógeno sobre el rendimiento de grano en el arroz, sembrado en condiciones de secano. Babahoyo. Los Ríos. 2013.

Fuentes de Nitrógeno	Épocas de aplicación del nitrógeno (kg/ha)			Promedio (días)	
	Inicio de macollamiento	Elongación de tallos	Inicio primordio floral		
Urea				111,37	ns
Sulfato de Amonio				112,33	
Nitrato de Amonio				111,46	
	A	54	54	72	113,83 a**
	B	45	45	90	114,00 a
	C	60	60	60	112,67 a
	D	72	36	72	113,25 a
	E	36	72	72	114,42 a
	F	72	108		102,17 b
Urea	A	54	54	72	112,25 a**
	B	45	45	90	113,50 a
	C	60	60	60	113,50 a
	D	72	36	72	112,00 a
	E	36	72	72	115,25 a
	F	72	108		101,75 b
Sulfato de Amonio	A	54	54	72	115,25 a
	B	45	45	90	114,00 a
	C	60	60	60	112,25 a
	D	72	36	72	115,00 a
	E	36	72	72	115,25 a
	F	72	108		102,25 b
Nitrato de Amonio	A	54	54	72	114,00 a
	B	45	45	90	114,50 a
	C	60	60	60	112,25 b
	D	72	36	72	112,75 a
	E	36	72	72	112,75 a
	F	72	108		102,50 b
PROMEDIO				111,72	
COEFICIENTE DE VARIACION (%)				1,69	

* N. S. = No significativa

** Altamente significativa

Cuadro 10.- Valores promedios del **rendimiento de grano**, en el ensayo de efectos de la dosificación del nitrógeno sobre el rendimiento de grano en el arroz, sembrado en condiciones de secano. Babahoyo. Los Ríos. 2013.

Fuentes de Nitrógeno	Épocas de aplicación del nitrógeno (kg/ha)			Promedio (ton/ha)	
	Inicio de macollamiento	Elongación de tallos	Inicio primordio floral		
Urea				6,693 ns	
Sulfato de Amonio				7,359	
Nitrato de Amonio				6,907	
	A	54	54	72	6,821 ab**
	B	45	45	90	7,201 a
	C	60	60	60	7,382 a
	D	72	36	72	7,006 ab
	E	36	72	72	7,173 a
	F	72	108		6,332 ab
Urea	A	54	54	72	6,784 ab**
	B	45	45	90	6,722 ab
	C	60	60	60	7,580 a
	D	72	36	72	6,440 ab
	E	36	72	72	6,742 ab
	F	72	108		5,887 b
Sulfato de Amonio	A	54	54	72	7,090 ab
	B	45	45	90	7,728 a
	C	60	60	60	7,622 a
	D	72	36	72	7,296 ab
	E	36	72	72	7,762 a
	F	72	108		6,652 ab
Nitrato de Amonio	A	54	54	72	6,588 ab
	B	45	45	90	7,153 ab
	C	60	60	60	6,946 ab
	D	72	36	72	7,280 ab
	E	36	72	72	7,016 ab
	F	72	108		6,458 ab
PROMEDIO					6,986
COEFICIENTE DE VARIACION (%)					8,23

* N. S. = No significativa

** Altamente significativa

ANÁLISIS ECONÓMICO DEL RENDIMIENTO DE GRANO

Cuadro 11.- En el ensayo de efectos de la dosificación del nitrógeno sobre el rendimiento de grano en el arroz, sembrado en condiciones de secano. Babahoyo. Los Ríos. 2013.

