



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
Escuela de Ingeniería Agronómica



TRABAJO DE TITULACION

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Efecto del Programa Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), en la zona de Babahoyo”

AUTOR:

Miguel Ángel Medina Vargas.

TUTOR:

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, Ms. Sc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador.

2017

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Objetivos.....	2
	General:	2
	Específicos:.....	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1.	Características del sitio experimental	14
3.2.	Material genético	14
3.3.	Métodos	15
3.4.	Factores estudiados.....	15
3.5.	Tratamientos	15
3.6.	Diseño experimental	15
	3.6.1. Análisis de varianza	16
	3.6.2. Diseños de las parcelas experimentales	16
3.7.	Manejo del ensayo	16
	3.7.1. Preparación del terreno.....	17
	3.7.2. Siembra.....	17
	3.7.3. Riego	17
	3.7.4. Fertilización.....	17
	3.7.5. Control de malezas	17
	3.7.6. Control fitosanitario	18
	3.7.7. Cosecha	18
3.8.	Datos evaluados.....	18
	3.8.1. Altura de planta a la cosecha.....	18
	3.8.2. Días a floración	18
	3.8.3. Días a maduración.....	18
	3.8.4. Número de macollos por metro cuadrado	18
	3.8.5. Número de panículas por metro cuadrado.....	19
	3.8.6. Longitud de panícula.....	19
	3.8.7. Granos por panícula	19
	3.8.8. Relación grano – paja.....	19
	3.8.9. Peso de 1000 granos.....	19

3.8.10. Rendimiento del cultivo	19
3.8.11. Análisis económico	20
IV. RESULTADOS	21
4.1. Altura de planta	21
4.2. Días a floración.....	21
4.3. Días a maduración	22
4.4. Número de macollos/m ²	22
4.5. Número de panículas/m ²	23
4.6. Longitud de panícula	23
4.7. Granos/panícula	24
4.8. Relación grano – paja	24
4.9. Peso de 1000 granos	25
4.10. Rendimiento.....	25
4.11. Análisis económico.....	26
V. DISCUSIÓN.....	29
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
VII. RESUMEN	32
VIII. SUMMARY.....	33
IX. LITERATURA CITADA	34
APÉNDICE	36

I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es el alimento básico de muchos países, especialmente de América Latina y El Caribe; siendo el segundo cereal de mayor consumo en el mundo, la producción esta geográficamente concentrada y más del 85 % provienen de Asia¹.

En el Ecuador, se cultivan aproximadamente 414 146,00 ha, de las cuales se cosechan 396 770,00 con una producción de 1 516 045,00 t, dando un rendimiento de 3,8 t/ha. En la provincia de Los Ríos se siembran aproximadamente 114 545,00 ha, de las cuales se cosechan 110 386,00 ha, alcanzando una producción de 359 569,00 t², con 3,2 t/ha de rendimiento.

Cabe indicar que la mayor extensión se siembra en condiciones de secano, es decir a expensas de las lluvias de la estación invernal, y en menor cantidad en condiciones de riego, es decir aplicando agua directamente al suelo, lográndose en ambos casos bajo rendimiento de grano por unidad de área, lo cual se debe al deficiente manejo nutricional, ya que se aplican nutrientes sin el debido conocimiento de los disponibles en el suelo y requerimientos nutricionales del cultivo.

Generalmente se emplean fertilizantes inorgánicos, contribuyendo a desequilibrios nutricionales y contaminando el medio ambiente. Por esta razón es aconsejable el empleo de complejos orgánicos nutricionales, los cuales ayudan al mejoramiento de los suelos y por ende el rendimiento de las cosechas.

Actualmente, se tienen diferentes programas orgánicos nutricionales, entre los que se destaca la Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), compuesto por diferentes productos orgánicos, como Raíz fos plus, Humita -15, Humita-40, MZ-E, MB-86, Folical, Amin y K-50, aplicados en diferentes etapas de desarrollo del cultivo desde el momento de la siembra hasta aproximadamente 100 días después, por vía foliar y directamente al suelo, favoreciendo la nutrición, protección y estimulación de las plantas y cuyos rendimientos

¹ FAO. 2004. Disponible en <http://www.fao.org/rice2004/es/rice2.htm>

²Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2013. Disponible en http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=75

y beneficios económicos se calculan con una reducción del 30 % de los fertilizante usados.

Por lo expuesto, radica la importancia de emplear la línea de Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), como complemento de un equilibrado programa nutricional, lo cual mejora significativamente la producción de las cosechas de arroz.

1.1. Objetivos

1.1.1 General

Evaluar la línea NAR (Nutrición de Alto Rendimiento), complementario a la fertilización química en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), en la zona de Babahoyo.

1.1.2 Específicos

- Evaluar la línea Nutricional de Alto Rendimiento (NAR), como complemento a un equilibrado programa de fertilización para lograr incrementar el rendimiento de sacas por hectárea.
- Conocer el efecto del NAR en la producción de arroz en kg/ha.
- Analizar económicamente el rendimiento de grano al efecto del NAR con los tratamientos tradicionales.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Orellana (s.f.) señala que el arroz es un cultivo semi-acuático propio de la Región Costa, debido a las facilidades climáticas y geográficas que esta región ofrece. La mayor cantidad de productores de este rubro se encuentran concentrados en las provincias de Guayas y Los Ríos, y es uno de los productos agrícolas de mayor importancia socioeconómica por su relevancia en la canasta básica. La nutrición apropiada del cultivo de este cereal permite la obtención de mejores resultados en la producción, ya que muchos suelos presentan deficiencias de ciertos minerales, lo que incide en la disminución de los rendimientos y una baja calidad de las cosechas. La generación de tecnologías para el cultivo de este rubro, tiene como objetivo la obtención de cultivares de alto rendimiento, la reducción de costos de producción, la protección del medio ambiente, además de proporcionar productos de alta calidad para beneficio de los consumidores.

El Productor (2015) menciona que el plan de manejo NAR en arroz, ofrece una solución eficiente ante los problemas de baja producción. Los efectos de las aplicaciones que están dentro del programa NAR en arroz desde la siembra a la cosecha obtienen rendimientos sobre los 80 sacos por cuadra con la variedad INIAP 14, indicando además que el programa NAR se repetirá en diferentes zonas para mostrar los beneficios de este novedoso plan de manejo que ha causado gran interés.

Fertiandino (s.f.) publica que la siembra de variedades de arroz de alto rendimiento en ciclo corto, permite obtener mayor cantidad de granos por cada kilogramo de fertilizante aplicado hasta obtener un nivel óptimo de producción. El conocimiento de los nutrientes nos permite el uso eficiente de los fertilizantes requeridos en cada una de las etapas del cultivo, siendo necesaria la aplicación de programas de nutrición en diferentes etapas de desarrollo.

Suárez (2015) expresa que los requerimientos nutricionales del cultivo se establecen a partir de lo que las plantas en su óptimo estado de desarrollo y vigor retiran del suelo y que está contenido en el tejido vegetal de toda la planta. Se relaciona con cantidades suficientes de los elementos que están disponibles en el suelo y que la planta puede absorber para lograr un crecimiento y grado de productividad deseada.

SMART (2015) sostiene que el momento de aplicación de fertilizantes tiene un efecto significativo en los rendimientos de los cultivos. Aplicando los fertilizantes en el momento adecuado aumenta los rendimientos, reduce las pérdidas de nutrientes, aumenta la eficiencia del uso de nutrientes y previene daños al medio ambiente. La aplicación de fertilizantes en el momento equivocado puede resultar en pérdida de nutrientes, desperdicio de fertilizantes e incluso daño al cultivo. Los mecanismos por los cuales ocurren pérdidas de nutrientes dependen en las propiedades de los nutrientes y sus reacciones con el entorno.

Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes-IFA (2002) menciona que los nutrientes que necesitan las plantas se toman del aire y del suelo. Si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Sin embargo, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando. Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse

FAO (1999) informa que al considerar la importancia de los nutrientes aplicados para la producción agrícola, es imperativo establecer las relaciones existentes entre los niveles de rendimiento, el uso de las fuentes de nutrientes, la factibilidad económica y la calidad del ambiente. Lo que los productores necesitan saber es el tipo y la cantidad de nutrientes que ellos deben aplicar a sus cultivos para obtener un incremento económico óptimo, sin dañar el medio ambiente. La respuesta depende de las características ecológicas, sociales y económicas de cada sistema de producción. Hoy en día, se ha puesto mayor atención a los Sistemas Integrados de Nutrición de las Plantas (SINP) que mantienen e incrementan la productividad del suelo a través del uso balanceado de los fertilizantes minerales combinados con fuentes orgánicas de nutrición vegetal, incluyendo la fijación biológica del nitrógeno. Los SINP son ecológica, social y económicamente viables y pueden incrementar simultáneamente, la productividad del suelo y los rendimientos de los cultivos. Los SINP se concentran:

- Más en el sistema de cultivo que en el cultivo en sí;
- En el manejo de nutrientes a nivel del sistema de producción.

- En los campos de la comunidad.

FAO (1999) indica que son los elementos esenciales para el crecimiento de la planta, la cual los toma del suelo o del agua –por irrigación, por inundación o de las aguas subterráneas– o en un medio hidropónico. Los nutrientes primarios son el nitrógeno, el fósforo y el potasio los cuales son consumidos en cantidades relativamente grandes. Tres nutrientes secundarios son tomados en menores cantidades, pero son esenciales para su crecimiento: el calcio, el magnesio y el azufre. Los micronutrientes o elementos trazas son requeridos en cantidades muy pequeñas, pero generalmente son importantes para el metabolismo vegetal y animal. Estos son el hierro, el zinc, el manganeso, el boro, el cobre, el molibdeno y el cloro. Además, la presencia del sodio, cobalto y silicio parece ser favorable para algunas especies vegetales, pero no son considerados como nutrientes esenciales.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias-INIAP (2007) detalla las funciones y síntomas de deficiencia de elementos esenciales en el cultivo de arroz, tal como el Nitrógeno que es un componente de las proteínas, las que a su vez son constituyentes del protoplasma, cloroplastos y enzimas. Participa activamente en la fotosíntesis y promueve la expansión de la lámina foliar. Las plantas con deficiencia de nitrógeno son raquílicas y con pocos macollos. Con excepción de las hojas jóvenes que son verdes, las demás son angostas, cortas, erectas y amarillentas. Las hojas inferiores presentan secamiento del ápice de la base. La deficiencia de nitrógeno se presenta a menudo en etapas críticas del crecimiento de las plantas, como el macollamiento y el inicio de la panícula, cuando la demanda de nitrógeno por parte de la planta es alta, reduciendo el número de macollos y de granos por panícula. En nuestro país, los suelos donde se cultiva arroz son deficientes en nitrógeno.

Rodríguez (1999) indica que el Nitrógeno es muy importante para el desarrollo de la planta, debido a que forma parte de la estructura molecular de las proteínas, clorofila, ácidos nucleicos (ADN y ARN), citocromos y coenzimas. La deficiencia de nitrógeno es bastante común ya que muchos productores no suministran cantidades adecuadas de fertilizante nitrogenado. El problema de deficiencia de nitrógeno se acrecienta cuando hay deficiencias o mal manejo de agua, como en arroz de secano, entre ellas tenemos:

- Provoca plantas atrofiadas con un limitado macollamiento.

- Clorosis de hojas viejas.
- Hojas pequeñas, angostas y erectas.
- Disminuye número de panojas, macollas y granos.

El exceso de nitrógeno incide directamente sobre el volcamiento y la enfermedad conocida como *Pyricularia*.

Roveda *et al.* (2008) sostienen que el Nitrógeno es el elemento que está directamente relacionado con el crecimiento y desarrollo de las plantas y con su valor nutritivo, ya que tiene que ver con la formación de hojas y ramas; las plantas requieren del nitrógeno en grandes cantidades, debido a su importancia en muchos procesos vitales para la planta, ya que forman parte de compuestos esenciales para las células, tales como aminoácidos y los ácidos nucleicos. Por lo tanto, la deficiencia de nitrógeno inhibe rápidamente el crecimiento de la planta. El síntoma de deficiencia es el lento crecimiento de la planta, acompañado de amarillamiento (clorosis) progresivo de las hojas, llegando hasta la caída o muerte de las misma (necrosis).

Para Quintero *et al.* (2009) la aplicación del Nitrógeno (N) en el momento oportuno es tan importante en el manejo eficiente de este nutriente como la fuente o la dosis aplicada. Sin embargo el momento más apropiado para su aplicación es algo muy controvertido debido:

- Desconocimiento de las características de absorción de N en las variedades de arroz;
- Cambio de las variedades altas antiguas hacia las modernas resistentes al vuelco y de alto rendimiento;
- Desconocimiento de la cantidad y el momento de aporte de N por parte del suelo
- Manejo del agua.

Según SMART (2015) el nitrógeno requiere un manejo cuidadoso, debido a que es muy susceptible de ser perdido en los suelos. El nitrógeno puede ser perdido en el suelo a través de la volatilización, lixiviación, desnitrificación, erosión y escorrentía. El nitrógeno lixivia más fácilmente en suelos arenosos que en suelos de textura fina. Si no se aplica correctamente, la pérdida de nitrógeno puede representar hasta en un 50/60%

de la cantidad aplicada. Por lo tanto, se debe minimizar el tiempo de permanencia del nitrógeno en el suelo antes que lo absorba la planta. Aplicaciones fraccionadas de nitrógeno es una manera de realizar eso. El fraccionamiento de la aplicación de nitrógeno reduce el riesgo de pérdidas del mismo y mejora la eficiencia de la aplicación.

Para Roveda *et al.* (2008) el fósforo es un elemento importante para las plantas, ya que participa en la respiración y fotosíntesis, también es un elemento que actúa en el metabolismo de las plantas y aporta la energía necesaria para los procesos metabólicos en forma de ATP. Adicionalmente, se hace parte de los ácidos nucleicos como el ADN y ARN. Este elemento forma parte activa en el proceso de enraizamiento y es considerado fundamentalmente en el desarrollo de estructuras reproductivas (flores y frutos), su deficiencia reduce la calidad de la fruta. El síntoma de deficiencia es la coloración morada de las hojas y tallos.

De acuerdo a INIAP (2007) el Fósforo interviene en el metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas. Como fosfato inorgánico, es un compuesto alto en energía y como una coenzima está directamente involucrado en la fotosíntesis. Las plantas con deficiencia de fósforo son raquílicas y con escaso macollamiento. Las hojas jóvenes no desarrollan síntomas y las inferiores se tornan de color marrón y mueren, también puede desarrollar un color púrpura rojizo. Los tallos son delgados y alargados y el desarrollo de la planta se retarda. Se reduce el número de panículas y granos por panícula. Las plantas que se desarrollan en suelos deficientes en fósforo presentan retardo en su madurez. Cuando la deficiencia es severa la producción de granos puede no ocurrir. Los suelos productores de arroz de la provincia del Guayas presentan deficiencia de este nutriente, mientras que en la provincia de Los Ríos los contenidos varían de deficientes a adecuados.

Rodríguez (1999) manifiesta que el Fósforo es muy importante para el desarrollo radicular, crecimiento, floración y desarrollo del grano. Es componente de los ácidos nucleicos, fosfolípidos, así como de las membranas celulares. Cumple una función importante en el metabolismo energético, debido a que es parte constituyente de la molécula de ATP (adenosin trifosfato). Es parte integral de las coenzimas NAD (Nicotinamida Adenin Dinucleotido) y NADP (Nicotinamida Adenin Dinucleotido Fosfato), que cumplen una función importante en la fotosíntesis, glucolisis, respiración

y síntesis de ácidos grasos. Este elemento se encuentra en altas concentraciones en los puntos de crecimiento, debido a la influencia que tiene en la división celular. La deficiencia de fósforo es poco frecuente ya que normalmente se usa adecuadas cantidades de fertilizantes fosforados. Sin embargo, es más severa en suelos ácidos y terrenos de secano, ya que la inundación favorece su disponibilidad. Cuando el fosforo es deficiente, el arroz no responde a las aplicaciones de nitrógeno y potasio, tales como:

- Color verde oscuro sucio en hojas viejas, tornándose luego de color amarillo-anaranjado.
- Plantas atrofiadas con un limitado macollamiento.
- Reduce la longitud de las hojas y el número de panojas.
- Puede aparecer un color rojizo púrpura en la hojas de variedades que tienden a producir el pigmento antocianina.

