



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



TRABAJO EXPERIMENTAL

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

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Evaluación del rendimiento de tres cultivares de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica en la zona de Pimocha”.

AUTOR:

Diego Armando Arana Vaca

TUTOR:

Ing. Agr. Edwin Hasang Morán, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2019



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

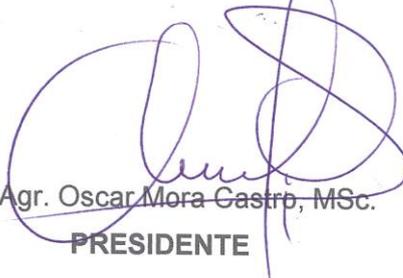
Trabajo experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la
Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

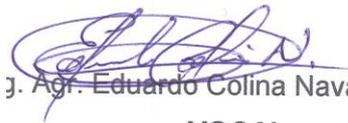
“Evaluación del rendimiento de tres cultivares de arroz, mediante
diferentes programas de fertilización edáfica en la zona de Pimocha”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Ing. Agr. Oscar Mora Castro, MSc.

PRESIDENTE



J. Agr. Eduardo Colina Navarrete, MSc.

VOCAL



Ing. Agr. Mañón Lopez Izurieta, MSc.

VOCAL

La responsabilidad por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este Trabajo Experimental son de exclusividad del autor.

DIEGO Arana U.
Diego Armando Arana Vaca

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a Dios porque él ha sido quien me dio fuerza y sabiduría para seguir adelante no solo a mí sino también a mis padres y a toda mi familia q me ha apoyado.

Luego quiero dedicarle esto a mi padre Nivaldo porque es quien hizo posible este logro, que no es solo mío sino de él también, porque me guió y lo sigue haciendo por el buen camino con sus sabios consejos.

A mi madre Marjorie que le quiero dedicar esto a ella porque sin ella a mi lado no hubiera podido seguir avanzando en el día a día, ella es y siempre será la mujer más importante en mi vida, su amor incondicional ha sido lo que me ha ayudado ser lo q soy.

A mis hermanas Mabel y Meyling que han estado en los buenos y malos momentos y aunque sigan creciendo siempre van hacer mis hermanitas.

Mi sobrino Darixon Fabricio el llevo a cambiarnos la vida a todos en especial la mía, me enseñó a ver la vida de una manera diferente y maravillosa y con una sonrisa de él es suficiente para motivarme a seguir adelante.

Le dedico a mis abuelos Eugenio y Martina de ellos he aprendido que todo se puedo alcanzar con esfuerzo, dedicación y paciencia, ellos han sido los protagonistas de que todos seamos lo q somos, supieron llevarnos por un camino correcto y gracias a ellos es que podido cumplir una de mis metas.

Mis tíos Willian, Eduardo, María, Lorena le dedico a ellos, mis tíos Willian y Eduardo ellos han sido como otro padre para mí siempre ayudándome y apoyándome, con sus consejos he podido llegar donde estoy me han enseñado muchas cosas que en la escuela no me han enseñado.

Mis primos: Danny, Lisseth, Eduardo, Ivan, Jazmin, Jhonny. En especial a mi primo Danny el me ha aconsejado siempre en todo momento, me ha dado ánimos y fuerzas para seguir por el camino correcto, mas q un primo es mi hermano.

AGRADECIMIENTO

A mi padre Nivaldo ya que él ha sido el pilar fundamental de nuestro hogar.

A mi madre Marjorie, ella es la mujer q siempre esta hay incondicionalmente.

A mis hermanas Mabel y Meyling ellas me han motivado para seguir adelante.

Le quiero agradecer a mi sobrino Darixon porque él nos ha enseñado mucho que a pesar de todo siempre hay q sonreír.

A mis abuelos Eugenio y Martina ellos son el pilar fundamental de toda mi familia.

A mis tíos; Willian, Eduardo, Maria, Lorena.

A mis primos; Danny, Lisseth, Eduardo, Ivan, Jazmin, Jhonny.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. General.....	2
1.1.2. Específicos	2
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1. Ubicación y descripción del campo experimental.....	10
3.2. Material genético.....	10
3.3. Métodos	10
3.4. Factores estudiados.....	10
3.5. Tratamientos	11
3.6. Diseño experimental.....	11
3.6.1. Esquema del análisis de varianza	12
3.7. Análisis funcional.....	12
3.8. Manejo del ensayo	12
3.8.1. Análisis de suelo.....	12
3.8.2. Preparación del terreno	13
3.8.3. Siembra	13
3.8.4. Riego	13
3.8.5. Fertilización.....	13
3.8.6. Control de malezas.....	13
3.8.7. Control fitosanitario.....	14
3.8.8. Cosecha.....	14
3.9. Datos evaluados.....	14
3.9.1. Altura de planta.....	14
3.9.2. Número de macollos.....	14
3.9.3. Número de panículas.....	14
3.9.4. Días de la floración	15
3.9.5. Longitud de las panículas	15
3.9.6. Granos por panículas	15
3.9.7. Peso de 1000 granos.....	15
3.9.8. Rendimiento de grano	15

3.9.9. Análisis económico	16
IV. RESULTADOS	17
4.1. Altura de planta	17
4.2. Número de macollos	18
4.3. Número de panículas	19
4.4. Días de la floración.....	22
4.5. Longitud de las panículas.....	23
4.6. Granos por panículas	24
4.7. Peso de 1000 granos	26
4.8. Rendimiento de grano	27
4.9. Análisis económico.....	29
V. CONCLUSIONES.....	32
VI. RECOMENDACIONES	33
VII. RESUMEN.....	34
VIII. SUMMARY	35
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	36
X. APÉNDICE	39
Resultados del análisis de suelo.....	40
Cuadros de resultados y análisis de varianza.....	41
Fotografía	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.	11
Cuadro 2. Altura de planta, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.	18
Cuadro 3. Número de macollos, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.	20
Cuadro 4. Número de panículas, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.	21
Cuadro 5. Días a floración, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.	23
Cuadro 6. Longitud de panículas, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.	25
Cuadro 7. Granos por panículas, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.	26
Cuadro 8. Peso de 1000 granos, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.	28
Cuadro 9. Rendimiento (kg/ha), en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.	29
Cuadro 10. Costos fijos/ha, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.	30
Cuadro 11. Análisis económico/ha, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.	31
Cuadro 12. Altura de planta, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.	41
Cuadro 13. Número de macollos, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.	42
Cuadro 14. Número de panículas, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.	43
Cuadro 15. Días a floración, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.	44
Cuadro 16. Longitud de panículas, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.	45

Cuadro 17. Granos por panículas, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.	46
Cuadro 18. Peso de 1000 granos, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.	47
Cuadro 19. Rendimiento (kg/ha), en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Preparacion del terreno	49
Fig. 2. Siembra	49
Fig. 3. Fumigación.....	50
Fig. 4. Fertilización	50
Fig. 5. Toma de datos.....	51
Fig. 6. Altura de planta	51
Fig. 7. Granos por panículas	52
Fig. 8. Visita del Tutor de tesis	52

I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los principales cultivos “milenarios” a nivel mundial, ya que genera fuente de divisas en los países que se cultiva, siendo en el Ecuador el alimento básico para la dieta de la población y rubro generador de fuentes de empleo.

En nuestro país se siembran aproximadamente 343 936 ha, de las cuales se cosechan 332.988 ha con una producción de 1 239 269 t. En la provincia de Los Ríos se siembran aproximadamente 114 545 ha, de las cuales se cosechan 110 386 ha, alcanzando una producción de 359 569 t.¹

Cuando se diagnostican las necesidades de fertilización de los cultivos, es importante determinar la cantidad de nutrientes para alcanzar el objetivo requerido, ya que una fertilización adecuada promueve el óptimo crecimiento de las raíces y las plantas soportan mejor las adversidades de clima y suelos.

La cantidad de nutrientes removidos en el suelo de una cosecha a otra varía según el cultivar, condiciones agroecológicas y manejo, es por ellos que se encuentran diferencias muy grandes de extracción de nutrimentos en arroz en diferentes condiciones y latitudes. Esta gramínea requiere de importante concentraciones de Nitrógeno (N) y Fósforo (P) y Potasio (K), siendo de vital importancia un manejo adecuado de fertilización, por ello la mayoría de los productores requieren aplicar N-P-K para incrementar los rendimientos.

El análisis de suelo es una herramienta importante, mediante el cual se puede conocer las propiedades físico-químico del suelo, que permite al agricultor ser más eficientemente y rentable; sin embargo, para lograr altos rendimientos resulta imprescindible integrar la fertilización con los otros aspectos de manejo del cultivo como selección de variedades.