Fuentes de Nitrógeno	Épocas de aplicación del nitrógeno (kg/ha)				Rendimiento de grano kg/ha	COSTOS VARIABLES				COSTOS DE PRODUCCION		COSTO TOTAL DE CADA TRATAMIENTO	BENEFICIOS	
	Inicio de macollamiento	Elongación de tallos	Inicio primordio floral			COSTO DE FERTILIZANTE	COSTO DE APLICACIÓN	COSTO DE TRATAMIENTO	COSECHA + TRANSPORTE	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO		BRUTO \$	NETO \$
Urea	A	54	54	72	6784	246,60	15,65	262,25	261,18	523,43	1185,32	1708,75	2313,34	604,...
	B	45	45	90	6722	246,60	15,65	262,25	258,8	521,05	1185,32	1706,37	2292,20	585,...
	C	60	60	60	7580	246,60	15,65	262,25	291,83	554,08	1185,32	1739,40	2584,78	845,...
	D	72	36	72	6440	246,60	15,65	262,25	247,94	510,19	1185,32	1695,51	2196,04	500,...
	E	36	72	72	6742	246,60	15,65	262,25	259,57	521,82	1185,32	1707,14	2299,02	591,...
	F	72	108		5887	246,60	15,65	262,25	226,65	488,90	1185,32	1674,22	2007,47	333,...
Sulfato de Amonio	A	54	54	72	7090	392,40	34,28	426,68	272,97	699,65	1185,32	1884,97	2417,69	532,...
	B	45	45	90	7728	392,40	34,28	426,68	297,53	724,21	1185,32	1909,53	2635,25	725,...
	C	60	60	60	7622	392,40	34,28	426,68	293,45	720,13	1185,32	1905,45	2599,10	693,...
	D	72	36	72	7296	392,40	34,28	426,68	280,9	707,58	1185,32	1892,90	2487,94	595,...
	E	36	72	72	7762	392,40	34,28	426,68	298,84	725,52	1185,32	1910,84	2646,84	736,...
	F	72	108		6652	392,40	34,28	426,68	256,1	682,78	1185,32	1868,10	2268,33	400,...
Nitrato de Amonio	A	54	54	72	6588	270,00	20,57	290,57	253,64	544,21	1185,32	1729,53	2246,51	516,...
	B	45	45	90	7153	270,00	20,57	290,57	275,09	565,66	1185,32	1750,98	2439,17	688,...
	C	60	60	60	6946	270,00	20,57	290,57	267,42	557,99	1185,32	1743,31	2368,59	625,...
	D	72	36	72	7280	270,00	20,57	290,57	280,28	570,85	1185,32	1756,17	2482,48	726,...
	E	36	72	72	7016	270,00	20,57	290,57	270,12	560,69	1185,32	1746,01	2392,46	646,...
	F	72	108		6458	270,00	20,57	290,57	248,63	539,20	1185,32	1724,52	2202,18	477,...

Valor: Kg de arroz cascara: \$ 0,341

Valor: Kg de N (Urea)= \$ 1.37

Valor: Kg de N (Sulfato de Amonio) \$ 2.18

Valor: Kg de N (Nitrato de Amonio) \$ 1.5

V DISCUSIÓN

En la presente investigación se evaluaron los efectos de diferentes fuentes y esquemas del fraccionamiento del nitrógeno, en la variedad de arroz 'Iniap 15' sembrada en condiciones de secano; los resultados experimentales obtenidos indican que los esquemas de fraccionamiento influyeron significativamente en las variables panículas/m²; altura de planta, floración, madurez fisiológica, relación grano – paja y rendimiento de grano; no así, en las variables macollos/m², longitud de panículas, granos por panículas y peso de 1000 granos; demostrándose que el nitrógeno es el elemento nutritivo que más está relacionado con el incremento de la producción, pues influye en el crecimiento de la planta, número de panículas y rendimiento de grano (Molinos y Cía S.A.)

Las fuentes nitrogenadas Urea, Sulfato de Amonio y Nitrato de Amonio, no influyeron significativamente en todas las variables evaluadas; siendo superior cuando se aplicó el fertilizante Sulfato de Amonio, esto posiblemente se deba a la presencia del azufre en dicho fertilizante. Así, cuando se utilizó el Sulfato de Amonio se

obtuvo un rendimiento de 7.359 t/ha; mientras que con la Urea se logró 6,693 t/ha, dándose un incremento de 9,95 %; estos resultados coinciden con Ramos (18), quien obtuvo mayor producción de grano utilizando Sulfato de Amonio.

La altura de planta fue mayor con el esquema de fraccionamiento (F) 72 – 108 kg/ha de N aplicado al inicio de macollamiento y elongación de tallos con 122.25 cm, difiriendo estadísticamente con los restantes esquemas, originando menor relación grano – paja, debido a un mayor crecimiento de las plantas, pues el nitrógeno influye positivamente sobre el crecimiento y desarrollo de la planta, coincidiendo con Molinos & Cía (11).

Así mismo, con el esquema de fraccionamiento (F) se lograron plantas más precoces y menor ciclo vegetativo, posiblemente esto se deba a que hasta la elongación del tallo la planta dispuso de todo el nitrógeno, para posteriormente prepararse para el inicio de la etapa

reproductiva, difiriendo estadísticamente con los restantes esquemas de fraccionamiento del nitrógeno.