SMART (2015) manifiesta que el movimiento de fósforo en los suelos es muy lento, por lo tanto, las raíces pueden absorber el fósforo sólo de su entorno/radio muy cercano. La primera vez que se añade al suelo con los fertilizantes, el fósforo se encuentra en su forma soluble y disponible. Sin embargo, rápidamente se vuelve indisponible para las plantas en un proceso denominado "fijación". Debido a que el fósforo aplicado permanece en la capa superior del suelo, las pérdidas principales ocurren a través de la escorrentía superficial y la erosión del suelo. Es importante tener en cuenta los factores anteriores al decidir el momento y frecuencia de las aplicaciones del fósforo. Por ejemplo, la aplicación de una dosis alta de fósforo especialmente justo antes de la lluvia o de un riego pesado puede causar una pérdida de fósforo a través de la escorrentía y erosión.

Rodríguez (1999) difunde que el Potasio en el cultivo de arroz la función principal es la regulación hídrica de la planta y aumento de la resistencia a plagas y enfermedades como *Pyricularia* y *Heminthosporium*. En forma general, el potasio está relacionado con procesos muy importantes como la fotosíntesis, respiración, formación de clorofila, metabolismo de carbohidratos y activador de enzimas necesarias en la síntesis de proteínas. La deficiencia de potasio en forma general es poco frecuente, las cuales se detallan a continuación:

- En general las plantas se atrofian con una baja capacidad de formación de hijos.

- Es difícil diagnosticar en plantas jóvenes, ya que el síntoma es un cambio de color (verde oscuro) en las hojas más bajas.
- A medida que los días avanzan se presenta una clorosis en las internervaduras así como en las hojas inferiores de la planta, empezando en la punta y finalmente secándolas basta adquirir un color café claro.
- Tallos cortos y delgados, menor peso y número de granos.

INIAP (2007) aclara que el Potasio actúa en la apertura y cierre de los estomas, tiene que ver con el control de la difusión del gas carbónico en los tejidos verdes. Es esencial en la actividad de las enzimas. 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, alto porcentaje de espiguillas vanas o parcialmente llenas. Los suelos cultivados con esta gramínea en la provincia del Guayas en gran porcentaje son deficientes en potasio, en la provincia de Los Ríos los contenidos varían de bajos a altos.

Roveda *et al.* (2008) mencionan que el Potasio tiene un papel muy importante debido a que es un regulador del potencial osmótico de las células de la planta, también activa enzimas involucradas en la respiración y fotosíntesis. El primer síntoma que se puede observar es una clorosis marginal.

De acuerdo a SMART (2015) las plantas necesitan diferentes cantidades de nutrientes en diferentes etapas de crecimiento. Para que los nutrientes estén disponibles cuando la planta los necesita, se debe aplicar los fertilizantes en el momento adecuado. El momento óptimo para la aplicación de fertilizantes es por lo tanto, determinado por el patrón de absorción de nutrientes del cultivo. Para el mismo cultivo, cada nutriente tiene un patrón de consumo individual. Muchos ensayos de campo han demostrado que fraccionar la aplicación de fertilizantes y aplicarlos en el momento adecuado resulta en mejores rendimientos. Los diferentes cultivos tienen diferentes niveles de tolerancia a la salinidad. Cuando el nivel de salinidad es superior a la tolerancia del cultivo, el rendimiento se ve afectado y comienza a disminuir.

Asproagro (2015) señala que los productos a utilizarse en el programa NAR (Nutrición de Alto Rendimiento), son:

- RAIZ FOS PLUS

Bioestimulante diseñado específicamente para la aplicación en el sistema de riego. Contiene extractos de algas marinas, P_2O_5 y K_2O los cuales estimulan enraizamiento, crecimiento vegetativo, floración y calidad de frutos. Recomendado luego del trasplante hasta la formación de flores. En caso de cultivos intensivos se puede realizar aplicaciones semanales. Es fisioactivador de raíces, mejora el desarrollo radicular, está directamente relacionado con la cantidad de macollos por planta y la productibilidad. Se aplica en dosis de 2,0 2,5 L/ha con aplicaciones al suelo en drench 8 días después del trasplante o 21 días después de la siembra en semilla

- HUMITA – 15

Es una enmienda orgánica húmica líquida y natural, muy rica en Ácidos Húmicos y Fúlvicos, obtenida a partir de Leonardita, puede aplicarse en todo tipo de cultivo y en cualquier momento de su ciclo vegetativo, mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Mejora la disponibilidad de los elementos minerales, desde el suelo hacia dentro de la planta, da estructura y coherencia al suelo. La dosis recomendada es de 2,0-2,5 L/ha con aplicaciones al suelo en drench 8 días después del trasplante o 21 días después de la siembra.

- HUMITA-40

Producto completamente natural obtenido de una mezcla de Leonardita de alta calidad con productos de origen vegetal humificados esta mezcla consigue un equilibrio entre la materia orgánica, Ácidos Húmicos y pH que resulta ideal para la corrección del suelo. Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Es rica en hierro (Fe), azufre (S) y cobre (Cu). Da estructura, mejora la capacidad de intercambio catiónica, regula el pH del suelo, aporta 24 % de silicio, elemento ideal para eliminar los efectos tóxicos del aluminio. La dosis es de 35 a 50 kg/ha y se mezcla con el fertilizante de confianza a los 21 o 30 días después de la siembra o trasplante.

- MZ-E

Bioestimulante de aplicación foliar enriquecido con Zinc y Manganeso formulado para contrarrestar deficiencias y estimular procesos fotosintéticos, además de proteger a la planta de ataques fúngicos endureciendo paredes celulares, ideal para hortalizas de hoja, como lechuga, espárrago, alcachofa, cebolla, ajo, apio y brócoli. Es fisioactivador para la etapa de desarrollo del arroz, regula los procesos de crecimiento de la plantas. Interviene en la multiplicación celular, mejora la precocidad del arroz hacia la fase de floración. La dosis es 0,75-1,50 l/ha, con aplicaciones semanales a partir de la tercera o cuarta hoja verdadera.

- BM-86 PLUS

Bioestimulante a base de algas marinas promotor de procesos fotosintéticos que ayudan a la planta en los procesos de nutrición, floración y cuajado, además de promover defensas naturales y minimizar inconvenientes de estrés por heladas, sequía e incluso fototoxicidad. Es fisioactivador de la etapa de floración, activa los procesos hormonales específicos en el momento de floración, induce en el arroz procesos de resistencia contra enfermedades. La dosis es 0,75-1,50 l/ha, en una aplicación pre y otra post floración o en dos aplicaciones consecutivas a partir del 10 % de floración.

- FOLICAL

Interviene en el elongamiento celular de las plantas, coadyuva a la apertura y cierre de estomas, además actúa como un cofactor para ayudar a la síntesis de los microelementos en las plantas. Refuerza la estructura de la pared celular creando rigidez y estabilidad a través de la formación de pectatos – calcicos. Es fisioactivador para la etapa post floración del arroz, mejora la dureza y calidad del grano, adicionalmente, induce resistencia contra enfermedades. La dosis es 0,75-1,50 l/ha en dos aplicaciones antes del estado de lechoso del grano.

- SEPHU-AMIN

Es un bioactivador del crecimiento rico en nitrógeno que proviene de queratina y colágeno perfectamente hidrolizados. Tiene una cantidad importante de aminoácidos libres y está enriquecido con Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Permite a

la planta retomar de inmediato la síntesis de proteínas, que se bloquea como consecuencia de situaciones de stress. (Foto toxicidad, sequías, heladas, salinidad, trasplantes, cambios bruscos de temperatura). Ideal para aplicar en procesos de estrés (enraizamiento, floración y engrose). La dosis es 0,75-1,50 l/ha con aplicaciones en época de estrés o mayor exigencia de la planta.

- K-50

Es un fertilizante rico en Potasio (K) quelatado por EDTA y enriquecido con Nitrógeno Uréico (N) totalmente exento de cloruros. La gran riqueza de Potasio y su fácil asimilación hacen de SEPHU K/50 una fuente de ese nutriente para aplicar en los momentos de máximo consumo y cuando interese mejorar el cambio de color en los frutos o favorecer la síntesis y acumulación de azúcares en aquellos frutos en los que la calidad depende del contenido de azúcar (melón, sandía, etc.). La utilización de SEPHU K/50 incrementa la resistencia a la sequía, y su aplicación después de la recolección de los frutos mejora el agostamiento de los futuros brotes. Promueve el llenado y peso del grano. La dosis es 0,75-1,50 l/ha y se aplica de 60 a 75 días después del trasplante.

