



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), en la zona de Babahoyo”

AUTOR:

Jefferson Ricardo Polanco Mosquera

TUTOR:

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

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2019

DEDICATORIA

Este logro va dedicado principalmente a Dios por ser una fuente de inspiración, por haberme brindado la dicha de vivir y ayudarme con el proceso de obtención de este logro.

A mi madre Marina Mosquera Moreta por ser un ejemplo de perseverancia, fortaleza y trabajo que la caracteriza, por su apoyo incondicional mostrado cada día de mi vida.

A mis hermanos Ángel, Lourdes, Wilfrido, Maryuri, Katty, Mauricio y Grace, por su apoyo, motivación y confianza brindada en los momentos más necesarios.

A mis sobrinos por ser una gran fuerza de motivación para salir adelante en mi formación académica.

A mi abuela Reynelda Heredia y a Alci Guerrero por mostrarme su fortaleza y carácter en los momentos más difíciles.

AGRADECIMIENTO

Agradecerle a Dios por brindarme salud, sabiduría, fortaleza y bendiciones diarias a lo largo de mi formación académica.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo en la cual he logrado instruirme y alcanzar un peldaño más de mi vida.

A mi madre Marina Mosquera Moreta por su amor y apoyo incondicional brindado en mi vida y por siempre inculcarme los mejores valores humanos.

A mis hermanos Ángel, Lourdes, Wilfrido, Maryuri, Katty, Mauricio, Grace y sobrinos que de una u otra manera me han apoyado y ser una fuente de motivación para que concluya con mi formación académica.

A mi abuela Reynelda Heredia y a Alci Guerrero que por su amor, apoyo y consejos brindados durante mi vida diaria y académica.

Agradecimiento especial a mi Director de tesis el Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, Mg.Sc., quien ha sido parte fundamental en esta investigación y su acertada ejecución de este proyecto.

Agradezco al Ing. Agr. Marlon Pazos por su apoyo ofrecido en todo momento e impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.

A mi amigo Arturo Vera Litardo y su señora madre Maribel Litardo por brindarme su apoyo a lo largo de mi formación académica.

A mi grupo de las exposiciones durante la formación académica mis amigos Eduardo Paredes, Deivis García, Byron Recalde y Arturo Vera y demás compañeros y amigos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	3
1.1.1. General	3
1.1.2. Específicos	3
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Origen del cultivo de arroz	4
2.2. Cultivo de arroz en el Ecuador	4
2.3. Taxonomía	5
2.4. Morfología	6
2.4.1. Fase vegetativa	6
2.4.2. Fase reproductiva	7
2.4.3. Fase de madurez	8
2.5. Nutrición en arroz	8
2.6. Producto	11
2.6.1. Composición	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.2. Material genético	12
3.3. Factores a estudiar	12
3.4. Métodos	13
3.5. Tratamientos	13
3.6. Diseño experimental	14
3.7. Análisis de varianza	14
3.7.1. Características del área experimental	14
3.8. Manejo del ensayo	15
3.8.1. Análisis del suelo	15
3.8.2. Preparación del suelo	15
3.8.3. Siembra	15
3.8.4. Control de malezas	15
3.8.5. Control fitosanitario	15
3.8.6. Riego	16
3.8.7. Fertilización	16
3.8.8. Cosecha	16
3.9. Variables a evaluarse y forma de evaluación	17
3.9.1. Altura de planta a cosecha	17
3.9.2. Número de macollos por metro cuadrado	17
3.9.3. Número de panículas por metro cuadrado	17

3.9.4. Longitud de panícula	17
3.9.5. Número de granos por panícula.....	17
3.9.6. Peso de mil granos.....	17
3.9.7. Días a la floración	18
3.9.8. Días a la cosecha	18
3.9.9. Rendimiento por hectárea	18
3.9.10. Eficiencia agronómica por nutriente	18
3.9.11. Relación grano-paja.....	19
3.9.12. Análisis económico.....	19
IV. RESULTADOS	20
4.1. Altura de planta a cosecha	20
4.2. Número de macollos por metro cuadrado	21
4.3. Número de panículas por metro cuadrado	22
4.4. Longitud de panícula.....	23
4.5. Número de granos por panícula	24
4.6. Peso de mil granos	25
4.7. Días a la floración	26
4.8. Días a la cosecha.....	27
4.9. Rendimiento por hectárea	28
4.10. Eficiencia agronómica	29
4.11. Relación grano – paja	30
4.12. Análisis económico	31
V. CONCLUSIONES	33
VI. RECOMENDACIONES.....	34
VII. RESUMEN.....	35
VIII. SUMMARY	36
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	37
ANEXOS	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos a estudiarse. Babahoyo, 2019	13
Cuadro 2. Altura de planta a cosecha, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo 2019.	20
Cuadro 3. Número de macollos/m ² , en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo 2019.	21
Cuadro 4. Número de panículas/m ² , en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo 2019.	22
Cuadro 5. Longitud de panícula, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo 2019.	23
Cuadro 6. Número de granos por panícula, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo 2019.	24
Cuadro 7. Peso de 1000 granos, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo 2019.	25
Cuadro 8. Días a la floración, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo 2019.	26
Cuadro 9. Días a la cosecha, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo 2019.	27
Cuadro 10. Rendimiento por hectárea, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo 2019.	28
Cuadro 11. Eficiencia agronómica, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz. Babahoyo, 2019.	29
Cuadro 12. Relación grano-paja, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz. Babahoyo, 2019.	30
Cuadro 13. Costos fijos/ha, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz. Babahoyo, 2019.	31
Cuadro 14. Análisis económico/ha, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo, 2019.	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Trasplante.....	41
Figura 2. Primera aplicación fitosanitaria del cultivo.....	41
Figura 3. Seguimiento del cultivo después del control fitosanitario.....	41
Figura 4. Aplicación de tratamientos.	41
Figura 5. Control fitosanitario.	41
Figura 6. Visita del tutor del trabajo experimental.	41
Figura 7. Evaluación de altura de planta.	41
Figura 8. Cosecha del trabajo experimental.	41
Figura 9. Evaluación de longitud de panícula.....	41
Figura 10. Evaluación de granos por panícula.....	41
Figura 11. Conteo de 1000 granos.	41
Figura 12. Peso de 1000 granos.....	41

I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.), es uno de los cereales de mayor importancia en la alimentación humana, por lo que es consumido por más de la mitad de la población del mundo y reconocido como el cultivo de mayor antigüedad en la historia. En el 2016 la producción de arroz en el mundo alcanzó 488,2 millones de toneladas de arroz procesado con un promedio de 4,44 toneladas por hectárea¹.

La importancia del arroz en nuestro país ha determinado que se lo identifique como un rubro prioritario en la generación de tecnología, responsabilidad del INIAP. Actualmente se disponen de recomendaciones técnicas para todas las labores que se desarrollan en este cultivo, y la ejecución en su conjunto está ligada al manejo integrado del cultivo. En general, se ha hecho grandes esfuerzos en investigación, especialmente búsqueda de nuevas variedades de alto potencial de rendimiento.

En el Ecuador se siembran aproximadamente 414 146 ha, los productores de esta gramínea se encuentran concentrados en las provincias de Guayas con 237 316 ha y Los Ríos con 114 545 ha de superficie cosechada. Dichas provincias concentran el 61 % y 34 % respectivamente del total de la producción anual en el Ecuador, el 5 % restante corresponde al resto de provincias costeñas y a los valles cálidos de las provincias de la Sierra y la Amazonía. La mayor parte del área cultivada se lo siembra bajo condiciones de secano, es decir, a expensas de las precipitaciones de la etapa invernal.²

El concepto de la nutrición del cultivo de arroz en función de los requerimientos según el estado de desarrollo fenológico, es uno de los factores que contribuye al aumento de la producción, pero está ligado al uso de semilla certificada y al manejo fitosanitario del cultivo. En nuestro país, la fertilización es prácticamente empírica o inapropiada ya que, por lo común, el agricultor lo hace por tradición; sin el soporte de los resultados del correspondiente análisis químico del suelo y las necesidades del cultivo.

¹ Fuente: FAO. (2013). «Estudio FAO.» *Investigación y Tecnología. 14, 2012: 1 - 13.* «FAO.» 2013. <http://www.fao.org/docrep/015/an891s/an891s00.pdf> (último acceso: 17 de Septiembre de 2017).

² Fuente: Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGAP). (2012). *Zonificación Agroecológica del cultivo de arroz, en el Ecuador a escala 1:25 000.* 14p.

Durante los últimos años, los fertilizantes tienen un rol importante desde que se utiliza para la siembra material mejorado de alto potencial de rendimiento, que requiere una nutrición balanceada y de mejor calidad. Por su influencia directa, los fertilizantes originan aproximadamente el 50 % del aumento en los rendimientos de los cultivos. Los suelos necesitan nuevos manejos o métodos de producción modernos. El contenido de nutrientes varía mucho dependiendo de las condiciones climáticas, prácticas de cultivo, rotación de las cosechas, desechos de animales, incorporación de fuentes de fertilizantes y residuos de cosecha.

El arroz es un cultivo que absorbe una gran cantidad de nutrientes en especial nitrógeno. En este sentido, es muy importante la aplicación de nitrógeno a partir de las etapas iniciales de desarrollo. Sin embargo el desbalance nutricional de este elemento, respecto a otras fuentes de nutrientes, ha generado desbalances nutricionales en el suelo.

Los fertilizantes de liberación controlada juegan un papel importante en la mejora del rendimiento del cultivo, reduciendo las pérdidas de nutrientes y facilitando la aplicación de fertilizantes. La razón es sencilla: la tecnología de liberación controlada sincroniza el suministro de nutrientes con las necesidades de la planta. Una planta joven, por ejemplo, sólo tolera un bajo nivel de nutrientes, mientras que las plantas maduras requieren un mayor aporte de los mismos.

