



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado a la Unidad de Titulación, como
requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Respuesta a niveles de nitrógeno, fosforo y potasio en el cultivo de
arroz (*Oryza sativa*, L), en condiciones de la zona de Babahoyo”.

AUTOR:

Marco Antonio Fernández Vega

TUTOR:

Ing. Agr. Edwin Stalin Hasang Moran MSc

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado a la Unidad de Titulación, como
requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Respuesta a niveles de nitrógeno, fosforo y potasio en el cultivo de
arroz (*Oryza sativa*, L), en condiciones de la zona de Babahoyo”.

TRIBUNAL DE SUSTENTACION

Ing. Agr. Carlos Barros Veas

PRESIDENTE

Ing. Agr. Guillermo García Vásquez MBA

VOCAL PRINCIPAL

Ing. Agr. Mercedes Maldonado Contreras MBA

VOCAL PRINCIPAL

Las investigaciones, resultados, conclusiones, y recomendaciones del presente trabajo Experimental son de exclusiva responsabilidad del autor.

Marco fernandez, v.

MARCO ANTONIO FERNANDEZ VEGA

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a Dios por darme la fortaleza para culminar con este proyecto, a mi querida madre quien fue el pilar fundamental en todo este proceso de vida profesional, sembró en mí el deseo de superación, y aunque ya no este conmigo físicamente siempre la llevaré en mi corazón. A mi esposa por brindarme su amor, apoyo y comprensión, inclusive en los momentos y situaciones difíciles, a mis hijos por ser mi motivación para esforzarme cada día.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por ser mi guía y por brindarme la sabiduría para seguir adelante.

A mi madre por brindarme su apoyo incondicional , por confiar en mí y enseñarme a no rendirme ante nada , gracias a ella por haberme forjado como persona de bien y darme el regalo más valioso que es la educación .

A mi esposa e hijos por estar conmigo siempre, por darme ese impulso para lograr mi objetivo.

Agradezco también a mis demás familiares que han contribuido de manera directa e indirecta en este largo camino.

Al Ing. Edwin Hasang tutor de este proyecto por sus enseñanzas y su confianza.

Gracias a mi universidad por haberme abierto las puertas para forjarme en ella, a mis docentes por brindarme todos sus conocimientos y alcanzar mi objetivo.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Objetivos	2
1.1.1.	General.....	2
1.1.2.	Específicos	2
II.	MARCO TEÓRICO.....	3
2.1.	Generalidades del cultivo	3
2.2.	Origen.....	4
2.3.	Taxonomía.....	4
2.4.	El arroz en el Ecuador	5
2.5.	Características botánicas	5
2.6.	Fases del cultivo	6
2.7.	Requerimientos Edafoclimáticos del cultivo	7
2.8.	Importancia de la fertilización en el cultivo de arroz	8
2.9.	Fertilización nitrogenada	9
2.10.	Fertilización fosfórica	10
2.11.	Fertilización potásica.....	10
2.12.	Variedades de arroz.....	11
2.13.	Características SFL - 11	11
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1.	Ubicación y descripción del campo experimental.....	12
3.2.	Material genético.....	12
3.3.	Métodos.....	12
3.4.	Factores estudiados	12
3.5.	Tratamientos.....	12
3.6.	Diseño experimental.....	13
3.6.1.	Esquema del análisis de varianza	13
3.6.2.	Análisis funcional.....	13
3.7.	Dimensión del experimento.....	13
3.8.	Manejo del ensayo	14
3.8.1.	Preparación del terreno	14
3.8.4.	Fertilización	14
3.8.5.	Control de malezas	14
3.8.6.	Control fitosanitario	14

3.8.7. Cosecha.....	15
3.9. Datos evaluados	15
3.9.1. Altura de planta.....	15
3.9.2. Número de macollos	15
3.9.3. Días de la floración.....	15
3.9.4. Número de panículas.....	15
3.9.5. Longitud de las panículas	15
3.9.6 Granos por panículas.....	16
3.9.7. Peso de 1000 granos.....	16
3.9.8. Rendimiento	16
3.9.9. Análisis económico.....	16
IV. RESULTADOS.....	17
4.1. Altura de planta.....	17
4.2. Número de macollos/m ²	17
4.1. Días a floración	18
4.2. Número de panículas/m²	18
4.3. Longitud de panículas.....	19
4.3. Granos por panículas	19
4.4. Peso de 1000 granos.....	20
4.5. Rendimiento	20
4.6. Análisis económico.....	21
V. CONCLUSIONES.....	22
VI. RECOMENDACIONES.....	23
VII. RESUMEN.....	24
VIII. SUMMARY	25
IX. BIBLIOGRAFÍA	26
X. APÉNDICE	30
10.1. Cuadros estadísticos.....	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 4. Tratamientos estudiados FACIAG, 2018.	12
Cuadro 2. Altura de planta (cm) y número de macollos en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	17
Cuadro 3. Días a floración y número de panículas en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	18
Cuadro 4. Longitud de panículas (cm) y granos por panículas en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	19
Cuadro 5. Peso de 1000 semillas (g) y rendimiento (kg) en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	20
Cuadro 6. Análisis económico/ha cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	21
Cuadro 7. Análisis de varianza para días de floración en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	30
Cuadro 8. Análisis de varianza para altura de planta, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	30
Cuadro 9. Análisis de varianza para número de macollos/m ² , en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	31
Cuadro 10. Análisis de varianza para número de panículas/m ² , en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	31
Cuadro 11. Análisis de varianza para longitud de panículas, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	32
Cuadro 12. Análisis de varianza para granos por panículas en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	32
Cuadro 13. Análisis de varianza para peso de 1000 granos en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	33
Cuadro 14. Análisis de varianza para rendimiento, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	33

I. INTRODUCCIÓN

El arroz, es uno de los cultivos de mayor importancia y demanda a nivel mundial. En el Ecuador esta gramínea forma parte de la alimentación básica o fuente de la mayoría de los ecuatorianos, además su producción constituye una fuente de empleo para muchas familias de las áreas de influencia de este cultivo.

En el país en los últimos 20 años, el consumo de arroz se ha incrementado significativamente, consumiéndose hasta tres veces al día (desayuno, almuerzo y merienda), sin embargo la productividad por área no ha mejorado, lo cual no va a la par con el incremento del consumo, lo que ha generado una brecha amplia entre la producción y consumo, dando lugar a que se tenga que importar de otros países en épocas de escases, generando la baja en el precio del producto nacional y creando malestar entre los productores.

La eficiencia de la fertilización, es un parámetro que debe ser tomado en cuenta al momento de calcular una tasa de fertilización, dado que afecta drásticamente las cantidades de fertilizantes a aplicar. Es de amplio conocimiento, que los nutrientes tienen diferentes factores limitantes al ser aplicados en el suelo, lo que genera pérdidas. Estas pérdidas han sido estimadas por diferentes investigadores y deben ser compensadas. Dicha compensación es realizada utilizando el parámetro de eficiencia de la fertilización, el cual dependerá de los siguientes aspectos: Propiedades del nutriente, características del suelo, características de la fuente fertilizante, métodos y épocas de aplicación, condiciones climáticas y características de la planta (Andrade y Hurtado, 2007).