Goemar (2015) menciona que Physio Activador Tecnología, como activadores de la fisiología vegetal actúa de la siguiente manera:

- Planta de la nutrición: activadoras, para una mejor eficiencia de los fertilizantes y para desbloquear el potencial de rendimiento.
- Reproducción de plantas: activador, para mejorar la calidad de la cosecha.
- Clima impacto: reductor, para los rendimientos más consistentes.

Las algas filtradas obtenidas por la tecnología Physio Activador promueven:

- Activar enzimas nutrición actividad responsable de la absorción de minerales por la planta.
- Activar la producción de hormonas de floración responsable del proceso de reproducción, desde la iniciación floral al crecimiento fruta joven:

Con Physio Activadores productores aumentar sus actuaciones económicas y ambientales, a través de la mejora de las cosechas y una mejor eficiencia de los fertilizantes.

Beneficios cualitativos y cuantitativos en la cosecha:

- Aumentar la eficiencia de los fertilizantes.
- Desbloquear el potencial de rendimiento.
- Mejorar la calidad de la cosecha.
- Reducir el impacto climático, para los rendimientos más consistentes (Goemar, 2015).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del sitio experimental

La presente investigación se desarrolló en los terrenos de la Granja Experimental “San Pablo” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el km. 7 ½ de la vía Babahoyo-Montalvo, con coordenadas geográficas de 79° 32', de longitud occidental y 1° 49' de latitud sur.

La zona posee un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual de 25,8⁰ C, una precipitación anual de 2203.8 mm, humedad relativa de 79,6 %, evaporación de 1738,7 mm y una altura de 8 m.s.n.m.³

El suelo es de topografía plana, textura franco-arcillosa y drenaje regular.

3.2. Material genético

Se empleó semilla certificada de la variedad de arroz INIAP 14, del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias y cuyas características agronómicas son las siguientes:

Descripción	Característica
Altura de la planta (cm)	: 81 a 100
Panículas por planta	: 14 a 38
Ciclo vegetativo (días)	: 115 a 127
Longitud de grano (mm)	: 7,1
Longitud panículas (cm)	: 23
Ancho del grano (mm)	: 2.19
Rendimiento de granos (sacos de 200 lb)	: 64 a 100
Peso de 1000 gramos (g)	: 26
Grano entero al pilar (%)	: 62
<i>Pyricularia grisea</i>	: Resistente
<i>Togamosodes oryzicolus</i>	: Resistente
Acame de plantas	: Resistente
Latencia en semanas	: 4 a 5

³ Datos tomados de la Estación Experimental Meteorológica UTB-INAHMI. 2016.

3.3. Métodos

En la investigación se utilizaron los métodos: deductivo - inductivo; inductivo – deductivo y experimental.

3.4. Factores estudiados

Variable Independiente: línea de Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementarios a la fertilización química.

Variable Dependiente: comportamiento agronómico del cultivo de arroz.

3.5. Tratamientos

Se evaluaron los tratamientos con la línea de Nutrición de Alto Rendimiento, complementario a la fertilización química, tal como se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Tratamientos estudiados. FACIAG, UTB. 2017.

N°	Programa Nutricional	Macro elementos (kg)			Micro Elementos (kg)							
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
T1	Sin NAR	132	18	156	17	14	6	2	1	2	1	1
T2	Con NAR	132	18	156	17	14	6	2	1	2	1	1
T3	NAR - 10 % de FQ	119	17	140	15	13	5	1,9	0,1	2,0	0,2	0,1
T4	NAR - 15 % de FQ	112	16	133	14	12	4,8	1,8	0,1	1,9	0,2	0,1
T5	NAR - 20 % de FQ	106	15	125	13	11	4,5	1,7	0,1	1,8	0,2	0,1

NAR: Línea nutricional que mejora la producción en kg/ha en el cultivo de arroz, aplicado de forma foliar y edáfica productos franceses y españoles con excelentes resultados.

FQ: fertilización química

3.6. Diseño experimental

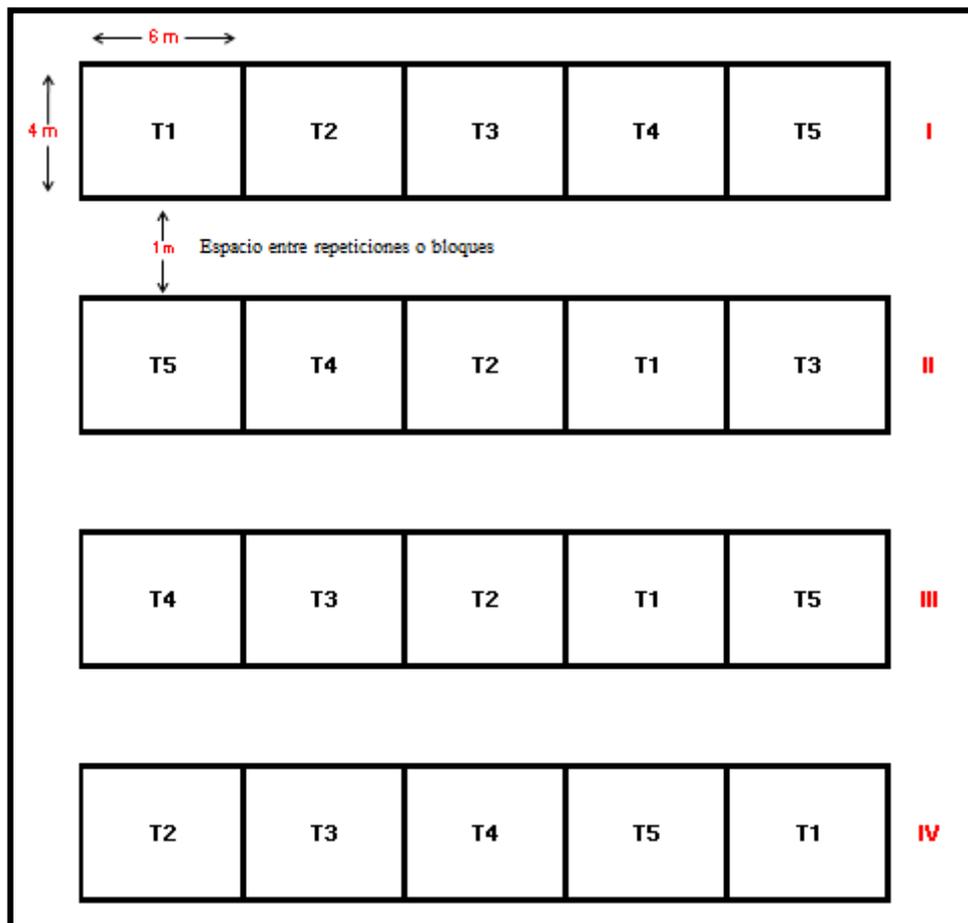
Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Las comparaciones de las medias se efectuaron bajo la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.6.1. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	4
Repeticiones	3
Error experimental	12
Total	19

3.6.2. Diseños de las parcelas experimentales

Las parcelas experimentales tuvieron dimensiones de 4 x 6 m y la separación entre repeticiones fue de 1 m. El área total del ensayo fue de 420 m², tal como se detalla en el siguiente gráfico:



3.7. Manejo del ensayo

Se efectuaron las labores agrícolas que requiere el cultivo de arroz para su normal desarrollo, tales como:

3.7.1. Preparación del terreno

La preparación del suelo se efectuó mediante dos pases de romplow y uno de rastradora liviana, con el propósito de que el suelo quede suelto para el momento del trasplante.

3.7.2. Siembra

La siembra se efectuó en forma manual por trasplante a densidad de 100 kg/ha.

3.7.3. Riego

El cultivo de arroz se manejó bajo el sistema de riego, manteniendo lámina de agua conforme requerimiento hídrico del cultivo.

3.7.4. Fertilización

El programa de fertilización se desarrolló aplicando la línea de Nutrición de Alto rendimiento (NAR) como complemento a las fertilizaciones edáficas estudiadas en el Cuadro 1.