Blaukorn® (4) es un fertilizante de liberación lenta, efectivo para lograr una disponibilidad de nutrientes coincidente con los requerimientos de la planta, es mediante el control de su liberación en la solución del suelo. Esto se logra mediante el encapsulamiento de gránulos de fertilizante por medio de un recubrimiento de polímero, empleando la tecnología HAIFA. Cuando los gránulos de fertilizante son aplicados en el suelo, el recubrimiento actúa como una barrera semipermeable que permite una liberación continua de nutrientes en la zona de la raíz.

Por estos motivos la importancia de la investigación ayudará a mejorar las metodologías en la aplicación de este producto, y determinar dosis adecuadas del mismo en el cultivo de arroz.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Evaluar el efecto del fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), en la zona de Babahoyo.

1.1.2. Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de arroz a la aplicación del fertilizante Blaukorn® (4).
- Determinar la dosis más eficiente en el rendimiento del cultivo de arroz en condiciones de secano.
- Analizar económicamente los tratamientos en función del rendimiento.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen del cultivo de arroz

Salazar (2010) menciona que el cultivo del arroz se lo viene cultivando alrededor de casi 10 000 años, en muchas regiones húmedas de Asia Tropical y Subtropical. Posiblemente fue la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz debido a que en ella se han encontrado muchos arroces silvestres. Pero el desarrollo y domesticación del cultivo tuvo lugar en China, desde las tierras bajas hasta las tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo.

2.2. Cultivo de arroz en el Ecuador

De acuerdo a los datos publicados por la FAO, citado por (Ruiz, L. 2012) la producción de arroz en el Ecuador ocupa el puesto vigésimo sexto a nivel mundial, además de considerarnos uno de los países más consumidores de arroz dentro de la Comunidad Andina, agregando además que en nuestro país para el año 2010 el consumo de arroz fue de 48 kg por persona. El arroz se encuentra entre los principales productos de cultivos transitorios, por ocupar más de la tercera parte de la superficie en sus cultivos.

El mismo autor menciona que la producción de arroz tiene sus inicios en nuestro país en el siglo XVIII, pero se fortaleció su consumo y comercialización en el siglo XIX, este cultivo se desarrolló en un principio en las provincias del Guayas, Manabí, y Esmeraldas, con el tiempo este logró extenderse y comercializarse en la región Sierra. Su fase de industrialización es decir la implementación de piladoras (1895) se asentó en Daule, Naranjito y Milagro (Guayas). En términos de comercio internacional, nuestro primer país destino de exportación fue Colombia, y por el lado de las importaciones, en un principio, el consumo de arroz lo demandábamos de Perú.

Las áreas arroceras se concentran (97 %) en las provincias de Guayas (63,85 %), Los Ríos (28,19 %) y Manabí (4,63 %). De la superficie restante, las provincias que han representado la mayor área sembrada en los últimos años son: El Oro y Loja; sin embargo, en el año 2014 se registra una importante caída en la superficie sembrada de arroz en la provincia de Loja y un considerable aumento de la superficie sembrada en la provincia de Orellana (Infoagro 2015).

INIAP asegura que las condiciones agroecológicas de siembra para el arroz debe de cumplir los siguientes parámetros: En cuanto al Suelo, debe mantener un nivel de pH neutro, entre 6.0 – 7.0 para optimizar el desarrollo de la planta, además de un contenido de materia orgánica mayor del 5% y un contenido de arcilla por encima del 40%, las condiciones del suelo debe tener una topografía plana o nivelada, con una capa arable mayor de 25 cm de profundidad, y además un buen drenaje superficial o con canales. La temperatura del medio donde se desarrollara el cultivo deberá estar en un intervalo de 20 °C a 30 °C, es decir un clima cálido, con una precipitación 800 a 1240 mm durante el ciclo de todo el cultivo. La radiación solar debe ser de 300 cal/cm² por día, ya que durante el estado reproductivo hace posible rendimientos de 5 t/h, (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS 2018).

2.3. Taxonomía

Según la clasificación. (Andrade, F. & Hurtado, J. 2007)

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	Oryza
Especie:	Oryza sativa

2.4. Morfología

2.4.1. Fase vegetativa

Se caracteriza por un activo macollamiento, un gradual incremento de la altura de las plantas, y la emergencia de las hojas a intervalos regulares. Los macollos que no desarrollaron una panoja se llaman macollos infértiles (InfoAgro 2012).

Raíces.- El sistema radical del arroz está formado por dos tipos de raíces. Las raíces de la corona y las raíces de los nudos. Si bien ambas clases se desarrollan de nudos, las de corona lo hacen de nudos bajo el suelo; mientras que las raíces en los nudos superiores se logran adaptar a condiciones de excepcionales de anegamiento profundo (inundación) (Agropedia 2018).

Las raíces de la corona a su vez poseen dos clases de raíces:

- Las raíces superficiales laterales (ageotrópicas).
- Las raíces comunes.

Plántula.- Desde la emergencia del coleoptile hasta la aparición de la quinta hoja (contando como primera hoja la primera hoja sin lámina) (FAO 2016).

Tallo.- La planta de arroz es una gramínea anual de tallos redondos y huecos, compuestos de nudos y entrenudos en un número variable. Los entrenudos de la base se elongan, lo cual hace que la base del tallo sea sólida. Los cinco entrenudos superiores se prolongan de manera creciente a fin de llevar la inflorescencia sobre la planta. El último entrenudo (pedúnculo) termina en nudo ciliar de donde continúa la panícula.

Los entrenudos son abultados y sólidos; en su interior está el septo o división que separa las cavidades huecas de dos entrenudos consecutivos. La superficie del tallo es lisa por fuera y finamente estriada por dentro.

Un hijo es un tallo con sus hojas. Los hijos se desarrollan en orden alterno en el tallo principal. Los hijos primarios se originan en orden ascendente en los nudos más bajos y a su vez producen hijos secundarios; éstos últimos producen hijos terciarios. El conjunto de hijos y el principal forman los macollos característica de la especie (INIAP s. f.).

Hojas.- Las hojas son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y

plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta, en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos (Bernis y Pámies 2004).

Macollos.- El macollamiento comienza cuando la plántula está establecida y generalmente termina cuando se inicia el desarrollo del primordio floral (Inicio de Fase Reproductiva). El número de macollos depende de la densidad de plantas, puede variar de 3 en alta densidad hasta 15 macollos en bajas densidades.

El primer macollo se desarrolla cuando la plántula tiene en unas cinco hojas (a los 15 o 20 días de la emergencia), situándose entre el tallo principal y la 2da hoja contada desde la base. Posteriormente, cuando la 6ta hoja aparece, emerge el segundo macollo entre el tallo principal y la 3ra hoja. Los macollos que crecen desde el tallo principal se denominan macollos primarios. Estos a su vez pueden generar macollos secundarios los que a su vez también pueden producir macollos terciarios (Moreno Aguirre, B 2014).

Mora *et al.* (2017) señala que el arroz es una planta muy exigente en agua, luminosidad y temperatura; y que el nitrógeno determina el macollamiento y el nivel de producción, siendo el fósforo importante para un buen enraizamiento.

2.4.2. Fase reproductiva

Se caracteriza por un declinamiento del número de macollos, la emergencia de la hoja bandera, el engrosamiento del tallo por el crecimiento interno de la panoja, la emergencia de la panoja (ocurre unos a 20-25 días luego de la diferenciación del primordio floral), y la floración (Moreno Aguirre, B 2015).

La flor o espiguilla.- El pedúnculo o pedicelo es la última ramificación de la panícula; puede estar unido a una o más espiguillas, según la base genética que informa tal carácter.

En el punto de unión de la espiguilla, el pedúnculo se extiende en forma de cúpula. De la estructura anatómica y del funcionamiento variable del tejido de conexión, situado entre el pedúnculo y la espiguilla, depende el fenómeno de la tendencia o resistencia al desgrane y la caída del grano en la maduración (Bernis y Pámies 2004).

Panoja.- La panoja es un grupo de espiguillas nacidas en el nudo superior del tallo.

El nudo situado entre el entrenudo superior del tallo y el eje principal de la panoja es la base de la panoja. Esta última aparece con frecuencia como un anillo ciliado y se utiliza para medir la longitud del tallo y la de la panoja.

La rama primaria de la panoja se divide en otras ramas secundarias y a veces terciarias. Estas últimas son las que llevan las espiguillas. Las ramas pueden estar dispuestas solas o por parejas. La panoja permanece erecta en el momento de la floración, pero por lo común, se caen las espiguillas cuando se llenan, maduran y forman los granos (González et al. 2011).

2.4.3. Fase de madurez

Etapa que empieza con la polinización de las flores en donde las espiguillas se llenan de un líquido lechoso, después la consistencia se vuelve pastosa dura hasta terminar con la maduración del grano. Ésta fase va desde la floración a la madurez total, o llenado del grano y maduración del mismo, va desde los 84 días hasta los 120 días (INIAP 2007).

