



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERO AGRONOMO

TEMA:

“Comportamiento agronómico del cultivo de arroz a la aplicación de
Activadores enzimáticos en diferentes dosis en la zona de la Carmela,
Cantón Babahoyo”

AUTOR:

Jairon Alberto Sorroza Jiménez

TUTOR:

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

Babahoyo-Los Ríos-Ecuador

2020



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Comportamiento agronómico del cultivo de arroz a la aplicación de activadores enzimáticos en diferentes dosis en la zona de la Carmela, Cantón Babahoyo”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Cristina Maldonado Camposano, MBA

PRESIDENTE

Ing. Agr. Tito Bohórquez Barros, MBA

PRIMER VOCAL

Ing, Agr. Guillermo García Vásquez, MSc

SEGUNDA VOCAL

DEDICATORIA

- Con mucho amor dedico este trabajo de titulación a DIOS creador de los cielos y la tierra y de todo lo que en ella hay, ya que sin su ayuda no lo hubiera logrado terminar mi carrera como ingeniero agrónomo.
- A mis padres Flor Jiménez Aguirre y Alberto Sorroza Macías que siempre me estuvieron ayudándome de una u otra manera y siempre enseñándome a valorar el sacrificio que hacían por mí y sobre todo los valores que me inculcaron a seguir desde niño para así de esta manera lograr esta meta que es haberme convertido en un ingeniero Agrónomo.
- A mi hermana Evelyn Sorroza Jiménez nunca me voy a olvidar de todo lo que hiciste por mi apoyándome desde el primer día que decidí retomar mis estudios esto es por ti también gracias de todo corazón.
- A mi novia Gelen Anzules Peña que cuando estuve a punto de dejar mis estudios apareció como una bendición a mi vida para darme esa fuerza que muchas veces necesité esto también es por ti amada mía muchas gracias por tu amor y por todo lo que has hecho por mí.
- Y como olvidarme de otras personas que nunca me dieron un no por respuesta como son la señora Susana Amat Alvarado y a la Familia Cabrera Bajaña de los cuales siempre estaré agradecido ya que sin su ayuda tampoco esto hubiera sido posible.

AGRADECIMIENTO

- A DIOS rey de reyes por haberme dado la vida y la oportunidad de haber logrado este sueño.
- A mis padres por el apoyo que me dieron durante toda mi vida como estudiante.
- A mi Hermana porque me ayudo sin algún día esperar alguna recompensa, pero la mejor recompensa que le puedo dar es haber terminado mis estudios ya que sin su ayuda tampoco lo hubiera logrado.
- A mi familia que me ayudaron en momentos difíciles en los cuales ni yo creía en mi gracia por enseñarme que si se puede.
- A la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias y todo el personal docente que me ayudo en mi formación como profesional.
- A el Ing. Agr. MSc. Eduardo Colina Navarrete, tutor de este trabajo experimental y por todos los conocimientos que me brindo durante mi etapa Universitaria.
- A el Ing. Agr. MSc. Luis Sánchez, que me ofreció su ayuda desde el primer momento en que se lo pedí ya que siempre estuvo dispuesto a ayudarme estaré siempre agradecido por su gran gesto de voluntad.
- A todos mis compañeros y amigos de estudios que me brindaron su granito de arena para que esto sea posible.

INDICE DE CONTENIDO

<u>I. INTRODUCCIÓN</u>	1
<u>1.1. Objetivos</u>	3
<u>1.1.1. General</u>	3
<u>1.1.2. Específicos</u>	3
<u>II. MARCO TEORICO</u>	4
<u>2.1. Generalidades del cultivo de Arroz</u>	4
<u>2.2. El Cultivo de Arroz en el Ecuador</u>	4
<u>2.3. Clasificación Taxonomía</u>	5
<u>2.4. Características Morfológicas</u>	5
<u>2.5. Requerimientos edafoclimáticas del Cultivo</u>	7
<u>2.5.1. Precipitación</u>	7
<u>2.5.2. Clima</u>	7
<u>2.5.3. Temperatura</u>	7
<u>2.5.4. Suelo</u>	8
<u>2.5.5. PH</u>	8
<u>2.6. Fases del Cultivo</u>	8
<u>2.7. La Fertilización en el cultivo de Arroz</u>	9
<u>2.8. Producto Zerebra Agro</u>	11
<u>2.9. VENTAJAS Y EFECTOS POSITIVOS:</u>	11
<u>2.10. Taxonomía del Producto</u>	12
<u>2.11. Mecanismo de Acción</u>	12
<u>III. MATERIALES Y MÉTODOS</u>	12
<u>3.1. Ubicación y descripción de sitio experimental</u>	12
<u>3.2. Material genético</u>	13
<u>3.3. Variables por estudiar</u>	13
<u>3.4. Métodos</u>	13

<u>3.5. Tratamientos</u>	13
<u>3.6. Diseño experimental</u>	14
<u>3.7. Análisis de varianza</u>	14
<u>3.7.1. Características del área experimental</u>	14
<u>3.8. Manejo del ensayo</u>	14
<u>3.8.1. Análisis del suelo</u>	14
<u>3.8.2. Preparación del suelo</u>	15
<u>3.8.3. Siembra</u>	15
<u>3.8.4. Control de malezas</u>	15
<u>3.8.5. Control fitosanitario</u>	15
<u>3.8.6. Riego</u>	15
<u>3.8.7. Fertilización</u>	15
<u>3.8.8. Cosecha</u>	16
<u>3.9. Variables por evaluarse</u>	16
<u>3.9.1. Altura de planta a cosecha</u>	16
<u>3.9.2. Número de macollos por metro cuadrado</u>	16
<u>3.9.3. Número de panículas por metro cuadrado</u>	16
<u>3.9.4. Longitud de panícula</u>	16
<u>3.9.5. Número de granos por panícula</u>	17
<u>3.9.6. Peso de mil granos</u>	17
<u>3.9.7. Días a la floración.</u>	17
<u>3.9.8. Días a la cosecha</u>	17
<u>3.9.9. Rendimiento por hectárea</u>	17
<u>3.9.10. Análisis económico</u>	17
<u>3.9.11. Productividad Parcial por nutriente</u>	18
<u>IV. RESULTADOS</u>	18
<u>4.1. Altura de planta a cosecha</u>	18

<u>4.2. Numero de macollos por metro cuadrado</u>	19
<u>4.3. Numero de panículas por metro cuadrado</u>	20
<u>4.4. Longitud de panícula</u>	20
<u>4.5. Numero de granos por panícula y peso de mil granos</u>	21
<u>4.6. Peso de mil granos</u>	22
<u>4.7. Días a la floración</u>	22
<u>4.8. Días a la cosecha</u>	23
<u>4.9. Rendimiento por hectárea</u>	23
<u>4.10. Producción parcial por nutriente</u>	24
<u>4.11. Análisis económico</u>	24
<u>V. CONCLUSIONES</u>	26
<u>VI. RECOMENDACIONES</u>	27
<u>VII. RESUMEN</u>	28
<u>VIII. SUMMARY</u>	29
<u>IX. Bibliografía</u>	30
<u>ANEXOS</u>	32

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos a estudiarse. Babahoyo, 2019.....	16
Cuadro 2. Altura de planta y macollos por m2 como respuesta a los tratamientos estudiados.	22
Cuadro 3. Panícula por m2 y longitud de panícula como respuesta a los tratamientos estudiados.	24
Cuadro 4. Granos por panícula y peso de mil granos como respuesta a los tratamientos estudiados.	25
Cuadro 5. Días a la floración y días a la cosecha como respuesta a los tratamientos estudiados.	26
Cuadro 6. Producción y producción parcial por nutriente como respuesta a los tratamientos estudiados.	27
Cuadro 7. Análisis económico de los tratamientos estudiados.	29

I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.), es sin duda uno de los cereales más antiguos de los que se tenga constancia. Es multivitamínico y con propiedades extraordinarias, a pesar de ser un grano con tan solo 1.16 mg de peso aproximadamente. Por ello se ha convertido desde tiempos ancestrales en el alimento indispensable en las cocinas del mundo; su importancia es tal, que el año 2004 fue decretado por la FAO como el año internacional del arroz a nivel mundial¹.