Las aplicaciones se realizaron en las siguientes etapas:

- | | | |
|-------------------------|---|---|
| Humita-40 | : | Al momento de la siembra, con aplicaciones al suelo, en dosis de 40 kg/ha. |
| Mz-E + Sephu-Amin | : | A los 20 dds, en dosis de 1,0 + 1,0 L/ha, vía foliar. |
| Humita-15 | : | A los 32 días después de la siembra, con aplicaciones al suelo, en dosis de 2 L/ha. |
| Bm-86 Plus + Sephu-Amin | : | A los 50 dds, en dosis de 1,0 + 1,0 L/ha, vía foliar. |
| Folical + K-50 | : | A los 65 dds, en dosis de 1,0 + 1,0 L/ha, vía foliar. |

La fertilización química se realizó conforme a la fertilización convencional efectuada por los agricultores a razón de urea 120 kg de N/ha; Superfosfato triple en dosis de 50 kg de P₂O/ha y Muriato de potasio 50 kg de K₂O/ha.

3.7.5. Control de malezas

Se aplicó Gamit (clomazone) en dosis de 0,8 l/ha como preemergente para el control de moco de pavo (*Echinochloa* spp) y Propanil (propanil) en dosis de 4,0 l/ha como postemergente para el control de falsa caminadora (*Ischaemun rugosum*) y paja de burro (*Eleusine indica*) a los 12 días después del trasplante. A los 20 días se aplicó Checker

(pyrasulfuron) en dosis de 300 g/ha para el control de coquito (*Cyperus rotundus*).

3.7.6. Control fitosanitario

Para el control de insectos, como saltador de hoja (*Empoasca* sp), se aplicó Imidacloprid en dosis de 300 cc/ha a los 15 días después del trasplante. A los 35 días se utilizó Lambda cyhalotrina para el control de langosta (*Spodoptera frugiperda*), en dosis de 300 cc/ha.

3.7.7. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, conforme se presentó la madurez fisiológica del cultivo de arroz en los diferentes tratamientos.

3.8. Datos evaluados

Para estimar en forma correcta los efectos de los tratamientos se tomaron los siguientes datos:

3.8.1. Altura de planta a la cosecha

En diez plantas tomadas al azar, que se encuentren dentro de un marco de 1 m², se evaluó la altura de planta al momento de la cosecha, midiéndola desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula más sobresaliente; los resultados se expresaron en centímetros.

3.8.2. Días a floración

Para determinar el periodo de floración, se realizaron inspecciones semanales a partir de los 60 días hasta los 80 días de edad del cultivo.

3.8.3. Días a maduración

El tiempo de maduración se evaluó a partir de los 90 días de edad del cultivo de manera semanal hasta que los granos presentaron la madurez comercial (cosecha).

3.8.4. Número de macollos por metro cuadrado

Dentro del área útil de cada parcela experimental, en el mismo marco de 1 m², se contó a la cosecha el número de macollos.

3.8.5. Número de panículas por metro cuadrado

En el mismo metro cuadrado que se evaluó el número de macollos, se contabilizaron las panículas al momento de la cosecha.

3.8.6. Longitud de panícula

La longitud de panícula es la distancia comprendida entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula más sobresaliente, excluyendo las aristas; se tomaron diez panículas al azar por parcela experimental y su promedio se expresó en centímetros.

3.8.7. Granos por panícula

Al momento de la cosecha se tomaron diez panículas al azar por cada parcela experimental y se contaron los granos para luego poder obtener un promedio.

3.8.8. Relación grano – paja

Estuvo determinada por la relación del peso de los granos y peso de la paja a un mismo porcentaje de humedad. Esto se determinó en el mismo metro cuadrado que se evaluaron las variables anteriores.

3.8.9. Peso de 1000 granos

Se tomaron al azar 1000 granos por tratamiento y se pesó en una balanza de precisión, este valor se expresó en gramos.

3.8.10. Rendimiento del cultivo

Esta variable se evaluó por el peso de los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental, ajustado al 14 % de humedad. Sus resultados se transformaron a kg/ha.

Para ajustar los pesos se utilizó la siguiente fórmula:

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

Donde:

PU= Peso uniformizado.

Pa= Peso actual.

ha= Humedad actual.

hd= Humedad deseada.

3.8.11. Análisis económico

El análisis económico se efectuó en función del rendimiento de grano en kg/ha y al costo de cada uno de los tratamientos.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta

En el Cuadro 2, se registran los valores promedios de altura de planta al momento de la cosecha. El análisis de varianza no reportó diferencias significativas, el promedio general fue 95,6 cm y el coeficiente de variación 20,39 %.

La mayor altura de planta correspondió al tratamiento T2, que se aplicó NAR con 111,1 cm y el menor promedio para el uso de NAR - 20 % de fertilización química con 74,9 cm.

Cuadro 2. Altura de planta con la aplicación de la línea de Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química. Babahoyo, 2017.

N°	Tratamientos	Altura de planta (cm)
	Programa nutricional	
T1	Sin programa NAR	91,6
T2	Con programa NAR	111,1
T3	NAR - 10 % de fertilización química	100,6
T4	NAR - 15 % de fertilización química	99,7
T5	NAR - 20 % de fertilización química	74,9
Promedio general		95,6
Significancia estadística		ns
Coeficiente de variación (%)		20,39

Ns: no significativo

4.2. Días a floración

Los promedios de días a floración, según el análisis de varianza presentan diferencias altamente significativas, el promedio general fue de 65 días y el coeficiente de variación 2,07 % (Cuadro 3).

Los tratamientos que no se utilizó NAR y NAR - 20 % de fertilización química florecieron en mayor tiempo con 67 días, estadísticamente igual al tratamiento que se

empleó NAR - 15 % de fertilización química y superiores estadísticamente al resto de tratamientos, siendo el tratamiento NAR solo que floreció en menor tiempo con 61 días.

4.3. Días a maduración

La variable días a maduración registró diferencias altamente significativas efectuado el análisis de varianza, el promedio general fue 104 días y el coeficiente de variación 1,29 %, según se observa en el mismo Cuadro 3.

Los tratamientos que no se utilizó NAR y NAR - 15 % de fertilización química maduraron a los 106 días, estadísticamente igual al tratamiento que se empleó NAR - 10 % de fertilización química y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el tratamiento NAR solo que maduró en menor tiempo con 100 días.

Cuadro 3. Días a floración y maduración con la aplicación de la línea de Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química. Babahoyo, 2017.

N°	Tratamientos	Días a floración	Días a maduración
	Programa nutricional		
T1	Sin programa NAR	67 a	106 a
T2	Con programa NAR	61 c	100 c
T3	NAR - 10 % de fertilización química	64 bc	104 ab
T4	NAR - 15 % de fertilización química	65 ab	106 a
T5	NAR - 20 % de fertilización química	67 a	103 bc
Promedio general		65	104
Significancia estadística		**	**
Coeficiente de variación (%)		2,07	1,29

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

** : altamente significativo

4.4. Número de macollos/m²

En número de macollos/m², la aplicación de NAR - 10 % de superó los promedios con 464 macollos/m², estadísticamente igual a los tratamientos que se empleó NAR - 10 % de fertilización química; NAR - 15 % de fertilización química; NAR - 20 % de fertilización química; y superiores estadísticamente al tratamiento que no se utilizó

NAR con 411 macollos/m².

El análisis de varianza detectó diferencias significativas, el promedio general fue 432 macollos/m² y el coeficiente de variación 4,89 % (Cuadro 4).

4.5. Número de panículas/m²

En el mismo Cuadro 4, se observan los promedios de panículas/m². El análisis de varianza detectó diferencias significativas, el promedio general fue 411 panículas/m² y el coeficiente de variación 7,71 %.

El uso de NAR obtuvo 441 panículas/m², estadísticamente igual a los tratamientos que se aplicó NAR - 10 % de fertilización química; NAR - 15 % de fertilización química; NAR - 20 % de fertilización química y superiores estadísticamente al tratamiento que no se utilizó NAR con 368 panículas/m².

Cuadro 4. Número de macollos y panículas por m² con la aplicación de la línea de Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química. Babahoyo, 2017.

N°	Tratamientos	Número de macollos/m ²	Número de panículas/m ²
	Programa nutricional		
T1	Sin programa NAR	411 b	368 b
T2	Con programa NAR	464 a	441 a
T3	NAR - 10 % de fertilización química	433 ab	425 ab
T4	NAR - 15 % de fertilización química	420 ab	403 ab
T5	NAR - 20 % de fertilización química	432 ab	416 ab
Promedio general		432	411
Significancia estadística		*	*
Coeficiente de variación (%)		4,89	7,71

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

*: significativo

**: altamente significativo

4.6. Longitud de panícula

En lo referente a longitud de panícula, según el análisis de varianza no se observaron

diferencias significativas, el promedio general fue 19,9 cm y el coeficiente de variación 7,40 % (Cuadro 5).