El mayor rendimiento de grano se obtuvo con el esquema de fraccionamiento (C) 60 – 60 – 60 kg/ha de nitrógeno aplicado al inicio de macollamiento, elongación de tallos e inicio del primordio floral con 7,382 t/ha, luego siguió el esquema (B) 45 – 45 – 90 Kg/ha de N con 7,201 t/ha, siendo iguales estadísticamente entre sí y con los esquemas de fraccionamiento (E), (D) y (A), con 7,173; 7,066 y 6,821 t/ha respectivamente; difiriendo con el esquema (F) 72 – 108 kg/ha de N aplicado al inicio de macollamiento y la elongación de los tallos, que produjo 6,332 t/ha con incrementos del 16.58 % y 13.72 % respectivamente; estos resultados demuestran que la aplicación del nitrógeno debe realizarse en tres partes iguales, coincidiendo con Química Centroamericana (17), que recomienda aplicar el nitrógeno en forma fraccionada para un mejor aprovechamiento de las plantas de arroz.

En referencia a las interacciones: fuentes y esquemas de fraccionamiento de nitrógeno, el mayor rendimiento de grano se alcanzó con el fertilizante Sulfato de Amonio en el esquema (B) 45 – 45 – 90 kg/ha de N con 7,728 t/ha; luego siguió Sulfato de Amonio con el esquema (C) 60 – 60 – 60 kg/ha de N con un rendimiento de 7,622 t/ha; mientras que la interacción Urea con el esquema (F) 72 – 108 kg/ha de N aplicado al inicio del macollamiento y elongación de tallos, logró el menor rendimiento con 5,887 t/ha; demostrándose los beneficios de la aplicación del Sulfato de Amonio en siembras de secano (lluvias), pues las plantas lo absorben más rápidamente evitando las pérdidas por lixiviación, contribuyendo a incrementar el rendimiento de grano, coincidiendo con Ramos (18).

Respecto al análisis económico del rendimiento de grano, todos los tratamientos reportaron utilidades económicas por hectárea, siendo mayor cuando se aplicó Urea con el esquema de fraccionamiento (C) 60 – 60 – 60 kg/ha de N, con un valor de \$845.32 por hectárea, lo que posiblemente se debe a que el costo

del fertilizante Urea es menor que el Sulfato de Amonio y Nitrato de Amonio; siendo ésta la razón por la que es más utilizada por los agricultores arroceros.

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales, se delinear las conclusiones siguientes:

- 1.** Los esquemas de fraccionamiento del nitrógeno, influyeron significativamente en los caracteres: panículas/m², altura de planta, floración, madurez fisiológica, relación grano paja y rendimiento de grano.
- 2.** Los fertilizantes nitrogenados: Urea, Sulfato de Amonio y Nitrato de Amonio, no influyeron significativamente en todas las variables evaluadas.
- 3.** Con la aplicación del Sulfato de Amonio se obtuvo mayor rendimiento de grano con 7,359 t/ha, superando en 9.95 % y 6.54 % a los fertilizantes Urea y Nitrato de Amonio, respectivamente.

- 4.** El esquema de fraccionamiento (F) 72 – 108 kg/ha de N aplicado al inicio del macollamiento y del primordio floral, originó plantas de mayor altura y menor relación grano – paja, con plantas más precoces.
- 5.** El mayor rendimiento de grano se logró con el esquema de fraccionamiento (C) 60 – 60 – 60 kg/ha de N, aplicado al inicio del macollamiento, elongación de tallos, e inicio del primordio floral con 7,382 t/ha.
- 6.** Los mayores rendimientos de grano se obtuvieron cuando el nitrógeno se fraccionó en tres partes, aplicado al inicio del macollamiento, elongación de tallos e inicio del primordio floral.
- 7.** La interacción que incluye al Sulfato de Amonio con el esquema de fraccionamiento (B) 45 – 45 – 90 kg/ha de N

aplicado al inicio del macollamiento, la elongación de tallos e inicio del primordio floral se obtuvo el mayor rendimiento de grano con 7,728 t/ha.

- 8.** Todos los tratamientos reportaron utilidades económicas por hectárea, siendo mayor con el fertilizante Urea con el esquema de fraccionamiento (C) 60 – 60 – 60 kg/ha de N aplicado al inicio de macollamiento, elongación de tallos e inicio del primordio floral.

Analizadas las conclusiones se recomienda;

- 1.** La aplicación del fertilizante nitrogenado en tres partes iguales: al inicio del macollamiento, la elongación de tallos, e inicio del primordio floral.
- 2.** La aplicación del Sulfato de Amonio con el esquema de fraccionamiento (B) 45 – 45 – 90 kg/ha de nitrógeno al inicio

de macollamiento, elongación de tallos e inicio del primordio floral, para lograr altos rendimientos de grano en las siembras de seco.