El arroz es el principal medio de vida para las mayores poblaciones del mundo. Y está profundamente relacionado con el patrimonio cultural de numerosas sociedades especialmente en Asia; siendo el alimento básico de más de la mitad de la población mundial. Y sólo en Asia. Más de 2.000 millones de personas obtienen del arroz y sus productos, del 60 al 70% de su consumo calórico diario².

Para el año 2018, según la FAO, la producción mundial de arroz se ubicó en 159 807 722 de hectáreas cultivadas. Cuyo rendimiento en toneladas fue igual a 740 961 445. En el Ecuador, el cultivo de arroz es de gran importancia socioeconómica, según los datos registrados, existen 394 813.00 hectáreas cosechadas con una producción de 1 579 406 Tm. En la Provincia de Los Ríos existen 140 707 hectáreas sembradas, de las cuales 125 228 son cosechadas, estimándose a una producción de 449 749 Tm de arroz en cascara³.

Las necesidades nutricionales de este cultivo generalmente vienen dadas por experiencia y pruebas no tan fiables siendo lo ideal los análisis realizados en el suelo. Estos determinan la deficiencia de los minerales presentes, y la cantidad de nutrientes que se debe aplicar al cultivo para obtener mejores rendimientos y elevar la productividad. En el campo de la nutrición vegetal foliar en los últimos años, se han desarrollado importantes adelantos para incrementar la producción

¹ FAO. 2018. Producción Mundial de alimentos, análisis de datos y siembras. Anuario 2018. 148p.

² INTAGRO. 2018. El cultivo del arroz: manejo y nutrición. Disponible en www.intagro.com

³ SIPA. 2019. Estadística Agropecuarias. Disponible en www.sipa.gob.ec

de los cultivos. Especialmente se ha mejorado la aplicación de promotores de crecimiento dentro de los planes de manejo nutricional en conjunto con la utilización de fertilizantes químicos, lo cual ha repercutido en una mejora en los sistemas de producción elevando los rendimientos de las cosechas.

La utilización de promotores biológicos de crecimiento como aminoácidos, proteínas, enzimas y otros Bio-catalizadores, es una tecnología antiguamente utilizada y de gran repercusión en la actualidad. Sin embargo, los avances en investigación sobre la respuesta de los cultivos a estos elementos, está siendo estudiada muy paulatinamente, especialmente aquellos que realizan facilitan una mejor absorción de los nutrientes en la planta.

Zerebra Agro®, es un bioestimulante a base de plata coloidal, las sustancias activas tienen efecto antimicrobiano o antibacteriano en general. En particular aumenta la resistencia a la infección por hongos. También ayuda a la estimulación del crecimiento de la longitud del vástago, estimulación del crecimiento de las raíces, estimulación de la acumulación de biomasa de la planta, incluyendo un aumento en el peso de los frutos.

Por este motivo se hace necesaria la implementación de prácticas que ayuden o identifiquen dosis de promotores biológicos y la eficiencia de estos en arroz.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Comportamiento agronómico del cultivo de arroz a la aplicación de Zerebra Agro® en diferentes dosis en la zona de la Carmela.

1.1.2. Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico del arroz a la aplicación del promotor de crecimiento Zerebra Agro®.
- Identificar el tratamiento de mayor incremento en el rendimiento de grano del cultivo.
- Realizar el análisis económico en relación con el beneficio/costo.

II. MARCO TEORICO

2.1. Generalidades del cultivo de Arroz

El arroz (*Oryza sativa* L.), es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, aunque es el más importante del mundo si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha. A nivel mundial, el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo si se considera la superficie cosechada, pero si se considera su importancia como cultivo alimenticio, el arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales. Además de su importancia como alimento, el arroz proporciona empleo al mayor sector de la población rural de la mayor parte de Asia, pues es el cereal típico del Asia meridional y oriental, aunque también es ampliamente cultivado en África y en América, y no sólo ampliamente sino intensivamente en algunos puntos de Europa meridional, sobre todo en las regiones mediterráneas (Agroacademicosmy 2017).

El Arroz es una especie perteneciente a la familia de las gramíneas, cuya semilla debidamente procesada constituye la base alimentaria de más de un tercio de la población mundial. Actualmente se lo cultiva en los cinco continentes, tanto en las regiones pantanosas como en llanuras, en algunos países con clima templado, excepcionalmente en regiones áridas (bajo riego), o en otros con climas cálido y húmedo (Perfil de Mercado de Arroz 2017.pdf (en línea) s. f.).

2.2. El Cultivo de Arroz en el Ecuador

La región Litoral, fundamentalmente en las provincias del Guayas y Los Ríos. Las zonas arroceras del país, presentan un amplio

rango en la distribución de los factores climáticos que varía desde el trópico húmedo hasta el trópico seco, con temperaturas de 20° a 30 °C, precipitaciones máximas de 2500 mm y mínimas de 500 mm por año con humedad relativa generalmente alta. Estas zonas son fértiles y su mayor limitante es la inadecuada disponibilidad de agua, factor que en extensas zonas de secano es mínimo, sujeto a las lluvias (INIAP 2014).

La importancia del Sector Arrocero del país radica en que el arroz es uno de los principales productos de la canasta básica de los hogares ecuatorianos. En su estructura productiva, la mayor parte de las UPAs les pertenecen a los pequeños productores, además casi el 87% de la producción de arroz es generada por las Provincias de Guayas y Los Ríos. Su participación en el PIB representa apenas el 1,55% (promedio 2014 – 2017). La mayor parte de la producción arrocera se destina al consumo interno (96%), dejando muy poco producto para la exportación (4%) (Poveda y Andrade 2018).

La Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) menciona que en el 2017 se cosecharon 358.100 hectáreas (ha) de arroz en cáscara, mostrando una disminución del 2,21% con respecto a 2016, cuando se tenían 366.194 ha. En productividad, indica el Espac, en 2017 se obtuvieron 1'066.614 toneladas, 467.923 ton menos que las registradas en 2016 (1'534.537) (revista febrero.pdf (en línea) s. f.).

2.3. Clasificación Taxonomía

A continuación, se detalla la clasificación taxonómica del cultivo de arroz:

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Sub-Clase: Commelinidae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Sub-Familia: Bambusoideae

Tribu: Oryzeae

Género: Oryza

Especie: Oryza sativa L.