La mayor longitud de panícula correspondió al uso de NAR solo (21,5 cm) y el menor valor para el tratamiento que no se utilizó NAR (18,9 cm).

4.7. Granos/panícula

El mayor promedio de granos por panícula se observa en el tratamiento que se aplicó NAR solo con 79 granos/panícula y el menor valor en el tratamiento que no se empleó NAR con 68 granos/panícula (Cuadro 5).

El análisis de varianza no alcanzó diferencias significativas, el promedio general fue 72 granos/panícula y el coeficiente de variación 7,26 %.

Cuadro 5. Longitud de panícula y granos por panícula con la aplicación de la línea de Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química. Babahoyo, 2017.

N°	Tratamientos	Longitud de panícula (cm)	Granos/panícula
	Programa nutricional		
T1	Sin programa NAR	18,9	68
T2	Con programa NAR	21,5	79
T3	NAR - 10 % de fertilización química	20,4	72
T4	NAR - 15 % de fertilización química	19,5	73
T5	NAR - 20 % de fertilización química	19,0	70
Promedio general		19,9	72
Significancia estadística		ns	ns
Coeficiente de variación (%)		7,40	7,26

Ns: no significativo

4.8. Relación grano – paja

La mayor relación grano-paja se presentó en el tratamiento que se aplicó NAR - 15 % de fertilización química (0,20) y el menor valor en los tratamientos que no se aplicó NAR y NAR - 10 % de fertilización química (0,17). El análisis de varianza no mostró

diferencias significativas, el promedio general fue 0,18 y el coeficiente de variación 20,0 %.

4.9. Peso de 1000 granos

Los valores promedios del peso de 1000 granos se observan en el Cuadro 6. El análisis de varianza obtuvo diferencias altamente significativas, el promedio general fue 25,1 g y el coeficiente de variación 3,87 %.

El uso de NAR solo registró el mayor peso con 27,1 g, estadísticamente igual al tratamiento que se aplicó NAR - 10 % de fertilización química y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, cuyo menor promedio correspondió al tratamiento que no se aplicó NAR con 23,8 g.

Cuadro 6. Relación grano – paja y peso de 1000 granos con la aplicación de la línea de Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química. Babahoyo, 2017.

N°	Tratamientos	Relación grano - paja	Peso de 1000 granos (g)
	Programa nutricional		
T1	Sin programa NAR	0,17	23,8 b
T2	Con programa NAR	0,18	27,1 a
T3	NAR - 10 % de fertilización química	0,17	25,7 ab
T4	NAR - 15 % de fertilización química	0,20	24,5 b
T5	NAR - 20 % de fertilización química	0,18	24,6 b
Promedio general		0,18	25,1
Significancia estadística		ns	**
Coeficiente de variación (%)		20,0	3,87

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

Ns: no significativo

** : altamente significativo

4.10. Rendimiento

En el Cuadro 7, se presentan los valores de rendimiento. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas, el promedio general fue 5035,0 kg/ha y el

coeficiente de variación 2,84 %.

El mayor rendimiento lo obtuvo el tratamiento que se aplicó NAR solo con 5329,0 kg/ha, estadísticamente igual al tratamiento que se utilizó NAR - 10 % de fertilización química; NAR - 15 % de fertilización química y superiores estadísticamente al resto de tratamientos, siendo el menor valor para el tratamiento que no se empleó NAR con 4467,7 kg/ha.

4.11. Análisis económico

En el Cuadro 8, se observó que la producción del cultivo obtuvo los costos fijos de \$ 977,76. En el análisis económico todos los tratamientos registraron beneficio neto, sobresaliendo la aplicación de NAR solo con una ganancia de \$ 763,94 (Cuadro 9).

Cuadro 7. Rendimiento por hectárea con la aplicación de la línea de Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química. Babahoyo, 2017.

N°	Tratamientos	Rendimiento
	Programa nutricional	(kg/ha)
T1	Sin programa NAR	4467,7 c
T2	Con programa NAR	5329,0 a
T3	NAR - 10 % de fertilización química	5261,3 a
T4	NAR - 15 % de fertilización química	5253,3 a
T5	NAR - 20 % de fertilización química	4863,8 b
Promedio general		5035,0
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		2,84

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

** : altamente significativo

Cuadro 8. Costos fijos/ha con la aplicación de la línea de Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química. Babahoyo, 2017.

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Alquiler de terreno	ha	1	250,00	250,00
Análisis de suelo	ha	1	25,00	25,00
Siembra				
Semilla (100 kg)	sacos	2	90,00	180,00
Jornales	ha	3	12,00	36,00
Preparación de suelo				
Rastra y Romplow	u	3	25,00	75,00
Riego	u	7	8,00	56,00
Control de malezas				
Gamit (800 cc)	L	1	27,00	27,00
Propanil (4 L)	L	4	11,00	44,00
Checker (300 g)	u	1	22,00	22,00
Aplicación	jornales	9	12,00	108,00
Control fitosanitario				
Imidacloprid (300 cc)	frasco	1	34,20	34,20
Lambda cyhalotrina (300 cc)	frasco	1	26,00	26,00
Aplicación	jornales	4	12,00	48,00
Sub Total				931,20
Administración (5%)				46,56
Total Costo Fijo				977,76

Cuadro 9. Análisis económico/ha con la aplicación de la línea de Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química. Babahoyo, 2017.

N°	Tratamientos Programa nutricional	Rend. kg/ha	sacas/ha	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)					Beneficio neto (USD)
					Fijos	Variables			Total	
						Costo de tratamientos	Jornales para tratamientos	Cosecha + Transporte		
T1	Sin programa NAR	4467,7	49,1	1867,5	977,76	71,50	120,00	172,01	1341,27	526,22
T2	Con programa NAR	5329,0	58,6	2227,5	977,76	160,66	120,00	205,17	1463,59	763,94
T3	NAR - 10 % de FQ	5261,3	57,9	2199,2	977,76	351,82	120,00	202,56	1652,14	547,10
T4	NAR - 15 % de FQ	5253,3	57,8	2195,9	977,76	341,20	120,00	202,25	1641,21	554,68
T5	NAR - 20 % de FQ	4863,8	53,5	2033,1	977,76	330,58	120,00	187,26	1615,60	417,47

Jornal = \$ 12,00

Costo Saca de 200 lb= \$ 38

Cosecha + transporte = \$ 3,50

Programa de fertilización NAR = \$ 160,66

Raiz Fos Plus = \$ 18,70 8L)

Humita – 15 = \$ 8,06 (L)

Humita-40 = \$ 62,00 (40 kg)

Mz-E = \$ 18,49 (L)

Bm-86 Plus = \$ 17,33

Folical = \$ 13,09

Sephu-Amin = \$ 10,63

K-50 = \$ 12,37

Programa de fertilización química = \$ 212,4

Nitrógeno = \$ 23,0 (50 kg)

Fósforo = \$ 24,0 (50 kg)

Potasio = 24,50 (50 kg)

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, determinó que la aplicación de la línea NAR en combinación con programas de fertilización química edáfico en diferentes dosis, presentaron una incidencia parcial sobre el rendimiento y comportamiento agronómico del cultivo de arroz bajo riego en la zona estudiada.

Con las aplicaciones de los fertilizantes sobre la variedad de arroz, se determinó que estas no influyeron significativamente en los factores agronómicos estudiados, sin embargo tuvieron manifestación en la producción del cultivo. Esto concuerda con SMART (2015) quienes sostienen que el momento de aplicación de fertilizantes tiene un efecto significativo en los rendimientos de los cultivos. Aplicando los fertilizantes en el momento adecuado aumenta los rendimientos, reduce las pérdidas de nutrientes, aumenta la eficiencia del uso de nutrientes y previene daños al medio ambiente. La aplicación de fertilizantes en el momento equivocado puede resultar en pérdida de nutrientes, desperdicio de fertilizantes e incluso daño al cultivo. Los mecanismos por los cuales ocurren pérdidas de nutrientes dependen en las propiedades de los nutrientes y sus reacciones con el entorno.