- 3.** Continuar esta investigación pero en condiciones de riego; además, ensayar otros esquemas de fraccionamiento de nitrógeno.

VII RESUMEN

La presente investigación se estableció en los terrenos del Sr. Nahun Pino Tovar, ubicado en la Parroquia Pimocha, Cantón Babahoyo, Provincia de Los Ríos; probando diferentes fuentes y esquemas de fraccionamiento de nitrógeno en la variedad de arroz 'Iniap 15' con la finalidad de: a) Evaluar el efecto de la utilización de varias fuentes de fertilizante químico que contenga nitrógeno sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en el cultivo de arroz; b) Definir un esquema apropiado de fraccionamiento o dosis de nitrógeno para ser aplicado en el cultivo de arroz; y, c) Análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de tratamientos y subtratamientos.

Las fuentes de nitrógeno fueron: Urea, Sulfato de amonio y Nitrato de amonio. Los esquemas de fraccionamiento fueron: 54 – 54 – 72; 45 – 45 – 90; 60 – 60 – 60; 72 -36 – 72: 36 – 72 – 72 y 72 – 108 –

0; aplicados al inicio del macollamiento; elongación de tallo e inicio del primordio floral, respectivamente.

Se utilizó el diseño experimental 'Parcelas divididas' en cuatro repeticiones. Las parcelas principales correspondieron a las fuentes nitrogenadas (tratamientos) y los esquemas de fraccionamiento de nitrógeno (subtratamientos) como subparcelas experimentales.

Se evaluaron las variables: macollos/m² al inicio de la etapa reproductiva; altura de planta a la cosecha; floración; porcentaje y época de acame; longitud de panícula; granos por panícula; relación grano – paja; peso de 100 granos; madurez fisiológica y rendimiento de grano. Se empleó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad para determinar la diferencia estadística entre las fuentes de nitrógeno (tratamientos), y esquemas de fraccionamiento de nitrógeno (subtratamientos) e interacciones.

Del análisis de los resultados experimentales y discusión de los mismos se concluyó lo siguiente:

1. Con la aplicación del Sulfato de Amonio se obtuvo el mayor rendimiento de grano con 7,359 t/ha, superando en 9.95 % y 6.54 % a los fertilizantes Urea y Nitrato de Amonio, respectivamente.
2. El mejor rendimiento de grano también se logró con el esquema de fraccionamiento (C) 60 – 60 – 60 kg/ha de N aplicado al inicio del macollamiento, la elongación de tallos e inicio del primordio floral con 7,382 t/ha.
3. La interacción que incluye al Sulfato de Amonio con el esquema de fraccionamiento (B) 45 – 45 – 90 kg/ha de N aplicado al inicio del macollamiento, elongación de tallos e inicio del primordio floral también produjo buen rendimiento de grano con 7,728 t/ha.

VIII SUMMARY

The present investigation was established on the grounds of Mr. Nahum Pino Tovar, located in the Parish Pimocha, Canton Babahoyo, Province of Los Ríos, trying different sources and nitrogen fractionation schemes in the rice variety 'Iniap 15' order to: a) assess the effect of the use of various sources of nitrogen-containing chemical fertilizers on the agronomic and yield in rice cultivation b) Define an appropriate scheme of fractionation or dose of nitrogen to be applied in the cultivation of rice, and c) Economic analysis of grain yield based on the cost of treatments and sub-treatments.

Nitrogen sources were: Urea, ammonium sulfate and ammonium nitrate. Fractionation schemes were: 54 - 54-72, 45 - 45-90, 60 - 60 - 60, 72 -36 to 72: 36 - 72-72 and 72-108 - 0; applied at the start of tillering; elongation stem and initiation of floral primordia, respectively.

Experimental design was used 'plots divided' into four repetitions. The main plots corresponded to nitrogen sources (treatments) and nitrogen fractionation schemes (subtratamientos) as experimental subplots.

Variables were evaluated: macollos/m² at the beginning of the reproductive stage, plant height at harvest, flowering, percentage and flattens time, panicle length, grains per panicle; relationship grain - straw weight of 100 grams, physiological maturity and grain yield. We used the Tukey test at 95 % probability to determine the statistical difference between the nitrogen sources (treatments), and nitrogen fractionation schemes (subtratamientos) and interactions.

From the analysis of experimental results and their discussion is concluded that:

1. With the application of ammonium sulfate is obtuvo higher grain yield with 7.359 t / ha, exceeding by 9.95% and

6.54% for urea fertilizer and ammonium nitrate, respectively.