Fuente: (AgrotendenciaTV 2018)

2.4. Características Morfológicas

El arroz (*Oryza sativa*, L.) es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia Poaceae de las gramináceas. Posee las siguientes características: las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Tiene dos tipos de raíces: las seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas substituyen a las raíces seminales (Franquet s. f.).

El tallo está formado por la alternación de nudos y entrenudos. En el nudo o región nodal se forman una hoja y una yema, esta última puede desarrollarse y formar una macolla. La yema se encuentra entre el nudo y la base de la vaina de la hoja.

El septo es la parte interna del nudo que separa los dos entrenudos adyacentes. El entrenudo maduro es hueco, finamente estriado. Su superficie exterior carece de vello, y su brillo y color dependen de la variedad. La longitud del entrenudo varía siendo mayor la de los entrenudos de la parte más alta del tallo. Los entrenudos, en la base del tallo, son cortos y se van endureciendo, hasta formar una sección sólida (CIAT 2005).

La primera hoja se llama prófalo, carece de lámina y está constituido por dos brácteas. La hoja posee tres partes, la primera es la vaina o base de la hoja sale de un nudo y envuelve un entrenudo; la segunda, es el cuello que une la lámina con la vaina, y en el medio la lígula (membranosa y de forma triangular) y aurícula (apéndice del cuello en forma de hoz) y, por último, la lámina de tipo lineal, larga y angosta, distribuidas de forma alterna a lo largo del tallo (Calderón s. f.).

Las espiguillas son trifloras y hermafroditas, la última es la fértil y las dos inferiores están representadas por órganos vestigiales; y se encuentran reunidas en inflorescencias racimosas formando panículas. El número de espiguillas o flores es variable según los cultivares y condiciones de manejo. A la madurez las panículas adoptan una posición pendiente debido al peso de los granos maduros (Doris Rodríguez 2017).

La Inflorescencia es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemmas estériles, la raquilla y el flósculo.

El grano de arroz es el ovario maduro. El grano descascarado de arroz (cariópside) con el pericarpio pardusco se conoce como arroz café; el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el arroz rojo (EcuRed s. f.).

2.5. Requerimientos edafoclimáticas del Cultivo

2.5.1. Precipitación

El cultivo de arroz necesita aproximadamente, 1,000 mm de lluvia anual con 200 mm de precipitación mensual durante la temporada de cultivo, resulta adecuado para el cultivo (T10162 FLORES GARZA, JOSE GUADALUPE MONOG..pdf (en línea) s. f.).

2.5.2. Clima

Se trata de un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtrópicos y en climas templados y mediterráneos. El cultivo se extiende desde los 49-50° de latitud norte a los 35° de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2.500 metros de altitud. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo, sobre todo cuando se cultiva en tierras altas, donde están más influenciadas por la variabilidad de las mismas (MORAN 2012).

2.5.3. Temperatura

La temperatura afecta de manera integral el proceso del cultivo del arroz, ya que depende de dicha temperatura germina más rápido o no la semilla, crecen más los tallos o crecen más granos de arroz por espiga. El arroz puede germinar a temperaturas mínimas entre 10 y 20°C, pero esta no es la temperatura óptima para el arroz, ya que dicha temperatura se encuentra entre 30 y 35°C, esta es una brecha muy estrecha ya que a los 40°C no se puede producir el arroz, ya que este no germina. Según el manual técnico para el cultivo de arroz, la temperatura óptima, anterior dicha, hace que la planta crezca más rápido de lo normal, aunque son las susceptibles a atraer plaga, por otro lado, si la temperatura es baja, entre 10 y 20°C, la planta genera un gran porcentaje de esterilidad, lo que a su vez genera que no crezca el grano de arroz en la planta (ALBERTO PALLARES 2019 s. f.).

2.5.4. Suelo

El cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en las

amplias llanuras inundadas y los deltas de los ríos. Los suelos de textura fina (“pesados” o “fuertes”) dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por tanto, la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes químicos y orgánico (DELGADO 2017, s. f.).

2.5.5. PH

La mayoría de los suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación. El pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que para suelos alcalinos ocurre lo contrario. El pH óptimo para el arroz es 6.6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y además las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel tóxico (2016-David_Alejandro_Muñoz.pdf (en línea) s. f.).

2.6. Fases del Cultivo

Su crecimiento puede dividirse en tres importantes fases: vegetativa (germinación, estado de plántula, macollaje), reproductiva (diferenciación de primordio floral (DPF) y floración) y maduración (llenado de granos y madurez fisiológica).

La fase vegetativa: Por lo general dura de 55 a 60 días en las variedades de período intermedio. Y comprende desde la germinación de la semilla, emergencia, macollamiento (ahijamiento), hasta la diferenciación del primordio floral. La fase reproductiva: incluye el período desde la formación del primordio floral, embuchamiento (14-7 días antes de la emergencia de la panícula), hasta la emergencia de la panícula (floración). Esta fase dura entre 35 y 40 días (Penonomé 2011-colaborativo 4 2012).

La fase de madurez: abarca desde la emergencia de la panícula (floración), el llenado y desarrollo de los granos (estado lechoso y pastoso) hasta la cosecha (madurez del grano) y dura de 30 a 40 días. En general el ciclo vegetativo y reproductivo de las variedades de arroz que se cultivan actualmente, varía de 120 a 140 días desde la germinación hasta a la cosecha del grano, aunque actualmente se encuentran variedades de arroz con 105 días a la cosecha con rendimientos aceptables (Luciana G. Herber 2016 s. f.).

2.7. La Fertilización en el cultivo de Arroz

Un plan de fertilización para altos rendimientos supone de por sí que los factores que definen el rendimiento y los que lo limitan o reducen están debidamente controlados. Esto implica que las expectativas de respuesta a las prácticas de fertilización son altas. Esta situación se da cuando se siembran variedades de alto potencial de rendimiento, en una época y densidad adecuada, con ajustado manejo del riego, la lámina de agua, el control de malezas, insectos y enfermedades (Cesar Quintero 2017 s. f.).

La cantidad de nutrimentos removidos del suelo por una cosecha de arroz varía con el cultivar, la producción de biomasa, el suelo, el clima y el manejo. De esta forma se pueden encontrar diferencias muy grandes de extracción de nutrimentos por el arroz en diferentes condiciones y latitudes. Específicamente en lo que respecta a absorción de nutrimentos, variedades modernas de alta producción (un promedio de 5 t/ha de grano) en general pueden remover del suelo 110 Kg N, 34Kg P₂₀₅, 156 kg k₂O, 23 KgMgO, 20KgCaO, 5KgS, 2KgFe, 2KgMn, 200g Zn, 150g Cu, 150g B, 250 Kg Si y 25 Kg de Cl por hectárea. La extracción de Si y k₂O es particularmente alta en las panículas y paja que se saca de la plantación al momento de la cosecha. Sin embargo, si solo se remueve el grano y la paja es devuelta e incorporada de nuevo al

suelo, la extracción de Si y K_2O se reduce considerablemente, aunque cantidades significantes de N y P $2^{\circ}5$ sean removidos.