El balance de nutrientes es la diferencia entre la cantidad de nutrientes que entran y que salen de un sistema definido en el espacio y en el tiempo. En general, estos balances se consideran para la capa de suelo explorada por las raíces en períodos anuales. Los balances pueden resultar deficitarios o acumulativos generándose situaciones de pérdida (egresos) o de ganancia (ingresos). Esta definición permite estimar balances nutricionales de un lote en una campaña agrícola a partir de los nutrientes que egresan del suelo en los granos y forrajes cosechados, en los productos animales y en los residuos de cultivos que son transferidos a otros lotes. Los ingresos de nutrientes al suelo

están constituidos por los aportados por fertilizantes, abonos orgánicos (incluyendo residuos de cultivos no generados en el mismo lote) y, en el caso de nitrógeno (N), por la fijación de N₂ del aire. (Castro, 2017)

Nitrógeno, éste elemento se lixivia, volatiliza, desnitrifica, se fija y volatiliza, la eficiencia de este nutriente fluctúa entre 70 y 50 %, utilizando el valor más alto cuando los factores que limitan son los mínimos y 50 % cuando se estima pérdidas máximas.

Generalmente en el país, la fertilización química de los cultivos se realiza aplicando al suelo las cantidades de fertilizantes que las plantas extraen del suelo detectada a través del análisis del suelo, pero no se considera la cantidad de fertilizante que se pierde por efectos del tipo de suelo, condiciones climáticas al momento de aplicar, solubilidad de las fórmulas aplicadas. Es decir no se considera la eficiencia de los fertilizantes y fórmulas aplicadas, y esta es una razón del porque muchos cultivos no expresan su máxima potencialidad de rendimiento.

En este trabajo de tesis, se pretende aplicar las cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio que probablemente se pierde del suelo por varios factores internos y externos, para conocer si estas pérdidas expresadas en porcentaje, influyen en el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Determinar la respuesta a niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*, L), en condiciones de la zona de Babahoyo.

1.1.2. Específicos

- Determinar la respuesta agronómica del cultivo de arroz, a niveles de nitrógeno, fósforo y potasio aplicados.
- Cuantificar el rendimiento del cultivo de arroz a los diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio aplicados.
- Conocer el efecto económico de cada uno de los tratamientos propuestos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades del cultivo

El arroz (*Oryza sativa*) es cultivado en 113 países, en todos los continentes y está profundamente integrado en el patrimonio cultural de muchas sociedades. Es considerado como uno de los cultivos de mayor importancia para la alimentación mundial, ya que es el alimento básico de más de la mitad de la población del mundo y el 40% depende de éste para el 80% de su dieta. Los sistemas basados en el arroz apoyan enormes reservas de agrobiodiversidad, que sirven para salvaguardar el medio ambiente, aumentar los medios de subsistencia y enriquecer la alimentación de la población (Díaz y Chaparro 2013).

Es uno de los cereales de mayor producción a nivel mundial y, junto con el trigo, la carne y el pescado, constituyen la base de la alimentación humana; el 75 % de la población mundial lo incluye en su dieta alimenticia diaria y puede superar, en algunos casos, el consumo de otros cereales. Avances muy significativos se alcanzaron en la producción de arroz en Latinoamérica y el Caribe en las tres últimas décadas gracias al desarrollo de cultivares mejorados, utilización de prácticas más modernas de cultivo y a la mayor adopción de los nuevos cultivares por parte de los agricultores (Díaz *et al* 2015).

El arroz constituye uno de los cereales básicos de la dieta humana, representando aproximadamente 20% de la ingestión mundial de energía y 15% del aporte de proteína. En los países más pobres del Asia, el consumo de arroz corresponde más de la mitad del aporte energético y proteico de esas poblaciones (Ramírez *et al.* 2013).

De una manera u otra, el cultivo del arroz es el cultivo más productivo de todos los cereales. Dependiendo del clima y de la disponibilidad de agua, se puede realizar hasta cuatro cosechas anuales, como se ha visto en algunos lugares de China. En países templados se da solamente una cosecha al año. En cuanto a la productividad puede variar desde menos de 1 tonelada por hectárea, en lugares donde se cultiva con métodos tradicionales hasta las más de 9 toneladas por hectárea en ciertos cultivos por regadío (Andrade, *et al.* 2006).

2.2. Origen

El cultivo del arroz comenzó hace casi 10,000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a sus tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo.

El cultivo del arroz se inició en Asia y se ha extendido a casi todo el mundo. Se cultiva en Europa, Francia, Portugal, Bulgaria y Rusia; en África, Marruecos; en América, principalmente en Estados Unidos, México, Brasil, Perú, Argentina, Cuba, República Dominicana, Guayana inglesa y Guatemala. (INIAP 2007).

La especie *Oryza sativa* contiene dos subespecies principales: *O. japonica*, pegajosa y de grano corto, denominada también variedad sínica; y *O. indica*, de granos largos y no pegajosos. La subespecie japónica se cultiva en campos secos, en zonas templadas y en zonas montañosas elevadas del Sur de Asia, mientras que la subespecie indica comprende principalmente arroces de tierras bajas y crece mayormente sumergidos, a través de toda el Asia tropical. Se extendieron hacia otros países asiáticos: Corea, Japón, Pakistán, Filipinas e Indonesia (UNCTAD, 2000).

2.3. Taxonomía

A continuación se presenta la clasificación taxonómica del cultivo de arroz (CIAT 2005).

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.

2.4. El arroz en el Ecuador

El cultivo de arroz se realiza casi en su totalidad en el litoral, (99%) distribuyéndose principalmente en tres provincias: Guayas (67%), Los Ríos (28%) y Manabí (5%). De la superficie restante, la provincia que abarca la mayor área sembrada es Loja, que se la puede considerar como una provincia emergente en la producción de arroz cáscara (Moreno y Salvador 2015).

Se cultiva 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 2018).

En Ecuador, el rendimiento nacional para el primer ciclo del 2016 fue de 4,16 t/ha. La provincia de mayor rendimiento fue Loja con 8,46 t/ha; mientras que la de menor rendimiento fue Los Ríos con 3,46 t/ha. Los problemas fitosanitarios como el vaneamiento y manchado de grano fueron las principales causas que impactaron en la productividad. El rendimiento promedio de los productores que participaron en el plan semilla fue 0,64 t/ha superior al rendimiento de los productores que no participaron. La propagación del cultivo en su mayoría se realizó por medio de semilla. La superficie sembrada por agricultor fue de 4,28 hectáreas en promedio (Castro 2017).