La presente investigación tuvo como finalidad evaluar el rendimiento de tres

¹ Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2017. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>

cultivares de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica en la zona de Pimocha.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Evaluar el rendimiento de tres cultivares de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica en la zona de Pimocha.

1.1.2. Específicos

- Determinar el cultivar con mejor respuesta a la aplicación de fertilizantes.
- Identificar el programa de fertilización que incremente la producción del cultivo de arroz.
- Analizar económicamente los tratamientos en estudio.

II. MARCO TEÓRICO

Jaramillo *et al.* (2017), indican que a nivel mundial el arroz (*Oryza sativa*) constituye el producto más importante desde el punto de vista de la alimentación; se estima que para el año 2025 el mundo requerirá 400 millones de Toneladas adicionales de arroz para suplir la demanda. Esto representa un alza del 70% sobre la producción de 1996 que llegó a 575 millones de Toneladas. Latinoamérica posee el 8,3 % de la población mundial, el 12,1 % de las tierras agrícolas y el 13,2 % de los recursos renovables de agua. Ante esto, la demanda potencial del cereal constituye una gran oportunidad para esta región, que sólo produce unas 20 millones de toneladas de arroz por año (3,5 % del total mundial).

Maqueira y Torres (2014) señalan que el arroz es uno de los cultivos más antiguos que el hombre conoce. Algunos dan cuenta de hallazgos arqueológicos que demuestran su existencia desde hace más de 500 años. Su importancia económica radica en que en el mundo actual constituye el alimento principal de aproximadamente más de la cuarta parte de la población mundial.

Díaz *et al.* (2015) difunden que los agricultores con frecuencia adoptan cultivares nuevos y modernos de arroz, que producen más grano en menos tiempo que los tradicionales y ya no siembran los cultivares tradicionales que habían cultivado durante generaciones. Las semillas de los cultivares antiguos a menudo quedan en el olvido y muchos de esos tradicionales se pierden. No obstante, en el futuro, los fitomejoradores necesitarán la variación genética que poseen los cultivares tradicionales y los géneros silvestres afines, para hacer frente a los numerosos factores adversos, tanto bióticos como abióticos, que ponen en riesgo la producción de arroz para esta generación y las futuras

Maqueira y Torres (2014) publican que no es posible lograr un mejoramiento varietal sin un conocimiento profundo de los procesos fisiológicos y bioquímicos que gobiernan la formación del rendimiento. En este sentido, se ha estudiado la relación entre la biomasa total y producción del grano; de forma general, se resalta que a mayor producción de materia seca total, mayor rendimiento, por lo que se

destaca que la distribución de materia seca dentro de la planta juega un papel importante en la determinación del rendimiento.

Gilles *et al.* (2016) sostienen que el arroz es un grano básico importante en varios países de América. En condiciones de secano, los rendimientos son muy variables según la región y el sistema de producción, además dependen de las condiciones pluviométricas y fitosanitarias del año, variando de 2-3 t/ha en los sistemas manuales hasta 4-6 t/ha para los sistemas mecanizados en las zonas favorecidas.

Díaz *et al.* (2015) determinan que la estrecha base genética del arroz que se cultiva, constituye per se una barrera para el rendimiento y la sostenibilidad de este cultivo, además esta uniformidad genética limita la capacidad y plasticidad para neutralizar los efectos de los cambios bióticos y abióticos a que está expuesto el cultivo. Las estrategias para el mejoramiento moderno en plantas de interés agrícola, requieren invariablemente de la incorporación de nuevas fuentes citoplasmáticas y nuevas bases genéticas de resistencia.

Para Jaramillo *et al.* (2017), el Nitrógeno es la variable ambiental más relevante en la fijación del rendimiento en arroz. Este elemento es responsable de procesos fisiológicos como morfogénesis, crecimiento foliar, fotosíntesis y senescencia. El conocimiento de la dinámica del nitrógeno a través de las diferentes etapas de desarrollo de la planta de arroz, así como de los factores ambientales y edafológicos que intervienen en la disponibilidad y pérdidas de este elemento deben convertirse en la herramienta principal de toma de decisiones de campo, que permitan al agricultor hacer uso eficiente del mismo para obtener altos rendimientos con prácticas de bajo impacto ambiental.

Morejón *et al.* (2013) manifiesta que los cereales constituyen la base de la alimentación humana, destacándose el arroz como el alimento primario de más de la mitad de la población mundial, suministrando más calorías que los alimentos básicos como el trigo, el maíz, la yuca o la papa; tiene además muchas virtudes alimentarias, ya que es rico en vitaminas y minerales, bajo en grasa y sal y está libre de colesterol.

Díaz *et al.* (2017) acotan que el arroz es un alimento energético, base de la alimentación de muchas zonas del mundo, que ofrece grandes posibilidades de diversificación por sus formas de preparación y su uso como guarnición de otros platos. La creciente demanda de arroz requiere de variedades con mayor potencial de rendimiento y respuesta positiva a las prácticas de cultivo, así como disminuir los costos de producción, lo que constituye un reto para la genética.

Morejón, et al. (2013) manifiestan que la importancia del arroz como alimento para la sociedad cubana se puede comprender a partir del elevado consumo per cápita anual, estimado en alrededor de 70 kg, muy por encima de casi todos los países del continente americano y cercano a los patrones de consumo de algunos países asiáticos. Sin embargo, el promedio nacional de rendimiento no ha sobrepasado las 3.6 t.ha⁻¹ pese al potencial productivo de las variedades y de la existencia de tecnologías capaces de garantizar satisfactorios resultados de producción.

Este cereal es ampliamente difundido en los más diversos tipos de suelo, ecosistemas y tecnologías; sin embargo, la producción arroceras se ha sustentado en el cultivo monovarietal y cada día cobra mayor importancia incrementar el número de variedades, para lograr una mejor composición que disminuya la dependencia de los resultados productivos al comportamiento de una sola variedad (Díaz *et al.*, 2017).

Muñoz *et al.* (2018) acotan que mantener la calidad del suelo es uno de los objetivos de la sostenibilidad de la agricultura, para lo que se requieren indicadores que permitan saber si las formas actuales de uso y manejo se acercan o se alejan de los objetivos de la sostenibilidad, con el fin de introducir los cambios necesarios. La calidad del suelo se ha definido como una condición que le permite funcionar dentro de los límites de ecosistemas naturales o manejados para mantener la productividad animal y vegetal, mantener o mejorar la calidad del agua y del aire y la salud y el hábitat para los humanos.

Para identificar indicadores de calidad de suelos se requiere conocer la relación existente entre las propiedades de éste y el desarrollo y producción de los

cultivos, y es una de las estrategias básicas para lograr mayor eficiencia en la producción agrícola. La producción de los cultivos varía dentro de los lotes, como consecuencia de la variación que presentan diversos factores, entre ellos, las propiedades del suelo y las prácticas agronómicas. Conocer dicha variabilidad permite definir factores limitantes, formas adecuadas para la aplicación de fertilizantes y otros insumos y establecer prácticas de manejo y de conservación del suelo (Muñoz *et al.*, 2018).

Losinno (2015) corrobora que el estudio en conjunto del suelo-agua subterránea permite garantizar un uso sustentable de dichos recursos naturales. Conocer su potencialidad y limitaciones para el uso agrícola, tenderá a preservar dichos recursos para las próximas generaciones. En particular, la explotación de los recursos hídricos subterráneos, en vista de su utilización para riego, requiere de la implementación de estudios previos, no sólo relacionados con los acuíferos sino también con los suelos a fin de evitar un impacto ambiental negativo. Por lo tanto, a los riesgos de contaminación de los acuíferos debido a una mala gestión del recurso se le suma el problema de la salinización y/o sodificación de los suelos que se puede presentar por el uso de agua de baja calidad para riego (Peinemann *et al.*, 1998). El estudio de la distribución de las propiedades del suelo y del agua puede contribuir como información de base para proyectos agropecuarios que involucren el uso de estos recursos naturales.

Almendro (2017) indica que el conocimiento de los niveles y distribución de nutrientes y otras propiedades que definen la fertilidad de un suelo, deben ser considerados como principio básico para conseguir una agricultura sostenible que asegure el futuro de su capacidad productiva, mediante el mantenimiento de la calidad y evitando su deterioro.