Al igual que en otros cultivos, el nitrógeno (N) es el principal factor limitante en la producción agrícola como el N puede ser absorbido por las plantas son amonio (NH_4^+) y nitrato (NO_3^-), principalmente obtenidas de los fertilizantes nitrogenados y la mineralización de los residuos de cosecha y la materia orgánica del suelo. En mayor proporción que en otros cultivos, la productividad del arroz depende de la disponibilidad y eficiencia en la absorción del N, tanto por su contribución directa como por permitir la absorción de otros nutrientes (Quirós Herrera y Ramírez Martínez 2005).

El fósforo estimula el crecimiento radical, lo que favorece la absorción de agua y nutrimentos y aumenta la resistencia al acame, promueve una floración y cosecha temprana, beneficia el macollamiento, incrementando la resistencia de la planta a condiciones adversas y favorece el llenado de grano. A diferencia de otros cultivos de frutos, los granos de arroz solamente traslocan menos del 12% del potasio absorbido por la planta hacia los granos, mientras que el 85% del fosforo absorbido es traslocado hacia los granos, siendo un factor determinante para el rendimiento del cultivo.

Las aplicaciones de fósforo vía foliar, se deben de realizar entre los 60 y 80 días después de germinado, ya que es el período de mayor demanda del cultivo. Durante la fase de desarrollo reproductivo (aparición de órganos reproductivos), se demanda una gran cantidad de energía química la cual es transformada por los pigmentos fotosintéticos a ATP por medio del transporte de electrones, proceso en el cual el fósforo es el sustrato prioritario para su síntesis. Por esta razón las aplicaciones foliares como complemento a las aplicaciones de rutina, se concentran en esta

fase del desarrollo para suministrar al cultivo el fósforo que esta demanda en la dosis, tiempo y forma necesaria (Stoller Europe 2018 2018).

El potasio también es muy importante para lograr buenos rendimientos de arroz. El potasio contribuye a la resistencia a las enfermedades de las plantas, la ampliación de la raíz y el grosor, la durabilidad de la hoja, el inicio y desarrollo de la panícula. Las deficiencias de potasio tienen un gran impacto en el crecimiento de los cultivos. Los agricultores de arroz experimentados afirman que pueden identificar estas deficiencias por los siguientes síntomas.

- Manchas oscuras en las hojas más viejas. Plantas verdes oscuro con hojas amarillas a marrones.
- Condición de la raíz no saludable. Las raíces son negras con densidad y longitud disminuidas.
- Temprana marchitez de las hojas.
- Manchas necróticas en panículas (Wikifarmer.com 2019).

Potasio: a diferencia del nitrógeno, fósforo y pese a la cantidad removida, solo una pequeña cantidad de potasio, menos del 12% del total tomado va al grano. Este elemento se acumula en las partes vegetativas donde sirve para su formación y permanece en el tallo hasta la cosecha. Alrededor del 90% del potasio absorbido del suelo y de los fertilizantes regresa nuevamente al suelo cuando se incorporan las socas (Bejarano paez 2000).

2.8. Producto Zerebra Agro

Zerebra Agro es un regulador del crecimiento con efecto fungicida, fundamentalmente nuevo en su acción. La preparación se basa en el ingrediente activo completamente nuevo para la agricultura: partículas manométricas de plata metálica, modificadas por moléculas de un polímero catiónico biológicamente activo. Debido

a la combinación de propiedades estimulantes del crecimiento y la acción inductora de la plata coloidal, que determina la acción fungicida de la preparación, Zerebra Agro tiene un efecto beneficioso en los cultivos agrícolas incluso en concentraciones mínimas (Grand Harvest Research s. f.).

2.9. VENTAJAS Y EFECTOS POSITIVOS:

- Mejora del vigor de la semilla y la germinación de la semilla
- Desarrollo de un sistema raíz fuerte
- Prevención de enfermedades de las plantas
- Inhibición efectiva de hongos y bacterias
- Efecto mejorado y prolongado de los fungicidas
- Fortalecimiento del sistema inmunitario de las plantas.
- Aumento de la resistencia a los factores de estrés:
- Calidad de producto mejorada
- Aumento de rendimiento

2.10. Taxonomía del Producto

Clase	Bioestimulante Agrícola
Ingrediente Activo	Plata Coloidal
Grupo Químico	Plata metálica
Concentración	500mg/L
Formulación	Líquido soluble

2.11. Mecanismo de Acción

Mecanismo de acción de la plata coloidal y la guanidina polimérica: Formar en las plantas una resistencia inespecífica (a los hongos, bacterias y virus), sistémica, duradera (durante 1-2 meses) y activar los procesos de crecimiento y biológicos, lo que repercute favorablemente en el incremento del rendimiento por cosecha y en el mejoramiento de la calidad de la producción.

La plata ya en pequeñas dosis, se combinan con las proteínas de las células de la planta que regulan la acción de las fitohormonas y su contenido en el organismo de la planta. La plata reduce la actividad del etileno, la hormona de la maduración y estimula la producción de las auxinas, las hormonas del crecimiento (Bermeo 2018 s. f.).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción de sitio experimental

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos del Recinto la Carmela perteneciente a la Parroquia Pimocha del Cantón Babahoyo, ubicado en el Km 12 de la vía Babahoyo – Jujan, entre las coordenadas geográficas UTM: 650647.79 E y 9792330.989 N con una altura de 7 m.s.n.m.

La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual de 24,7 °C; una precipitación anual 1976 mm; humedad relativa 85 % y 998,2 horas de heliofanía de promedio anual⁴.

3.2. Material genético

Se empleará como material de siembra las variedades de arroz INIAP-14, porque es la variedad de la zona la cual presenta las siguientes características:

Variedad	INIAP-14
Ciclo Vegetativo (Días)	110 -117
Altura de planta (cm)	99-107
Número de panícula/planta	14-38
Longitud de grano mm	7,1
Nivel de tolerancia a enfermedades	Tolerante
Rendimiento de grano t/ha	4,8-6

3.3. Variables por estudiar

Variable dependiente: Comportamiento del cultivo de arroz.

Variable independiente: Dosis y época de aplicación de Zerebra Agro®.

3.4. Métodos

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

⁴ Datos obtenidos de la Estación Meteorológica INAHMI-UTB. Babahoyo, 2019.

3.5. Tratamientos

Los tratamientos se describen a continuación:

Cuadro 1. Tratamientos a estudiarse. Babahoyo, 2019.

Tratamiento	Dosis L/ha	Época de aplicación d.d.s**
D1	Zerebra® 0,2 + fertilizante	15-25
D2	Zerebra® 0,3 + fertilizante	15-25
D3	Zerebra® 0,4 + fertilizante	15-25
D4	Zerebra® 0,2 + fertilizante	15-25-35
D5	Zerebra® 0,3 + fertilizante	15-25-35
D6	Zerebra® 0,4 + fertilizante	15-25-35
D7	Solo Zerebra® 0,3 Sin fertilizante	10-25
D8	Testigo con fertilizante	NA
D9	Testigo	NA

**d.d.s: Días después de la siembra

NA: No aplica

3.6. Diseño experimental

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

3.7. Análisis de varianza

El análisis de varianza se desarrollará 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 de este en laboratorio, con esto se determinó el contenido de nutrientes y textura.