2.5. Características botánicas

El arroz (*Oryza sativa*) es una monocotiledónea perteneciente a la familia poaceae sus principales características morfológicas son las siguientes:

Las raíces son 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 nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales (MDRyT, 2011).

El tallo se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudoso, glabro y de 60 a 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 representa en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos. La primera hoja que aparece en la base del tallo principal o de las macollas se denomina prófido, no tiene lámina y están constituidos por dos brácteas aquilladas (Olmos, 2006).

La flor es una inflorescencia de tipo panoja, 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 conocida también como panícula y mide aproximadamente de 15 a 40 cm de largo, son de color verde blanquecino y puede contener una cantidad de espiguillas de 30 a 500 y la panoja puede ser abierta o compacta puede ser colgado o en forma recta, (MDRyT, 2011).

La semilla es un ovario maduro, seco e indehiscente. Consta de la cáscara formada por la lema y la palea con sus estructuras asociadas, lemas estériles, la raquilla y la arista; el embrión, situado en el lado ventral de la semilla cerca a la lema, y el endospermo, que provee alimento al embrión durante la germinación (CIAT, 2005).

2.6. Fases del cultivo

El crecimiento vegetativo es un proceso fisiológico continuo (INIAP, 2007). Comprende tres fases bien diferenciadas:

- **Fase vegetativa.-** Es la que se entiende por las etapas de germinación, macollo, crecimiento de raíces y emergencia de las hojas.
- **Fase reproductiva.-** Comienza con la diferenciación del primordio de panículas, luego con el crecimiento de la panoja y la elongación de los tallos o entrenudos, hasta la floración.

- **Fase de maduración.-** Durante el llenado de los granos, las fotos asimiladoras se dirigen hacia la panoja, siendo los granos su principal destino.

2.7. Requerimientos Edafoclimáticos del cultivo

Clima

Los principales factores climáticos son la radiación solar y la temperatura, la radiación solar medida en calorías/cm²/día, es la fuente que la planta requiere para los procesos de fotosíntesis y de evapotranspiración, requiere radiación directa durante la mayor parte de su ciclo, con una intensidad de luz óptima de 32.3-86.1 klux. Los días nublados durante la etapa reproductiva y de maduración afectan el rendimiento. La etapa más crítica de la planta va de los 15 días antes de la floración hasta la cosecha, en donde para altos rendimientos se requieren más de 400 cal/cm²/día, (FAO, 2003).

Precipitación

La precipitación es la fuente principal de aprovisionamiento de agua. En la mayor parte de países tropicales el cultivo del arroz depende por completo de la precipitación pluvial estacional. La planta de arroz se desarrolla adecuadamente a profundidades de agua entre 0-20 cm. No obstante, varios investigadores concluyen que se obtienen mayores rendimientos con un tirante de agua menor de 5 cm. (Andrade, *et al* 2006).

Temperatura

El arroz está adaptado a regiones de temperaturas elevadas y de insolación prolongada. La temperatura promedio requerida mediante la vida de la planta tiene un rango de 20 a 37, °C. La temperatura total requerida (suma de las temperaturas medias diarias durante el periodo de crecimiento, es de 1130 a 1500 °C. La temperatura tiene un efecto importante sobre el crecimiento. Las temperaturas bajas en las primeras etapas del crecimiento retardan el desarrollo de las plantas, reduciendo la formación de hijuelos. La altura de la planta y el número de hojas se afectan de manera adversa, ocasionando un retraso en la floración. Las temperaturas bajas que se presentan después de la floración,

ocasionan una reducción en el número de espiguillas fertilizadas y en su peso (Andrade, *et al* 2006).

Fotoperiodo

Planta de día corto, con un fotoperiodo crítico de 12-14 horas. La sensibilidad al fotoperiodo varía entre genotipos. El fotoperiodo crítico para las variedades más sensibles es de 10 horas. Casi todas las variedades presentan mayor precocidad en ambientes de días cortos. Existen variedades insensibles al fotoperiodo (FAO, 2003).

Viento

Aunque es probable que el viento ligero sea favorable para el cultivo del arroz, los vientos fuertes, en especial si duran demasiado, tienen un efecto adverso sobre el rendimiento del grano. El daño debido al viento, no solo se manifiesta en él acame y desgrane de las panojas. Si se produce antes de la floración, se reduce el número de espiguillas, en la floración el viento aumenta el número de glumas vacías y provoca la formación de granos de color pardo. Los vientos fuertes resultan muy perjudiciales cuando se presentan 5 ó 10 días después de la floración, debido a que aumenta el número de endospermos que abortan.

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 deltas de los ríos. Los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor textura arcillosa (Andrade, *et al* 2006).

2.8. Importancia de la fertilización en el cultivo de arroz

La utilización de fertilizantes es imprescindible en todos los cultivos, con el objetivo de incrementar la producción y productividad de los mismos y proporcionar los requerimientos nutricionales a lo largo del ciclo vegetativo.

El cultivo de arroz en nuestro país se desarrolla, en su mayoría, en suelos

planos y de origen aluvial de la región Litoral o Costa, los mismos que presentan características físico-químicas muy variables (INIAP, 2007).

Razón por la cual, para establecer un programa de fertilización hay que considerar una serie de factores que impiden alcanzar el potencial productivo en el arroz, tales como: la degradación del suelo, una adecuada selección de fertilizantes con dosis, métodos y periodos de aplicación correctos, variedades de alto rendimiento y riegos que garanticen un balance adecuado en la nutrición de la planta de arroz, que eviten problemas relacionados en el sistema suelo-agua-cultivo (Tisdale y Nelson, 1987).

2.9. Fertilización nitrogenada

El nitrógeno es constituyente de cada uno de los aminoácidos, es decir, presente en cada proteína. También hace parte de la molécula de clorofila y de los ácidos nucleicos. El nitrógeno estimula el crecimiento de tallos y hojas. Además, estimula la producción de proteínas en frutas y granos, y ayuda a que la planta utilice otros nutrientes como fósforo y potasio (Kovacic *et al.* 2007). Su principal forma de absorción por la planta es NO_3^- y NH_4^+ . Por su gran movilidad, los primeros síntomas se observan en hojas maduras. Su deficiencia causa falta de poder turgor y cambios de color en las hojas, las cuales primero se tornan verde claro, luego presentan clorosis y finalmente mueren; los sistemas radiculares se ven reducidos (Suzuki *et al.* 2003). Otros síntomas que pueden presentarse son acumulación de compuestos fenólicos como flavonoides, antocianinas y cumarinas (Kovacic *et al.* 2007).

El nitrógeno se considera el elemento nutritivo que repercute de forma directa sobre la producción, aumenta el porcentaje de espiguillas, incrementa la superficie foliar y contribuye al aumento de calidad del grano (Barrera, *et al.* 2010).

El arroz necesita el nitrógeno en dos momentos críticos del cultivo:

- En la fase de ahijamiento medio (35-45 días después de la siembra).
- Desde el comienzo del alargamiento del entrenudo superior hasta que este entrenudo alcanza 1.5-2 cm.