Figuroa (2014) señala que el suelo es un recurso natural que necesita de un largo periodo de tiempo para su formación, lo que hace que se le considere como un recurso natural no renovable. Ante esta situación se nos presentan dos alternativas: elaborar estrategias para su conservación o simplemente perder un recurso imprescindible.

Ron *et al.* (2014) corroboran que la variabilidad en las propiedades edáficas, dentro o entre lotes productivos, reconoce distintas causales, tanto de origen natural (taxonómico o genético) como antrópicas (uso y manejo de las tierras). Estas últimas pueden alterar el equilibrio dinámico que surge de la interacción entre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Apráez y Moncayo (2014) aclaran que el exagerado uso de fertilizantes minerales ha conducido a un empobrecimiento de la biota del suelo, tornando a los agricultores en dependientes forzados de productos minerales con las ya consabidas consecuencias ecológicas y económicas.

Figuroa (2014) sostienen que cuando un suelo alcanza su madurez está en equilibrio con sus factores ambientales y tiende a adquirir, generalmente, unas condiciones adecuadas para una buena producción biológica. Si este equilibrio se rompe, la evolución natural se modifica y se desarrollan una serie de procesos que tienden a la disminución de la calidad del suelo y por consiguiente, a su degradación. La degradación del suelo afecta a extensas áreas del planeta y suelos que actualmente no están degradados se encuentran amenazados de serlo en el futuro cercano.

Moreno (2014) determina que la producción agrícola intensiva ha elevado el consumo mundial de fertilizantes a más de 195 millones de toneladas anuales, generando serios problemas de residuos de nitratos ($> 50 \text{ mg.L}^{-1}$) y fosfatos ($> 0,1 \text{ mg.L}^{-1}$) en suelos y acuíferos, y emisiones anuales a la atmósfera de 1400 Gg de dióxido de carbono, 749 Gg de metano y 81 Gg de óxido nitroso.

Figuroa (2014) aclara que el fenómeno de la degradación se manifiesta en la pérdida de la cubierta vegetal o en el descenso de la productividad agrícola asociado con cambios importantes en las características físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que incrementa su vulnerabilidad ante los agentes erosivos.

Moreno (2014) publica que la necesidad de aplicar programas de fertilización racionales afín de emplear las cantidades estrictamente necesarias de fertilizantes para la producción óptima y rentable de los cultivos, disminuyendo el

impacto ambiental negativo. Una manera de disminuir los excedentes de fertilizantes en el medio ambiente sería a través de la fertilización sitio-específica, es decir, la aplicación de diferentes cantidades de estos insumos teniendo en cuenta las características de fertilidad del suelo en distintas zonas del área cultivada. Para ello, se requiere evaluar la distribución espacial de las propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo agrícola, afín de determinar áreas con características similares de fertilidad, con el objetivo de obtener superficies de manejo homogéneo de la fertilización de los cultivos.

Rodríguez (2014) menciona que los fertilizantes convencionales, no son malos productos, lo que ocurre es que el mal uso de ellos ha propiciado que los suelos tengan problemas de degeneración. Generalmente ese tipo de compuestos ha hecho que los suelos presenten deficiencias orgánicas al estar saturados de compuestos salinos que hacen que éste se vuelva improductivo.

Daza-Torres *et al.* (2018) sostienen que una de las estrategias empleadas para reducir las pérdidas de N por lixiviación y aumentar la eficiencia de la fertilización nitrogenada en sistemas agrícolas, es el uso de fertilizantes de liberación lenta (FLL). Estos fertilizantes pueden ser de síntesis química o ser orgánicos, donde los primeros a su vez pueden ser inhibidores o pueden estar hechos con materiales recubiertos. Los inhibidores consisten en fertilizantes con concentraciones de sustancias capaces de inhibir la actividad microbiana responsable de la nitrificación, específicamente de bacterias del género *Nitrobacter* sp, retrasando la oxidación del nitrito a nitrato. Los segundos hacen referencia a fertilizantes como la urea, recubierta con películas de sustancias de lenta descomposición como el azufre (urea acidulada) o con polímeros que retrasan la transformación a formas inorgánicas

Figuroa (2014) asegura que dentro de los principales cambios que se producen en los suelos degradados se pueden mencionar los siguientes:

- Pérdida de la estructura del suelo y por ende descenso de la porosidad y del grado de aireación.
- Compactación y encostramiento de la capa superficial del suelo.

- Disminución de la capacidad de retención de agua, lo que se traduce en una reducción de la cantidad de agua útil para las plantas.
- Reducción de la velocidad de infiltración de agua lluvia.
- Menor disponibilidad de macronutrientes (principalmente fósforo y nitrógeno asimilable).
- Descenso de las poblaciones de microorganismos del suelo.

Álvarez-Carrillo (2015) señalan que los fertilizantes se definen como cualquier material orgánico o inorgánico que se añade a un suelo para suministrar ciertos elementos esenciales para el crecimiento de las plantas, el equilibrio entre la absorción y las adiciones de nutrientes se puede lograr mediante la reducción de la cantidad de nutrientes (productos) removidos y el aumento de los aportes de nutrientes a través de la fertilización. En este sentido, la aplicación de fertilizantes se hace inevitable para reponer los nutrientes del suelo que se explotan a través de la cosecha.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

El presente trabajo experimental se estableció en los terrenos de propiedad del Sr. Eugenio Arana Quinto, ubicado en el Recinto “La Ángela”, perteneciente a la parroquia Pimocha, entre las coordenadas geográficas de UTM 658621 y UTM 9808873, con una altura de 6 m.s.n.m.

La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura promedio de 25,60 °C; una precipitación anual 2298,8 mm, humedad 82 % y 998,2 horas de heliofanía de promedio anual².

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

3.2. Material genético

Como material de siembra se utilizaron semillas de arroz, variedades Iniap FL 1480 Cristalino, Iniap 15 y SFL 11.

3.3. Métodos

Se utilizaron los métodos inductivo - deductivo; deductivo - inductivo y experimental.

3.4. Factores estudiados

Variable dependiente: Comportamiento agronómico y rendimiento de cultivares de arroz

Variedad independiente: Programas de fertilización edáfica, cultivares de arroz.

² Datos obtenidos de la estación metereológica de la Hda. La Julia. 2017

3.5. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos por las diferentes dosis de fertilizantes edáficos; descritos en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.

Tratamientos (Variedades de arroz)	Subtratamientos (Programas de Fertilización edáfica)
Iniap FL 1480 Cristalino u	Según resultados del análisis de suelo
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O ^{a/})
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)
Iniap 15	Según resultados del análisis de suelo
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O)
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)
India SFL 11	Según resultados del análisis de suelo
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O)
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)

^{a/} Programa de fertilización según INIAP, 2018.

3.6. Diseño experimental

Se empleó el diseño experimental de Parcelas divididas, con tres tratamientos, tres subtratamientos y cuatro repeticiones.

Cada parcela experimental estuvo constituida por dimensiones de 5,0 m de ancho por 6,0 m de longitud. La separación entre repeticiones o bloques fue de 1,0

m; no existiendo separación entre las parcelas experimentales. El área total del ensayo fue 1215 m².

3.6.1. Esquema del análisis de varianza

Se desarrolló el andeva mediante el siguiente esquema:

FV	GL
Repeticiones	3
Tratamientos	2
Error experimental	6
Total	11
Subtratamientos	2
Interacciones	4
Error experimental	18
Total	35

3.7. 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.

3.8. Manejo del ensayo

Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo.

3.8.1. Análisis de suelo

Previo a la preparación del terreno se efectuó el respectivo análisis de suelo, con la finalidad de determinar la cantidad de nutrientes disponibles en el mismo.

3.8.2. Preparación del terreno

La preparación del suelo se efectuó a una profundidad aproximada de 25 cm, mediante dos pases de romplow y uno de rastra liviana, con el propósito de que el suelo quede suelto para depositar la semilla.

3.8.3. Siembra

La siembra se efectuó al voleo a una densidad de 100 kg/ha.

3.8.4. Riego

El cultivo de arroz se manejó bajo el sistema de secano, por tanto estuvo a expensas de las lluvias.

3.8.5. Fertilización

La fertilización fue edáfica con Nitrógeno, Fósforo, y Potasio, utilizando como fuente de fertilización Urea (46 % de N), DAP (18 -46 -0) y Muriato de potasio (60 % de K₂O); el nitrógeno se aplicó a las 15, 30 y 45 días después de la siembra, mientras que el fósforo y potasio al momento de la siembra, según los requerimientos de los cultivares.

