



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 obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO

TEMA:

“Efectos del fertilizante edáfico en diferentes dosis, en el
cultivo de arroz en el Cantón Babahoyo”

AUTOR:

Antony Nelson Ruiz Tapia

TUTOR:

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

Babahoyo-Los Ríos-Ecuador

2020



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 obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Efectos del fertilizante edáfico en diferentes dosis, en el
cultivo de arroz en el Cantón Babahoyo”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Marlon Lopez Izurieta, MSc.

PRESIDENTE

Ing. Agr. Marlon Victor Pazos Roldan, Msc.

PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Roberto Carlos Medina Burbano

SEGUNDO VOCAL

Los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidas en el presente trabajo pertenecen de manera única exclusiva del autor.

Antony Ruiz Tapia

DEDICATORIA

- Este logro va primeramente dedicado a Dios por haberme permitido prepararme como un profesional, por ser una inspiración.
- A mis padres que hicieron un esfuerzo por darme los estudios, y darme la confianza de seguir adelante a pesar de problemas económicos.
- A mis abuelos que terminaron de darme los estudios en la preparatoria, y fueron fundamentales en estos últimos años de estudios.
- A mis tíos que creyeron en mí, y oraron mucho y me dieron ánimos para fortalecerme y así poder terminar mis estudios.

AGRADECIMIENTO

- Agradezco a Dios por brindarme salud, sabiduría para salir adelante, y por haberme bendecido y guiado a lo largo de mis estudios.
- A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo en la cual eh logrado instruirme y avanzar un peldaño más.
- A mis padres y abuelos por su gran amor y apoyo que me han dado a lo largo de mi vida y por inculcar aquellos valores humanos que hacen ser una mejor persona.
- A mis hermanos; Damaris y Jampier por haber sido fuente de inspiración y me han dado su apoyo y ánimos a superarme lo cual me hacen sentir orgulloso y con ganas de salir adelante y ejercer.
- A mi novia Mariana Cedeño que sin duda es una persona que ha estado dándome fuerzas y fortalezas en momentos difíciles.
- Agradecimiento especial al 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.
- Al Ing. Agr. Luis Sánchez por su ayuda ofrecida en todo momento como un amigo e impulsar el desarrollo de mi formación profesional.
- Al Ing. Agr. Gustavo Vascones por haber brindado su amistad y su apoyo en mi formación académica.
- A mi grupo de proyectos a lo largo de mi formación académica mis amigos Jordán Garcés, Byron Barragán, Juan Álava, Marcos Figueroa y demás compañeros y amigos.

ÍNDICE

RESPONSABILIDAD	iii
DEDICATORIA	i
Error! Marcador no definido.	
AGRADECIMIENTO	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II MARCO TEORICO	¡Error! Marcador no definido.
III MATERIALES Y MÉTODOS	¡Error! Marcador no definido.
3.1 Localización del proyecto	¡Error! Marcador no definido.
3.2 Características Agro - climáticas	¡Error! Marcador no definido.
3.3 Material de siembra	¡Error! Marcador no definido.
3.4 Factores estudiados.....	¡Error! Marcador no definido.
3.5 Tratamientos	¡Error! Marcador no definido.
3.6 Diseño Experimental.....	¡Error! Marcador no definido.
3.7 Manejo del Experimento	¡Error! Marcador no definido.
3.8 Datos evaluados.....	¡Error! Marcador no definido.
IV RESULTADOS	¡Error! Marcador no definido.
V CONCLUSIONES	¡Error! Marcador no definido.
VI RECOMENDACIONES	¡Error! Marcador no definido.
VII RESUMEN	¡Error! Marcador no definido.
SUMMARY	¡Error! Marcador no definido.
VIII BIBLIOGRAFÍA	42
APENDICE	¡Error! Marcador no definido.

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Altura de planta y Altura de inserción con la aplicación de niveles de fertilización edáfica más bioestimulantes a base de algas en maíz. Montalvo, 2020.25

Tabla 2. Días a floración y días a cosecha con la aplicación de niveles de fertilización edáfica más bioestimulantes a base de algas en maíz. Montalvo, 2020.27

Tabla 3. Diámetro de mazorca y longitud de mazorca con la aplicación de niveles de fertilización edáfica más bioestimulantes a base de algas en maíz. Montalvo, 2020.29

Tabla 4. Número de hileras y número de mazorcas con la aplicación de niveles de fertilización edáfica más bioestimulantes a base de algas en maíz. Montalvo, 2020.31

Tabla 5. Número de granos y relación grano tuza con la aplicación de niveles de fertilización edáfica más bioestimulantes a base de algas en maíz. Montalvo, 2020.33

Tabla 6. Peso de grabo y rendimiento por hectárea con la aplicación de niveles de fertilización edáfica más bioestimulantes a base de algas en maíz. Montalvo, 2020.35

Tabla 7. Análisis económico de los tratamientos en estudio....36

I. INTRODUCCIÓN

El arroz 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. (*Agricultura InfoAgro 2015.*)¹

Según la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura (FAO), la producción de arroz en el Ecuador ocupa el puesto N° 26 a nivel mundial, además de considerarnos uno de los países más consumidores de arroz dentro la Comunidad Andina, agregando que en nuestro país para el año 2010, el consumo de arroz fue 48 kg/persona. El arroz se encuentra entre los principales productos de cultivos transitorios, por ocupar más de la tercera parte de la superficie en sus cultivos².