Grano.- El grano de arroz es un ovario maduro, seco e indehisciente. Está formado por el pericarpio o cáscara constituida por la lemma y la palea, las cuales a su vez están compuestas por las estructuras asociadas, lemmas estériles, raquilla y arista; el 10 embrión, se encuentra ubicado en la parte ventral cercano a la lemma primaria estéril. El embrión está constituido por la plúmula u hojas embrionarias y la radícula o raíz primaria. La plúmula está cubierta por el coléoptilo, y la radícula está envuelta por la coleorriza (Ortega 2014)

El embrión se presenta ocupando el tercio inferior de la semilla y se encuentra rodeado por una sustancia harinosa: el endosperma. Embrión es asimétrico. La presencia de la sustancia de reserva en el endosperma indica que estas semillas son albuminadas o endospermadas. En el embrión puede distinguirse un pequeño cotiledón, que se halla adosado al endosperma, unido al talluelo por el nudo cotiledonal. El cotiledón de las monocotiledóneas produce enzimas que ayudan a solubilizar las sustancias de reserva para que puedan ser aprovechadas por el embrión (Zepeda 2015).

2.5. Nutrición en arroz

La fertilización balanceada incrementa la eficiencia del uso de nutrientes y por esta razón existe menor posibilidad de que los nutrientes se pierdan al ambiente por lixiviación

o escorrentía superficial. El buen manejo de la fertilización también reduce el potencial de erosión al producir un cultivo saludable y de crecimiento vigorosos que se cierra rápidamente cubriendo y protegiendo el suelo efectivamente. Con una fertilización balanceada se produce una mayor cantidad de biomasa. La fertilización balanceada también afecta positivamente la eficiencia del uso del agua ya que se puede obtener mayor rendimiento con la misma cantidad de agua. Así un cultivo bien nutrido produce un sistema radicular extenso y saludable que es capaz de extraer agua y nutrientes más eficientemente que un cultivo deficiente en nutrientes (Palma 2011).

La absorción de nutrientes por la planta del arroz es afectada por varios factores que incluyen el suelo y sus propiedades, la cantidad y el tipo de fertilizantes aplicados, la variedad y el método de cultivo. El contenido de nitrógeno, fósforo, azufre y demás elementos en las partes vegetativas es generalmente alto en las primeras etapas del crecimiento vegetativo y declina a medida que se llega a la madurez (Pilaloo, *et al.* 2017).

Quintero (2017) asegura que 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. Existen tres momentos propicios para incorporar el N en el cultivo de arroz: a la siembra, en V3-V4 previo al riego o en R0-R1 diferenciación de la panícula.

El mismo autor menciona que los requerimientos de Potasio (K) de un arroz de alto rendimiento son del orden de los 120 a 150 kg/ha, pero durante la floración y llenado de granos, un arroz bien nutrido puede absorber más de 200 kg/ha. El K juega un rol fundamental en la expansión celular y en el desarrollo de aerénquima funcional; también en la translocación de los fotoasimilados hacia los granos.

El Fósforo (P) desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, la división y crecimiento celular. Actúa en la rápida formación y crecimiento de las raíces. El P mejora la calidad de la fruta, hortalizas y granos; es vital para la formación de las semillas (Brito 2012).

El azufre (S) es un constituyente esencial en los aminoácidos (cisteína, metionina y cistina) que están envueltos en la producción de clorofila, en la síntesis de proteínas y en el funcionamiento y estructuras de las plantas. También es un constituyente de las coenzimas necesarias para la síntesis de proteínas (Doberman y Fairhurst 2000).

Ramón (2014) estudió los efectos del fertilizante de liberación controlada COTE N2 y convencional en el cultivo de arroz al realizar la comparación de clases se encontró que solo el sistema de fertilización convencional frente al que se aplicó Cote N 10% no fue estadísticamente significativo. Así también se demuestra la organización tres grupos estadísticamente homogéneos según Fisher al 95% de confianza.

Al ser evaluadas los diferentes pares se encuentra que el tratamiento donde se aplicó Cote N 20% superó en 183,67% más que los 40,56 t/ha de arroz paddy obtenido en el tratamiento Testigo.

Melgar (2005) manifiesta que en los últimos 40 años, la industria de fertilizantes ha realizado importantes avances en la mejora tecnológica de los fertilizantes, con la finalidad de mejorar su eficiencia de uso, es decir, proveer niveles óptimos de nutrientes que satisfagan las necesidades de las plantas de cultivo. Los esfuerzos tecnológico industriales, para aumentar la eficiencia agronómica de los fertilizantes se han centrado principalmente en el nitrógeno (N) por tres razones principales: es el factor de manejo más importante en los rendimientos a escala global, el de menor eficiencia relativa (entre el 30 y el 50%) y por la necesidad de sostener el rendimiento sin poner en riesgo la calidad del ambiente.

Haifa (2018) dice que una tecnología en uso, bien conocida principalmente por la industria de los viveros, es la de liberación controlada. Los fertilizantes de liberación controlada, conocidos también como CRF, están basados en la tecnología de recubrimiento con polímeros mientras que la tecnología de liberación lenta está principalmente basada en un compuesto molecular constituido por dos partes: una parte soluble que es la urea y una segunda parte que crea una molécula final que es no soluble y que se va rompiendo lentamente para ir liberando el nitrógeno.

ICL Specialty Fertilizers (2018) indica que los productores que usan fertilizantes híbridos (CRF) como Agrocote se han beneficiado de la reducción en dosis de fertilización y reducción en la frecuencia de aplicación. Se ha alcanzado una reducción de la dosis de fertilización de entre 25% a 50% según el cultivo, clima y suelo, lo que permite que cada inversión en fertilizante sea más eficiente y se reduzca el riesgo de lixiviación, escorrentía o volatilización. Al reducir el número de viajes al campo para aplicar fertilizantes, los productores también ahorran en los costos de combustible y mano de obra.

Expert (2011) indica que la liberación de nutrientes contenidos en el gránulo ocurre en función de la temperatura, con temperaturas más altas aumenta la liberación y con temperaturas más bajas se ralentiza, de esta forma se consigue una liberación según la actividad metabólica de las plantas. El agua penetra a través de los microporos de la cubierta disuelve los nutrientes formando una solución concentrada y se inicia la liberación controlada de nutrientes

2.6. Producto

Blaukorn ® es un fertilizante complejo NPK con sulfato de potasio, magnesio y micronutrientes. Para apósitos basales y complementarios en cultivos sensibles al cloruro. Alta disponibilidad de P debido al alto contenido de fosfato soluble en agua (Compo Expert® 2017).

El mismo autor recomienda que los productos Blaukorn ® son beneficiosos en la aplicación ya que gracias a su granulación uniforme, el fertilizante se puede aplicar fácilmente con separadores o a mano. La distribución de nutrientes es uniforme ya que cada gránulo contiene todos los nutrientes y micronutrientes. La aplicación es posible durante todo el período de vegetación. Regar promueve el efecto inmediato.

2.6.1. Composición

Datos técnicos: CE - FERTILIZANTE		
12,0 %	Nitrógeno total (N)	
7,0 %	Nitrógeno amoniacal (NH ₄ -N)	
5,0 %	Nitrato de nitrógeno (NO ₃ -N)	
12,0 %	Fosfato (P ₂ O ₅), Soluble en neutro citrato de amonio y agua.	5,2 % P
9,6 %	Fosfato (P ₂ O ₅), Soluble en agua.	4,2 % P
17,0 %	Óxido de potasio (K ₂ O), Soluble en agua.	14,1 % K
2,0 %	Óxido de magnesio total (MgO)	1,2 % Mg
1,6 %	Óxido de magnesio (MgO), Soluble en agua.	1,0 % Mg
8,0 %	Azufre total (S)	20,0 % SO ₃
6,4 %	Azufre (S), Soluble en agua.	16,0 % SO ₃
0,02 %	Boro total (B)	
0,06 %	Hierro total (Fe)	
0,01 %	Zinc total (Zn)	

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción de sitio experimental

El ensayo se realizó en la Granja Experimental El Palmar de la Universidad Técnica de Babahoyo, Proyecto CEDEGE, provincia de Los Ríos. Se ubica en el Km 12 de la vía Babahoyo – Montalvo; a 8 msnm en las coordenadas geográficas UTM: 9 796 094 de latitud sur y 668 255 de longitud occidental. El promedio anual de precipitación es de 2329,8 mm; 82% de humedad relativa; 998,2 horas de heliofanía y la temperatura es de 25,6 °C. ^{3/}.

3.2. Material genético

Se empleó como material de siembra la variedad de arroz: INDIA SFL - 11⁴, la cual presenta las siguientes características:

Variedad	INDIA SFL - 11
Ciclo Vegetativo (Días)	127 -131 días
Altura de planta	126 cm
Macollamiento	Intermedio
Potencial de rendimiento de cultivo	6 a 8 t/ha
Desgrane	Intermedio
Peso de 1000 granos en cáscara	29 g
Índice de pilado	67%
Tamaño del grano descascarado	7,52 mm
Centro blanco	Ninguno

3.3. Factores a estudiar

Factores

Variable dependiente: Comportamiento agronómico del cultivo de arroz.

Variable independiente: Dosis del fertilizante Blaukorn® (4).

³ Datos obtenidos de la estación experimental meteorológica UTB-FACIAG-INAHMI. 2017.

⁴ <https://www.proagro.com.ec/index.php/genetica-menu/semilla-de-arroz/sfl-11-detail.html>

3.4. Métodos

Se utilizaron los métodos: inductivo-deductivo, deductivo-inductivo y experimental.

3.5. Tratamientos

Los tratamientos se describen a continuación:

Cuadro 1. Tratamientos a estudiarse. Babahoyo, 2019

Nº	Tratamientos	Dosis kg/ha	Época aplicación (d.d.s)
T1	Blaukorn ® (4)	400	20
T2	Blaukorn ® (4)	300	20
T3	Blaukorn ® (4)	200	20
T4	Blaukorn ® (4)+ FM	25 % + 75 %	0-20-35
T5	Blaukorn ® (4)+ FM	50 % + 50 %	0-20-35
T6	Blaukorn ® (4) + FM	75 % + 25 %	0-20-35
T7	Fertilización mineral N-P-K-S	550	0-20-35
T8	Testigo Urea	200	20-35
T9	Testigo Agricultor	300	0-20-40

*FM= Fertilización Mineral.