3.8.2. Preparación del suelo

La preparación de suelo se realizó con un pase de arado y dos pases de rastra cruzada en sentido cruzado. Posteriormente se procedió al fanguero del campo, dejando el suelo en condiciones de siembra.

3.8.3. Siembra

La siembra se realizó por el sistema de voleo, aplicando una dosis de 90 kg/ha de semilla pregerminada.

3.8.4. Control de malezas

Posterior al fanguero se aplicó los herbicidas preemergente Pendimetalin 3,0 l/ha + Butaclor 4,0 l/ha. Cuando el cultivo tuvo 30 días se aplicó para el control de gramíneas Bispiribac sodium (Designe) 100 cc/ha y Pyrasulfuron 250 g/ha (Cheker).

Se realizó una aplicación dirigida con Cyhalafop 1,0 L/ha (Cleaner), a los 50 días después del trasplante. Además se hicieron dos deshierbas manuales a los 75 y 90 días después del trasplante, para eliminar malezas presentes. En las aplicaciones se empleó un aspersor de mochila manual CP-3 a presión de 60 lb con boquilla para cobertura de 2 m.

3.8.5. Control fitosanitario

Las plagas se controlaron con la aplicación de Karate Zeon (lambdahalotrina) en dosis de 300 cc/ha a los 25 días después del trasplante, Curacron (profenofos) 500 cc/ha 20 días después y Actellic (fipronil) 300 cc/ha (65 días después del trasplante). Con estas aplicaciones se controló la presencia de *Rupella albinella*, *Nezara spp.* y *Spodoptera frugiperda*, en el cultivo.

Las enfermedades se controlaron con la aplicación de Silvacur en dosis de 0,75 l/ha a los 20 días después del trasplante y Amistar top 300 cc/ha a los 50 días después del trasplante.

3.8.6. Riego

El ensayo fue realizado bajo condiciones de riego, manteniendo una lámina de agua permanente. Fueron aplicados cuatro riegos de dos horas, durante el ciclo del cultivo.

3.8.7. Fertilización

El programa de fertilización estuvo basado en niveles de rendimiento según escalas del IPNI (8000 kg/ha) (115 kg/ha N, 46 kg/ha P, 90 kg/ha K, 24 kg/ha S). Para el efecto la aplicación se realizó a los 0, 24 y 34 días después de la siembra.

La colocación del fertilizante se hizo de manera manual al voleo por cada unidad experimental. El fósforo fue aplicado en forma de difosfato de amonio a todos los tratamientos incluido el testigo a los 0 y 10 días después de la siembra.

3.8.8. Cosecha

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

3.9. Variables por evaluarse

3.9.1. Altura de planta a cosecha

Se cogió al azar en un metro cuadrado la altura comprendida desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula más sobresaliente, en diez plantas de cada unidad experimental, registrando el valor en centímetros a la cosecha.

3.9.2. Número de macollos por metro cuadrado.

En el área útil de cada parcela se seleccionó al azar un m² y se colecto los macollos efectivos a la cosecha. Esto se hizo con un marco de madera que tuvo 1 m² y se lo lanzó al azar.

3.9.3. Número de panículas por metro cuadrado

En el mismo metro cuadrado que se contó macollos también se registró las panículas al momento de la cosecha.

3.9.4. Longitud de panícula

La evaluación fue estimada 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 contó 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 seleccionó 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.

Fue contabilizado desde el momento de la siembra hasta cuando el cultivo presentó más del 50 % de panículas emergidas.

3.9.8. Días a la cosecha

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

3.9.9. Rendimiento por hectárea

Fue evaluado 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 transformó a kilogramos por hectárea. Para el efecto se utilizó la fórmula para ajustes de humedad⁵:

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

Pu= Peso uniformizado

Pa= Peso actual

ha= Humedad actual

hd= Humedad deseada.

⁵ Azcon-Bieto, J., Talon M. (2003). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw-Hill. España. 625p.

3.9.10. 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/costo⁶.

3.9.11. Productividad Parcial por nutriente

Estuvo basado en la cantidad de nutrientes necesarios para producir una tonelada de producto final⁷. Se estima con la ecuación:

$$PPF = \frac{R}{D}$$

Dónde:

PPF = Productividad parcial del factor

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

D= Cantidad del nutriente aplicado

⁶ Martínez, L. (2002). Economía política de las comunidades agropecuarias del Ecuador, Abya Yala, Quito.

⁷ Snyder, J. Bruulsema, M. (2007). Nutrient use efficiency and effectiveness in North America: Indices of agronomic and environmental benefit. IPNI.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta a cosecha

En el Cuadro 2 se presenta la altura de planta y macollos por m².

En relación a la altura de planta se observan valores que varían entre 101,43 cm y 114,60 cm. Encontrándose la mayor altura de plantas en las parcelas tratadas con Zerebra® 0,4 + fertilizante en una frecuencia de aplicación a los 15-25-35 días después de la siembra. Sin embargo, este valor no tuvo diferencia significativa de 112,90 cm y 111,97 cm registrado en las parcelas tratadas con Zerebra® 0,3 + fertilizante y Zerebra® 0,2 + fertilizante, respectivamente, en la misma frecuencia de aplicación.

Las plantas de menor altura fueron encontradas en el testigo con 101,43 cm. Esta altura fue diferente a las demás encontradas. El coeficiente de variación de esta variable fue 1,06 %.

Cuadro 2. Altura de planta y macollos por m² como respuesta a los tratamientos estudiados.

	Tratamientos (L/ha)	Época de aplicación (dds)*	Altura de planta (cm)	Macollos por m ²
1	Zerebra® 0,2 + fertilizante	15-25	109,83 bc	222,67 c
2	Zerebra® 0,3 + fertilizante	15-25	110,80 b	236,67 bc
3	Zerebra® 0,4 + fertilizante	15-25	110,73 b	234,33 bc
4	Zerebra® 0,2 + fertilizante	15-25-35	111,97 ab	246,33 ab
5	Zerebra® 0,3 + fertilizante	15-25-35	112,90 ab	251,67 ab
6	Zerebra® 0,4 + fertilizante	15-25-35	114,60 a	265,33 a
7	Zerebra® 0,3	10-25	107,17 c	197,33 d
8	Testigo con fertilizante	NA	109,97 bc	217,67 c
9	Testigo	NA	101,43 d	178,00 d
Coeficiente de Variación (%)			1,06	3,04
Nivel de significancia			**	**

Médias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey.

* días después de la siembra

** Significativo al 99 % ($p < 0,01$)

4.2. Número de macollos por metro cuadrado

En la variable macollos por m² se observó una secuencia similar a la variable anterior, es decir, los mayores valores fueron observados en los tratamientos Zerebra® 0,4 + fertilizante, Zerebra® 0,3 + fertilizante y Zerebra® 0,2 + fertilizante aplicado a los 15-25-35 días después de la siembra con 265,33; 251,67 y 246,33 respectivamente. Mientras que el menor número de macollos fue registrado en el testigo con 178,00 y en el tratamiento Zerebra® 0,3 aplicado a los 10-25 días con 197,33. El coeficiente de variación fue 3,04 %.