En el Ecuador se siembran aproximadamente 414 146 ha, los productores de esta gramínea se encuentran altamente 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.

¹ Fuente: <http://www.fao.org/newsroom/es/focus/2004/36887/index.html>

² Fuente: <http://ambitoeconomico.blogspot.com/2012/10/la-produccion-de-arroz-en-el-ecuador.html>

La mayor parte del área cultivada se lo siembra bajo condiciones de secano, es decir, a expensas de las precipitaciones de la etapa invernal³.

En el Ecuador para el cultivo de arroz uno de los problemas más críticos es la poca eficiencia de las aplicaciones de fertilizantes y específicamente de las fuentes usadas por el agricultor en los suelos de cultivo. El uso generalizado de fertilizantes artificiales tipo urea u otras fuentes y las pérdidas por diversos factores ambientales y agronómicos hace que se provoque problemas medioambientales, incluyendo apelmazamiento del terreno, cambios de la actividad microbiológica y química del suelo y contaminación del agua.

El arroz en nuestro país es el principal alimento de la canasta familiar, por lo tanto, es un elemento insustituible, la inestabilidad de los precios a dado como resultado un desequilibrio, descompensando el presupuesto de las familias ecuatorianas por lo que es importante analizar a fondo los diferentes factores que contribuyen a mantener la estabilidad de los precios de este producto. (Análisis Eco del Arroz 2012)

La regulación de esta problemática es importante ya que los fertilizantes son el rubro más costoso dentro de la producción agrícola, ya que es difícil sostener los niveles de producción sin la aplicación de estos. Las plantas no pueden utilizar el abundante nitrógeno del aire, sino que lo asimilan en la forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+) y estas degradan muy aceleradamente el nutriente.

Una fertilización apropiada promueve el crecimiento de las raíces y las plantas pueden soportar mejor los efectos adversos de la sequía. Y a la vez la absorción de nutrientes es mayor, cuanto mayor sea el desarrollo del sistema radicular de la planta, aspecto que a la vez favorece la oxigenación del terreno y la circulación de agua en el suelo.

³ Fuente: SIPA, MAG-Ecuador. Estadísticas Agropecuarias, 2019.

La nutrición apropiada del cultivo de este cereal permite la obtención de mejores resultados en la producción, ya que muchos suelos presentan deficiencias de ciertos minerales, lo que incide en la disminución de los rendimientos y una baja calidad de las cosechas.⁴

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Evaluar el efecto del fertilizante edáfico en diferentes dosis, en el cultivo de arroz en el Cantón Babahoyo.

1.1.2. Específicos

- Determinar el comportamiento agronómico del arroz a la aplicación del fertilizante edáfico.
- Establecer la eficiencia agronómica
- Realizar un análisis económico con relación al costo/beneficio.

⁴ Fuente: INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2018. www.iniap.gob.ec.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen del arroz

El arroz es la semilla de la planta *Oryza sativa*. Es el segundo cereal más producido en el mundo, tras el maíz, y contribuye de forma muy efectiva al aporte calórico de nuestra dieta. Existen cerca de diez mil variedades de arroz. Su origen es objeto de controversia entre los investigadores; se discute si fue en China o en India.

Pese a las diversas versiones existentes sobre el origen del arroz, se piensa que el cultivo de éste se inició hace alrededor de 7.000 años en el Sudeste Asiático: los primeros cultivos aparecen en China 5.000 años a.c, Tailandia 4.500 a.c, para luego expandirse a Camboya, Vietnam y al sur de la India. (Super Amara, 2015)

2.2. Importancia

(FAO, 2004) menciona que, en muchas regiones del mundo, el arroz es el componente más importante del régimen alimentario humano, de manera que es necesario que ese tazón diario de arroz sea seguro y de calidad aceptable para el consumidor. Deben aplicarse prácticas agrícolas aceptables cuando se cultiva el arroz y se controlan las plagas. Después de la cosecha, la elaboración, el almacenamiento y la distribución eficientes en la finca deben garantizar que la calidad no se deteriore.

El arroz es parte integral de las tradiciones culinarias de muchas culturas diferentes, cada una de las cuales cuenta con su propio conjunto específico de preferencias referente a textura, sabor, color y viscosidad del arroz que consumen.

El contenido nutricional del arroz puede mejorarse mediante el uso de técnicas tradicionales de fitomejoramiento selectivo y de nuevas tecnologías, como la modificación del código genético de las plantas.