El producto Blaukorn® (4) es un fertilizante de liberación lenta que contiene: 12 % N, 21 % P y 17 % K (HAIFA GROUP, 2018)⁵, cuya dosis comercial es de 300 kg/ha.

La fertilización mineral calibrada con el análisis de suelo fue: 131 kg N/ha, 46 kg P/ha, 90 kg K/ha y 24 kg de S/ha. El testigo no tuvo aplicaciones de ninguno de los tratamientos estudiados, solo el programa de fertilización mineral planteado.

⁵ Fuente: www.haifagroup.com.fertilizer liberation controled.

La fertilización del testigo agricultor fue: 150 kg Urea, 100 kg Muriato y 50 Sulfato de amonio.

3.6. Diseño experimental

En la presente trabajo experimental se utilizó el diseño experimental "Bloques completamente al azar" con 9 tratamientos y 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.7. Análisis de varianza

El análisis de varianza se desarrolló bajo el siguiente esquema:

Fuente de variación		Grados de libertad
Repetición	:	2
Tratamiento	:	8
Error experimental	:	16
Total	:	26

3.7.1. Características del área experimental

Descripción	Dimensión
Ancho de parcela	: 4,0 m
Longitud de parcela	: 5,0 m
Área de la parcela	: 20,0 m ²
Área total del experimento	: 820 m ²

3.8. Manejo del ensayo

3.8.1. Análisis del suelo

Antes de la preparación del terreno para la siembra, se tomó una muestra de suelo para el análisis del mismo en laboratorio, con esto se determinó el contenido de nutrientes, materia orgánica y textura.

3.8.2. Preparación del suelo

La preparación de suelo se realizó con un pase de arado y dos pases de rastra en sentido cruzado. Posteriormente se realizó la labor de fanguero dejando el suelo en condiciones de siembra.

3.8.3. Siembra

Se estableció un semillero, luego a los 21 días se realizó la siembra con el método de trasplante. Con un distanciamiento de 25 cm entre hileras y 25 cm entre plantas.

3.8.4. Control de malezas

Para el control de malezas se realizaron aplicaciones de herbicidas pre-emergentes y/o post emergentes específicos para cada caso, especialmente para el control de gramíneas, ciperáceas, hoja ancha y para la presencia de caracol. En preemergencia se utilizó a los 3 días después del trasplante Butanox (Butachlor) en dosis de 4,0 L/ha + Crystal Pendi (Pendimethalin) en dosis de 3,0 L/ha + Tryclan (Thiocyclam hydrogen oxalate) en dosis de 500 g/ha.

3.8.5. Control fitosanitario

Para el control de insectos de manera preventiva se utilizó a los 15, 30 y 60 días después del trasplante Xuger (Imidacloprid) en dosis de 0,25 L/ha, Suko (Lambda-cyhalothrin) en dosis de 0,75 L/ha, Diabolo (Dimetoato) en dosis de 0,75 L/ha, Permetox

(Permetrina) en dosis de 0,75 L/ha, Verisan (Carbosulfan) en dosis de 0,75 L/ha.

Además para el control preventivo de enfermedades se utilizó Fegadazin (Benzimidazol) en dosis de 0,75 L/ha.

3.8.6. Riego

El cultivo se realizó bajo condiciones de secano, aprovechando la intensidad de las lluvias.

3.8.7. Fertilización

El programa de fertilización estará basado en niveles de rendimiento según escalas del IPNI (6000 kg/ha).

Para el efecto la aplicación se realizó a los 0, 20 y 35 días después del trasplante, para la fertilización combinada; en el caso de los fertilizantes de liberación controlada se aplicó al a los 20 días después del trasplante. El testigo se manejó con aplicaciones a los 20 y 40 días después del trasplante.

El nitrógeno se aplicó como Urea a los 20 y 35 días después del trasplante en partes iguales. La aplicación de azufre se utilizó Sulfato de amonio a los 20 y 35 días después del trasplante. Para la aplicación del potasio se utilizó muriato de potasio, el cual se colocó en partes iguales a los 0 días después del trasplante y posteriormente a los 20 días después. La aplicación de microelementos se realizó a los 20 días después del trasplante de manera foliar.

3.8.8. Cosecha

La cosecha se efectuó de forma manual en cada unidad experimental, cuando los granos llegaron a la madurez fisiológica adecuada.

3.9. Variables a evaluarse y forma de evaluación

3.9.1. Altura de planta a cosecha

Se evaluó en diez plantas al azar de cada tratamiento, se registró en centímetros el valor obtenido. Se evaluó a la cosecha con un metro flexible, midiendo desde la base de la planta hasta el ápice de la hoja bandera.

3.9.2. Número de macollos por metro cuadrado

En un metro cuadrado dentro del área útil de cada unidad experimental, se procedió a contabilizar el número de macollos presentes al momento de la cosecha.

3.9.3. Número de panículas por metro cuadrado

En las mismas plantas antes contabilizadas se procedió al conteo de panículas, al momento de la cosecha.

3.9.4. Longitud de panícula

La evaluación se estimó escogiendo diez panículas al azar en cada tratamiento, midiendo la longitud desde la base el ápice más sobresaliente, expresando este valor en centímetros.

3.9.5. Número de granos por panícula

En esta variable se contaron los granos de diez panículas al azar por cada tratamiento, para lo cual se utilizó el total de granos presentes en cada panícula.

3.9.6. Peso de mil granos

Se seleccionaron 1000 granos obtenidos en cada unidad experimental, teniendo en cuenta que los mismos no tuvieran dañados físicos. Estos fueron pesados en una balanza de precisión y su promedio se expresó en gramos.

3.9.7. Días a la floración

Se contabilizaron desde el momento de la siembra hasta cuando el cultivo presente más del 50 % de panículas emergidas.

3.9.8. Días a la cosecha

Se registró desde el inicio de siembra hasta la cosecha total por cada unidad experimental.

3.9.9. Rendimiento por hectárea

Se evaluó en función del peso de los granos derivados del área útil de cada unidad, con un porcentaje de humedad ajustado al 13 %, este peso se transformará a kilogramos por hectárea. Para el efecto se utilizó la fórmula para ajustes de humedad⁶:

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

Pu= Peso uniformizado

Pa= Peso actual

ha= Humedad actual

hd= Humedad deseada.

3.9.10. Eficiencia agronómica por nutriente

Está basado en la cantidad de nutrientes necesarios para producir una tonelada de producto final con relación al testigo no tratado⁷. Se estima con la ecuación:

$$EA = \frac{(R - R0)}{D}$$

⁶ Azcon-Bieto, J., Talon M. (2003). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw-Hill. España. 625p.

⁷ Fuente: Snyder y Bruulsema, 2007. Nutrient use efficiency and effectiveness in North America: Indices of agronomic and enviromental benefit. IPNI.

Dónde:

EA = Eficiencia agronómica

R= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo con el nutriente

R0= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo sin el nutriente

D= Cantidad del nutriente aplicada

3.7.11. Relación grano-paja

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

3.9.12. Análisis económico

Obtenido los rendimientos y los costos del ensayo, se realizó un análisis económico basado en el costo de los tratamientos en relación a su beneficio/costo⁸.

⁸ Martínez, L. (2002). Economía política de las comunidades agropecuarias del Ecuador, Abya Yala, Quito.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta a cosecha

Según el análisis de varianza, en la variable de altura de planta, se detectaron diferencias altamente significativas, lo que se observa el cuadro 2. El coeficiente de variación es de 0,88 %.

El uso de fertilización mineral N-P-K-S, en dosis de 550 kg/ha mostró mayor altura de planta (124,37 cm), estadísticamente igual al tratamiento de Blaukorn® con dosis de 400 kg/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos. El menor promedio fue para el tratamiento 3, con aplicación de Blaukorn® con dosis de 200 kg/ha con 109,07 cm.

Cuadro 2. Altura de planta a cosecha, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo 2019.

Tratamientos				Altura de planta
Nº	Productos	Dosis Kg/ha	Época de aplicación (d.d.t)	
T1	Blaukorn ® (4)	400	20	122,70 a
T2	Blaukorn ® (4)	300	20	118,87 b
T3	Blaukorn ® (4)	200	20	109,07 e
T4	Blaukorn ® (4)+ FM	25 % + 75 %	0-20-35	115,43 cd
T5	Blaukorn ® (4)+ FM	50 % + 50 %	0-20-35	116,83 bc
T6	Blaukorn ® (4) + FM	75 % + 25 %	0-20-35	114,40 cd
T7	Fertilización mineral N-P-K-S	550	0-20-35	124,37 a
T8	Testigo Urea	200	20-35	109,70 e
T9	Testigo Agricultor		0-20-40	112,93 d
Promedio general				116,03
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación (%)				0,88

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

**= altamente significativo

4.2. Número de macollos por metro cuadrado

En el cuadro 3, se refiere al promedio de número de macollos por metros cuadrados, se presentó diferencias altamente significativas al realizar el análisis de varianza. El coeficiente de variación fue 2,87 %.

El tratamiento que se utilizó fertilización mineral N-P-K-S, en dosis de 550 kg/ha alcanzó 402 macollos/m², estadísticamente igual a los tratamientos que se utilizó Blaukorn® en dosis de 400 kg/ha; Blaukorn® + FM en dosis de 50 % + 50 %; Blaukorn® + FM en dosis de 75 % + 25 % y superiores estadísticamente a los demás tratamientos. El menor promedio fue para el tratamiento 3, con aplicación de Blaukorn® con dosis de 200 kg/ha con 299,67 macollos/m².