Los requerimientos nutricionales según los resultados del análisis de suelo fueron 236 kg/ha de N, 88 kg/ha de P₂O₅ y 25 kg/ha de K₂O.

3.8.6. Control de malezas

En preemergencia se aplicó Gamit (*Clomazone* 800 g/L), en dosis de 800 cc/ha, en postemergente se aplicó Propanil en dosis de 4,0 l/ha a los 10 días, después de la siembra y posteriormente Checker (*Pyrazosulfuron-Ethyl* 100 g/kg), en dosis de 300 g/ha a los 30 días después de la siembra, cuya calibración del equipo estuvo calculado para 200 litros de agua/ha.

3.8.7. Control fitosanitario

Para el control de insectos se aplicó Engeo (*Thiametoxam* + *Lambdacyhalotrina*), en dosis de 250 cc/ha después de la siembra, posteriormente a los 40 días después de la siembra se utilizó Clorpirifos en dosis de 750 cc/ha.

Para el control de enfermedades se utilizó Nativo (*Trifloxistrobin* + *Tebuconazole*) en dosis de 0,6 L/ha a los 50 días después de la siembra.

3.8.8. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, conforme se presente la madurez fisiológica de las plantas en los diferentes tratamientos a partir de los 123 días.

3.9. Datos evaluados

Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos dentro del área de la parcela 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 diez 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 m², donde se contabilizó el número de macollos.

3.9.3. 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.

3.9.4. 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.

3.9.5. Longitud de las panículas

Se tomó al azar diez 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 diez panículas al azar por parcela experimental y se contabilizaron los granos, sus resultados se expresaron en gramos.

3.9.7. Peso de 1000 granos

Se tomó 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 de grano

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 empleó la fórmula siguiente³:

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

³ Icaza, D. 2018. Evaluación del fertilizante Progranic Cinnacar sobre el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo.

Dónde:

Pu= peso uniformizada

Pa= peso actual

Ha= humedad actual

Hd=humedad deseada

3.9.9. Análisis económico

El análisis económico del rendimiento de grano se realizó en función al costo de producción de cada tratamiento.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta

En el Cuadro 2, se observan los promedios de altura de planta, el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas para tratamientos (variedades de arroz), subtratamientos (programas de fertilización edáfica) e interacciones y el coeficiente de variación fue 0,84 %.

Para tratamientos, la variedad India SFL 11 sobresalió con 94,1 cm, estadísticamente superior al resto de variedades, siendo el menor promedio para la variedad Iniap FL 1480 Cristalino con 82,7 cm.

En subtratamientos, el resultado del análisis de suelo obtuvo 88,5 cm de altura de planta, superior estadísticamente a los demás subtratamientos, siendo el subtratamiento Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno) con menor promedio de 85,9 cm.

En las interacciones, la variedad India SFL 11 aplicando los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O) sobresalió con 94,6 cm, estadísticamente igual a la misma variedad utilizando los resultados del análisis de suelo y convencional (160 kg/ha de Nitrógeno) y superiores estadísticamente a las demás interacciones, siendo el menor promedio para la variedad Iniap FL 1480 Cristalino usando Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno) con 78,7 cm.

Cuadro 2. Altura de planta, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.

Tratamientos (Variedades de arroz)	Subtratamientos (Programas de Fertilización edáfica)	Altura de planta (cm)
Iniap FL 1480 Cristalino		82,7 c
		84,9 b
		94,1 a
	Según resultados del análisis de suelo	88,5 a
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	87,4 b
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	85,9 c
Iniap FL 1480 Cristalino	Según resultados del análisis de suelo	86,4 b
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	83,1 d
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	78,7 e
Iniap 15	Según resultados del análisis de suelo	85,7 bc
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	84,6 cd
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	84,5 cd
India SFL 11	Según resultados del análisis de suelo	93,5 a
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	94,6 a
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	94,3 a
Significancia estadística	Promedio general	87,3
	Tratamientos	**
	Subtratamientos	**
	Interacción	**
	Coeficiente de variación	0,84

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

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.2. Número de macollos

Los resultados del número de macollo se observan en el Cuadro 3. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas para tratamientos, subtratamientos e interacciones. El coeficiente de variación fue 1,18 %.

La variedad Iniap 15 obtuvo mayor número de macollos (355 macollos), estadísticamente superior a las demás variedades.

En subtratamientos, los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O) superó los resultados (391 macollos) estadísticamente superior a los demás programas de fertilización.

En las interacciones, India SFL 11 usando los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O) alcanzó mayor promedio (407 macollos), estadísticamente superior al resto de interacciones, siendo el menor promedio para la variedad Iniap FL 1480 Cristalino usando Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno) (279 macollos).

4.3. Número de panículas

En lo referente al número de panículas el análisis de varianza no reportó diferencias significativas para tratamientos (variedades de arroz), y diferencias altamente significativas en subtratamientos (programas de fertilización edáfica) e interacciones y el coeficiente de variación fue 5,41 % (Cuadro 4).

La variedad Iniap 15 detectó mayor número promedio con 332 panículas y el menor valor fue para la variedad Iniap FL 1480 Cristalino con 309 panículas.

En cuanto a los programas de fertilización edáfica, los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O) superó los promedios con 381 panículas, estadísticamente superior a los demás subtratamientos, siendo el menor promedio para el subtratamiento convencional (160 kg/ha de Nitrógeno) con 275 panículas.

En las interacciones, India SFL 11 usando los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O) mostró 390 panículas, estadísticamente igual a las interacciones de Iniap FL 1480 Cristalino e Iniap 15 usando los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O) y superiores estadísticamente a las demás interacciones. La variedad Iniap 15 en el programas de fertilización Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno) fue de menor promedio con 276 panículas.

Cuadro 3. Número de macollos, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.

Tratamientos (Variedades de arroz)	Subtratamientos (Programas de Fertilización edáfica)	Número de macollos
Iniap FL 1480 Cristalino		323 c
		355 a
		345 b
	Según resultados del análisis de suelo	347 b
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	391 a
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	285 c
Iniap FL 1480 Cristalino	Según resultados del análisis de suelo	320 e
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	370 c
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	279 g
Iniap 15	Según resultados del análisis de suelo	388 b
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	395 b
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	282 g
India SFL 11	Según resultados del análisis de suelo	333 d
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	407 a
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	294 f
Significancia estadística	Promedio general	341
	Tratamientos	**
	Subtratamientos	**
	Interacción	**
	Coeficiente de variación	1,18

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

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Cuadro 4. Número de panículas, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.

Tratamientos (Variedades de arroz)	Subtratamientos (Programas de Fertilización edáfica)	Número de panículas
Iniap FL 1480 Cristalino		309 ^{ns}
Iniap 15		332
India SFL 11		331
	Según resultados del análisis de suelo	315 b
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	381 a
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	275 c
	Según resultados del análisis de suelo	291 cd
Iniap FL 1480 Cristalino	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	365 ab
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	271 d
	Según resultados del análisis de suelo	330 bc
Iniap 15	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	389 a
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	276 d
	Según resultados del análisis de suelo	324 bc
India SFL 11	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	390 a
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	280 d
	Promedio general	324
Significancia estadística	Tratamientos	ns
	Subtratamientos	**
	Interacción	**
	Coeficiente de variación	5,41

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

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.4. Días de la floración

La variable Días a floración no reportó diferencias significativas en tratamientos y diferencias altamente significativas en subtratamientos e interacciones (Cuadro 5).

Las variedades Iniap FL 1480 Cristalino y Iniap 15 florecieron a los 75 días a diferencia de India SFL 11 que floreció a los 72 días, en tratamientos.

En subtratamientos, el programa Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno) floreció a los 76 días, estadísticamente superior a los demás subtratamientos, siendo el menor promedio para la aplicación según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O) con 72 días.

En las interacciones, la variedad Iniap FL 1480 Cristalino con el programa Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno) floreció a los 79 días, estadísticamente igual a la variedades Iniap FL 1480 Cristalino según el resultados del análisis de suelo; Iniap 15 con todos los programas de fertilización e India SFL 11 con el programa Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno) y superiores estadísticamente a las demás interacciones, siendo el menor valor para la variedad Iniap FL 1480 Cristalino según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O) e India SFL 11 según el resultados del análisis de suelo y según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O), todos con 70 días.

Cuadro 5. Días a floración, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.