El nitrógeno se debe aportar en dos fases: la primera como abonado de

fondo, y, la segunda, al comienzo del ciclo reproductivo. La dosis de nitrógeno depende de la variedad, el tipo de suelo, las condiciones climáticas, manejo de los fertilizantes, etc.

2.10. Fertilización fosfórica

El fósforo, es un constituyente de coenzimas, ácidos nucleicos y sustratos metabólicos. Hace parte del nucleótido más importante en la obtención de energía celular, el ATP. Promueve el desarrollo radical, y ayuda a desarrollar resistencia a enfermedades. Absorbido principalmente en forma H_2PO_4^- y HPO_4^{2-} , donde la forma monovalente abunda más en pH menores a 5 y la forma divalente predomina en pH más alcalinos. Es uno de los nutrientes más limitantes en el crecimiento y desarrollo de la planta junto con el Nitrógeno. Su deficiencia en hojas, tallos y peciolo maduros se observan de color verde oscuro o azulado o pueden ser morados, las hojas pueden verse enrolladas, las plantas tienen un desarrollo lento, la floración se demora, el sistema radical es pobre y las plantas son bastante susceptibles a infecciones (Xiang-wen *et al.* 2008).

También influye de manera positiva sobre la productividad del arroz, aunque sus efectos son menos espectaculares que los del nitrógeno. El fósforo estimula el desarrollo radicular, favorece el ahijamiento, contribuye a la precocidad y uniformidad de la floración y maduración y mejora la calidad del grano. (Censo Nacional Agropecuario 2003).

2.11. Fertilización potásica

El potasio, es importante en la fotosíntesis, translocación de carbohidratos y síntesis de proteínas. Es un catalizador o activador de ciertas enzimas, participa en la osmorregulación y también en el mantenimiento del potencial de membrana (Pyo *et al.* 2010). Implicado en el control del turgor de las células guarda estomáticas. Se absorbe como ion K^+ . En su ausencia, inicialmente se observa en las hojas maduras clorosis marginal e intervenal, enrollamientos, hojas arrugadas y brotes muy cortos. En general, la planta con déficit de potasio se observa débil, con un sistema radical pobre, y con muy baja tolerancia a situaciones de estrés o ataques de enfermedades. La deficiencia estomática implica reducción de las tasas de transpiración e intercambio de gases (Gierth y

Mäser 2007). Además, el potasio aumenta la resistencia al encamado, a las enfermedades y a las condiciones climáticas desfavorables. (Censo Nacional Agropecuario 2003).

Para que una variedad de arroz exprese todo su potencial de producción, es necesario proporcionarle todas las condiciones apropiadas para su desarrollo, en las que se destaca un buen manejo de la fertilidad. El contenido de diversos elementos en la planta durante las etapas fenológicas del cultivo es afectado por el contenido de nutrientes en el suelo, la dosis, la fuente y las clases de los fertilizantes aplicados; las variedades empleadas y los sistemas de cultivos utilizados (Andrade, *et al.* 2006).

2.12. Variedades de arroz

Las principales variedades de arroz que se siembra en Ecuador son: INIAP 14, INIAP 15, liberadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Existen otras variedades, distribuidas por productores nacionales (PRONACA) que son SFL 09 y SFL 11 como las otras variedades de semillas sin certificación. Del total del área sembrada de arroz a nivel nacional, sólo el 20% se siembra con semilla certificada. (Comunidad de negocios, 2012).

2.13. Características SFL - 11

Nombre científico: *Oryza sativa* L.

Variedad: SFL - 11

Condiciones de cultivo: Cuenca alta y baja del río Guayas.

Ciclo vegetativo de: 127-131 días.

Altura de planta: de 126 cm, grano largo, arroz entero al pilar 62%, latencia de la semilla 4-6 semanas, tolerante al acame.

Macollamiento: Intermedio

Potencial de rendimiento de cultivo: 6 a 8 t/ha.

Fuente: Ficha técnica INDIA

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el recinto la Marianita ubicada en la vía Montalvo – Babahoyo, que tiene las siguientes coordenadas geográficas UTM X: 1.7723946; Y:79.7102593¹, siendo el promedio anual de las precipitaciones 2200 mm, con una humedad relativa del 65 al 80%, una heliofanía de 7 horas luz diaria y una temperatura 24 grados centígrados².

3.2. Material genético

Se utilizará la variedad de arroz INDIA SFL -11

3.3. Métodos

Se utilizaron los métodos inductivos - deductivos; deductivos – inductivos y experimentales.

3.4. Factores estudiados

Variable dependiente: rendimiento del arroz.

Variedad independiente: dosis de nutrientes básicos N, P, K

3.5. Tratamientos

El estudio fue constituido por seis tratamientos y cuatro porcentajes de posibles eficiencias que se deben considerar en los cálculos de fertilización para el cultivo de arroz a fin de alcanzar el mejor rendimiento 10; 20; 40; 60 y 60 % por cuatro repeticiones.

¹ Fuente: GPS Garmin

² Fuente: Estación experimental meteorológica UTB, INAHMI, 2018

Cuadro 1. Tratamientos estudiados FACIAG, 2018.

Tratamiento	Dosis de fertilizantes en Kg/ha		
	Nitrógeno (N)	Fosforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)
T1 (Fertilización en base al requerimiento del cultivo)	140	60	90
T2 + 60 % (40% eficiencia N-P-K)	224	96	144
T3 + 40 % (60% eficiencia N-P-K)	196	84	126
T4 + 20 % (80% eficiencia N-P-K)	168	72	108
T5 + 10 % (90% eficiencia N-P-K)	154	66	96
T6 + 60 % N (40% eficiencia N)	224	60	90

3.6. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar DBCA.

3.6.1. Esquema del análisis de varianza

Se desarrolló el ANDEVA mediante el siguiente esquema:

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	5
Repeticiones	3
Error experimental	15
Total	23

3.6.2. Análisis funcional

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza, utilizándose la prueba de significancia de Tukey al 95% de probabilidad para las comparaciones de las medias de los tratamientos.

3.7. Dimensión del experimento

Largo de la parcela 5 m
 Ancho de la parcela 4 m
 Área de la parcela 20 m²
 Área útil 4 x 3 12 m²
 Largo total 6 x 4 24 m²

Ancho total $5 \times 4 + 3 = 23 \text{ m}^2$

Área total del ensayo 552 m^2

3.8. Manejo del ensayo

Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo, tales como:

3.8.1. Preparación del terreno

La preparación del suelo se efectuó mediante un pase de romplow y uno de rastra liviana, y uno de gavias con el propósito de que el suelo quede suelto para hacer el trasplante.

3.8.4. Fertilización

Se aplicó un programa de fertilización en base al requerimiento nutricional del cultivo sembrado, el cual fue fraccionado en tres partes. El fósforo y potasio se aplicó en su totalidad en la primera fertilización a la siembra, mientras que el nitrógeno se fraccionó el 50% a los 20 y el 50% restante a 40 días después de la siembra. Como fuentes de estos nutrientes se utilizó: urea, fosfato diamónico DAP, y muriato de potasio MOP.

