



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Incidencia de enfermedades en el cultivo de arroz en hidroponía
(*Oryza sativa* L.), tratado con diferentes niveles de fertilización
nitrogenada.”

AUTOR:

Christopher Rodolfo Acosta Orozco

TUTOR:

Ing. Agr. Edwin Stalin Hasang Moran, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2019



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



TRABAJO EXPERIMENTAL

Presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

"Incidencia de enfermedades en el cultivo de arroz en hidroponía (*Oryza sativa* L.), tratado con diferentes niveles de fertilización nitrogenada."

TRIBUNAL DE SUSTENTACION

Ing. Agr. Oscar Mora Castro, MBA.

PRESIDENTE

Ing. Agr. Carlos Barros Veas, MBA.

VOCAL PRINCIPAL

Ing. Agr. Victoria Rendón Ledesma, MSc.

VOCAL PRINCIPAL

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

Christopher Acosta Orozco

Christopher Rodolfo Acosta Orozco

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico a mis padres a el **Sr. José Benito Acosta Lara** y a la **Sra. Marisol Orozco Castillo** por su apoyo incondicional y por todo el sacrificio que hicieron para que hoy yo pueda culminar con mis estudios y convertirme en un profesional, a pesar de todos los obstáculos de la vida, por quererme tanto y confiar en mí y por enseñarme que la mejor herencia que me pueden dejar es el estudio para que yo pueda hacer frente a la vida y no dejarme vencer, los amo con todo mi corazón.

Dedico también a mis hermanas **Erika Liliana Acosta Orozco** y a **Lisset Tatiana Acosta Orozco** por darme su apoyo y sus palabras de aliento para que yo siga adelante y nunca darme por vencido, las quiero mucho.

CHRISTOPHER RODOLFO ACOSTA OROZCO

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Jehová Dios, por darme la vida, inteligencia, salud y las fuerzas para seguir adelante cumpliendo una de tantas metas planteadas en mi vida, él ha sido quien me ha guiado para que todo me vaya bien y no decaer a pesar de las adversidades de la vida, y sin el nada de esto hubiese sido posible.

A mi padre y a mi madre por su ejemplo de superación, por sus valiosos consejos, por su inmenso sacrificio, sus palabras de aliento, por todo su apoyo y confianza que depositaron en mí, gracias a ustedes hoy este sueño de convertirme en un profesional se hace realidad.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UTB) por brindarme los conocimientos y por formarme como un profesional.

De manera especial a **Jeniffer Madelaine Sánchez Caicedo**, **Jonathan Fabian Solórzano Ponce** y otros compañeros y maestros que siempre estuvieron allí con su apoyo, sus consejos y que compartieron muchas experiencias y momentos y sobre todo que han sido testigos de mi crecimiento y formación como un profesional. De todo corazón muchísimas gracias a cada uno de ellos.

CHRISTOPHER RODOLFO ACOSTA OROZCO

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Objetivos	2
1.1.1.	General.....	2
1.1.2.	Específicos.....	2
II.	MARCO TEÓRICO.....	3
2.1.	Origen del arroz	3
2.2.	Taxonomía.....	4
2.3.	Importancia del cultivo de arroz.....	4
2.4.	Morfología de la planta de arroz	4
2.5.	Características agronómicas.....	4
2.6.	Etapas de Crecimiento y desarrollo de la fase vegetativa	5
2.7.	Plagas y Enfermedades.....	5
2.8.	Requerimientos nutricionales.....	6
2.9.	Fertilización a base de nitrógeno.....	7
2.10.	Funciones del nitrógeno en el arroz	7
2.11.	Época de aplicación.	8
2.12.	Características de la variedad INIAP – 14	8
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
3.1.	Ubicación y descripción del campo experimental.....	9
3.2.	Material genético.....	9
3.3.	Métodos.....	9
3.4.	Factores estudiados	9
3.5.	Tratamientos.....	9
3.6.	Diseño experimental.....	10
3.6.1.	Esquema del análisis de varianza	10
3.7.	Análisis funcional	10
3.8.	Manejo del ensayo.....	11
3.8.1.	Preparación de la solución nutritiva	11
3.8.4.	Fertilización	11
3.8.5.	Control de malezas.....	11
3.8.6.	Control fitosanitario.....	11
3.8.7.	Cosecha	11