Tratamientos (Variedades de arroz)	Subtratamientos (Programas de Fertilización edáfica)	Días a floración
Iniap FL 1480 Cristalino		75 ^{ns}
		75
		72
	Según resultados del análisis de suelo	74 b
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	72 b
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	76 a
Iniap FL 1480 Cristalino	Según resultados del análisis de suelo	76 a
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	70 b
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	79 a
Iniap 15	Según resultados del análisis de suelo	75 ab
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	76 a
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	75 ab
India SFL 11	Según resultados del análisis de suelo	70 b
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	70 b
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	75 ab
Significancia estadística	Promedio general	74
	Tratamientos	ns
	Subtratamientos	**
	Interacción	**
	Coeficiente de variación	2,86

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

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.5. Longitud de las panículas

Los datos de longitud de panículas se registran en el Cuadro 6. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas para tratamientos, e interacciones y no se observaron diferencias significativas en subtratamientos. El coeficiente de variación fue 4,87 %.

La variedad India SFL 11 registró mayor longitud de panículas (34,4 cm),

estadísticamente superior a las demás variedades.

En subtratamientos, el programa convencional (160 kg/ha de Nitrógeno) obtuvo 32,0 cm y el menor valor fue para el programa según el resultado del análisis de suelo.

En las interacciones, India SFL 11 usando los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O) alcanzó mayor promedio (35,0 cm), estadísticamente igual a la variedad Iniap 15 con el programa convencional (160 kg/ha de Nitrógeno); India SFL 11 según el resultado del análisis de suelo y el programa convencional (160 kg/ha de Nitrógeno) y superiores estadísticamente a las demás interacciones, siendo el menor valor para la variedad Iniap FL 1480 Cristalino usando Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno) (28,8 cm).

4.6. Granos por panículas

La variable granos por panícula detectó diferencias altamente significativas en tratamientos, subtratamientos e interacciones (Cuadro 7). El coeficiente de variación fue 1,33 %.

Las variedades Iniap FL 1480 Cristalino presentó mayor número de granos por panículas (160) estadísticamente superior a las demás variedades.

En subtratamientos, el programa según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O) superó los promedios (164 granos por panículas), estadísticamente superior a los demás subtratamientos.

En las interacciones, la variedad India SFL 11 con el programa según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O) obtuvo mayor promedio (182 granos/panícula), estadísticamente igual a la variedad Iniap FL 1480 Cristalino según el resultados del análisis de suelo y los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O) y superiores estadísticamente a las demás interacciones. El menor valor fue para la variedad Iniap FL 1480 Cristalino con el subtratamiento Convencional (160 kg/ha

de Nitrógeno) con menor valor (123 granos/panículas).

Cuadro 6. Longitud de panículas, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.

Tratamientos (Variedades de arroz)	Subtratamientos (Programas de Fertilización edáfica)	Longitud de panículas (cm)
Iniap FL 1480 Cristalino		29,8 b
Iniap 15		30,9 b
India SFL 11		34,4 a
	Según resultados del análisis de suelo	31,5 ^{ns}
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	31,6
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	32,0
Iniap FL 1480 Cristalino	Según resultados del análisis de suelo	30,5 bcd
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	30,1 cd
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	28,8 d
Iniap 15	Según resultados del análisis de suelo	30,1 cd
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	29,7 cd
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	33,0 abc
India SFL 11	Según resultados del análisis de suelo	34,0 ab
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	35,0 a
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	34,1 ab
Significancia estadística	Promedio general	31,7
	Tratamientos	**
	Subtratamientos	ns
	Interacción	**
	Coeficiente de variación	4,87

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

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Cuadro 7. Granos por panículas, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.

Tratamientos (Variedades de arroz)	Subtratamientos (Programas de Fertilización edáfica)	Granos por panículas
Iniap FL 1480 Cristalino		160 a
Iniap 15		135 c
India SFL 11		155 b
	Según resultados del análisis de suelo	154 b
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	164 a
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	133 c
Iniap FL 1480 Cristalino	Según resultados del análisis de suelo	178 a
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	180 a
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	123 d
Iniap 15	Según resultados del análisis de suelo	141 b
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	131 c
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	134 c
India SFL 11	Según resultados del análisis de suelo	143 b
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	182 a
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	142 b
Significancia estadística	Promedio general	150
	Tratamientos	**
	Subtratamientos	**
	Interacción	**
	Coeficiente de variación	1,33

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

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.7. Peso de 1000 granos

Se detectaron diferencias altamente significativas en tratamientos e interacción y diferencias significativas en subtratamientos, según el análisis de varianza para el peso de 1000 granos. El coeficiente de variación fue 3,06 % (Cuadro 8).

En lo referente al peso de 1000 granos, en los tratamientos, la variedad Iniap 15 superó los promedios con 30,4 g, estadísticamente igual a la variedad India SFL 11 y superior estadísticamente a la variedad Iniap FL 1480 Cristalino que registró 28,7 g.

En subtratamientos, los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O) alcanzó 30,5 g, estadísticamente igual al programa que se realizó según el resultados del análisis de suelo y superiores estadísticamente al subtratamiento Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno) con 29,2 g.

En las interacciones la variedad India SFL 11 con el programa según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O) presentó 31,3 g, estadísticamente igual al resto de interacciones, siendo el menor promedio para la variedad Iniap FL 1480 Cristalino con programa Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno) que mostró 27,5 g.

4.8. Rendimiento de grano

En el Cuadro 9, se registran los promedios de rendimiento en kg/ha. El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas en tratamientos, subtratamientos e interacciones y el coeficiente de variación fue 2,68 %.

En los tratamientos, la variedad India SFL 11 registró 4745,5 kg/ha, estadísticamente superior al resto de variedades.

En subtratamientos, los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O) detectaron 4839,7 kg/ha, estadísticamente superior a los demás subtratamientos.

En las interacciones, la variedad India SFL 11 con el programa según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O) alcanzó 5190,7 kg/ha, estadísticamente igual a la misma variedad pero aplicando el programa según los resultados del análisis de suelo y superiores estadísticamente

a las demás interacciones.

Cuadro 8. Peso de 1000 granos, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.

Tratamientos (Variedades de arroz)	Subtratamientos (Programas de Fertilización edáfica)	Peso de 1000 granos (g)
Iniap FL 1480 Cristalino	Según resultados del análisis de suelo	28,7 b
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	30,4 a
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	30,2 a
Iniap FL 1480 Cristalino	Según resultados del análisis de suelo	29,6 ab
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	30,5 a
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	29,2 b
Iniap 15	Según resultados del análisis de suelo	29,3 ab
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	29,3 ab
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	27,5 b
Iniap 15	Según resultados del análisis de suelo	29,5 ab
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	31,0 a
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	30,8 a
India SFL 11	Según resultados del análisis de suelo	30,0 a
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	31,3 a
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	29,3 ab
Significancia estadística	Promedio general	29,8
	Tratamientos	**
	Subtratamientos	*
	Interacción	**
	Coeficiente de variación	3,06

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

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Cuadro 9. Rendimiento (kg/ha), en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.

Tratamientos (Variedades de arroz)	Subtratamientos (Programas de Fertilización edáfica)	Rendimiento (kg/ha)
Iniap FL 1480 Cristalino		4212,9 c
		4428,9 b
		4745,5 a
	Según resultados del análisis de suelo	4515,5 b
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	4839,7 a
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	4032,2 c
Iniap FL 1480 Cristalino	Según resultados del análisis de suelo	4301,6 cd
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	4445,1 c
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	3892,2 e
Iniap 15	Según resultados del análisis de suelo	4254,3 cd
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	4883,3 b
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	4149,0 de
India SFL 11	Según resultados del análisis de suelo	4990,6 ab
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	5190,7 a
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	4055,4 de
Significancia estadística	Promedio general	4462,5
	Tratamientos	**
	Subtratamientos	**
	Interacción	**
	Coeficiente de variación	2,68

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

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.9. Análisis económico

En los Cuadros 10 y 11 se registran los costos fijos y análisis económico/ha. El costo fijo fue de \$ 660,7 y en el análisis económico todos los tratamientos fueron rentables, destacándose la variedad India SFL 11 según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O con un beneficio neto de \$ 402,22.

Cuadro 10. Costos fijos/ha, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Análisis de suelo	u	1	20,0	20,0
Alquiler de terreno	ha	1,0	250,0	250,0
Preparación de suelo				
Romplow	pases	2,0	25,0	50,0
Rastra	pases	1,0	25,0	25,0
Control de malezas				
Gamit (1,0 L)	L	0,8	26,5	21,2
Propanil (1,0 L)	L	4,0	11,0	44,0
Checker (300 g)	sobre	1,0	23,4	23,4
Aplicación	jornales	6,0	12,0	72,0
Control fitosanitario				
Engeo (100 cc)	frasco	2,0	9,5	19,0
Clorpirifos (1,0 L)	L	0,8	10,5	7,9
Nativo	L	0,6	27,0	16,2
Aplicación	jornales	6,0	12,0	72,0
Sub Total				600,7
Administración (10 %)				60,1
Total Costo Fijo				660,7

Cuadro 11. Análisis económico/ha, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.