La variedad de arroz INIAP 14 obtuvo buenos resultados durante el desarrollo de la investigación, ya que Fertiandino (s.f.), publica que la siembra de variedades de arroz de alto rendimiento en ciclo corto, permite obtener mayor cantidad de granos por cada kilogramo de fertilizante aplicado hasta obtener un nivel óptimo de producción. El conocimiento de los nutrientes nos permite el uso eficiente de los fertilizantes requeridos en cada una de las etapas del cultivo, siendo necesaria la aplicación de programas de nutrición en diferentes etapas de desarrollo.

La aplicación de los tratamientos fertilizantes generó buenos resultados en cuanto a las características agronómicas de altura de planta, longitud de panícula, número de macollos y panículas/m², peso de 1000 granos, por lo que IFA (2002), menciona que los nutrientes que necesitan las plantas se toman del aire y del suelo. Si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Sin embargo, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es

escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando. Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse

La utilización de la línea de Nutrición de Alto Rendimiento alcanzó mayor producción y beneficio neto, lo que coincide con el Productor (2015), que menciona que el plan de manejo NAR en arroz, ofrece una solución eficiente ante los problemas de baja producción. Los efectos de las aplicaciones que están dentro del programa NAR en arroz desde la siembra a la cosecha obtienen rendimientos sobre los 5329,0 kg/ha con la variedad INIAP 14, indicando además que la línea NAR se repetirá en diferentes zonas para mostrar los beneficios de este novedoso plan de manejo que ha causado gran interés.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por los resultados obtenidos se concluye:

- La línea de Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química, tiene efectos sobre la producción del cultivo de arroz en la zona de Babahoyo.
- El tratamiento aplicado con NAR solo alcanzó mayores promedios en las variables altura de planta, número de macollos y panículas/m², longitud de panícula y fue el tratamiento que floreció y maduró en menor tiempo.
- El tratamiento no tratado con el NAR registró menor número de granos/panícula y relación grano-paja.
- El mayor peso de 1000 granos y rendimiento lo presentó el uso de NAR solo.
- En el análisis económico sobresalió la aplicación de NAR solo con una ganancia de \$ 763,94

Por lo expuesto se recomienda:

- Efectuar las aplicaciones de la línea de Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementaria a la fertilización química en el cultivo de arroz en la zona de Babahoyo.
- Generar alternativas con otros programas de nutrición edáfica para incrementar la producción en los cultivos de ciclo corto.
- Realizar el mismo ensayo bajo condiciones de arroz de secano y comparar los resultados.

VII. RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en los terrenos de la Granja Experimental “San Pablo” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo. El suelo es de topografía plana, textura franco-arcillosa y drenaje regular.

Los objetivos planteados fueron: evaluar el programa Nutricional de Alto Rendimiento (NAR) complementario a un programa de fertilización, determinar el efecto del NAR en la producción de sacas/ha de arroz y analizar económicamente el rendimiento de grano por efecto del NAR.

En la investigación se empleó semilla certificada de la variedad de arroz INIAP 14, se evaluaron los tratamientos con un programa de Nutrición de Alto Rendimiento, complementario a la fertilización química, tales como Sin NAR; Con NAR; NAR - 10 % de fertilización química; NAR - 15 % de fertilización química y NAR - 20 % de fertilización química. Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Las comparaciones de las medias se efectuaron bajo la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

Para estimar en forma correcta los efectos de los tratamientos se tomaron los datos de altura de planta a la cosecha, días a floración, días a maduración, número de macollos por metro cuadrado, número de panículas por metro cuadrado, longitud de panícula, granos por panícula, relación grano/paja, peso de 1000 granos, rendimiento del cultivo y análisis económico.

Por los resultados obtenidos se determinó que el Programa Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), obtuvo efectos sobre la producción del cultivo de arroz. El tratamiento donde se aplicó NAR solo alcanzó mayores promedios en las variables altura de planta, número de macollos y panículas/m², longitud de panícula y fue el tratamiento que floreció y maduró en menor tiempo; el tratamiento que no se aplicó NAR registró menor número de granos/panícula y relación grano-paja; el mayor peso de 1000 granos y rendimiento lo presentó el uso de NAR solo y en el análisis económico sobresalió la aplicación de NAR solo con una ganancia de \$ 763,94.

VIII. SUMMARY

The present investigation was developed in the lands of the Experimental Farm "San Pablo" of the College of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo. The floor is of plane topography, franc-loamy texture and regular drainage.

The outlined objectives were: to evaluate the Nutritional program of High Yield (NAR) complementary to a fertilization program, to determine the effect of the NAR in the production of qq/ha of rice and to analyze the grain yield economically for effect of the NAR.

In the investigation certified seed of the variety of rice INIAP was used 14, the treatments were evaluated with a program of Nutrition of High Yield, complementary to the chemical fertilization, such as Without NAR; With NAR; NAR-10% of chemical fertilization; NAR-15% of chemical fertilization and NAR-20% of chemical fertilization. The experimental design of Complete Blocks was used at random with five treatments and four repetitions. The comparisons of the stockings were made under the test from Tukey to 95% of probability.

To estimate in correct form the effects of the treatments they took the data of plant height to the crop, days to flowering, days to maturation, sprout number for square meter, panicles number for square meter, panicles longitude, grains for panicle, relationship grain/ straw, weight of 1000 grains, yield of the cultivation and economic analysis.

For the obtained results it was determined that the Program Nutrition of High Yield (NAR), he/she obtained effects on the production of the cultivation of rice. The treatment where alone NAR was applied it reached bigger averages in the variable plant height, I number of sprout and panicles/m², panicle longitude and the treatment that flourished was and it matured in smaller time; the treatment that NAR was not applied registered smaller grains/panicle number and relationship grain-straw; the biggest weight of 1000 grains and yield presented it the use of alone NAR and in the economic analysis the application of alone NAR stood out with a gain of \$ 763,94.

IX. LITERATURA CITADA

- Asproagro. 2015. Categoría de Productos de Nutrición. Disponible en <http://www.asproagro.com/portfolio-types/nutricion/>
- El Productor. 2015. Asproagro realizó lanzamiento del programa de nutrición NAR. Disponible en <http://elproductor.com/2014/12/22/asproagro-realiza-lanzamiento-de-su-programa-de-nutricion-nar/>
- FAO. 1999. Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas. p. 2, 3
- Fertiandino. s.f. El cultivo de arroz. Disponible en <http://www.fertiandino.com/arroz1.html>
- GOEMAR. 2015. Physio Activador Tecnología. Disponible en <http://www.goemar.com/en/technologies/physio-activator-technology/positioning>
- IFA (Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes). 2002. Los fertilizantes y su uso. Efecto de la fertilización equilibrada en los rendimientos de cultivos. 4° Ed. p. 3
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2007. Manual del cultivo de arroz. Importancia económica del cultivo de arroz. 2° Ed. Guayas, Ecu. p. 40- 42, 145
- Orellana, P. s.f. Una nutrición apropiada del cultivo de arroz mejora resultados. Disponible en http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=907:una-nutricion-apropiada-del-cultivo-de-arroz-mejora-resultados&catid=97&Itemid=208
- Quintero, C., Zamero, M., Boschetti, G., Befani, M., Arévalo, E. y Spinelli, N. 2009. Momento de aplicación de N y fertilización balanceada de arroz. Número 13. p. 4

- Rodríguez, H. 1999. Fertilización del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Disponible en http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_123.pdf
- Roveda, G., Cabra, L. y Ramírez, M. 2008. Uso de los microorganismos con potencial como biofertilizantes en el cultivo de mora. Importancia de los nutrientes en el crecimiento y desarrollo de los vegetales. Bogotá, Co. p. 18
- SMART. 2015. Momento y Frecuencia de la aplicación de los fertilizantes. Disponible en <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/timing-fertilizer-application>
- Suárez, M. 2015. Requerimientos nutricionales de los cultivos. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos94/requerimientos-nutricionales-y-fertilizacion-del-cultivo-del-cafe/requerimientos-nutricionales-y-fertilizacion-del-cultivo-del-cafe.shtml>

APÉNDICE

Cuadros de resultados y análisis de varianza

Cuadro 10. Altura de planta a la cosecha, sobre: Efecto del Programa Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química en el cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017.