4.3. Número de panículas por metro cuadrado

Respecto al número de panículas por m² (Cuadro 2), se observó una variación de 176,00 a 265,00, siendo el mayor valor encontrado en las parcelas tratadas con Zerebra® 0,4 + fertilizante a los 15-25-35 días después de la siembra. Mientras que el menor número de panículas fue reportado en el testigo. Estos valores fueron diferentes significativamente.

Cabe recalcar que los tratamientos en donde se combinó Zerebra® en diferente dosis y épocas de aplicación más fertilizante el número de panículas por m² fue superior ($p < 0,01$) al número de panículas registradas en el tratamiento con Zerebra® sin fertilizante y testigo.

El coeficiente de variación de esta variable fue 3,09 %.

Cuadro 3. Panícula por m² y longitud de panícula como respuesta a los tratamientos estudiados.

	Tratamientos (L/ha)	Época de aplicación (dds)*	Panículas por m ²	Longitud de panícula (cm)
1	Zerebra® 0,2 + fertilizante	15-25	222,67 c	24,23 c
2	Zerebra® 0,3 + fertilizante	15-25	235,67 bc	25,40 bc
3	Zerebra® 0,4 + fertilizante	15-25	234,00 bc	25,01 bc
4	Zerebra® 0,2 + fertilizante	15-25-35	245,67 ab	25,36 bc
5	Zerebra® 0,3 + fertilizante	15-25-35	250,33 ab	25,63 b
6	Zerebra® 0,4 + fertilizante	15-25-35	265,00 a	27,03 a
7	Zerebra® 0,3	10-25	196,33 d	22,67 d
8	Testigo con fertilizante	NA	217,00 c	24,27 c
9	Testigo	NA	176,00 d	20,97 e
Coeficiente de Variación (%)			3,09	1,91
Nivel de significancia			**	**

Médias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey.

* días después de la siembra

** Significativo al 99 % ($p < 0,01$)

4.4. Longitud de panícula

En relación a la longitud de la panícula, se observó una tendencia similar al número de panícula por m², es decir, la mayor longitud con 27,03 cm fue encontrada en las parcelas tratadas con Zerebra® 0,4 + fertilizante aplicado a los 15-25-35 días después de la siembra, siendo este valor diferente en comparación con los demás.

Los tratamientos que recibieron fertilización en combinación de diferentes dosis de Zerebra® presentaron mayor longitud de la panícula en comparación con el tratamiento Zerebra® sin fertilizante y testigo. El coeficiente de variación fue 1,91 %.

4.5. Número de granos por panícula y peso de mil granos

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de las variables granos por panícula y peso de mil granos.

Respecto al número de granos por panículas, el tratamiento Zerebra® 0,4 + fertilizante aplicado a los 15-25-35 días después de la siembra, obtuvo 145,47 granos, este valor fue diferente de los demás a excepción del número de granos por panícula obtenido en el tratamiento Zerebra® 0,3 + fertilizante aplicado en la misma frecuencia que el anterior. El menor número de granos por panícula fueron registrados en el tratamiento Zerebra® sin fertilizante y testigo absoluto con 126,93 y 101,97; respectivamente.

El coeficiente de variación fue 0,42 %.

Cuadro 4. Granos por panícula y peso de mil granos como respuesta a los tratamientos estudiados.

	Tratamientos (L/ha)	Época de aplicación (dds)*	Granos por panícula	Peso de mil granos
1	Zerebra® 0,2 + fertilizante	15-25	137,13 bc	31,63 d
2	Zerebra® 0,3 + fertilizante	15-25	141,33 bc	32,00 cd
3	Zerebra® 0,4 + fertilizante	15-25	139,97 bc	32,07 c
4	Zerebra® 0,2 + fertilizante	15-25-35	143,87 b	32,20 c
5	Zerebra® 0,3 + fertilizante	15-25-35	145,47 ab	32,60 b
6	Zerebra® 0,4 + fertilizante	15-25-35	153,33 a	33,00 a
7	Zerebra® 0,3	10-25	126,93 d	30,00 f
8	Testigo con fertilizante	NA	134,40 c	31,07 e
9	Testigo	NA	101,97 e	28,73 g
Coeficiente de Variación (%)			2,14	0,42
Nivel de significancia			**	**

Médias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey.

* días después de la siembra

** Significativo al 99 % ($p < 0,01$).

4.6. Peso de mil granos

En la variable peso de mil granos se observó una tendencia similar a la variable granos por panícula, es decir, el mayor peso se encontró en el tratamiento Zerebra® 0,4 + fertilizante aplicado a los 15-25-35 días después de la siembra con 33,00 g, seguido por 32,60 g registrado en el tratamiento Zerebra® 0,3 + fertilizante con la misma frecuencia de aplicación. La diferencia encontrada en los dos tratamientos fue significativa. Los menores pesos fueron

obtenidos del tratamiento Zerebra® 0,3 y testigo. El coeficiente de variación fue 0,42 %.

4.7. Días a la floración

Respecto a los días a la floración (Cuadro 4), se observa que en los tratamientos Zerebra® 0,3 + fertilizante aplicado a los 15-25 días después de la siembra, Zerebra® sin fertilizante y el testigo, la emisión floral se registró a los 75,00; 75,00 y 76,00 días respectivamente. Sin embargo, en los demás tratamientos la emisión floral inició entre los 74,00 y 74,67 días. El coeficiente de variación fue 0,46 %.

Cuadro 5. Días a la floración y días a la cosecha como respuesta a los tratamientos estudiados.

	Tratamientos (L/ha)	Época de aplicación (dds)*	Días a la floración	Días a la cosecha
1	Zerebra® 0,2 + fertilizante	15-25	74,67 b	101
2	Zerebra® 0,3 + fertilizante	15-25	75,00 ab	101
3	Zerebra® 0,4 + fertilizante	15-25	74,33 b	100
4	Zerebra® 0,2 + fertilizante	15-25-35	74,33 b	100
5	Zerebra® 0,3 + fertilizante	15-25-35	74,00 b	99
6	Zerebra® 0,4 + fertilizante	15-25-35	74,00 b	99
7	Zerebra® 0,3	10-25	76,00 a	101
8	Testigo con fertilizante	NA	75,00 ab	101
9	Testigo	NA	76,00 a	101
Coeficiente de Variación (%)			0,46	0,51
Nivel de significancia			**	ns

Médias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey.

* días después de la siembra

** Significativo al 99 % ($p < 0,01$).

4.8. Días a la cosecha

En relación a la madurez fisiológica del cultivo de arroz, se pudo observar que los días a la cosecha variaron entre 99 y 101 días.

Los tratamientos Zerebra® 0,4 + fertilizante y Zerebra® 0,3 + fertilizante con frecuencia de aplicación a los 15-25-35 días después de la siembra,

presentaron madurez fisiológica a los 99 días, 2 días antes en relación con el tratamiento Zerebra® sin fertilizante, testigo, testigo con fertilizante y las menores dosis de Zerebra® + fertilizante con frecuencia de aplicación a los 15-25 días después de la siembra. Los valores encontrados no fueron diferentes entre sí. El coeficiente de variación fue 0,51 %.