2. The best grain yield was achieved with fractionation scheme (C) 60 - 60 - 60 kg / ha of N applied at the beginning of tillering, the stem elongation and initiation of floral primordia 7.382 t/ha.

3. The interaction which includes ammonium sulfate fractionation scheme with (B) 45 - 45-90 kg / ha of N applied at the beginning of tillering, stem elongation and initiation of floral primordia are highest grain yield of 7,728 t / ha.

IX LITERATURA CITADA

1. ARIAS, M.L. 2003. Respuesta a la fertilización nitrogenada de las variedades de arroz 'Oryzica Caribe 8' e 'Iniap 14' en siembra por transplante en la zona de Samborondón. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 56 p.
2. ASITUMBAY, Q. X. 2007. Efectos de la aplicación de urea y nitrato de amonio en presembrado y cobertura del maíz híbrido 'Dekalb 5005' en la zona de Ventanas. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad técnica de Babahoyo. Ecuador. 75.
3. BELTRÁN, M. J. 2012. Evaluación agronómica de las variedades de arroz 'La Esperanza' y 'F - 21' en presencia de diferentes niveles de fertilización química. Tesis de Grado de

Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
Universidad Técnica de Babahoyo. 106p.

4. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1986.
Los macronutrientes en la nutrición de la planta de arroz. Guía
de Estudios. Serie 045R – 09.06. Cali; Colombia. pp: 9 – 14.
5. DE DATTA, S. K. 1986. Producción de arroz. Fundamentos y
Prácticas. Nutrición mineral y manejo de los fertilizantes en el
arroz. Editorial Limusa, México D.F. pp.: 395 – 396.
6. DOBERMANN, A. y T. FAIRHURST. 2001. Manejo del potasio
en arroz. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Informaciones
Agronómicas. Nº 45. pp: 1-5.
7. DOBERMANN, A y T. FAIRHURST. 2002. Manejo del fósforo en
arroz. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Informaciones
Agronómicas Nº 46. pp.: 1 – 5.

8. INDUARROZ. 2002. El Observador. Boletín de la Federación Nacional de Industriales del Arroz. Volumen 10. Colombia. pp; 9 – 10.

9. MANCILLA, C. F. 2005. Comportamiento agronómico y rendimiento de grano del arroz variedad 'Tacuary' en varios niveles de fertilización química en la zona de Babahoyo. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador. 69 p.

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

11. MOLINOS & CIA, S. A. s.f.p. Fertilización del arroz. Plegable divulgativo. Lima, Perú.

12. MITE, F. y J. ESPINOZA. 2009. Manejo de nutrientes por sitio específico en los cultivos de arroz y maíz en el Litoral ecuatoriano. Informe Técnico. 68 p.

13. MORA, S.R. 2000. Respuesta de las variedades de arroz 'Iniap 14' e 'Iniap 12' a la fertilización nitrogenada en los suelos de la granja "Palmar", Babahoyo. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 56p.

14. MORAN, A. W. 2011. Efecto de los microelementos Zinc, Boro y Silicio sobre el rendimiento de grano en el cultivo de arroz de riego. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. 86 p.

15. PACHECO, T.J. 2010. Estudio del comportamiento agronómico de las variedades de arroz 'Iniap 15' e 'Iniap 16'

en la fertilización química, bajo condiciones de riego. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 68p.

16. POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE. 1989. Manual de fertilidad de los suelos. Atlanta, Georgia, U.S.A. pp 30 - 31.
17. QUÍMICA CENTROAMERICANA. S.A. 2006. Cultivo del arroz. Boletín Técnico. San Salvador, El Salvador. pp.: 26 – 27.
18. RAMOS, M.G. 1994. Estudio de dosis y fuentes de nitrógeno en la variedad de arroz 'Tainung – 19' en la zona de Babahoyo Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Guayaquil. Ecuador. 58p.

19. RUIZ, C. R. 1987. Manual de fertilizantes. Temas de Orientación Agropecuaria. Colombia. pp: 15-16.

20. SANTILLAN, D. C. 2013. Manejo de nutrientes por sitio específicos en el cultivo de arroz en la zona de Babahoyo. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 73p.

21. VERDESOTO, R. M. 2004. Efectos de la aplicación de altos niveles de nitrógeno en la etapa vegetativa sobre el rendimiento de grano en el cultivo de arroz. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador, 63 p.

22. YAMADA, T. 2003. Como mejorar la eficiencia de la fertilización aprovechando las interacciones entre nutrientes.

Instituto de la Potasa y el Fósforo. Informaciones
Agronómicas N° 50. pp: 1 – 6.