3.8.5. Control de malezas

En preemergencia se aplicó Gamit (Clomazone), en dosis de 800 cc/ha a los 5 días después de la siembra., en post emergente se aplicó Propanil en dosis de 4,0 L/ha a los 10 días, después de la siembra y posteriormente Checker (Pyrazosulfuron- Ethyl), en dosis de 300 g/ha a los 30 días después de la siembra, calculado en 200 litros de agua.

3.8.6. Control fitosanitario

Para el control preventivo de insectos como *Hydrellia* sp. se utilizó Engeo (Thiametoxam + Lambda-cyhalotrina) en dosis de 200 cm³/ha a los 20 días después de la siembra. Posteriormente para el control de langosta (*Spodoptera frugiperda*) se aplicó Clorpirifos en dosis de 750 cm³/ha a los 40 días después de la siembra.

Además para el control preventivo de enfermedades se utilizó Nativo (Trifloxistrobin + Tebuconazole) en dosis de 0,6 L/ha a los 51 días después de la siembra.

3.8.7. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, conforme se presente la madurez fisiológica de las plantas en los diferentes tratamientos.

3.9. Datos evaluados

Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos dentro del área experimental:

3.9.1. Altura de planta

Se tomó a la cosecha, es la distancia desde el nivel del suelo al ápice de la espiga más sobresaliente, en cinco plantas tomadas al azar, se expresó en cm.

3.9.2. Número de macollos

A la cosecha, dentro del área útil de cada parcela experimental, se lanzó un cuadro con área de m^2 , donde se contabilizó el número de macollos.

3.9.3. Días de la floración

Es el tiempo comprendido desde la siembra hasta que más del 50 % de las plantas presentaron panículas completamente fuera de la hoja envainadora.

3.9.4. Número de panículas

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

3.9.5. Longitud de las panículas

Se tomó al azar 5 panículas en cada parcela experimental y se midió la longitud desde la base al ápice de la panícula, excluyendo las aristas, luego se

obtuvo su promedio en cm.

3.9.6 Granos por panículas

Se tomaron 5 panículas al azar por parcela experimental y se contabilizaron los granos.

3.9.7. Peso de 1000 granos

Se tomaron 1000 granos, libres de daños de insectos y enfermedades por cada parcela experimental, luego se procedió a pesar en una balanza de precisión cuyos pesos se expresaron en gramos.

3.9.8. Rendimiento

Estuvo determinado por el peso de los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental. El peso se ajustó al 14 % de humedad y se transformó a kilogramos por hectárea. Para uniformizar los pesos se emplearon la fórmula siguiente¹:

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

Dónde:

Pu= peso uniformizada

Pa= peso actual

Ha= humedad actual

Hd=humedad deseada

3.9.9. Análisis económico

Para este análisis se consideró la ganancia neta que generó el cultivo, relacionando los gastos generados con el ingreso logrado por la venta del producto final que es el grano de arroz.

IV.RESULTADOS

4.1. Altura de planta

La variable altura de planta muestra sus promedios en el cuadro 2. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 2.63 %.

El tratamiento T2, obtuvo mayor altura de planta, con 117.5 cm, estadísticamente igual al resto de tratamientos, siendo numéricamente el menor valor para el tratamiento T1 con 113.75 cm.

4.2. Número de macollos/m²

En lo que respecta a la variable número de macollos/m², el análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 7.05 % (Cuadro 2).

El tratamiento T6, presentó mayor número de macollos/m² con 326.25; estadísticamente igual, pero numéricamente mayor al resto de tratamientos y donde el menor dato obtuvo el tratamiento T5, con 298 macollos/m².

Cuadro 2. Altura de planta (cm) y número de macollos en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos		Dosis/ Kg/ha			Altura de planta	Número de macollos/m ²
Nº	Producto	(N)	(P ₂ O ₅)	(K ₂ O)		
T1	N; P; K	140	60	90	113.75 a	303.25 a
T2	+60% N; P; K	224	96	144	117.5 a	325.75 a
T3	+40% N; P; K	196	84	126	115.5 a	309.25 a
T4	+20% N; P; K	168	72	108	115.25 a	304.5 a
T5	+10% N; P; K	154	66	96	117.4 a	298 a
T6	+60 % N	224	60	90	115.6 a	326.25 a
Promedio general					115.8	311.16
Significancia estadística					NS	NS
Coeficiente de variación (%)					2.63	7.05
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo						

4.1. Días a floración

En el Cuadro 3 se registran los promedios de días a floración; el análisis de varianza no reportó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 6.53 %.

El tratamiento T4 y T5, tardó en florecer 77 días, estadísticamente igual a los demás tratamientos y donde el menor dato obtuvo el tratamiento 1 (testigo) que floreció en mayor tiempo con 78.25 días.

4.2. Número de panículas/m²

El análisis de varianza no reflejó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 6.53 %, según registro del Cuadro 3.

La variedad de arroz SFL -11 mostró mayor número de panículas/m² cuando se utilizó el tratamiento T6 con 292.5 panículas, estadísticamente igual, pero numéricamente mayor al resto de tratamientos donde el menor valor obtenido fue el tratamiento T5 con 257.5 panículas/m².

Cuadro 3. Días a floración y número de panículas en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos		Dosis/ Kg/ha			Días a floración	Número de panículas/m
Nº	Producto	(N)	(P ₂ O ₅)	(K ₂ O)		
T1	N; P; K	140	60	90	78.25 a	264.25 a
T2	+60% N; P; K	224	96	144	77.5 a	290 a
T3	+40% N; P; K	196	84	126	77.75 a	274.5 a
T4	+20% N; P; K	168	72	108	77 a	268.75 a
T5	+10% N; P; K	154	66	96	77 a	257.5 a
T6	+60 % N	224	60	90	77.5 a	292.5 a
Promedio general					77.5	274.5
Significancia estadística					NS	NS
Coeficiente de variación (%)					4.46	6.53
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo						

4.3. Longitud de panículas

En el Cuadro 4 se observan los resultados de la variable longitud de panículas, el análisis de varianza no detectó diferencias significativas entre tratamientos y el coeficiente de variación fue 4.51 %.

El tratamiento T3 reportó 24.8 cm de longitud de panícula, estadísticamente igual, y numéricamente superior al resto de tratamientos, observándose al tratamiento T1, con la menor longitud de panícula 23.6 cm.

4.3. Granos por panículas

En la variable granos por panículas el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 2.83 %.