4.9. Rendimiento por hectárea

En el Cuadro 5 se presenta la producción en kg/ha y la eficiencia parcial por nutriente, en función a los tratamientos estudiados.

Referente a la producción, los tratamientos Zerebra® 0,4 + fertilizante y Zerebra® 0,3 + fertilizante aplicados a los 15-25-35 días, obtuvieron los mejores rendimientos con 7400,00 y 7356,00 kg/ha de arroz paddy respectivamente. Estos valores fueron diferentes entre sí. Por otro lado, el tratamiento Zerebra® 0,3 sin fertilizante y el testigo presentaron los menores rendimientos con 4760,00 kg/ha y 4128,00 kg/ha, en su orden.

Cuadro 6. Producción y producción parcial por nutriente como respuesta a los tratamientos estudiados.

	Tratamientos (L/ha)	Época de aplicación (dds)*	Producción (kg/ha)		Producción parcial por nutriente (kg/ha)
1	Zerebra® 0,2 + fertilizante	15-25	6610,00	f	2,30
2	Zerebra® 0,3 + fertilizante	15-25	6820,00	e	2,17
3	Zerebra® 0,4 + fertilizante	15-25	6928,00	d	1,95
4	Zerebra® 0,2 + fertilizante	15-25-35	7298,00	c	5,74
5	Zerebra® 0,3 + fertilizante	15-25-35	7356,00	b	4,02
6	Zerebra® 0,4 + fertilizante	15-25-35	7400,00	a	3,13
7	Zerebra® 0,3	10-25	4760,00	h	2,11
8	Testigo con fertilizante	NA	6150,00	g	-
9	Testigo	NA	4128,00	i	-
Coeficiente de Variación (%)			1,02 %		-
Nivel de significancia			**		-

Médias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey.

* días después de la siembra

** Significativo al 99 % ($p < 0,01$).

4.10. Producción parcial por nutriente

Respecto a la eficiencia parcial por nutriente, se pudo observar que el Zerebra® + fertilizante con una frecuencia de aplicación a los 15 y 25 días después de la siembra, por cada ml de producto comercial (Zerebra®) se registró una producción entre 1,95 y 2,30 kg de arroz paddy/ha. Obteniendo la mayor producción la menor dosis del producto estudiado. Por otro lado, con una mayor frecuencia de aplicación (15, 25 y 35 días) la eficiencia varió entre 3,13 y 5,74 kg de arroz paddy/ha por cada ml de producto comercial. La mayor eficiencia se la registró con la menor dosis combinada con fertilizante.

Cabe recalcar que la eficiencia fue calculada teniendo como referencia el testigo con fertilizante. Por otro lado, la aplicación del Zerebra® 0,3 sin fertilizante, la eficiencia por cada ml aplicado, la producción fue 2,11 kg de arroz/ha, teniendo como referencia el testigo cuya producción fue 4128,00 kg/ha, la misma que fue inferior con 2022,00 kg/ha en relación con el testigo.

4.11. Análisis económico

De acuerdo al análisis económico realizado a los tratamientos estudiados, se pudo determinar que el tratamiento Zerebra 0,2 + Fertilizante aplicado a los 15 - 25 – 35 días, reportó un costo total de producción de \$ 1391,15 y una utilidad neta de \$ 936,97, siendo este ingreso superior a los demás.

Sin embargo, los tratamientos Zerebra® 0,3 y Zerebra® 0,4 aplicados a los 15-25-35 días, presentaron los mayores rendimientos por hectárea y los ingresos netos fueron próximos a los alcanzados con dosis similares aplicados a los 15 y 25 días. Los menores ingresos netos fueron reportados en los tratamientos testigo con fertilizante, Zerebra® 0,3 y testigo con \$ 650,70; \$ 227,29 y \$ 45,74; respectivamente.

Cuadro 7. Análisis económico de los tratamientos estudiados.

Tratamientos	Época de Aplicación (dds)	Producción (kg/ha)	Sacas (200 lb)	Costo Fijo	Costo Variable	Costo de producción	Ingreso bruto	Utilidad neta
				-----(\$/ha)-----				
Zerebra 0,2 + Fertilizante	15 - 25	6 610,00	72,71	1041,15	290,00	1331,15	2108,59	777,44
Zerebra 0,3 + Fertilizante	15 - 25	6 820,00	75,02	1041,15	300,00	1341,15	2175,58	834,43
Zerebra 0,4 + Fertilizante	15 - 25	6 928,00	76,21	1041,15	310,00	1351,15	2210,09	858,94
Zerebra 0,2 + Fertilizante	15 - 25 - 35	7 298,00	80,28	1041,15	350,00	1391,15	2328,12	936,97
Zerebra 0,3 + Fertilizante	15 - 25 - 35	7 356,00	80,92	1041,15	410,00	1451,15	2346,68	895,53
Zerebra 0,4 + Fertilizante	15 - 25 - 35	7 400,00	81,40	1041,15	430,00	1471,15	2360,60	889,45
Zerebra 0,3	15 - 25	4 760,00	52,36	1041,15	250,00	1291,15	1518,44	227,29
Testigo con Fertilizante	-	6 150,00	67,65	1041,15	270,00	1311,15	1961,85	650,70
Testigo Absoluto	-	4 128,00	45,41	1041,15	230,00	1271,15	1316,89	45,74

V. CONCLUSIONES

1. La variable días a cosecha no presento diferencias significativas por las aplicaciones de los tratamientos.
2. Los tratamientos Zerebra® 0,3 + fertilizante y Zerebra® 0,4 + fertilizante, aplicados a los 15, 25 y 35 días después de la siembra presentaron mejores características agronómicas.
3. El tratamiento Zerebra® 0,4 + fertilizante, aplicado a los 15, 25 y 35 días después de la siembra, presentó la mayor producción de arroz paddy por hectárea.
4. El tratamiento Zerebra® 0,2 + fertilizante, aplicado a los 15, 25 y 35 días, presentó mayor eficiencia agronómica y utilidad neta por hectárea.

VI. RECOMENDACIONES

- Aplicar Zerebra® 0,2 + fertilizante a los 15, 25 y 35 días después de la siembra bajo las mismas condiciones edafoclimáticas para incrementar los rendimientos en el cultivo de arroz.
- Sembrar la variedad la variedad INIAP-14 en la zona debido a su gran adaptación y aceptación por los agricultores.
- Evaluar Zerebra® combinado con otras fuentes de fertilizantes minerales bajo otras condiciones edafoclimáticas

VII. RESUMEN

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos del Recinto la Carmela perteneciente a la Parroquia Pimocha del Cantón Babahoyo, ubicado en el Km 12 de la vía Babahoyo – Jujan. El objetivo de esta investigación fue evaluar el comportamiento agronómico de arroz con aplicación de Zerebra en diferentes dosis y época de aplicación, y su influencia sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo. La siembra de arroz se hizo con la variedad INIAP14 en parcelas de 16 m². Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar. Para la evaluación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de significancia. Al final del ciclo del cultivo se evaluó altura de plantas, número de macollos por m², granos por panícula, longitud y número de panículas m², días a floración, días a cosecha, número de granos por panícula, peso 1000 semillas y rendimiento por hectárea. Los resultados determinaron que las características agronómicas de altura de planta, número de macollos y panículas/m², longitud de panícula y granos por panícula presentaron buenos resultados aplicando los tratamientos. El mayor rendimiento se presentó con la aplicación Zerebra® 0,2 + fertilizante a los 15, 25 y 35 días después de la siembra. Zerebra® 0,2 + fertilizante a los 15, 25 y 35 días después de la siembra presentó la mayor utilidad y beneficio neto.