Tratamientos	Subtratamientos	Rend. kg/ha	Sacas/ha (200 lb)	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)						Beneficio neto (USD)	
					Fijos	Variables			Total			
(Variedades de arroz)	(Programas de Fertilización edáfica)					Semilla	Jornales para siembra	Fertiliz.	Jornales para fert.	Cosecha + Transporte		
	Según resultados del análisis de suelo	4301,6	45,1	1442,1	660,7	140,0	36,0	281,53	96,00	157,73	1372,00	70,12
Iniap FL 1480 Cristalino	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	4445,1	46,6	1490,2	660,7	140,0	36,0	184,89	96,00	162,99	1280,63	209,60
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	3892,2	40,8	1304,9	660,7	140,0	36,0	131,36	72,00	142,72	1182,82	122,05
	Según resultados del análisis de suelo	4254,3	44,6	1426,3	660,7	150,0	36,0	281,53	96,00	156,00	1380,27	46,00
Iniap 15	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	4883,3	51,2	1637,1	660,7	150,0	36,0	184,89	96,00	179,06	1306,70	330,44
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	4149,0	43,5	1391,0	660,7	150,0	36,0	131,36	72,00	152,14	1202,24	188,74
	Según resultados del análisis de suelo	4990,6	52,3	1673,1	660,7	170,0	36,0	281,53	96,00	183,00	1427,27	245,84
India SFL 11	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	5190,7	54,4	1740,2	660,7	170,0	36,0	184,89	96,00	190,33	1337,97	402,22
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	4055,4	42,5	1359,6	660,7	170,0	36,0	131,36	72,00	148,71	1218,80	140,79
Iniap FL 1480 Cristalino = \$ 70,0 (50 kg)		Urea = \$ 18,90 (50 kg)						Jornal = \$ 12,00				
Iniap 15 = \$ 75,0 (50 kg)		DAP = \$ 19,50 (50 kg)						Costo Saca de 200 lb= \$ 32				
India SFL 11 = \$ 85,0 (50 kg)		Muriato de Potasio = \$ 21,0 (50 kg)						Cosecha + transporte = \$ 3,50				

V. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos se concluye:

- Los diferentes programas de fertilización edáfica influenciaron positivamente en las variedades de arroz.
- La mayor altura de planta, número de macollos y panículas por metro cuadrado, longitud de panículas, granos por panículas, peso de 1000 granos y rendimiento se reportó con la variedad India SFL 11 según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O).
- El mayor beneficio neto se registró en la variedad India SFL 11 según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O) con un beneficio neto de \$ 402,22.

VI. RECOMENDACIONES

Por las conclusiones detectadas se recomienda:

- Sembrar la variedad de arroz India SFL 11 por presentar mayor rendimiento en la presente investigación.
- Aplicar programas de fertilización según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P_2O_5 – 40 kg/ha de K_2O), para obtener mayor beneficio neto e incrementar los rendimientos del cultivo de arroz.
- Efectuar una réplica del ensayo en otra localidad para comparar sus resultados.

VII.RESUMEN

El presente trabajo experimental se estableció en los terrenos de propiedad del Sr. Eugenio Arana Quinto, ubicado en el Rcto. "La Ángela", perteneciente a la parroquia Pimocha, entre las coordenadas geográficas de 110597.97 UTM de latitud Sur y 277438.26 UTM de longitud Oeste, con una altura de 8 m.s.n.m. La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura promedio de 25,60 °C; una precipitación anual 2298,8 mm, humedad 82 % y 998,2 horas de heliofanía de promedio anual. El suelo es de topografía plana, textura franco - arcillosa y drenaje regular. Como material de siembra y tratamientos se utilizaron semillas de arroz, variedades Iniap FL 1480 Cristalino, Iniap 15 y SFL 11 y como subtratamientos Programas de Fertilización edáfica según resultados del análisis de suelo, según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O y convencional (160 kg/ha de Nitrógeno). Se empleó el diseño experimental de Parcelas divididas, con tres tratamientos, tres subtratamientos y cuatro repeticiones. 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. Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo como análisis de suelo, preparación del terreno, siembra, riego, fertilización, control de malezas y fitosanitario y cosecha. Por los resultados obtenidos se determinó que sembrar la variedad de arroz India SFL 11 por presentar mayor rendimiento en la presente investigación; aplicar programas de fertilización según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P₂O₅ – 40 kg/ha de K₂O), para obtener mayor beneficio neto e incrementar los rendimientos del cultivo de arroz y efectuar una réplica del ensayo en otra localidad para comparar sus resultados.

Palabras claves: arroz, fertilización, variedades de arroz.

VIII. SUMMARY

The present experimental work was established in the lands owned by Mr. Eugenio Arana Quinto, located in the Rcto. "La Ángela", belonging to the Pimocha parish, between the geographic coordinates of 110597.97 UTM of South latitude and 277438.26 UTM of West longitude, with a height of 8 m.s.n.m. The zone presents a humid tropical climate, with an average temperature of 25.60 ° C; an annual rainfall of 2298.8 mm, humidity 82% and 998.2 hours of annual average heliophany. The soil has a flat topography, a loamy clay texture and regular drainage. As seed material and treatments were used rice seeds, Iniap FL 1480 Cristalino, Iniap 15 and SFL 11 varieties and as sub-treatments Edaphic Fertilization Programs according to soil analysis results, according to the requirements of the crop (150 kg / ha of N - 40 kg / ha of P₂O₅ - 40 kg / ha of K₂O and conventional (160 kg / ha of Nitrogen) The experimental design of divided plots was used, with three treatments, three sub-treatments and four repetitions The variables evaluated were subjected to the analysis of variance, using the test of significance of Tukey at 95% probability for comparisons of the means of treatments. All the necessary agricultural work was done in rice cultivation for its normal development as soil analysis, land preparation, sowing, irrigation, fertilization, weed control and phytosanitary and harvesting, based on the results obtained, it was determined that sowing the rice variety India SFL 11 for presenting greater performance in the present investigation; apply fertilization programs according to the requirements of the crop (150 kg / ha of N - 40 kg / ha of P₂O₅ - 40 kg / ha of K₂O), to obtain greater net benefit and increase the yields of the rice cultivation and make a replica of the trial in another location to compare their results.

Keywords: rice, fertilization, rice varieties.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Almendro, J., López-Piñeiro, A., García, D., Cabrera, J., Nunes, M. 2017. Nivel de fertilidad de los suelos de la comarca de tierra de barros (EXTREMADURA, ESPAÑA). Edafología, Vol. 14 (1, 2, 3), pp. 1-8.
- Álvarez-Carrillo, F., Rojas-Molina, J., Suárez-Salazar, J. 2015. Contribución de esquemas de fertilización orgánica y convencional al crecimiento y producción de *Theobroma cacao* L. bajo arreglo agroforestal en Rivera (Huila, Colombia). Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu., Mosquera (Colombia), 16(2): 307-314. julio - diciembre / 2015. ISSN 0122-8706
- Apráez, E., Moncayo, O. 2014. Laboreo y fertilización del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst): efecto sobre variables edáficas Archivos de Zootecnia, vol. 55, núm. 209, 2006, pp. 39-50 Universidad de Córdoba Córdoba, España
- Daza-Torres, M., Ladino-Tabarquino, G., Urrutia-Cobo, N. 2018. Beneficios agronómicos y ambientales de fuentes de fertilizantes nitrogenados en *Ocimum basilicum* L. Universidad Nacional de Colombia. Revista DYNA, 85(206), pp. 294-303, September, 2018, ISSN 0012-7353
- Díaz, S., Morejón, R., Castro, R.; Pérez, N., González, M. 2017. Evaluación de variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) para la época de primavera en panar del río Cultivos Tropicales, vol. 25, núm. 4, 2004, pp. 77-81 Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba
- Díaz, S., Morejón, R., Lucinda, D., Castro, R. 2015. Evaluación morfoagronómica de cultivares tradicionales de arroz (*Oryza sativa* L.) colectados en fincas de productores de la provincia Pinar del Río. Cultivos Tropicales. La Habana. Versión impresa ISSN 0258-5936 versión On-line ISSN 1819-4087. cultrop vol.36 no.2 .