N°	Tratamientos	Repeticiones				Prom.
	Programa nutricional	I	II	III	IV	
T1	Sin NAR	92,5	98,5	88,0	87,4	91,6
T2	Con NAR	111,2	113,1	107,5	112,4	111,1
T3	NAR - 10 % de FQ	103,5	101,2	98,0	99,8	100,6
T4	NAR - 15 % de FQ	99,1	98,4	99,7	101,6	99,7
T5	NAR - 20 % de FQ	11,4	91,2	99,1	97,9	74,9

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Al pl	20	0,46	0,14	20,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	3877,22	7	553,89	1,46	0,2696
Rep	976,22	3	325,41	0,86	0,4895
Trat	2901,00	4	725,25	1,91	0,1734
Error	4555,86	12	379,66		
Total	8433,08	19			

Cuadro 11. Días a floración, sobre: Efecto del Programa Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química en el cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017.

N°	Tratamientos	Repeticiones				Prom.
	Programa nutricional	I	II	III	IV	
T1	Sin NAR	68	67	67	67	67
T2	Con NAR	61	61	63	60	61
T3	NAR - 10 % de FQ	64	63	65	64	64
T4	NAR - 15 % de FQ	64	67	64	66	65
T5	NAR - 20 % de FQ	68	68	67	64	67

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Flor	20	0,82	0,71	2,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo		96,20	7	13,74	7,63 0,0012
Rep	3,40	3	1,13	0,63	0,6097
Trat	92,80	4	23,20	12,89	0,0003
Error	21,60	12	1,80		
Total	117,80	19			

Cuadro 12. Días a maduración, sobre: Efecto del Programa Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química en el cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017.

N°	Tratamientos	Repeticiones				Prom.
	Programa nutricional	I	II	III	IV	
T1	Sin NAR	107	106	106	106	106
T2	Con NAR	100	100	102	99	100
T3	NAR - 10 % de FQ	103	106	103	105	104
T4	NAR - 15 % de FQ	107	107	106	103	106
T5	NAR - 20 % de FQ	103	102	104	103	103

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mad	20	0,82	0,71	1,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo		96,20	7	13,74	7,63 0,0012
Rep	3,40	3	1,13	0,63	0,6097
Trat	92,80	4	23,20	12,89	0,0003
Error	21,60	12	1,80		
Total	117,80	19			

Cuadro 13. Macollos/m², sobre: Efecto del Programa Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química en el cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017.

N°	Tratamientos	Repeticiones				Prom.
	Programa nutricional	I	II	III	IV	
T1	Sin NAR	441	450	378	376	411
T2	Con NAR	478	466	442	471	464
T3	NAR - 10 % de FQ	437	448	417	428	433
T4	NAR - 15 % de FQ	410	444	394	432	420
T5	NAR - 20 % de FQ	485	427	409	408	432

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Macollos/m ²	20	0,70	0,53	4,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	12525,85	7	1789,41	4,01	0,0172
Rep	6066,15	3	2022,05	4,53	0,0241
Trat	6459,70	4	1614,93	3,62	0,0372
Error	5357,10	12	446,43		
Total	17882,95	19			

Cuadro 14. Panículas/m², sobre: Efecto del Programa Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química en el cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017.

N°	Tratamientos	Repeticiones				Prom.
	Programa nutricional	I	II	III	IV	
T1	Sin NAR	361	381	368	361	368
T2	Con NAR	433	421	445	465	441
T3	NAR - 10 % de FQ	453	376	385	484	425
T4	NAR - 15 % de FQ	434	389	352	438	403
T5	NAR - 20 % de FQ	376	429	378	481	416

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Paniculas/m2	20	0,65	0,44	7,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	22119,50	7	3159,93	3,15	0,0391
Rep	9973,00	3	3324,33	3,31	0,0571
Trat	12146,50	4	3036,63	3,03	0,0610
Error	12035,50	12	1002,96		
Total	34155,00	19			

Cuadro 15. Longitud de panículas, sobre: Efecto del Programa Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química en el cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017.

N°	Tratamientos	Repeticiones				Prom.
	Programa nutricional	I	II	III	IV	
T1	Sin NAR	18,5	17,8	20,8	18,4	18,9
T2	Con NAR	22,6	19,3	21,6	22,5	21,5
T3	NAR - 10 % de FQ	20,9	20,6	19,3	20,9	20,4
T4	NAR - 15 % de FQ	19,1	19,3	19,9	19,8	19,5
T5	NAR - 20 % de FQ	22,2	19,2	17,9	16,7	19,0

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Long panicula	20	0,49	0,19	7,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	24,65	7	3,52	1,63	0,2182
Rep	5,33	3	1,78	0,82	0,5065
Trat	19,32	4	4,83	2,24	0,1261
Error	25,93	12	2,16		
Total	50,59	19			

Cuadro 16. Granos/panículas, sobre: Efecto del Programa Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química en el cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017.

N°	Tratamientos	Repeticiones				Prom.
	Programa nutricional	I	II	III	IV	
T1	Sin NAR	68	68	65	69	68
T2	Con NAR	81	81	73	81	79
T3	NAR - 10 % de FQ	74	83	58	74	72
T4	NAR - 15 % de FQ	75	72	68	75	73
T5	NAR - 20 % de FQ	69	64	74	71	70

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Granos/panícula	20	0,57	0,32	7,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	441,75	7	63,11	2,30	0,0977
Rep	138,95	3	46,32	1,69	0,2218
Trat	302,80	4	75,70	2,76	0,0772
Error	328,80	12	27,40		
Total	770,55	19			

Cuadro 17. Relación grano-paja, sobre: Efecto del Programa Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química en el cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017.

N°	Tratamientos	Repeticiones				Prom.
	Programa nutricional	I	II	III	IV	
T1	Sin NAR	0,20	0,16	0,14	0,17	0,17
T2	Con NAR	0,23	0,16	0,15	0,18	0,18
T3	NAR - 10 % de FQ	0,16	0,18	0,18	0,17	0,17
T4	NAR - 15 % de FQ	0,19	0,21	0,2	0,20	0,20
T5	NAR - 20 % de FQ	0,18	0,19	0,17	0,18	0,18

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Relacion grano-paja	20	0,99	0,99	20,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	7437029,90	7	1062432,84	214,55	<0,0001
Rep	7417212,96	3	2472404,32	499,28	<0,0001
Trat	19816,93	4	4954,23	1,00	0,4447
Error	59422,98	12	4951,92		
Total	7496452,88	19			

Cuadro 18. Peso de 1000 granos, sobre: Efecto del Programa Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química en el cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017.

N°	Tratamientos	Repeticiones				Prom.
	Programa nutricional	I	II	III	IV	
T1	Sin NAR	23,4	24,0	23,9	23,8	23,8
T2	Con NAR	29,2	26,0	26,2	27,1	27,1
T3	NAR - 10 % de FQ	24,2	25,8	27,0	25,7	25,7
T4	NAR - 15 % de FQ	23,8	24,1	25,6	24,5	24,5
T5	NAR - 20 % de FQ	24,5	24,3	25,1	24,6	24,6

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 1000 granos	20	0,71	0,55	3,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	28,46	7	4,07	4,29	0,0135
Rep	1,40	3	0,47	0,49	0,6936
Trat	27,06	4	6,76	7,13	0,0035
Error	11,39	12	0,95		
Total	39,85	19			

Cuadro 19. Rendimiento, sobre: Efecto del Programa Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química en el cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017.

N°	Tratamientos	Repeticiones				Prom.
	Programa nutricional	I	II	III	IV	
T1	Sin NAR	4779,0	4249,0	4375,0	4467,7	4467,7
T2	Con NAR	5632,0	5253,0	5102,0	5329,0	5329,0
T3	NAR - 10 % de FQ	5531,0	5177,0	5076,0	5261,3	5261,3
T4	NAR - 15 % de FQ	5304,0	5228,0	5228,0	5253,3	5253,3
T5	NAR - 20 % de FQ	4726,4	4874,0	4928,5	4926,3	4863,8

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	20	0,91	0,85	2,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2348305,96	7	335472,28	16,42	<0,0001
Rep	202338,34	3	67446,11	3,30	0,0577
Trat	2145967,62	4	536491,90	26,25	<0,0001
Error	245212,80	12	20434,40		
Total	2593518,76	19			

Fotografías



Fig 1. Preparacion del terreno.



Figura 1. Aplicacion de insecticidas y programas.



Figura 2. Diferenciación de tratamientos y programas.



Figura 3. Control de malezas.



Figura 4. Revisión de trabajo en campo.