Palabras Claves: Arroz, Zerebra®, Producción, Fertilización

VIII. SUMMARY

This experimental work was carried out on the grounds of the La Carmela Campus belonging to the Pimocha Parish of the Babahoyo Canton, located at Km 12 of the Babahoyo - Jujan road. The objective of this investigation was to evaluate the agronomic behavior of rice with Zerebra application at different doses and epcosa of application, and its influence on the development and yield of the crop. Rice sowing was done with the INIAP14 variety in plots of 16 m². Treatments were distributed in a randomized complete block design. For the evaluation of means, the Tukey test was used at 5% significance. At the end of the crop cycle, plant height, number of tillers per m², grains per panicle, length and number of panicles m², days to flowering, days to harvest, number of grains per panicle, weight 1000 seeds and yield per hectare were evaluated. . The results determined that the agronomic characteristics of plant height, number of tillers and panicles / m², length of panicle and grains per panicle showed good results applying the treatments. The highest yield was presented with the application of Zerebra® 0.2 + fertilizer at 15, 25 and 35 days after sowing. Zerebra® 0.2 + fertilizer at 15, 25 and 35 days after sowing showed the highest profit and net benefit.

Key Words: Rice, Zerebra®, Production, Fertilization

IX. BIBLIOGRAFIA

2016-David_Alejandro_Muñoz.pdf. s. f. s.l., s.e. Consultado 15 may 2020. Disponible en http://bdigital.unal.edu.co/54348/1/2016-David_Alejandro_Mu%C3%B1oz.pdf.

109491-2019-I-GE.pdf. s. f. s.l., s.e. Consultado 13 may 2020. Disponible en <http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/7291/1/109491-2019-I-GE.pdf>.

Agrícola, C. s. f. TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA. :76.

Agroacademicosmy. 2017. AGROACADEMICOSMY: Importancia del arroz (en línea, sitio web). Disponible en <http://agroacademicosmy.blogspot.com/2017/08/importancia-del-arroz.html>.

AgrotendenciaTV. 2018. Agrotendencia.tv: Cultivo de Arroz - Origen, Cultivo, Estadísticas, Curiosidades y Más (en línea, sitio web). Consultado 12 may 2020. Disponible en <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-arroz/>.

arroz_guia_2016-final.pdf. s. f. s.l., s.e. Consultado 16 may 2020. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/arroz_guia_2016-final.pdf.

Bejaranopaez, MY. 2000. CORPORACION UNIVERSITARIA DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA SANTAFÉ DE BOGOTÁ, D.C. :89.

Bermeo, E 2018. ZEREBRA AGRO - DEL MONTE AG (en línea, sitio web). Consultado 18 may 2020. Disponible en <https://prezi.com/p/fq9duydoiqfe/zerebra-agro-del-monte-ag/>.

Calderón, DCG. s. f. CARACTERIZACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE LA PANÍCULA Y CARACTERES AGRONÓMICOS EN UNA POBLACIÓN F2 ENTRE DOS TIPOS DE PLANTA DE. :109.

Cesar Quintero 2017. 2020. Fertilización para altos rendimientos de Arroz (en línea, sitio web). Consultado 16 may 2020. Disponible en <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/fertilizacion-altos-rendimientos-arroz-t40444.htm>.

EcuRed. 2020. Arroz - EcuRed (en línea, sitio web). Consultado 13 may 2020. Disponible en <https://www.ecured.cu/Arroz>.

F30-R639-T.pdf. s. f. s.l., s.e. Consultado 13 may 2020. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2964/F30-R639-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Franquet, J. 2020. Generalidades sobre el arroz y su cultivo (en línea, sitio web). Consultado 13 may 2020. Disponible en <https://www.eumed.net/libros-gratis/2006a/fbbp/1c.htm>.

Grand Harvest Research, 2018. 2020. Zerebra Agro | Grand Harvest Research (en línea, sitio web). Consultado 18 may 2020. Disponible en <http://grand-harvest-research.com/zerebra/>.

INIAP. 2014. Arroz (en línea, sitio web). Consultado 12 may 2020. Disponible en <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rarroz>.

MORAN. 2012. Cultivo de Arroz: Requerimientos Edafoclimáticos (en línea, sitio web). Consultado 14 may 2020. Disponible en <http://jose31moran.blogspot.com/2012/07/requerimientos-edafoclimaticos.html>.

Morfologia_planta_arroz.pdf. s. f. s.l., s.e. Consultado 13 may 2020. Disponible en https://www.betuco.be/rijst/Morfologia_planta_arroz.pdf.

Penonomé 2011-colaborativo 4, U d i. 2012. CULTIVO DE ARROZ: ETAPAS PARA EL CULTIVO DE ARROZ (en línea, sitio web). Consultado 16 may 2020. Disponible en <http://cultivodearrozoryzasativa.blogspot.com/2012/08/etapas-para-el-cultivo-de-arroz.html>.

Perfil de Mercado de Arroz 2017.pdf. s. f. s.l., s.e. Consultado 12 may 2020. Disponible en <https://www.agroindustria.gob.ar/new/0-0/programas/dma/granos/Perfil%20de%20Mercado%20de%20Arroz%202017.pdf>.

Poveda, G; Andrade, C. 2018. Producción sostenible de arroz (en línea). Contribuciones a las Ciencias Sociales (marzo). Consultado 12 may 2020. Disponible en <https://www.eumed.net/rev/cccss/2018/03/produccion-arroz-ecuador.html>.

Quirós Herrera, R; Ramírez Martínez, C. 2005. Evaluación de la fertilización nitrogenada en arroz inundado (en línea). Agronomía Mesoamericana 17(2):179. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v17i2.5158>.

revista febrero.pdf. s. f. s.l., s.e. Consultado 12 may 2020. Disponible en <http://elproductor.com/wp-content/uploads/2019/02/revista%20febrero.pdf>.

Stoller Europe 2018. 2018. El Fósforo en la Fertilización del Arroz y otras Consideraciones para Optimizar su Rendimiento (en línea, sitio web). Consultado 17 may 2020. Disponible en <https://fisiologiavegetal.es/2018/05/el-fosforo-en-la-fertilizacion-del-arroz-y-otras-consideraciones-para-optimizar-su-rendimiento/>.

T10162 FLORES GARZA, JOSE GUADALUPE MONOG..pdf. s. f. s.l., s.e. Consultado 15 may 2020. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1142/T10162%20FLORES%20GARZA,%20JOSE%20GUADALUPE%20%20MONOG..pdf?sequence=1>.

Wikifarmer.com, E editorial de. 2019. Manejo de Nutrientes en Cultivos de Arroz - Fertilización de la Planta de Arroz (en línea, sitio web). Consultado 17 may 2020. Disponible en <https://wikifarmer.com/es/manejo-de-nutrientes-en-cultivos-de-arroz-fertilizacion-de-la-planta-de-arroz/>.