El autor FAO hace referencia que en los últimos adelantos en tecnología científica han permitido mejorar el valor nutritivo del arroz mediante la modificación del código genético. El ejemplo más conocido de esta tecnología es el “arroz dorado”, que contiene carotenoides (precursores de la vitamina A) adicionados a partir de los genes del narciso.

2.3. Morfología

El arroz (*Oryza sativa*) es una monocotiledónea perteneciente a la familia *Poaceae*. Su estructura por las raíces es delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: 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 sustituyen a las raíces seminales, el tallo se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudoso, glabro y de 60-120 cm. de longitud. 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. Las flores son de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración.

Su inflorescencia es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemas estériles, la raquilla y el flósculo y el grano de arroz es el ovario maduro. En cambio, el grano descascarado de arroz es conocido como (cariópside).

2.4. Comportamiento del Arroz

El comportamiento depende de la clase de arroz que se cultiva y la región donde se cultive, debemos tener en cuenta su temperatura y el tipo de suelo donde se sembrara, cuando un arroz se cultiva con bajo suministro de agua es su habilidad para producir de forma consistente panículas completamente fértiles, aún después de una sequía media, contribuyendo a la estabilidad de los rendimientos, aunque estos sean relativamente bajos, en cambio un arroz cultivado en días lluvioso la altura de la planta es menor.

2.5. Nutrición del Arroz

En términos generales, la nutrición foliar solamente puede complementar, y en ningún caso sustituir la fertilización al suelo, principalmente debido a que las dosis que pueden administrarse por vía foliar son muy pequeñas. Por esta razón, la fertilización foliar es una excelente alternativa para aplicar micro nutrientes, los cuales son requeridos en cantidades muy pequeñas por las plantas.

Además, puede servir de complemento para el suministro de elementos mayores durante ciertos periodos definidos de crecimiento, aunque en este caso la aspersión foliar no puede sustituir la fertilización al suelo como si sucede con los micro nutrientes.

La fertilización foliar nos puede brindar efectos adicionales como, el incremento en la eficiencia fotosintética, cambios en la fisiología de la planta, disminución de la senescencia y prolongación de la capacidad fotosintética de la hoja. La aplicación foliar de micro nutrientes en arroz es algo relativamente reciente, en donde la información existente es escasa, y se utiliza en este cultivo mayormente (Rodríguez, 1999)

2.6. Producto

Nutriesencial ® es un fertilizante edáfico complejo NPK, con Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Sulfato de Calcio y Ácidos Húmicos. gracias a su granulación uniforme, el fertilizante se puede aplicar fácilmente a mano si es posible. La distribución de nutrientes es uniforme ya que cada gránulo contiene macronutrientes y micronutrientes. La aplicación es posible durante todo el período de vegetación (La Colina 2019).

2.6.1. Composición

Nitrógeno	7%
Fosforo	9%
Potasio	9%
Sulfato de Calcio	10%
Ácido Húmico	11%

III. ¡Error! Marcador no definido.MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción de sitio experimental

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos del Recinto “El Porvenir”, perteneciente a la Parroquia Pimocha Cantón Babahoyo, ubicado en el km 12, de la vía Babahoyo - Jujan, entre las coordenadas UTM X= 653453 y Y= 9796122; con una altura de 8 m.s.n.m⁵.

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 anual⁶.

3.2. Material Genético

Se empleó como material de siembra las variedades de arroz INIAP 14, la cual presenta las siguientes características:

Hibrido	INIAP 14
Ciclo Vegetativo (Días)	115 – 127
Altura de planta (cm)	81 – 100
Número de panícula/planta	14 – 38
Longitud de grano mm	7,1
Nivel de tolerancia a enfermedades	Tolerante
Rendimiento de grano t/ha	5,6 – 11

3.3. Variables por estudiar

Variable dependiente: Comportamiento agronómico del cultivo de arroz.

Variable independiente: Dosis de fertilizante edáfico NUTRIESENCIAL.

3.4. Métodos

Se utilizó los métodos: inductivo-deductivo, deductivo-inductivo y

⁵ Datos tomados de OsmAps. 2019

⁶ Datos obtenidos de la Estación Meteorológica INAHMI-UTB. Babahoyo, 2019.

experimental.

3.5. Tratamientos

	TRATAMIENTOS	Dosis kg/ha	Época de aplicación (D.D.S*)
T1	NUTRIESENCIAL	200	15-30-45
T2	NUTRIESENCIAL	250	15-30-45
T3	NUTRIESENCIAL	300	15-30-45
T4	NUTRIESENCIAL	350	15-30-45
T5	NUTRIESENCIAL	400	15-30-45
T6	NUTRIESENCIAL	450	15-30-45
T7	Fertilización Convencional	138 kg/ha N 23 kg/ha P 90 kg/ha K 24 kg/ha S	15-30-45
T8	Fertilización Agricultor	92 kg/ha N 23 kg/ha P 60 kg/ha K 12 kg/ha S	15-30-45
T9	Testigo Absoluto	NO APLICA	

dds: Días después de la siembra

Fertilización Convencional

Urea

Difosfato de amonio

Muriato de potasio

Sulfato de amonio

Nutrientes

Nitrógeno 7 %

Fosforo 9 %

Potasio 9 %

Sulfato de Calcio 10 %

Ácido Húmico 11 %

3.6. Diseño Experimental

Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño experimental "Bloques al azar" con 9 tratamientos y 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron

sometidas al análisis de variancia y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos y para realizar la comparación de medias se utilizó 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 de este en laboratorio, con esto se determinará el contenido de nutrientes y textura.