Cuadro 3. Número de macollos/m², en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo 2019.

Tratamientos				
N°	Productos	Dosis Kg/ha	Época de aplicación (d.d.t)	Macollos/m²
T1	Blaukorn ® (4)	400	20	397,67 ab
T2	Blaukorn ® (4)	300	20	339,33 e
T3	Blaukorn ® (4)	200	20	299,67 f
T4	Blaukorn ® (4)+ FM	25 % + 75 %	0-20-35	343,33 de
T5	Blaukorn ® (4)+ FM	50 % + 50 %	0-20-35	386,67 abc
T6	Blaukorn ® (4) + FM	75 % + 25 %	0-20-35	373,67 abcd
T7	Fertilización mineral N-P-K-S	550	0-20-35	402,00 a
T8	Testigo Urea	200	20-35	368,67 bcde
T9	Testigo Agricultor		0-20-40	363,67 cde
Promedio general				356,08
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación (%)				2,87

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

**= altamente significativo

4.3. Número de panículas por metro cuadrado

En el cuadro 4, se reportan el número de panículas por metro cuadrado, en el análisis de varianza se detectaron diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue de 3,05 %.

El tratamiento que se utilizó fertilización mineral N-P-K-S, en dosis de 550 kg/ha presentó 310 panículas/m², estadísticamente igual a los tratamientos que se aplicó Blaukorn® en dosis de 75% + 25%; Blaukorn® en dosis de 400 kg/ha; testigo urea en dosis de 200 kg/ha y superiores estadísticamente al resto de tratamientos, donde el menor promedio fue para el tratamiento 3, con aplicación de Blaukorn® en dosis de 200 kg/ha con 208 panículas/m².

Cuadro 4. Número de panículas/m², en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo 2019.

Tratamientos				
Nº	Productos	Dosis Kg/ha	Época de aplicación (d.d.t)	Panículas/m ²
T1	Blaukorn ® (4)	400	20	298,67 ab
T2	Blaukorn ® (4)	300	20	255,00 c
T3	Blaukorn ® (4)	200	20	208,00 d
T4	Blaukorn ® (4)+ FM	25 % + 75 %	0-20-35	229,67 d
T5	Blaukorn ® (4)+ FM	50 % + 50 %	0-20-35	304,33 a
T6	Blaukorn ® (4) + FM	75 % + 25 %	0-20-35	291,67 ab
T7	Fertilización mineral N-P-K-S	550	0-20-35	310,00 a
T8	Testigo Urea	200	20-35	293,67 ab
T9	Testigo Agricultor		0-20-40	277,00 bc
Promedio general				274,22
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación (%)				3,05

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

**= altamente significativo

4.4. Longitud de panícula

En el cuadro 5, se encuentran los promedios de longitud de panícula. En cuanto al análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas. El coeficiente de variación fue 2,45 %.

El uso de fertilización mineral N-P-K-S, en dosis de 550 kg/ha registró la mayor longitud de panícula con 24,27 cm, estadísticamente igual a los tratamientos que se utilizó Blaukorn® con dosis de 400 kg/ha; Blaukorn® + fertilización mineral en dosis de 50% + 50%; Blaukorn® con dosis de 300 kg/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, cuyo menor promedio (21,77 cm), lo mostró Blaukorn® + fertilización mineral en dosis de 200 kg/ha y el testigo agricultor N-K-S en dosis de 300 kg/ha.

Cuadro 5. Longitud de panícula, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo 2019.

Tratamientos				
N°	Productos	Dosis Kg/ha	Época de aplicación (d.d.t)	Longitud de panícula (cm)
T1	Blaukorn ® (4)	400	20	23,90 a
T2	Blaukorn ® (4)	300	20	23,10 abc
T3	Blaukorn ® (4)	200	20	21,80 c
T4	Blaukorn ® (4)+ FM	25 % + 75 %	0-20-35	21,77 c
T5	Blaukorn ® (4)+ FM	50 % + 50 %	0-20-35	23,67 ab
T6	Blaukorn ® (4) + FM	75 % + 25 %	0-20-35	22,17 bc
T7	Fertilización mineral N-P-K-S	550	0-20-35	24,27 a
T8	Testigo Urea	200	20-35	22,03 c
T9	Testigo Agricultor		0-20-40	21,77 c
Promedio general				22,72
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación (%)				2,45

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

**= altamente significativo

4.5. Número de granos por panícula

En el cuadro 6, se observan los promedios de número de granos por panícula. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas. El coeficiente de variación fue 3,98 %.

El tratamiento de fertilización mineral N-P-K-S, en dosis de 550 kg/ha obtuvo 121,47 granos/panícula, estadísticamente igual al tratamiento que se utilizó Blaukorn® en dosis de 400 kg/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, donde el menor promedio fue para el tratamiento con aplicación de Blaukorn® en dosis de 200 kg/ha con 88,80 granos/panícula.

Cuadro 6. Número de granos por panícula, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo 2019.

Tratamientos				
N°	Productos	Dosis Kg/ha	Época de aplicación (d.d.t)	Granos por panícula
T1	Blaukorn ® (4)	400	20	117,60 a
T2	Blaukorn ® (4)	300	20	103,17 b
T3	Blaukorn ® (4)	200	20	88,80 c
T4	Blaukorn ® (4)+ FM	25 % + 75 %	0-20-35	97,43 bc
T5	Blaukorn ® (4)+ FM	50 % + 50 %	0-20-35	105,20 b
T6	Blaukorn ® (4) + FM	75 % + 25 %	0-20-35	98,57 bc
T7	Fertilización mineral N-P-K-S	550	0-20-35	121,47 a
T8	Testigo Urea	200	20-35	96,80 bc
T9	Testigo Agricultor		0-20-40	97,67 bc
Promedio general				102,97
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación (%)				3,98

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

**= altamente significativo

4.6. Peso de mil granos

En el cuadro 7, se encuentran los promedios del peso de 1000 granos. El análisis de varianza obtuvo diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 1,83 %.

La aplicación de fertilización mineral N-P-K-S, en dosis de 550 kg/ha superó los promedios con 28,9 g, estadísticamente igual a los tratamientos que se utilizó Blaukorn® en dosis de 400 kg/ha; Blaukorn® + fertilización mineral en dosis de 25 % + 75 % y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, donde el menor promedio fue para el tratamiento 8, con aplicación de Urea en dosis de 200 kg/ha con 24,8 g.

Cuadro 7. Peso de 1000 granos, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo 2019.

Tratamientos				
N°	Productos	Dosis Kg/ha	Época de aplicación (d.d.t)	Peso de 1000 granos (g)
T1	Blaukorn ® (4)	400	20	27,97 ab
T2	Blaukorn ® (4)	300	20	26,83 bc
T3	Blaukorn ® (4)	200	20	24,93 d
T4	Blaukorn ® (4)+ FM	25 % + 75 %	0-20-35	27,93 ab
T5	Blaukorn ® (4)+ FM	50 % + 50 %	0-20-35	27,40 bc
T6	Blaukorn ® (4) + FM	75 % + 25 %	0-20-35	26,70 bc
T7	Fertilización mineral N-P-K-S	550	0-20-35	28,90 a
T8	Testigo Urea	200	20-35	24,80 d
T9	Testigo Agricultor		0-20-40	26,00 cd
Promedio general				26,82
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación (%)				1,83

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

**= altamente significativo

4.7. Días a la floración

En el cuadro 8, se observan los resultados de días a la floración. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 0,73 %.

El tratamiento 8 con aplicación de Urea en dosis de 200 kg/ha tardó en florecer a los 86 días, a diferencia del tratamiento que se aplicó fertilización mineral N-P-K-S en dosis de 550 kg/ha que floreció en menor tiempo, en 80,67 días.

Cuadro 8. Días a la floración, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo 2019.

Tratamientos				
N°	Productos	Dosis Kg/ha	Época de aplicación (d.d.t)	Días a la floración
T1	Blaukorn ® (4)	400	20	82,33 cd
T2	Blaukorn ® (4)	300	20	82,67 bc
T3	Blaukorn ® (4)	200	20	85,67 a
T4	Blaukorn ® (4)+ FM	25 % + 75 %	0-20-35	82,67 bc
T5	Blaukorn ® (4)+ FM	50 % + 50 %	0-20-35	83,67 bc
T6	Blaukorn ® (4) + FM	75 % + 25 %	0-20-35	84,33 ab
T7	Fertilización mineral N-P-K-S	550	0-20-35	80,67 d
T8	Testigo Urea	200	20-35	86,00 a
T9	Testigo Agricultor		0-20-40	83,67 bc
Promedio general				83,52
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación (%)				0,73

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

**= altamente significativo

4.8. Días a la cosecha

En el cuadro 9, se encuentran los promedios de la variable días a la cosecha. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 0,26 %.

El tratamiento 8 con aplicación de Urea en dosis de 200 kg/ha se cosechó a los 135,33 días, estadísticamente igual a los tratamientos que se utilizó Blaukorn® en dosis de 200 kg/ha y Blaukorn® + fertilización mineral N-P-K-S en dosis de 25% y 75% superiores estadísticamente a los demás tratamientos. El uso de Blaukorn® en dosis de 400 kg/ha y fertilización mineral N-P-K-S en dosis de 550 kg/ha se cosecharon en menor tiempo, es decir a los 132 días.

Cuadro 9. Días a la cosecha, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo 2019.