El tratamiento T6, obtuvo el mayor valor con 96, granos por panícula, habiendo diferencias altamente significativas entre los tratamientos, además supero numéricamente en el número de granos a los otros tratamientos, siendo el tratamiento T1 con menor granos por panícula 87.5. (Cuadro 4)

Cuadro 4. Longitud de panículas (cm) y granos por panículas en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos		Dosis/ Kg/ha			Longitud de panículas	Granos por panículas
Nº	Producto	(N)	(P ₂ O ₅)	(K ₂ O)		
T1	N; P; K	140	60	90	23.6 a	87.5 c
T2	+60% N; P; K	224	96	144	24.75 a	94.25 ab
T3	+40% N; P; K	196	84	126	24.8 a	91.5 abc
T4	+20% N; P; K	168	72	108	23.7 a	88.75 bc
T5	+10% N; P; K	154	66	96	24.5 a	90.75 abc
T6	+60 % N	224	60	90	24.75 a	96 a
Promedio general					24.35	91.45
Significancia estadística					NS	**
Coeficiente de variación (%)					4.51	2.83
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo						

4.4. Peso de 1000 granos

El peso de 1000 granos presenta sus resultados en el Cuadro 5. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 6.23 %.

El tratamiento T6, superó a todos los promedios con 35.37 g, estadísticamente igual al T2 y T5. El tratamiento T1 fue el de menor peso con 28.58 g.

4.5. Rendimiento

En la variable rendimientos el análisis de varianza detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 7.28 %. (Cuadro 5)

En el tratamiento T6 y T2, alcanzaron los mayores rendimientos con 6075.97 y 5974.17 kilogramos respectivamente, siendo iguales y estadísticamente superiores a los otros tratamientos, el tratamiento con menor productividad fue el tratamiento T1 con 4718.3 kilogramo.

Cuadro 5. Peso de 1000 semillas (g) y rendimiento (kg) en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos		Dosis/ Kg/ha			Peso de 1000 granos	Rendimiento
Nº	Producto	(N)	(P ₂ O ₅)	(K ₂ O)		
T1	N; P; K	140	60	90	28.58 c	4718.3 b
T2	+60% N; P; K	224	96	144	34.82 ab	5974.17 a
T3	+40% N; P; K	196	84	126	30.58 bc	5062.73 b
T4	+20% N; P; K	168	72	108	30.08 c	4716.9 b
T5	+10% N; P; K	154	66	96	31.48 abc	4923.05 b
T6	+60 % N	224	60	90	35.37 a	6075.97 a
Promedio general					31.8	5245.18
Significancia estadística					**	**
Coeficiente de variación (%)					6.23	7.28
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo						

4.6. Análisis económico

En el Cuadro 6 se observan el análisis económico. El costo fijo generado para producir una hectárea de arroz es de \$ 950, dando como mayor beneficio neto cuando se utilizó el tratamiento T6, 224 N; 60 P₂O₅; 90 K₂O, con \$ 505.52

Cuadro 6. Análisis económico/ha cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos					Rend. kg/ha	Sacas/h a	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)					Beneficio neto (USD)
N°	Producto	Dosis/ha						Fijos	Variables			Total	
		(N)	(P ₂ O ₅)	(K ₂ O)					Productos	Jornales para tratamientos	Cosecha + Transporte		
T1	+0	140	60	90	4718.3	51.9013	\$ 1,660.84	\$ 950.00	\$ 292.20	\$ 72.00	\$ 181.65	\$ 1,495.85	\$ 164.99
T2	+60%	224	96	144	5974.17	65.71587	\$ 2,102.91	\$ 950.00	\$ 470.78	\$ 72.00	\$ 230.01	\$ 1,722.79	\$ 380.12
T3	+40%	196	84	126	5062.73	55.69003	\$ 1,782.08	\$ 950.00	\$ 412.11	\$ 72.00	\$ 194.92	\$ 1,629.03	\$ 153.05
T4	+20%	168	72	108	4716.9	51.8859	\$ 1,660.35	\$ 950.00	\$ 352.40	\$ 72.00	\$ 181.60	\$ 1,563.96	\$ 96.39
T5	+10%	154	66	96	4923.05	54.15355	\$ 1,732.91	\$ 950.00	\$ 317.00	\$ 72.00	\$ 189.54	\$ 1,528.54	\$ 204.37
T6	+60 % N	224	60	90	6075.97	66.83567	\$ 2,138.74	\$ 950.00	\$ 377.30	\$ 72.00	\$ 233.92	\$ 1,633.22	\$ 505.52

UREA = \$ 23.00 (Saco 50 Kg) 0.46

DAP = \$ 27 (Saco 50 Kg) 0.54

MURIATO DE POTASIO \$ 28 (Saco 50 Kg) 0.56

Jornal = \$ 12.00

Costo Saca de 200 lb= \$ 32

Cosecha + transporte = \$ 3.50

V. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos en el trabajo experimental, se puede concluir lo siguiente:

Las variables altura de planta, número de macollo, panícula por m², días a floración y longitud de panícula no mostraron significancia estadística.

El tratamiento T6 tuvo un mejor comportamiento agronómico que los tratamientos, en lo que respecta a granos por panícula.

El tratamiento 6 alcanzó el mayor valor de peso de 1000 granos.

La mejor productividad se obtuvo con el tratamiento T6 donde se colocó la cantidad de 224 kg N; 60 kg P₂O₅; 90 kg K₂O alcanzando un rendimiento de 6.075.97 kg/ha,

El mejor beneficio económico se alcanzó con el tratamiento T6 el cual contribuyó a obtener 505.52 dólares por hectárea

VI. RECOMENDACIONES

Por lo expuesto se recomienda:

- Realizar trabajos de investigación con otras fuentes de fertilizantes y dosis, en diferentes localidades agroecológicas.
- Realizar investigaciones con otras variedades de arroz que se cultivan en la zona.
- Incorporar los requerimientos de nutrientes determinados en este estudio, en los planes de fertilización para cada variedad y sistema de siembra.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrollará en el recinto la Mariana ubicada en la vía Montalvo – Babahoyo, que tiene las siguientes coordenadas geográficas UTM X: 1.7723946; Y:79.7102593, siendo el promedio anual de las precipitaciones 2200 mm, con una humedad relativa del 65 al 80%, una heliofanía de 7 horas luz diaria y una temperatura 24 grados centígrados. Como material de siembra se utilizaron la variedad de arroz INDIA SFL -11. Los tratamientos estuvieron constituidos por las diferentes niveles de fertilizantes como son: 60 % (40% eficiencia N-P-K), 40 % (60% eficiencia N-P-K), 20 % (80% eficiencia N-P-K), 10 % (90% eficiencia N-P-K), 60 % N (40% eficiencia N); más un tratamiento testigo con aplicación de fertilización base. Se empleó el diseño experimental Bloques Completos al Azar con seis tratamientos y 4 repeticiones, la prueba de significancia utilizada fue de Tukey al 95 % de probabilidad. Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo como preparación de suelo, siembra, riego, fertilización, control de malezas, control fitosanitario y cosecha. Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos: altura de planta, número de macollos, días de la floración, número de panículas, longitud de las panículas, granos por panículas, peso de 1000 granos, rendimiento, análisis económico. Por los resultados obtenidos en el trabajo experimental, se puede concluir lo siguiente: Las variables altura de planta, numero de macollo, panícula por m², días a floración y longitud de panícula no mostraron significancia estadística. El tratamiento T6 tuvo un mejor comportamiento agronómico que los tratamientos, en lo que respecta a granos por panícula. El tratamiento 6 alcanzo el mayor valor de peso de 1000 granos. La mejor productividad se obtuvo con el tratamiento T6 donde se colocó la cantidad de 224 kg N; 60 kg P₂O₅; 90 kg K₂O alcanzando un rendimiento de 6.075.97 kg/ha. El mejor beneficio económico se alcanzó con el tratamiento T6 el cual contribuyo a obtener 505.52 dólares por hectárea.