3.8.2. Preparación del suelo

Para la preparación de suelo se realizó con un pase de arado y un pase de rastra cruzada en sentido cruzado. Posteriormente se procederá al fanguero del campo, 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 4 días después del trasplante Butachlor en dosis de 0,5 l/ha + Pendimethalin en dosis de 0,4 l/ha + Tryclan (Thiocylam hydrogen oxale) en dosis de 500 g/ha en el control post emergente se utilizó a los 15 días después del trasplante Propanil en dosis de 1,5 l/ha + Aminapac 720 (2-4 D Amina) en dosis de 0,5 l/ha + Rifle (Cipermetrina) en dosis de 0,3 l/ha.

3.8.5. Control Fitosanitario

Para el control de plagas de manera preventiva se utilizó a los 15, 30 y 60 días después del trasplante Cipermetrina en dosis de 0,25 l/ha, Lorban (Clorpirifos) en dosis de 0,7 l/ha, Methavic (Methomil) en dosis de 200 g/ha, Diabolo (Dimetoato) en dosis de 0,75 l/ha. Para el control de enfermedades se utilizó Fedazin (Benzimidazol) en dosis de 0,75 l/ha.

3.8.6. Riego

El trabajo se realizó en arroz bajo riego, en la piscina se mantuvo una lámina 5 cm aproximadamente de manera constante.

3.8.7. Fertilización

La aplicación de fertilizantes fue realizada según el cuadro de tratamientos planteado por el presente experimental. Como fuente se utilizó: Urea (46 % N), Cloruro de potasio (60 %K₂O), DAP (18 %N - 46 %P₂O₅) y Sulfato de Amonio (21%N – 24%S).

La distribución de las dosis se realizó aplicando el fósforo a la siembra junto con el 50 % del potasio. La aplicación de nitrógeno fue hecha a los 25-35 días después de la siembra (50 % - 50 %). El potasio restante se aplicó a los 25 días después de la siembra (50 %). El azufre fue colocando en las mismas fechas que el nitrógeno.2.8.8.

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 Evaluadas

3.9.1. Altura de planta a cosecha

Se evaluaron 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 el área útil de cada unidad experimental se contó el número de macollos efectivos en diez plantas tomadas al azar. Esta variable se midió a la cosecha sobre macollos efectivos, para esto se lanzó un marco de madera con un 1 m² de área.

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 contó los granos de diez panículas al azar por cada tratamiento, 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 expresará en gramos.

3.9.7. Días a la floración

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

3.9.8. 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 transformó en kilogramos por hectárea. Para el efecto se utilizó la fórmula para ajustes de humedad⁷:

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

Pu= Peso uniformizado

Pa= Peso actual

ha= Humedad actual

hd= Humedad deseada.

3.9.9. 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 costo/beneficio⁸.

⁷ Azcon-Bieto, J., Talon M. (2003). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw-Hill. España. 625p.

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

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 tratado⁹. Se estima con la ecuación:

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

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 aplicado

⁹ Fuente: Snyder y Bruulsema, 2007. Nutrient use efficiency and effectiveness in North America: Indices of agronomic and enviromental benefit. IPNI.

III. RESULTADOS

4.1 Altura de planta

En el Cuadro 1 se presentan los valores relacionados a altura de planta y número de macollos. No existió alta significancia estadística entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue 0,66 %.

En relación a la variable altura de planta, esta varió de 109,57 cm a 113,23 cm, siendo la mayor altura alcanzada en las parcelas tratadas con la fertilización del agricultor. Las plantas de menor altura fueron observadas en las parcelas no tratadas (testigo absoluto) y presentaron un valor diferente ($p < 0,01$) a los demás tratamientos, exceptuando las parcelas fertilizadas con Nutriesencial en dosis de 250 kg ha⁻¹.

4.2 Numero de macollos

En el número de macollos m⁻² se observó que las plantas tratadas con la fertilización del agricultor y la fertilización convencional alcanzaron el mayor número de tallos secundarios con 33 y 32 respectivamente, esa variación presentó altas diferencias significativas entre sí y superiores a los demás tratamientos. Por lo tanto, el número de macollos observados en estos tratamientos fueron diferentes ($p < 0,01$) a los obtenidos en las parcelas tratadas con las diferentes dosis del fertilizante Nutriesencial y testigo absoluto. El coeficiente de variación fue 2,14 % (Cuadro 1).

Cuadro 1. Altura de planta y número de macollos en función a diferentes dosis de fertilización edáfica. Babahoyo, 2020.