Tratamientos				
N°	Productos	Dosis Kg/ha	Época de aplicación (d.d.t)	Días a la cosecha
T1	Blaukorn ® (4)	400	20	132,00 e
T2	Blaukorn ® (4)	300	20	133,67 cd
T3	Blaukorn ® (4)	200	20	135,00 ab
T4	Blaukorn ® (4)+ FM	25 % + 75 %	0-20-35	134,33 abc
T5	Blaukorn ® (4)+ FM	50 % + 50 %	0-20-35	133,00 de
T6	Blaukorn ® (4) + FM	75 % + 25 %	0-20-35	134,00 bcd
T7	Fertilización mineral N-P-K-S	550	0-20-35	132,00 e
T8	Testigo Urea	200	20-35	135,33 a
T9	Testigo Agricultor		0-20-40	134,00 bcd
Promedio general				133,70
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación (%)				0,26

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

**= altamente significativo

4.9. Rendimiento por hectárea

Según el análisis de varianza, en la variable de rendimiento por hectarea, se detectaron diferencias altamente significativas, lo que se observa el cuadro 10. El coeficiente de variación es de 0,37 %.

La aplicación de fertilización mineral N-P-K-S, en dosis de 550 kg/ha registró la mayor rendimiento por hectárea con 6296,40 kg/ha y superior estadísticamente a los demás tratamientos, cuyo menor rendimiento por hectárea (4878,67 kg), lo mostró el tratamiento testigo con aplicación de Urea en dosis de 200 kg/ha.

Cuadro 10. Rendimiento por hectárea, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo 2019.

Tratamientos				
N°	Productos	Dosis Kg/ha	Época de aplicación (d.d.t)	Rendimiento (Kg/ha)
T1	Blaukorn ® (4)	400	20	6113,77 b
T2	Blaukorn ® (4)	300	20	5838,33 cd
T3	Blaukorn ® (4)	200	20	4891,97 e
T4	Blaukorn ® (4)+ FM	25 % + 75 %	0-20-35	5895,50 c
T5	Blaukorn ® (4)+ FM	50 % + 50 %	0-20-35	5808,70 d
T6	Blaukorn ® (4) + FM	75 % + 25 %	0-20-35	5792,20 d
T7	Fertilización mineral N-P-K-S	550	0-20-35	6296,40 a
T8	Testigo Urea	200	20-35	4878,67 e
T9	Testigo Agricultor		0-20-40	5840,13 cd
Promedio general				5706,19
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación (%)				0,37 %

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

**= altamente significativo

4.10. Eficiencia agronómica

En el cuadro 11, observamos los promedios de la variable eficiencia agronómica. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 3,18 %.

El tratamiento 9 (testigo agricultor) con aplicación de N-K-S en dosis de 300 kg/ha obtuvo el mayor porcentaje de eficiencia agronómica con 3,21 %, estadísticamente igual a los tratamientos que se utilizó Blaukorn® en dosis de 300 kg/ha y Blaukorn® en dosis de 400 kg/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, cuyo menor porcentaje de eficiencia agronómica lo obtuvo el tratamiento con uso de Blaukorn® en dosis de 200 kg/ha con 0,08 %.

Cuadro 11. Eficiencia agronómica, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz. Babahoyo, 2019.

Tratamientos				
N°	Productos	Dosis Kg/ha	Época de aplicación (d.d.t)	Eficiencia agronómica
T1	Blaukorn ® (4)	400	20	3,09 a
T2	Blaukorn ® (4)	300	20	3,20 a
T3	Blaukorn ® (4)	200	20	0,08 d
T4	Blaukorn ® (4)+ FM	25 % + 75 %	0-20-35	2,09 c
T5	Blaukorn ® (4)+ FM	50 % + 50 %	0-20-35	2,19 c
T6	Blaukorn ® (4) + FM	75 % + 25 %	0-20-35	2,52 b
T7	Fertilización mineral N-P-K-S	550	0-20-35	2,58 b
T8	Testigo Urea	200	20-35	0,08 d
T9	Testigo Agricultor		0-20-40	3,21 a
Promedio general				2,12
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación (%)				3,18 %

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

**= altamente significativo

4.11. Relación grano – paja

En el cuadro 12, se muestran los promedios de la variable relación grano-paja. El análisis de varianza muestra que no existió significancia estadística con un coeficiente de variación de 7,68 %.

La aplicación de fertilización mineral N-P-K-S, en dosis de 550 kg/ha alcanzó 0,55 en relación grano-paja, mientras que el uso de Blaukorn® en dosis de 200 kg/ha y el tratamiento testigo con aplicación de Urea en dosis de 200 kg/ha, mostraron 0,47 de relación grano-paja.

Cuadro 12. Relación grano-paja, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz. Babahoyo, 2019.

Tratamientos				
N°	Productos	Dosis Kg/ha	Época de aplicación (d.d.t)	Relación grano-paja
T1	Multisuelo Agri (4)	400	20	0,52 a
T2	Multisuelo Agri (4)	300	20	0,49 a
T3	Multisuelo Agri (4)	200	20	0,47 a
T4	Multisuelo Agri (4)+ FM	25 % + 75 %	0-20-35	0,53 a
T5	Multisuelo Agri (4)+ FM	50 % + 50 %	0-20-35	0,49 a
T6	Multisuelo Agri (4) + FM	75 % + 25 %	0-20-35	0,51 a
T7	Fertilización mineral N-P-K-S	550	0-20-35	0,56 a
T8	Testigo Urea	200	20-35	0,47 a
T9	Testigo Agricultor		0-20-40	0,50 a
Promedio general				0,50
Significancia estadística				NS
Coeficiente de variación (%)				7,68 %

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

**= altamente significativo

4.12. Análisis económico

Cuadro 13. Costos fijos/ha, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz. Babahoyo, 2019.

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Alquiler de terreno	ha	1	250,00	250,00
Siembra				
Semillero	Sacos	2	85,00	170,00
Trasplante				
Mano de Obra	Jornales	4	12,00	48,00
Preparación de suelo				
Arada, rastra y fanguero	u	3	25,00	75,00
Control de malezas				
Butanox	L	4	5,00	20,00
Tryclan (100g)	Funda	5	4,50	22,50
Crystal Pendi	L	3	8,00	24,00
Mano de obra	Jornales	3	12,00	36,00
Control fitosanitario				
Xurgen	L	0,25	7,50	1,88
Fegadazin	L	0,75	12,00	9,00
Suko	L	0,75	8,00	6,00
Diabolo	L	0,75	8,00	6,00
Permetox	L	0,75	19,00	14,25
Verisan	L	0,75	20,00	15,00
Mano de obra	Jornales	8	12,00	96,00
Sub Total				793,63
Administración (5%)				39,65
Total costo fijo				833,28

Cuadro 14. Análisis económico/ha, en los efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, Babahoyo, 2019.

N°	Tratamientos Productos	Dosis (Kg/ha)	Rend. (Kg/ha)	Sacas 200 libras	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)				Beneficio neto (USD)	
						Fijos	Variables				Total
						Prod.	Mano de obra	Cosecha +	transporte		
T1	Multisuelo Agri (4)	400	6113,77	67,25	1950,25	833,28	672,00	12,00	201,75	1719,03	231,22
T2	Multisuelo Agri (4)	300	5838,33	64,22	1862,38	833,28	504,00	12,00	192,66	1541,94	320,44
T3	Multisuelo Agri (4)	200	4891,97	53,81	1560,49	833,28	336,00	12,00	161,43	1342,71	217,78
T4	Multisuelo Agri (4) + FM	25 % + 75 %	5895,50	64,85	1880,65	833,28	333,43	36,00	194,55	1397,26	483,39
T5	Multisuelo Agri (4) + FM	50 % + 50 %	5808,70	63,90	1853,10	833,28	389,35	36,00	191,70	1450,33	402,77
T6	Multisuelo Agri (4) + FM	75 % + 25 %	5792,20	63,71	1847,59	833,28	532,78	36,00	191,13	1593,19	254,40
T7	Fertilización mineral N-P-K-S	550	6296,40	69,26	2008,54	833,28	272,65	36,00	207,78	1349,71	658,83
T8	Testigo Urea	200	4878,67	53,67	1556,43	833,28	86,00	24,00	161,01	1104,29	452,14
T9	Testigo Agricultor	300	5840,13	64,24	1862,96	833,28	151,40	36,00	192,72	1213,40	649,56

Urea = \$ 21,50

Saca 200 libras = \$ 29,00

DAP = \$ 29,75

Cosecha y transporte = \$ 3,00

Muriato de Potasio = \$ 20,50

Blaukorn® 25 Kg = \$ 42,00

Sulfato de Amonio = \$ 14,5

V. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

1. Las plantas con mayor altura fueron las se sometieron al tratamiento 7, con aplicación fertilización mineral N-P-K-S, en dosis 550 kg/ha.
2. El mayor número de macollos obtenidos fueron las plantas que se aplicó fertilización mineral N-P-K-S, en dosis de 550 kg/ha.
3. El número de panículas fue mayor con la aplicación de fertilización mineral N-P-K-S, en dosis de 550 kg/ha.
4. La mayor longitud de panícula se obtuvo en las plantas que se les aplicó fertilización mineral N-P-K-S, en dosis de 550 kg/ha.
5. Las plantas con mejor porcentaje de granos por panículas se dio en el tratamiento 7, con aplicación de fertilización mineral N-P-K-S, en dosis de 550 kg/ha.
6. Aplicando fertilización mineral N-P-K-S, en dosis de 550 kg/ha se obtuvo el mejor porcentaje en el peso de 1000 semillas.
7. Realizando aplicación de Urea, en dosis de 200 kg/ha los días a la floración se retrasaron y por ende se retrasó los días a la cosecha.
8. Con la aplicación de fertilización mineral N-P-K-S, en dosis de 550 kg/ha se obtuvo el mayor rendimiento a diferencia de los demás tratamientos.
9. No se generó significancia estadística entre los tratamientos en la relación grano-paja.
10. Aplicando fertilización mineral N-P-K-S, en dosis de 550 kg/ha se produjo la mayor utilidad en comparación a los demás tratamientos.