Palabras claves: Niveles, Respuesta, Cultivo de arroz,

VIII. SUMMARY

The present research work will be developed in the La Mariana enclosure located on the Montalvo - Babahoyo road, which has the following geographic coordinates UTM X: 1.7723946; And: 79.7102593, with the annual average rainfall of 2200 mm, with a relative humidity of 65 to 80%, a heliophany of 7 hours of light daily and a temperature of 24 degrees Celsius. The rice variety INDIA SFL -11 was used as the sowing material. The treatments were constituted by the different levels of fertilizers such as: 60% (40% efficiency NPK), 40% (60% efficiency NPK), 20% (80% efficiency NPK), 10% (90% efficiency NPK), 60 % N (40% efficiency N); plus a control treatment with application of base fertilization. We used the experimental design Random Complete Blocks with six treatments and 4 repetitions, the test of significance used was Tukey at 95% probability. All the necessary agricultural work was done in rice cultivation for its normal development as soil preparation, sowing, irrigation, fertilization, weed control, phytosanitary control and harvest. To estimate the effects of the treatments, the following data were taken: plant height, number of tillers, days of flowering, number of panicles, length of the panicles, grains per panicles, weight of 1000 grains, yield, economic analysis. For the results obtained in the experimental work, the following can be concluded: The variables height of plant, number of tiller, panicle per m², days to flowering and panicle length did not show statistical significance. The T6 treatment had a better agronomic behavior than the treatments, with respect to grains per panicle. Treatment 6 reached the highest weight value of 1000 grains. The best productivity was obtained with the T6 treatment where the quantity of 224 kg N was placed; 60 kg P₂O₅; 90 kg K₂O reaching a yield of 6.075.97 kg / ha. The best economic benefit was achieved with the T6 treatment which contributed to obtain 505.52 dollars per hectare.

Key words: Levels, response, rice cultivation,

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, F.E., Hurtado, J.D.2007. Factores ambientales para el desarrollo del cultivo de arroz. Manual del cultivo de arroz. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de investigación Agropecuaria). EC, p.7.
- Andrade, F; Celi R; Hurtado J. 2006 INIAP 15: Nueva Variedad de Arroz de Alto Rendimiento y Calidad de Grano Superior. Yaguachi, EC.
- Briceño, I., Álvarez, L. 2010. Evaluación de un sistema de preparación del suelo y siembra en el cultivo de arroz (*Oriza sativa* L). Rev. Unell. Cien. Tec., 28: 16-2
- Barrera, J; Cruz, M; Melgarejo, L. 2010. Nutrición mineral: Experimentos en fisiología vegetal. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 79-106 pp.
- Castro. M. 2017. Rendimiento de arroz en cáscara, primer cuatrimestre 2017. Quito-Ecuador.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). 2005. Morfología de la planta de arroz (en línea) Cali. Consultado 20 ago. 2018. Disponible en <http://www.ciat.cgiar.org/riceweb/esp/inicio.htm>.
- Comunidad de negocios. (10 de 1 de 2012). La Nación. Obtenido de La Nación: <http://www.lanacion.com.ar/873996-la-biotecnologia-agricola-aporto-al-paisus-20000-millones>.
- Díaz, C., Chaparro, A. (2013) Métodos y usos agrícolas de la ingeniería genética aplicada al cultivo del arroz Revista Colombiana de Biotecnología, vol. XIV, núm. 2, diciembre, 2013, pp. 179-195 Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia.
- Díaz, S., Morejón, R., Onicka, O., Castro, R. (2015) evaluación de nuevas líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) obtenidas por hibridaciones dentro del programa de mejoramiento genético del cultivo en cuba. Cultivos Tropicales, vol. 36, núm. 3, julio-septiembre, 2015, pp. 115-123 Instituto Nacional de Ciencias

Agrícolas La Habana, Cuba.

FAO, (Organización mundial de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación). 2003. Guía para las observaciones en el campo. Página Web <http://www.agricultura.gov.do/perfiles/arroz>. Revisado el 14 de septiembre de 2018. Butzer, K. (2012). Collapse, Environment, and Society. Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America – PNAS, 109(10), 3632 – 3639.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2017. Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz. Problemas y limitaciones de la producción de arroz. Roma, IT. 47 – 60 P.

Gierth, M; Mäser, P. 2007. Potassium transporters in plants–Involvement in K⁺ acquisition, redistribution and homeostasis. Federation of European Biochemical Societies. FEBS Letters. Heidelberg, Germany. N° 581, 2348-2356 pp.

INIAP. (2018). El cultivo de arroz. Disponible en <http://www.iniap.gob.ec/web/programa-1/>

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (INIAP). 2007. Manual de cultivo de arroz No. 66. 2 ed. Estación Experimental Boliche. EC. p. 161.

Kovacik, J; Klejdus, B; Backor, M; Repcak, M. 2007. Phenylalanine ammonialyase activity and phenolic compounds accumulation in nitrogen-deficient *Matricaria chamomilla* leaf rosettes. Plant Science. Oxford, United Kingdom. N° 172, 393-399 pp.

MDRyT (ministerio de desarrollo rural y tierras).2011. Cultivo de arroz. Recomendaciones técnicas básicas para su producción. La Paz Bolivia. 20p.