	Tratamiento (kg ha⁻¹)	Altura de planta (cm)	Macollos m⁻²
1	Nutriesencial 200	111,83 a	21 cd
2	Nutriesencial 250	111,53 a	22 cd
3	Nutriesencial 300	112,00 a	22 cd
4	Nutriesencial 350	112,30 a	23 bc
5	Nutriesencial 400	112,70 a	24 b
6	Nutriesencial 450	112,03 a	24 b
7	Fertilización convencional	138 (N)	32 a
		23 (P)	
		90 (K)	
		24 (S)	
8	Fertilización agricultor	92 (N)	33 a
		23 (P)	
		60 (K)	
		12 (S)	
9	Testigo absoluto -	109,57 a	21 d
Coeficiente de Variación (%)		0,66	2,14
Nivel de significancia		Ns	**

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 95 % de confianza.

4.3 Numero de panículas

El cuadro 2 muestra el número de panículas por planta. En la evaluación de andeva se determinó alta significancia estadística, con un coeficiente de variación de 2,87 %.

En la variable número de panículas se observó que las parcelas tratadas con la fertilización del agricultor y la fertilización convencional registraron el mayor número de panícula m⁻² con 26,30 y 25,70 en su orden, esa variación fue diferente estadísticamente y superior al resto de tratamientos. Estos valores presentaron diferencia significativa ($p < 0,01$) en comparación con el número de panículas m⁻² registradas en las parcelas tratadas con diferentes niveles de

Nutriesencial y el testigo absoluto. Siendo este último quien presentó el menor número de panículas con 19,20.

4.4 Días a la floración

Como respuesta a diferentes factores, entre ellos la fertilización edáfica en este experimento se observó que los días a floración variaron desde los 70 días hasta 76,67 días (Cuadro 2). Esa variación registrada fue diferente significativamente ($p < 0,01$). El coeficiente de variación fue 1,76 %.

Las parcelas tratadas con la fertilización convencional y la utilizada por el agricultor registraron mayores días a la emisión floral en relación a las parcelas tratadas con 200, 250 y 350 kg ha⁻¹ del fertilizante Nutriesencial y testigo absoluto.

Cuadro 2. Días a floración y panículas m⁻² en función a diferentes niveles de

	Tratamiento (kg ha⁻¹)	Floración (días)	Panículas m⁻²								
1	Nutriesencial 200	71,67 bc	19,83 de								
2	Nutriesencial 250	71,67 bc	19,87 de								
3	Nutriesencial 300	74,00 ab	19,90 cde								
4	Nutriesencial 350	72,00 bc	21,03 bcde								
5	Nutriesencial 400	73,67 abc	21,70 bc								
6	Nutriesencial 450	75,00 ab	21,80 b								
7	Fertilización convencional 138 (N) 23 (P) 90 (K) 24 (S) 92 (N)	76,67 a	25,70 a								
				8	Fertilización agricultor 23 (P) 60 (K) 12 (S)	76,33 a	26,30 a				
								9	Testigo absoluto -	70,00 c	19,20 e
Coeficiente de Variación (%)		1,76	2,87								
Nivel de significancia		**	**								

fertilización edáfica. Babahoyo, 2020.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 95 % de confianza.

4.5 Longitud de panícula

En el Cuadro 3 se presentan los valores relacionados a la longitud de panícula, estos valores fueron diferentes significativamente entre sí y tuvieron un coeficiente de variación fue 2,66 %.

En relación a la longitud de la panícula se registró una variación entre 19,77 cm y 25,10 cm, las mismas que fueron encontradas en las parcelas sin tratar y en las parcelas tratadas con la fertilización del agricultor, respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre sí, pero diferentes al resto de tratamiento. La longitud de las panículas en las parcelas tratadas con la fertilización del agricultor y la fertilización convencional fueron 25,10 cm y 24,23 cm, en su orden. Mientras el testigo absoluto presentó la menor longitud de panícula con 19,77 cm.

4.6 Numero de granos por panícula

Los valores de número de granos presentaron diferencias significativas entre sí. El coeficiente de variación de esta variable fue 4,82 % (Cuadro 3).

El número de granos panícula varió de 105,50 a 124,37, esos valores fueron registrados las parcelas tratadas con Nutriesencial en dosis de 450 kg ha⁻¹, la misma que fue estadísticamente superior a los demás tratamientos. Las parcelas tratadas con diferentes dosis de Nutriesencial y las tratadas con la fertilización convencional no presentaron diferencia significativa entre sí ($p > 0,05$). Por tanto, el número de granos panícula⁻¹ encontrados en las parcelas tratadas con la fertilización convencional fue diferente apenas de la mayor dosis del fertilizante Nutriesencial.

Cuadro 3. Longitud de panícula y granos panícula⁻¹ en función de diferentes niveles de fertilización edáfica. Babahoyo, 2020.