- Figueroa, D. 2014. Estrategias para la recuperación de suelos degradados. Disponible en <http://www.horticom.com/pd/print.php?sid=56227>
- Gilles, L., Narváez, Z., Chow-Wong, J. 2016. Fitomejoramiento participativo del arroz de secano en Nicaragua: metodologías, resultados y lecciones aprendidas. *AGRONOMÍA MESOAMERICANA* 17(3): 309-325. 2006 ISSN: 1021-7444
- Jaramillo, S., Pulver, E., Duque, M. 2017. Efecto del Manejo de la Fertilización Nitrogenada en Arroz de Riego, sobre la Expresión del Potencial de Rendimiento de Líneas Elite y Cultivares Comerciales. Disponible en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0002-192X2011000100002&script=sci_arttext
- Losinno, B. Sainato, C., Giuffré, L. 2015. Propiedades edáficas y del agua subterránea. Riesgos de salinización y sodificación de los suelos, en la zona de Pergamino-Arrecifes. *Ciencia del suelo. versión On-line* ISSN 1850-2067. *Cienc. suelo* v.23 n.1.
- Maqueira, L., Torres, W. 2014. Crecimiento y rendimiento de dos variedades de arroz de ciclo corto en época poco lluviosa. *Cultivos Tropicales*. La Habana. *Versión impresa* ISSN 0258-5936. *cultrop* v.30 n.3
- Morejón, R., Díaz, S., Hernández, J. 2013. Comportamiento de tres variedades comerciales de arroz en áreas del complejo agroindustrial arrocero los palacios. *Cultivos Tropicales. versión impresa* ISSN 0258-5936. *cultrop* vol.33 no.1.
- Moreno, T. 2014. Efecto de la distribución espacial de las propiedades edáficas sobre el manejo de la fertilidad de dos suelos agrícolas. *Revista UDO Agrícola* 9 (4): 901-911.
- Muñoz, J., Martínez, L., Giraldo, R. 2018. Variabilidad espacial de propiedades

edáficas y su relación con el rendimiento en un cultivo. Agron. colomb., Volumen 24, Número 2, p. 355-366, 2006. ISSN electrónico 2357-3732. ISSN impreso 0120-9965.

- Rodríguez, I. 2014. Fertilizantes orgánicos y convencionales: la combinación perfecta para mejores rendimientos. Disponible en <http://videos.3wmexico.com/2000agro/56/files/assets/common/downloads/page0044.pdf>
- Ron, M., Mandolesi, M., Facchinetti, C., Jürgen, R. 2014. Efecto antrópico sobre la fertilidad química de un suelo en el sudoeste bonaerense. Ciencia del suelo. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. *versión On-line* ISSN 1850-2067. Cienc. suelo vol.29 no.2

X. APÉNDICE

Resultados del análisis de suelo



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y PLANTAS "SALBRA"

Mocache Los Ríos, Malecón y primero de Agosto. Telf. 052707012. Cel.0988986645

Babahoyo Los Ríos, Km 1 vía Babahoyo-Montalvo (sector la Aventura)

RUC: 0200656939001



RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO

PROPIETARIO:		Sector	La Angela											
Diego Arana Yaco		Parroquia	Pimocha											
		Cantón:	Babahoyo											
		Provincia:	Los Ríos											
FECHA ENTREGA:		CULTIVO:												
8 de Febrero del 2018		Arroz												
Identificación de la muestra	%	pH	meq/100gr. de suelo				mg/kg (ppm)							
			K	Ca	Mg	CIC	P	N	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
Muestra 1	2,21	5,72	0,39	11,23	1,72	13	7,65	0,9	6,51	2,5	5,43	184	8,93	1,12
	B	M	M	A	B		M	B	M	B	A	M A	M	B
			Relación Ca/Mg		Relación K/Mg		Relación Ca/K			Cond. Eléctrica				
			6,53		0,23		28,79			0.0054 mmhos/cm ²				
Expresión de los resultados en kg/ha														
	Muestra 1		396,474	5390,4	495,4	20	18,4	2,1	15,6	6,1	13,0	441,6	21,4	2,7
Requerimientos del cultivo expresado en kg/ha														
	Muestra 1		417	4800	691	6,3	36	120	22	19	10	96	25	8
			20,3	-590,4	195,8		17,64	118	5,98	13	-3,4	-346	3,568	5,38
Eficiencia de fertilizantes(%)			80	80	80		20	50	80	80	80	80	80	80
Necesidad de Fertilizante			25	-738	245		88	236	7	16	-4	-432	4	7

Significado:

A= Alto, M= Medio, B= Bajo

PN= Prácticamente neutro, Ac= Ácido, Al= Alcalino

M Ac= Medianamente ácido, L Ac= Ligmt. Ácido

Extractante y Método utilizado

Nutrientes: Bicarbonato de sodio pH 8.5

MO: Dicromato de potasio

pH: Relación suelo-agua 1:2,5

TEXTURA, CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA, DENSIDAD Y POROSIDAD DEL SUELO

Identificación de la muestra	Partículas del suelo (%)			Clase Textura	Da	Dr	Porosidad (%)
	Arena	Arcilla	Limo		glcc	glcc	
Muestra 1	19	28	53	Franco-arcilloso			

Textura

Dispersante utilizado: Hexametafosfato de sodio más carbonato de sodio

Da= Método del hoyo, Dr= Método del picnómetro, DF= Relación suelo-agua 1:2,5

N= Normal

Javier Saltos Moya Ing. Agr. Mg.Sc. del suelo
Responsable

Cuadros de resultados y análisis de varianza

Cuadro 12. Altura de planta, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.

Tratamientos (Variedades de arroz)	Subtratamientos (Programas de Fertilización edáfica)	Repeticiones				V
		I	II	III	IV	
Iniap FL 1480 Cristalino u	Según resultados del análisis de suelo	86,8	86,5	86,0	86,3	86,4
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	82,8	83,0	83,4	83,2	83,1
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	79,2	79,8	75,9	80,0	78,7
Iniap 15	Según resultados del análisis de suelo	85,2	86,1	85,8	85,5	85,7
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	84,0	85,0	85,3	83,9	84,6
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	84,6	85,0	84,0	84,5	84,5
India SFL 11	Según resultados del análisis de suelo	93,0	94,0	93,5	93,3	93,5
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	94,0	95,0	94,8	94,5	94,6
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	94,5	95,0	93,8	94,0	94,3

Variable N R² R² Aj CV
Alt pl 36 0,99 0,98 0,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	1006,54	17	59,21	111,11	<0,0001	
Rep	2,90	3	0,97	1,68	0,2689	(Tratam*Rep)
Tratam	875,51	2	437,76	761,68	<0,0001	(Tratam*Rep)
Tratam*Rep	3,45	6	0,57	1,08	0,4114	
Subt	42,29	2	21,15	39,68	<0,0001	
Tratam*Subt	82,38	4	20,60	38,65	<0,0001	
Error	9,59	18	0,53			
Total	1016,13	35				

Cuadro 13. Número de macollos, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.

Tratamientos (Variedades de arroz)	Subtratamientos (Programas de Fertilización edáfica)	Repeticiones				V
		I	II	III	IV	
Iniap FL 1480 Cristalino u	Según resultados del análisis de suelo	320	325	320	315	320
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	371	370	370	368	370
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	275	280	279	280	279
Iniap 15	Según resultados del análisis de suelo	390	395	385	380	388
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	400	395	390	395	395
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	280	285	283	280	282
India SFL 11	Según resultados del análisis de suelo	330	340	335	325	333
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	408	410	400	409	407
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	294	295	298	290	294

Variable N R² R² Aj CV
Macollos 36 1,00 0,99 1,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	81444,64	17	4790,86	294,32	<0,0001	
Rep	161,86	3	53,95	10,65	0,0081	(Tratam*Rep)
Tratam	6436,72	2	3218,36	635,44	<0,0001	(Tratam*Rep)
Tratam*Rep	30,39	6	5,06	0,31	0,9228	
Subt	67529,06	2	33764,53	2074,27	<0,0001	
Tratam*Subt	7286,61	4	1821,65	111,91	<0,0001	
Error	293,00	18	16,28			
Total	81737,64	35				

Cuadro 14. Número de panículas, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.