Moreno, B.; Salvador, S. (2015). Rendimientos del arroz en el ecuador segundo cuatrimestre del 2014 (Julio - Octubre). Disponible en

http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_arroz_2do_cuatrimestre_2014.pdf

- Olmos, S. 2006. Apunte de morfología, fenología, eco fisiología, y mejoramiento genético del arroz, Cátedra de cultivos II, Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE. Corrientes - 2006 – Argentina. 9-11p.
- Olmos, S. 2006. Apunte de morfología, fenología, eco fisiología, y mejoramiento genético del arroz, Cátedra de cultivos II, Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE. Corrientes - 2006 – Argentina. 9-11p.
- Ramírez, D., Dias, L., Zaczuk, P., Piler, C., Ramírez, J. (2013). Calidad del arroz de tierras altas en función del tiempo de cocción y del cultivar de arroz. *Scientia Agraria*, vol. 11, núm. 2, pp. 163-173 Universidad Federal do Paraná Paraná, Brasil
- Suzuki, L; Herrig, V; Ferrarese, M; Rodríguez, J; Ferrarese-Filho, O. 2003. Simultaneous effects of ferulic and vanillic acids on peroxidase and phenylalanine ammonia-lyase in soybean (*Glycine max*) roots. *Phyton*. Buenos Aires, Argentina. N°43, 179-185 pp.
- Tisdale, S.L. y Nelson W.L. 1987. Fertilidad de suelos y fertilizantes. Montaner y Simón S.A. Barcelona. ES. 739 p.
- UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas para el Comercio y Desarrollo). 2000. Información de Mercado sobre productos básicos; Descripción del arroz. (en línea). EE.UU. consultado el 05 – Dic – 2018. Disponible en <http://www.unctad.org>.
- Xiang-Wen, p; Wen-Bin, I; Qiu-Ying, z; Yan-Hua, I; Ming-Shan, L. 2008. Assessment on Phosphorus Efficiency Characteristics of Soybean Genotypes in Phosphorus-Deficient Soils. *Agricultural Sciences in China*. Beijing, China. N°7, 958-969 pp.
- Briceño, I., Álvarez, L. 2010. Evaluación de un sistema de preparación del suelo y siembra en el cultivo de arroz (*Oriza sativa* L). *Rev. Unell. Cien. Tec.*, 28: 16-2

SINAGAP, 2015. III Censo Nacional Agropecuario: Referencias del levantamiento censal. Consultado el 5 de julio 2018. Disponible en <http://sinagap.agricultura.gob.ec/censo-nacional-agropecuaria>.

Muñoz, G., Giraldo, G., & Fernández de Soto, J. 1993. Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo. Centro Internacional de Agricultura Tropical.

Jennings, P. R., Coffman, W. R., & Kauffman, H. E. 1981. Mejoramiento de Arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

X.APÉNDICE

10.1. Cuadros estadísticos

Cuadro 7. Análisis de varianza para días de floración en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6.83	8	0.85	0.07	0.9996
TRAT	4.5	5	0.9	0.08	0.9951
REP	2.33	3	0.78	0.07	0.9775
Error	179.17	15	11.94		
Total	186	23			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=7.93987					
Error: 11.9444 gl: 15					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	78.25	4	1.73	A	
2	77.5	4	1.73	A	
3	77.75	4	1.73	A	
4	77	4	1.73	A	
5	77	4	1.73	A	
6	77.5	4	1.73	A	

Cuadro 8. Análisis de varianza para altura de planta, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	44.28	8	5.53	0.59	0.7681
TRAT	40.31	5	8.06	0.87	0.5261
REP	3.96	3	1.32	0.14	0.9332
Error	139.62	15	9.31		
Total	183.89	23			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=7.00896					
Error: 9.3078 gl: 15					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	113.75	4	1.53	A	
2	117.5	4	1.53	A	
3	115.5	4	1.53	A	
4	115.25	4	1.53	A	
5	117.4	4	1.53	A	
6	115.6	4	1.53	A	

Cuadro 9. Análisis de varianza para número de macollos/m², en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2973.67	8	371.71	0.77	0.6328
TRAT	2897.33	5	579.47	1.2	0.3543
REP	76.33	3	25.44	0.05	0.9834
Error	7221.67	15	481.44		
Total	10195.33	23			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=50.40847					
Error: 481.4444 gl: 15					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	303.25	4	10.97	A	
2	325.75	4	10.97	A	
3	309.25	4	10.97	A	
4	304.5	4	10.97	A	
5	298	4	10.97	A	
6	326.25	4	10.97	A	

Cuadro 10. Análisis de varianza para número de panículas/m², en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4512.83	8	564.1	1.75	0.1659
TRAT	3965.33	5	793.07	2.47	0.0805
REP	547.5	3	182.5	0.57	0.645
Error	4825	15	321.67		
Total	9337.83	23			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=41.20344					
Error: 321.6667 gl: 15					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	264.25	4	8.97	A	
2	290	4	8.97	A	
3	274.5	4	8.97	A	
4	268.75	4	8.97	A	
5	257.5	4	8.97	A	
6	292.5	4	8.97	A	

Cuadro 11. Análisis de varianza para longitud de panículas, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6.73	8	0.84	0.7	0.6885
TRAT	6.12	5	1.22	1.02	0.442
REP	0.61	3	0.2	0.17	0.9163
Error	18.05	15	1.2		
Total	24.78	23			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.52037					
Error: 1.2036 gl: 15					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	23.6	4	0.55	A	
2	24.75	4	0.55	A	
3	24.8	4	0.55	A	
4	23.7	4	0.55	A	
5	24.5	4	0.55	A	
6	24.75	4	0.55	A	

Cuadro 12. Análisis de varianza para granos por panículas en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	243.17	8	30.4	4.52	0.0058	
TRAT	207.71	5	41.54	6.18	0.0027	
REP	35.46	3	11.82	1.76	0.1981	
Error	100.79	15	6.72			
Total	343.96	23				
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.95521						
Error: 6.7194 gl: 15						
TRAT	Medias	n	E.E.			
1	87.5	4	1.3		C	
2	94.25	4	1.3	A	B	
3	91.5	4	1.3	A	B	C
4	88.75	4	1.3		B	C
5	90.75	4	1.3	A	B	C
6	96	4	1.3	A		

Cuadro 13. Análisis de varianza para peso de 1000 granos en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	147.72	8	18.46	4.69	0.0049
TRAT	147.18	5	29.44	7.48	0.0011
REP	0.54	3	0.18	0.05	0.9867
Error	59	15	3.93		
Total	206.71	23			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.55613					
Error: 3.9331 gl: 15					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	28.58	4	0.99		C
2	34.82	4	0.99	A	B
3	30.58	4	0.99		B
4	30.08	4	0.99		C
5	31.48	4	0.99	A	B
6	35.37	4	0.99	A	

Cuadro 14. Análisis de varianza para rendimiento, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7968608.38	8	996076.05	6.83	0.0008
TRAT	7661484.04	5	1532296.81	10.5	0.0002
REP	307124.34	3	102374.78	0.7	0.5655
Error	2188118.01	15	145874.53		
Total	10156726.4	23			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=877.44560					
Error: 145874.5343 gl: 15					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	4718.3	4	190.97		B
2	5974.17	4	190.97	A	
3	5062.73	4	190.97		B
4	4716.9	4	190.97		B
5	4923.05	4	190.97		B
6	6075.97	4	190.97	A	



Figura # 1 Preparación de suelo



Figura # 2 Siembra



Figura # 3 Visita tutor académico



Figura # 4 Macollamiento



Figura # 5 Fertilización



Figura # 6 Floración



Figura # 7 Visita de trabajo de campo



Figura # 8 Maduración fisiológica



Figura # 9 Toma de datos



Figura # 10 Cosecha



Figura # 11 Desgrane del arroz



Figura # 12 Peso de mil granos de arroz