	Tratamiento (kg ha⁻¹)		Longitud de panículas (cm)	Granos Panícula
1	Nutriesencial	200	20,53 cd	111,07 b
2	Nutriesencial	250	20,10 d	115,20 b
3	Nutriesencial	300	20,27 cd	116,60 b
4	Nutriesencial	350	22,50 b	119,37 b
5	Nutriesencial	400	21,93 bc	120,40 b
6	Nutriesencial	450	21,80 bc	124,37 a
7	Fertilización convencional	138 (N)	24,23 a	116,73 b
		23 (P)		
		90 (K)		
		24 (S)		
8	Fertilización agricultor	92 (N)	25,10 a	117,17 b
		23 (P)		
		60 (K)		
		12 (S)		
9	Testigo absoluto	-	19,77 d	105,50 b
Coeficiente de Variación (%)			2,66	4,82
Nivel de significancia			**	*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 95 % de confianza.

4.7 Peso de granos

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de la variable peso de grano, reportándose alta significancia estadística entre los tratamientos y un coeficiente de variación de 3,32 %.

En relación al peso de granos, se observa que las parcelas tratadas con la fertilización convencional, fertilización del agricultor y con la mayor dosis de Nutriessencial 450 kg/ha, alcanzaron los mayores pesos con 36,15 g, 35,13 g y 35,03 g, respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre si y superiores al resto de tratamientos. El menor peso fue obtenido en Nutriessencial 200 kg/ha.

4.8 Rendimiento por hectárea

En la variable rendimiento se puede observar que la mayor producción de arroz paddy se reportó en las parcelas tratadas con fertilización convencional con 7311,21 kg/ha, fertilización del agricultor con 7107,02 kg/ha y Nutriessencial 450 kg/ha con 7095,94 kg ha⁻¹. Estos valores alcanzados presentaron diferencia significativa entre sí ($p>0,05$) y superiores al resto de tratamientos. La menor producción se observó en las parcelas no tratadas (5746,00 kg/ha) y las tratadas con Nutriessencial en dosis de 200 kg/ha (5850,83 kg/ha). El coeficiente de variación fue 1,85 % (Cuadro 4).

Cuadro 4. Peso de granos y rendimiento, en función de diferentes dosis de fertilización edáfica. Babahoyo, 2020.

	Tratamiento (kg ha ⁻¹)	Peso de 100 granos (g)	Rendimiento (kg)
1	Nutriessencial 200	26,60 c	5850,83 de
2	Nutriessencial 250	28,00 bc	6127,05 cd
3	Nutriessencial 300	26,67 c	6391,69 c
4	Nutriessencial 350	27,91 bc	6471,96 b
5	Nutriessencial 400	30,40 b	6841,96 b
6	Nutriessencial 450	35,03 a	7095,94 ab
7	Fertilización convencional	36,15 a	7311,21 a
	138 (N)		
	23 (P)		
	90 (K)		
8	Fertilización Agricultor	35,13 a	7107,02 ab
	24 (S)		
	92 (N)		
	23 (P)		
9	Testigo Absoluto	26,00 c	3750,00 e
	-		
	-		

Coeficiente de Variación (%)	3,32	1,85
Nivel de significancia	**	**

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 95 % de confianza.

4.9 Eficiencia agronómica

En el Cuadro 5 se presentan los resultados de la eficiencia agronómica, observándose en esta variabilidad de resultados.

En relación al valor, se observa que las parcelas tratadas con la fertilización del agricultor presentaron la mayor eficiencia agronómica (3,41), obteniéndose en las parcelas fertilizadas con Nutriessencial 200 kg/ha los menores registros (0,52).

Cuadro 5. Eficiencia agronómica, en función de diferentes dosis de fertilización edáfica. Babahoyo, 2020.

Tratamiento (kg ha ⁻¹)		EA
1	Nutriessencial 200	0,52
2	Nutriessencial 250	1,52
3	Nutriessencial 300	2,15
4	Nutriessencial 350	2,07
5	Nutriessencial 400	2,74
6	Nutriessencial 450	3,00
7	Fertilización convencional 138 (N)	2,61
	23 (P)	
	90 (K)	
8	Fertilización Agricultor 24 (S)	3,40
	92 (N)	
	23 (P)	
9	60 (K)	0,00
	12 (S)	
9	Testigo Absoluto -	0,00

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 95 % de confianza.

4.10 Análisis económico

En el Cuadro 6 se presenta el análisis económico de las diferentes dosis y fuentes de fertilizantes edáficos.

Respecto a los tratamientos utilizados en la presente investigación se observa que la fertilización convencional y la fertilización del agricultor alcanzaron los más altos rendimientos en relación a los demás tratamientos. Realizando el análisis económico se observa que los costos de los fertilizantes edáficos utilizados en estos tratamientos son \$ 400 ha⁻¹ y \$ 420 ha⁻¹ respectivamente. Estos valores superan los costos variables de las parcelas tratadas con diferentes dosis de Nutriesencial.