VI. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones se recomienda:

1. Aplicar fertilización mineral N-P-K-S, en dosis de 550 kg/ha para obtener mejores rendimientos
2. Utilizar la variedad de arroz SFL -11, por su adecuado comportamiento durante el ensayo en la época realizada.
3. Realizar un análisis de suelos previo a la siembra para suplir las necesidades nutricionales de las plantas de una manera equilibrada.
4. Realizar más ensayos con otras dosis de fertilizantes para obtener nuevos resultados.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en los predios de la granja experimental El Palmar de la Universidad Técnica de Babahoyo – Proyecto CEDEGE, provincia Los Ríos, la cual se ubica en el Km 12 de la vía Babahoyo – Montalvo, presentando una temperatura de 25,6 °C y una humedad relativa de 82 %, con una precipitación anual de 2329,8 mm. Como material de siembra se utilizó la variedad SFL – 11. Los tratamientos estuvieron conformados Blaukorn ® en dosis de 400 kg/ha, Blaukorn ® en dosis de 300 kg/ha, Blaukorn ® en dosis de 200 kg/ha, Blaukorn ® + FM en dosis de 25 % + 75 %, Blaukorn ® + FM en dosis de 50 % + 50 %, Blaukorn ® + FM en dosis de 75 % + 25 %, Fertilización mineral N-P-K-S en dosis de 550 kg/ha, Testigo Urea en dosis de 200 kg/ha, Testigo Agricultor (N-K-S) en dosis de 300 kg/Ha. El diseño que se utilizó fue bloques completamente al azar, con nueve tratamientos y tres repeticiones, para el cálculo de análisis de varianza se utilizó la prueba de Tukey al 95 %. Para el establecimiento del ensayo se realizaron todas las labores pertinentes, tales como preparación de terreno, siembra, control de malezas, control fitosanitario, fertilización y cosecha. Para los resultados obtenidos se determinó que el fertilizante de liberación lenta Blaukorn® no se obtuvieron los mejores resultados, al contrario de la aplicación de fertilización mineral N-P-K-S en dosis de 550 kg/ha obteniendo los mejores resultados en las variables de estudio como por ejemplo el mayor rendimiento del cultivo con 6296,40 kg/ha y beneficio neto de \$ 658,83.

Palabras claves: arroz, rendimiento, fertilización, Blaukorn®.

VIII. SUMMARY

This research work was carried out on the grounds of the experimental farm El Palmar of the Technical University of Babahoyo - CEDEGE Project, Los Ríos province, which is located at km 12 of the Babahoyo - Montalvo way, presenting a temperature of 25,6 ° C and a relative humidity of 82 %, with an annual rainfall of 2329.8 mm. As a planting material rice the SFL-11 variety was used. The treatments were formed Blaukorn ® in doses of 400 kg / ha, Blaukorn ® in doses of 300 kg / ha, Blaukorn ® in doses of 200 kg / ha, Blaukorn ® + FM in doses of 25 % + 75%, Blaukorn ® + FM in doses of 50 % + 50 %, Blaukorn ® + FM in doses of 75 % + 25 %, N-P-K-S mineral fertilization in doses of 550 kg/ha, Urea Witness in doses of 200 kg/ha, Farmer Witness (N-K-S) in doses of 300 kg/ha. The design that was used was completely randomized blocks, with nine treatments and three repetitions, for the calculation of analysis of variance the 95 % Tukey test was used. For the establishment of the trial, all relevant work was carried out, such as land preparation, planting, weed control, phytosanitary control, fertilization and harvest. For the results obtained, it was determined that the Blaukorn® slow-release fertilizer did not obtain the best results, contrary to the application of N-P-K-S mineral fertilization in doses of 550 kg/ha, obtaining the best results in the study variables such as the highest crop yield with 6296.40 kg/ha and net profit of \$ 658.83.

Keywords: rice, yield, fertilization, Blaukorn®

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Achim Doberman; Thomas Fairhurst. 2000. *Informaciones Agronómicas* No. 58. (58):3.
- Agropedia. 2018. *El Cultivo De Arroz - Origen, Cultivo, Estadísticas, Curiosidades Y Más* (En Línea, Sitio Web). Consultado 5 Ago. 2019. Disponible En <https://Agrotendencia.Tv/Agropedia/El-Cultivo-De-Arroz/>.
- Andrade, F.; Hurtado, J. 2007. *Taxonomía, Morfología, Crecimiento Y Desarrollo De La Planta De Arroz*. . E.E. Boliche. .
- Bernis, Jmf I; Pámies, Cb. 2004. *Variedades Y Mejora Del Arroz (Oryza Sativa, L.)*. S.L., José María Franquet Bernis. 455 P.
- Brito, D. (2012). *Dspace En Español*. Obtenido De Dspace En Español: <https://Www.Dspace.Espol.Edu.Ec/Bitstream/123456789/21424/1/Tesis%20doris%20brito%20p.Pdf>
- Carmen Zepeda Gómez. 2015. *Semilla: Morfología Y Desarrollo* (En Línea). . Consultado 5 Ago. 2019. Disponible En <http://Ri.Uaemex.Mx/Handle/20.500.11799/32136>.
- Compo Expert®. 2017. *Granular Fertilizers - Granular Fertilizers* (En Línea, Sitio Web). Consultado 6 Sep. 2019. Disponible En <https://Www.Compo-Expert.Com/En/Home/Products/Granular-Fertilizers.Html>.
- Expert, C. (2011). *Compo Expert*. Obtenido De https://Www.Compo-Expert.Com/Fileadmin/User_Upload/Compo_Expert/Cl/Documents/Basacote_F_Y_V_2011_.Pdf
- Fao. 2016. *Etapas De Crecimiento Del Cultivo De Arroz* (En Línea, Sitio Web). Consultado 5 Ago. 2019. Disponible En <http://Www.Fao.Org/3/Y2778s/Y2778s02.Htm>.
- González, A; Reyes, E; Álvarez, R; Pieters, A; Graterol, E. 2011. *Cincuenta Años De Mejoramiento Genético Del Arroz En Venezuela. ¿Qué Se Ha Logrado?* *Interciencia* 36:943-948.

- Haifa Group. 2018. Controlled Release Fertilizers (En Línea, Sitio Web). Consultado 5 Ago. 2019. Disponible En <https://www.haifa-group.com/controlled-release-fertilizer>.
- Icl Specialty Fertilizers. 2018. Fertilizantes De Liberación Controlada (En Línea, Sitio Web). Consultado 5 Ago. 2019. Disponible En <https://icl-sf.com/Mx-Es/Explore/Agricultura-Especializada/Fertilizantes-De-Liberacion-Controlada/>.
- Infoagro. 2012. Agricultura. El Cultivo Del Arroz. 1ª Parte. (En Línea, Sitio Web). Consultado 5 Ago. 2019. Disponible En <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>.
- Infoagro. 2015. Infoagro. (03 De 04 De 2015). Recuperado El 10 De 04 De 2019, De <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm> .
- Iniap. 2007. Manual Del Cultivo Del Arroz. Segunda Edición. Manual N° 66, Guayas – Ecuador.
- _____. S. F. Manual Del Cultivo De Arroz. N° 66. S.L., Iniap Archivo Historico. 178 P.
- Instituto Nacional De Investigaciones Agropecuarias. 2018. Arroz (En Línea, Sitio Web). Consultado 19 Jul. 2019. Disponible En <http://www.tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rarroz>.
- Mora Medina Byron Marcel; Molina Barbotó Víctor Andrés; David Mayorga Arias. 2017. Comportamiento Agronómico Del Cultivo De Arroz A La Aplicación De Fertilizantes Nitroazufrados Más Encapsuladores Organicos En La Zona De Babahoyo Agronomic Behavior Of Rice Cultivation. :10.
- Moreno Aguirre, B. 2014. . Disponible En sipa.agricultura.gob.ec/.../Arroz/Rendimiento_Arroz_Primer_Cuatrimestre_2014.Pdf.
- _____. 2015. Rendimientos De Arroz En Cascara - Compilado 2015 (En Línea, Sitio Web). Consultado 5 Ago. 2019. Disponible En <http://online.fliphtml5.com/Ijia/Qowk/>.
- Olger Dagny Ramón Carrión. 2014. Efecto Del Fertilizante De Liberación Controlada

Cote N2 Y Convencional En El Cultivo De Arroz (Oriza Sativa L.) En La Cuca (En Línea). La Cuca, Universidad Técnica De Machala. 64 P. Disponible En Http://Repositorio.Utmachala.Edu.Ec/Bitstream/48000/1046/7/Cd310_Tesis.Pdf.

Palma, O. (2011). Determinación Del Potencial De Rendimiento De Grano De Las Variedades De Arroz Iniap 15, Iniap 16, F - 50 Y F - 21, En Presencia De Bioestimulante Orgánico Razormin. Obtenido De Babahoyo: Tesis De Grado De Ingeniero Agrónomo. Universidad.

Quintero, César. 2017. Fertilización Para Altos Rendimientos De Arroz (En Línea). Engormix . Consultado 29 Jul. 2019. Disponible En <Https://Www.Engormix.Com/Agricultura/Articulos/Fertilizacion-Altos-Rendimientos-Arroz-T40444.Htm>.