Tratamientos (Variedades de arroz)	Subtratamientos (Programas de Fertilización edáfica)	Repeticiones				V
		I	II	III	IV	
Iniap FL 1480 Cristalino u	Según resultados del análisis de suelo	218	320	315	310	291
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O)	371	365	360	365	365
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	270	269	275	270	271
Iniap 15	Según resultados del análisis de suelo	340	325	330	325	330
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O)	400	380	390	386	389
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	275	279	279	270	276
India SFL 11	Según resultados del análisis de suelo	325	330	320	320	324
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O)	400	390	375	393	390
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	280	278	280	280	280

Variable N R² R² Aj CV
Paniculas 36 0,93 0,87 5,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor (Error)
Modelo.	76379,17	17	4492,89	14,61	<0,0001
Rep	203,67	3	67,89	0,18	0,9067 (Tratam*Rep)
Tratam	3963,17	2	1981,58	5,23	0,0484 (Tratam*Rep)
Tratam*Rep	2273,50	6	378,92	1,23	0,3358
Subt	68662,17	2	34331,08	111,67	<0,0001
Tratam*Subt	1276,67	4	319,17	1,04	0,4149
Error	5533,83	18	307,44		
Total	81913,00	35			

Cuadro 15. Días a floración, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.

Tratamientos (Variedades de arroz)	Subtratamientos (Programas de Fertilización edáfica)	Repeticiones				V
		I	II	III	IV	
Iniap FL 1480 Cristalino u	Según resultados del análisis de suelo	79	74	78	74	76
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	73	72	68	69	70
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	78	79	79	80	79
Iniap 15	Según resultados del análisis de suelo	74	76	72	78	75
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	74	73	78	79	76
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	74	72	75	77	75
India SFL 11	Según resultados del análisis de suelo	64	74	69	74	70
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	64	74	69	74	70
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	74	76	72	78	75

Variable N R² R² Aj CV
Florac 36 0,86 0,72 2,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	482,08	17	28,36	6,33	0,0002	
Rep	53,64	3	17,88	0,88	0,5025	(Tratam*Rep)
Tratam	91,17	2	45,58	2,24	0,1874	(Tratam*Rep)
Tratam*Rep	121,94	6	20,32	4,54	0,0057	
Subt	93,17	2	46,58	10,39	0,0010	
Tratam*Subt	122,17	4	30,54	6,82	0,0016	
Error	80,67	18	4,48			
Total	562,75	35				

Cuadro 16. Longitud de panículas, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.

Tratamientos (Variedades de arroz)	Subtratamientos (Programas de Fertilización edáfica)	Repeticiones				V
		I	II	III	IV	
Iniap FL 1480 Cristalino u	Según resultados del análisis de suelo	30,4	30,5	30,3	30,6	30,5
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O)	30,2	30,4	30,0	29,9	30,1
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	28,8	29,0	28,5	29,0	28,8
Iniap 15	Según resultados del análisis de suelo	30,0	30,2	30,3	29,8	30,1
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O)	29,6	30,0	29,7	29,5	29,7
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	30,0	31,0	39,8	31,1	33,0
India SFL 11	Según resultados del análisis de suelo	34,0	34,0	33,9	34,2	34,0
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O)	35,0	34,9	35,0	35,1	35,0
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	35,0	32,8	33,7	35,0	34,1

Variable N R² R² Aj CV
Long 36 0,82 0,65 4,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor (Error)
Modelo.	195,21	17	11,48	4,83	0,0009
Rep	5,28	3	1,76	0,56	0,6615 (Tratam*Rep)
Tratam	137,09	2	68,54	21,73	0,0018 (Tratam*Rep)
Tratam*Rep	18,92	6	3,15	1,33	0,2965
Subt	1,41	2	0,71	0,30	0,7469
Tratam*Subt	32,51	4	8,13	3,42	0,0303
Error	42,83	18	2,38		
Total	238,04	35			

Cuadro 17. Granos por panículas, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.

Tratamientos (Variedades de arroz)	Subtratamientos (Programas de Fertilización edáfica)	Repeticiones				V
		I	II	III	IV	
Iniap FL 1480 Cristalino u	Según resultados del análisis de suelo	178	178	175	180	178
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	180	184	180	175	180
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	121	125	120	125	123
Iniap 15	Según resultados del análisis de suelo	140	140	141	143	141
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	130	132	130	130	131
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	132	135	132	135	134
India SFL 11	Según resultados del análisis de suelo	142	143	143	142	143
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	181	182	184	180	182
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	141	143	140	143	142

Variable N R² R² Aj CV
Granos/pan 36 1,00 0,99 1,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	17090,47	17	1005,32	251,91	<0,0001	
Rep	21,86	3	7,29	2,90	0,1234	(Tratam*Rep)
Tratam	4260,72	2	2130,36	849,00	<0,0001	(Tratam*Rep)
Tratam*Rep	15,06	6	2,51	0,63	0,7055	
Subt	6125,39	2	3062,69	767,45	<0,0001	
Tratam*Subt	6667,44	4	1666,86	417,68	<0,0001	
Error	71,83	18	3,99			
Total	17162,31	35				

Cuadro 18. Peso de 1000 granos, en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.

Tratamientos (Variedades de arroz)	Subtratamientos (Programas de Fertilización edáfica)	Repeticiones				V
		I	II	III	IV	
Iniap FL 1480 Cristalino u	Según resultados del análisis de suelo	30,0	29,0	29,0	29,0	29,3
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	28,0	30,0	30,0	29,0	29,3
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	28,2	27,4	26,9	27,5	27,5
Iniap 15	Según resultados del análisis de suelo	29,0	30,0	30,0	29,0	29,5
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	31,0	30,0	32,0	31,0	31,0
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	30,0	30,0	31,0	32,0	30,8
India SFL 11	Según resultados del análisis de suelo	31,0	30,0	29,0	30,0	30,0
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	31,0	32,0	32,0	30,0	31,3
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	28,0	29,0	30,0	30,0	29,3

Variable N R² R² Aj CV
Peso 1000 g 36 0,75 0,52 3,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	45,74	17	2,69	3,26	0,0085	
Rep	0,80	3	0,27	0,83	0,5250	(Tratam*Rep)
Tratam	21,50	2	10,75	33,32	0,0006	(Tratam*Rep)
Tratam*Rep	1,94	6	0,32	0,39	0,8756	
Subt	11,17	2	5,58	6,76	0,0065	
Tratam*Subt	10,33	4	2,58	3,13	0,0407	
Error	14,87	18	0,83			
Total	60,61	35				

Cuadro 19. Rendimiento (kg/ha), en la evaluación del rendimiento de variedades de arroz, mediante diferentes programas de fertilización edáfica. UTB, 2018.

Tratamientos (Variedades de arroz)	Subtratamientos (Programas de Fertilización edáfica)	Repeticiones				V
		I	II	III	IV	
Iniap FL 1480 Cristalino u	Según resultados del análisis de suelo	4367,5	4321,8	4278,9	4238,1	4301,6
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	4568,9	4456,7	4432,8	4321,9	4445,1
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	3876,9	3987,6	4005,3	3698,9	3892,2
Iniap 15	Según resultados del análisis de suelo	4234,6	4321,6	4231,0	4230,0	4254,3
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	4879,0	4756,7	4965,3	4932,1	4883,3
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	4008,4	4567,9	4009,4	4010,4	4149,0
India SFL 11	Según resultados del análisis de suelo	4987,5	5010,4	4978,0	4986,3	4990,6
	Según los requerimientos del cultivo (150 kg/ha de N – 40 kg/ha de P ₂ O ₅ – 40 kg/ha de K ₂ O	5243,9	5189,0	5098,4	5231,3	5190,7
	Convencional (160 kg/ha de Nitrógeno)	3987,7	4123,7	3980,6	4129,7	4055,4

Variable N R² R² Aj CV
Rend 36 0,96 0,93 2,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	6721330,69	17	395372,39	27,70	<0,0001	
Rep	56555,28	3	18851,76	1,33	0,3503	(Tratam*Rep)
Tratam	1722277,69	2	861138,84	60,62	0,0001	(Tratam*Rep)
Tratam*Rep	85232,35	6	14205,39	1,00	0,4579	
Subt	3962543,47	2	1981271,74	138,83	<0,0001	
Tratam*Subt	894721,91	4	223680,48	15,67	<0,0001	
Error	256882,34	18	14271,24			
Total	6978213,03	35				

Fotografía



Fig. 1. Preparacion del terreno



Fig. 2. Siembra



Fig. 3. Fumigación



Fig. 4. Fertilización



Fig. 5. Toma de datos



Fig. 6. Altura de planta



Fig. 7. Granos por panículas



Fig. 8. Visita del Tutor de tesis