Por otro lado, el tratamiento Nutriesencial en dosis de 300 kg ha⁻¹ presentó una producción de 6391,69 kg ha⁻¹ de arroz paddy con un costo variable de \$ 245, reportó una ganancia neta de \$ 1040,78 ha⁻¹, siendo esta muy próxima a las alcanzadas con los tratamientos que presentaron mayor producción de arroz ha⁻¹. Lo que indica que dosis superiores a 300 kg ha⁻¹ de Nutriesencial, la fertilización convencional y la fertilización del agricultor demanda mayor inversión con la desventaja que la ganancia neta es ligeramente superior en relación a los tratamientos con menor dosis del fertilizante Nutriesencial.

Análisis económico

Cuadro 5. Análisis económico de los tratamientos.

Tratamientos	Dosis (kg ha ⁻¹)	Producción (kg ha ⁻¹)	Sacas	Precio comercial (\$)	Costo Fijo (\$)	Costo Variable (\$)	Costo total (\$)	Ingreso Bruto (\$)	Utilidad Neta (\$)
Nutriesencial	200	5850,83	64,36	29,00	753,15	210,00	963,15	1866,40	903,25
Nutriesencial	250	6127,05	67,40	29,00	753,15	230,00	983,15	1954,51	971,36
Nutriesencial	300	6391,69	70,31	29,00	753,15	245,00	998,15	2038,93	1040,78
Nutriesencial	350	6471,96	71,10	29,00	753,15	280,00	1033,15	2064,53	1031,38
Nutriesencial	400	6841,96	75,26	29,00	753,15	290,00	1043,15	2182,56	1139,41
Nutriesencial	450	7095,94	78,05	29,00	753,15	330,00	1083,15	2263,58	1180,43
Fertilización Convencional	138 N - 23 P 90 K - 24 S	7311,21	80,42	29,00	753,15	400,00	1153,15	2332,25	1179,10
Fertilización Agricultor	92 N - 23 P 60 K - 12 S	7107,02	78,18	29,00	753,15	420,00	1173,15	2267,12	1093,97
Testigo Absoluto	NO APLICA	3750,00	41,25	29,00	753,15	197,00	950,15	1196,25	246,25

IV. CONCLUSIONES

1. Las mejores características agronómicas fueron observadas en parcelas tratadas con fertilización convencional y la fertilización empleada por el agricultor.
2. No se reportó diferencias significativas entre los tratamientos en la altura de planta.
3. Los tratamientos con fertilización convencional y la fertilización empleada por el agricultor dieron mayores resultados en longitud de panículas número de macollos y numero de panículas.
4. Mayor número de granos fue reportado aplicando al cultivo Nutriessencial 450 kg/ha.
5. Se observó mayor eficiencia agronómica en las parcelas tratadas con fertilización convencional, fertilización empleada por el agricultor y Nutriessencial 450 kg/ha.
6. El rendimiento de grano fue mayor con el uso de fertilización convencional y la fertilización empleada por el agricultor y Nutriessencial en dosis de 400 kg ha⁻¹
7. Los tratamientos con fertilización convencional y la fertilización empleada por el agricultor presentaron los mayores costos de producción y una utilidad neta próxima a los demás tratamientos.
8. Económicamente resultó favorable el tratamiento Nutriessencial en dosis de 400 kg ha⁻¹

VI. RECOMENDACIONES

- Bajo la misma condición edafo-climáticas, se recomienda el uso de Nutriesencial en dosis de 400 kg ha⁻¹.
- Adecuar el manejo agronómico a fuentes de fertilización completas, debido a la época de aplicación del fertilizante.
- Investigar nuevas técnicas de manejo de la fertilización edáfica para aumentar la eficiencia agronómica.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Rcto El Porvenir – Cantón Babahoyo, Parroquia Pimocha, provincia Los Rios, ubicado en el km 12, de la vía Babahoyo - Jujan, entre las coordenadas geográficas 79°37'59" de longitud Oeste y 10°52'22" de latitud Sur; 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 anual. Como material de siembra se utilizó la Variedad Iniap – 14. Los tratamientos estuvieron conformados Nutriesencial ® en dosis de 200 kg/ha, Nutriesencial ® en dosis de 250 kg/ha, Nutriesencial ® en dosis de 300 kg/ha, Nutriesencial ® en dosis de 350 kg/ha, Nutriesencial ® en dosis de 400 kg/ha, Nutriesencial ® en dosis de 450 kg/ha, Fertilización convencional N – P – K – S en dosis de 275 kg/ha, Testigo Agricultor N – P – K – S en dosis de 187 kg/ha. Respecto a los tratamientos utilizados en la presenta investigación se observa que la fertilización convencional y la fertilización del agricultor alcanzaron los más altos rendimientos en relación a los demás tratamientos. Económicamente resultó favorable el tratamiento Nutriesencial en dosis de 400 kg ha-1, Antes de la época de aplicación del fertilizante se recomienda un control de malezas.

Palabras claves: arroz bajo riego, nutrición mineral, producción.