Ricardo Melgar. 2005. Taller Internacional De Fertilizantes De Eficiencia Mejorada (En Línea, Sitio Web). Consultado 30 Jul. 2019. Disponible En <Http://Www.Fertilizando.Com/Articulos/Nuevos%20productos%20fertilizantes.Asp>.

Rubén Ortega Arreola. 2014. Manual Para La Producción De Semilla De Arroz (En Línea, Sitio Web). Disponible En Http://Www.Inifapcirpac.Gob.Mx/Publicaciones_Nuevas/Publi%20arroz%201.Pdf.

Ruiz, L. 2012. Evaluación Del Simbionte Azolla Caroliniana-Anabaena Azollae Sobre La Agroproductividad Del Cultivo De Arroz Y Las Propiedades Químicas Del Suelo. Manabí: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí. Carrera Agrícola. Tesis De Grado. :120.

Salazar. 2010. Origen Del Cultivo De Arroz. Gramineas. :06-08.

Wilmer Omar Pilaloa David; Allan Alberto Alvarado Aguayo; Edwin Patricio Pacheco Carangui. 2017. Reducción De La Fertilización Edáfica Con Aplicación De Fertilizantes Foliare En El Cultivo De Arroz. Delos: Desarrollo Local Sostenible. (En Línea). . Consultado 29 Jul. 2019. Disponible En <Http://Www.Eumed.Net/Rev/Delos/29/Fertilizacion-Arroz.Html>.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de la varianza

Altura de planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura Planta	27	0,98	0,96	0,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamientos	8	671,52	83,94	80,95 **	2,59	3,89
Bloques	2	0,55	0,27	0,26 NS	3,63	6,23
Error	16	16,59	1,04			
Total	26	688,66				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,95782

Error: 1,0369 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T7	124,37	3	0,59	A
T1	122,70	3	0,59	A
T2	118,87	3	0,59	B
T5	116,83	3	0,59	B C
T4	115,43	3	0,59	C D
T6	114,40	3	0,59	C D
T9	112,93	3	0,59	D
T8	109,70	3	0,59	E
T3	109,07	3	0,59	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Macollos/ m²

Variable N R² R² Aj CV
Macollos/ m² 27 0,94 0,90 2,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamientos	8	25142,07	3142,76	28,79 **	2,59	3,89
Bloques	2	220,96	110,48	1,01 NS	3,63	6,23
Error	16	1746,37	109,15			
Total	26	27109,41				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=30,34607

Error: 109,1481 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T7	402,00	3	6,03	A
T1	397,67	3	6,03	A B
T5	386,67	3	6,03	A B C
T6	373,67	3	6,03	A B C D
T8	368,67	3	6,03	B C D E
T9	363,67	3	6,03	C D E
T4	343,33	3	6,03	D E
T2	339,33	3	6,03	E
T3	299,67	3	6,03	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Panículas/m²

Variable N R² R² Aj CV
Panículas/m² 27 0,96 0,94 3,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamientos	8	30643,33	3830,42	54,79 **	2,59	3,89
Bloques	2	164,67	82,33	1,18 NS	3,63	6,23
Error	16	1118,67	69,92			
Total	26	31926,67				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=24,28761

Error: 69,9167 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T7	310,00	3	4,83	A
T5	304,33	3	4,83	A
T1	298,67	3	4,83	A B
T8	293,67	3	4,83	A B
T6	291,67	3	4,83	A B
T9	277,00	3	4,83	B C
T2	255,00	3	4,83	C
T4	229,67	3	4,83	D
T3	208,00	3	4,83	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Longitud de panícula

Variable N R² R² Aj CV
 Longitud Panícula 27 0,84 0,74 2,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamientos	8	24,80	3,10	10,03 **	2,59	3,89
Bloques	2	0,61	0,31	0,99 NS	3,63	6,23
Error	16	4,95	0,31			
Total	26	30,36				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,61495

Error: 0,3091 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T7	24,27	3	0,32	A
T1	23,90	3	0,32	A
T5	23,67	3	0,32	A B
T2	23,10	3	0,32	A B C
T6	22,17	3	0,32	B C
T8	22,03	3	0,32	C
T3	21,80	3	0,32	C
T9	21,77	3	0,32	C
T4	21,77	3	0,32	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Granos de panícula

Variable N R² R² Aj CV
 Granos Panícula 27 0,91 0,85 3,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamientos	8	2634,61	329,33	19,58 **	2,59	3,89
Bloques	2	0,31	0,15	0,01 NS	3,63	6,23
Error	16	269,04	16,82			
Total	26	2903,96				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,91095

Error: 16,8153 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T7	121,47	3	2,37	A
T1	117,60	3	2,37	A
T5	105,20	3	2,37	B
T2	103,17	3	2,37	B
T6	98,57	3	2,37	B C
T9	97,67	3	2,37	B C
T4	97,43	3	2,37	B C
T8	96,80	3	2,37	B C
T3	88,80	3	2,37	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Peso de 1000 granos

Variable N R² R² Aj CV
Peso granos 27 0,92 0,88 1,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamientos	8	46,63	5,83	24,31 **	2,59	3,89
Bloques	2	0,01	4,8E-03	0,02 NS	3,63	6,23
Error	16	3,84	0,24			
Total	26	50,48				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,42243

Error: 0,2398 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T7	28,90	3	0,28	A
T1	27,97	3	0,28	A B
T4	27,93	3	0,28	A B
T5	27,40	3	0,28	B C
T2	26,83	3	0,28	B C
T6	26,70	3	0,28	B C
T9	26,00	3	0,28	C D
T3	24,93	3	0,28	D
T8	24,80	3	0,28	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Días a la floración

Variable N R² R² Aj CV
 Días Floración 27 0,92 0,87 0,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamientos	8	67,41	8,43	22,75 **	2,59	3,89
Bloques	2	1,41	0,70	1,90 NS	3,63	6,23
Error	16	5,93	0,37			
Total	26	74,74				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,76772

Error: 0,3704 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T8	86,00	3	0,35	A
T3	85,67	3	0,35	A
T6	84,33	3	0,35	A B
T9	83,67	3	0,35	B C
T5	83,67	3	0,35	B C
T4	82,67	3	0,35	B C
T2	82,67	3	0,35	B C
T1	82,33	3	0,35	C D
T7	80,67	3	0,35	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Días a la cosecha

Variable N R² R² Aj CV
 Días Cosecha 27 0,95 0,91 0,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamientos	8	67,41	8,43	22,75 **	2,59	3,89
Bloques	2	1,41	0,70	1,90 NS	3,63	6,23
Error	16	5,93	0,37			
Total	26	74,74				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,00775

Error: 0,1204 gl: 16

Tratamientos Medias n E.E.

T8	135,33	3 0,20	A
T3	135,00	3 0,20	A B
T4	134,33	3 0,20	A B C
T6	134,00	3 0,20	B C D
T9	134,00	3 0,20	B C D
T2	133,67	3 0,20	C D
T5	133,00	3 0,20	D E
T7	132,00	3 0,20	E
T1	132,00	3 0,20	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Rendimiento por hectárea

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	27	1,00	1,00	0,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamientos	8	5874007,29	734250,91	1616,81**	2,59	3,89
Bloques	2	1156,64	578,32	1,27 NS	3,63	6,23
Error	16	7266,16	454,13			
Total	26	5882430,09				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=61,89944

Error: 454,1348 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T7	6296,40	3	12,30	A
T1	6113,77	3	12,30	B
T4	5895,50	3	12,30	C
T9	5840,13	3	12,30	C D
T2	5838,33	3	12,30	C D
T5	5808,70	3	12,30	D
T6	5792,20	3	12,30	D
T3	4891,97	3	12,30	E
T8	4874,67	3	12,30	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Eficiencia agronómica

Variable N R² R² Aj CV
 Eficiencia A 27 1,00 1,00 3,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamientos	8	36,13	4,52	1000,87 **	2,59	3,89
Bloques	2	0,01	2,5E-03	0,55 NS	3,63	6,23
Error	16	0,07	4,5E-03			
Total	26	36,20				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19511

Error: 0,0045 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T9	3,21	3	0,04	A
T2	3,20	3	0,04	A
T1	3,09	3	0,04	A
T7	2,58	3	0,04	B
T6	2,52	3	0,04	B
T5	2,19	3	0,04	C
T4	2,09	3	0,04	C
T3	0,08	3	0,04	D
T8	0,06	3	0,04	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Relación grano-paja

Variable N R² R² Aj CV
Relación G/P 27 0,47 0,14 7,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamientos	8	0,02	2,7E-03	1,76 NS	2,59	3,89
Bloques	2	3,6E-04	1,8E-04	0,12 NS	3,63	6,23
Error	16	0,02	1,5E-03			
Total	26	0,05				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11290

Error: 0,0015 gl: 16

Tratamientos Medias n E.E.

T7 0,56 3 0,02 A
T4 0,53 3 0,02 A
T1 0,52 3 0,02 A
T6 0,51 3 0,02 A
T9 0,50 3 0,02 A
T5 0,49 3 0,02 A
T2 0,49 3 0,02 A
T8 0,47 3 0,02 A
T3 0,47 3 0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 2. Fotografías



Figura 1. Trasplante.



Figura 2. Primera aplicación fitosanitaria del cultivo.



Figura 3. Seguimiento del cultivo después del control fitosanitario.



Figura 4. Aplicación de tratamientos.



Figura 5. Control fitosanitario.



Figura 6. Visita del tutor del trabajo experimental.



Figura 7. Evaluación de altura de planta.



Figura 8. Cosecha del trabajo experimental.



Figura 9. Evaluación de longitud de panícula.



Figura 10. Evaluación de granos por panícula.



Figura 11. Conteo de 1000 granos.



Figura 12. Peso de 1000 granos.