VIII. SUMMARY

This research work was carried out in the El Porvenir - Babahoyo Canton, Pimocha Parish, Los Rios province, located at km 12 of the Babahoyo - Jujan road, between the geographic coordinates 79 ° 37'59 "UTM of longitude West and 10 ° 52'22 "UTM south latitude; with a height of 7 m.s.n.m. The area has a humid tropical climate, with an average annual temperature of 24.7 ° C; annual precipitation 1976 mm; relative humidity 85% and 998.2 hours of heliophany annual average. The Iniap-14 variety was used as planting material. The treatments included Nutriesencial ® at a dose of 200 kg/ha, Nutriesencial ® at a dose of 250 kg/ha, Nutriesencial ® at a dose of 300 kg/ha, Nutriesencial ® at a dose 350 kg/ha, Nutriesencial ® in a dose of 400 kg/ha, Nutriesencial ® in a dose of 450 kg/ha, Conventional fertilization N - P - K - S in a dose of 275 kg/ha, Farmer Witness N - P - K - S in a dose of 187 kg/ha. Regarding the treatments used in the present investigation, it is observed that conventional fertilization and farmer fertilization reached the highest yields in relation to the other treatments. Nutricencial treatment in doses of 400 kg ha⁻¹ was economically favorable. Weed control is recommended before the fertilizer application time.

Keywords: irrigated rice, mineral nutrition, production.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Acevedo, M., Castrillo, W., Belmonte, U. (2006). Origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronomía Tropical*, 56, 151-170.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 14 de abril de 2020, de <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/programa-1/>
- INIAP-14 FILIPINO 14 de abril de 2020, de http://www.ecuanoticias.com.ec/pdf_semillas/ARROZ%20INIAP-14%20FILIPINO.pdf#zoom=80,-5,-5
- Narcisa P. (2011). Manejo del cultivo de arroz. Escuela Superior Politécnica de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/100132/D>
- Quintero C. 2017. Fertilización para altos rendimientos de Arroz. Engormix. <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/fertilizacion-altos-rendimientos-arroz-t40444.htm>
- Penonomé 2011- CULTIVO DE ARROZ: FERTILIZACIÓN. CULTIVO DE ARROZ. <http://cultivodearrozoryzasativa.blogspot.com/2012/08/fertilizacion.html>
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2016, de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac.11pag.
- Patricio 2015. Producción eco-eficiente del arroz en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 48pag. CIAT.
- Rodrigo. J - 2017. Fertilización del cultivo del arroz. Universidad Santiago de Guayaquil. 14p.
- Rodrigo. J - 2017. Fertilización del cultivo del arroz. Universidad Santiago de Guayaquil. 16p.
- Omar. P - 2013 Análisis Socioeconómico. Universidad de Guayaquil. 65p. de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19180/1/TESIS%20DE%20ARROZ.pdf>
- Jairo. A. 2015. Fertilización del cultivo de arroz. Universidad Técnica de Babahoyo. 36p., de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/640/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000114.pdf>

Comentado [CM1]: Se recomienda citar fuente con fecha de publicación

Alcivar, M. 2015. Fertilización del cultivo de arroz. Universidad Técnica de Babahoyo. 28p. de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/640/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000114.pdf>

ANEXOS

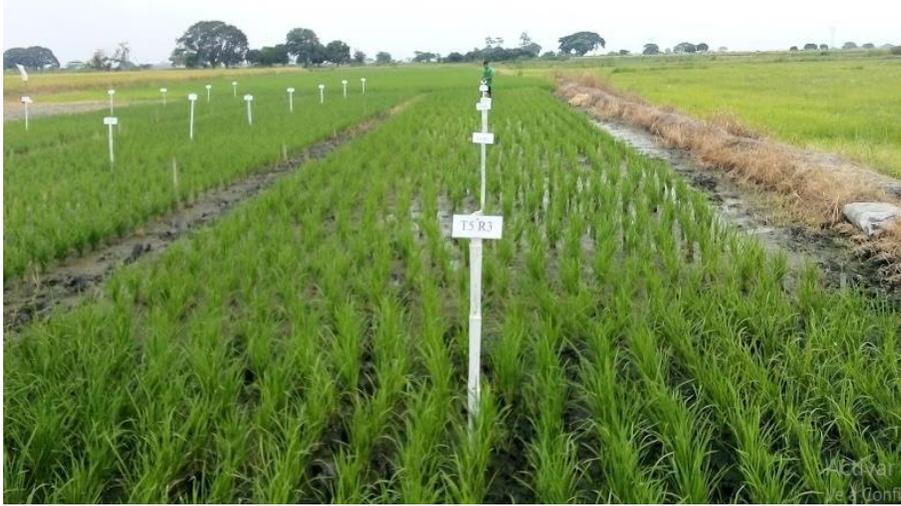


Figura 1: Estaquillado



Figura 2: Fertilización



Figura 3: Control Fitosanitario



Figura 4: Maduración



Figura 5: Visita del Coordinador de Titulación



Figura 6: Cosecha