3.9. Datos evaluados	11
3.9.1. Altura de planta.....	12
3.9.2. Número de macollos	12
3.9.3. Longitud y ancho de la hoja bandera (cm).....	12
3.9.4. Niveles de clorofila	12
3.9.5 Longitud de la raíz	12
3.9.6. Biomasa fresca de la raíz	12
3.9.7. Biomasa seca de la raíz.....	12
3.9.8. Biomasa fresca de la parte aérea.....	13
3.9.9. Biomasa seca de la parte aérea	13
3.9.10. Evaluaciones de enfermedades	13
IV. RESULTADOS.....	15
4.1. Altura de planta	15
4.2. Número de macollos/planta.....	15
4.3. Longitud y ancho de la hoja bandera (cm).....	16
4.4. Niveles de clorofila	16
4.5. Longitud de la raíz (cm)	17
4.6. Biomasa fresca de la raíz (g)	17
4.7. Biomasa seca de la raíz (g).....	18
4.8. Biomasa fresca de la parte aérea (g).....	18
4.9. Biomasa seca de la parte aérea (g)	19
4.10. Incidencia de Pyricularia	19
4.11. Incidencia de Helminthosporium.....	20
4.12. Incidencia de Rhizoctonia solani	20
V. CONCLUSIONES.....	21
VI. RECOMENDACIONES.....	22
VII. RESUMEN.....	23
VIII. SUMMARY	24
IX. BIBLIOGRAFÍA	25
X. APÉNDICE	27
10.1. Tablas estadísticas.....	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos estudiados en el efecto de la aplicación de niveles de nitrógeno sobre el comportamiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	10
Tabla 2. Grados y nivel de lesión en hojas <i>Helminthosporium</i>	13
Tabla 3. Grados y nivel de lesión en hojas (<i>Rhizoctonia oryzae</i>).	14
Tabla 4. Grados y nivel de lesión en hojas <i>Pyricularia oryzae</i> C.	14
Tabla 5. Altura de planta y número de macollos en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	15
Tabla 6. Longitud y ancho de la hoja bandera y niveles de clorofila en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	16
Tabla 7. Longitud de la raíz y biomasa fresca de la raíz en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	17
Tabla 8. Biomasa seca de la raíz y biomasa fresca de la parte aérea en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	18
Tabla 9. Biomasa seca de la parte aérea e incidencia de <i>Pyricularia</i> en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	19
Tabla 10. Incidencia de <i>Helminthosporium</i> e incidencia de <i>Rhizoctonia</i> . FACIAG, 2018.	20
Tabla 11. Análisis de varianza para altura de planta en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	27
Tabla 12. Análisis de varianza para número de macollos, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	28
Tabla 13. Análisis de varianza para longitud y ancho de la hoja bandera y de la hoja 2 (cm), en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	29
Tabla 14. Análisis de varianza para niveles de clorofila, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	30
Tabla 15. Análisis de varianza para longitud de raíz (cm), en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	31
Tabla 16. Análisis de varianza para biomasa fresca de la raíz, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	32
Tabla 17. Análisis de varianza para biomasa seca de la raíz, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	33
Tabla 18. Análisis de varianza para biomasa fresca de la parte aérea, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	34
Tabla 19. Análisis de varianza para biomasa seca de la parte aérea, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	35
Tabla 20. Análisis de varianza para incidencia de <i>Pyricularia</i> , en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	36
Tabla 21. Análisis de varianza para incidencia de <i>Helminthosporium</i> , en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	37
Tabla 22. Análisis de varianza para incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> , en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	38

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del arroz se inició hace casi 10,000 años, en las regiones húmedas de Asia tropical y subtropical, posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez, debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el verdadero desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, por las cuales se introdujeron a otras partes del mundo. (Arrozgua, 2011).

La demanda de arroz en el mundo es creciente y no se prevén saltos de producción en los próximos años. Por tal razón, las reservas vienen disminuyendo gradualmente y los precios mantienen una tendencia ascendente, agravándose debido al cambio climático (Arrozgua, 2011).

En la última década Lyman *et al.* (2013), afirma que los rendimientos del cultivo han disminuido por factores diversos tales como: semilla de dudosa procedencia, variedades susceptibles a plagas y deficiente manejo agronómico (nutrición y manejo de plagas), además otros factores están relacionados con las variaciones en las condiciones climáticas registradas en los últimos años, debido al calentamiento global. Esto ha ocasionado el aumento de problemas fitosanitarios con mayor intensidad, lo que limita la obtención del máximo potencial en producción de las variedades certificadas.

Las enfermedades están asociadas a diversos factores predisponentes: climáticos, genéticos, bióticos y prácticas agronómicas (Misra & Vir, 1992). Entre estas últimas, la fertilización nitrogenada juega un rol importante en la epidemiología del manchado del grano de arroz. Se registran diversos antecedentes sobre el efecto del nitrógeno en algunos organismos que parasitan granos de arroz. Agarwal *et al.* (1975) encontraron que la infección por *Alternaria padwickii* (*Trichoconis padwickii*) se incrementaba con el aumento en las dosis de nitrógeno.

El objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento de los niveles de nitrógeno en la incidencia y manchado de grano en el cultivo de arroz a nivel de invernadero.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Evaluar la incidencia de enfermedades en el cultivo de arroz en hidroponía (*Oryza sativa L.*), tratado con diferentes niveles de fertilización nitrogenada.

1.1.2. Específicos

- Analizar los efectos del nitrógeno sobre la incidencia de enfermedades en arroz (*Oryza sativa L.*).
- Determinar el nivel de nitrógeno con mayor incidencia de enfermedades en arroz (*Oryza sativa L.*).
- Identificar posibles efectos fitotóxicos de las aplicaciones de los distintos niveles de nitrógeno en arroz (*Oryza sativa L.*).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen del arroz

El arroz es uno de los cultivos más antiguos. Se domesticó hace miles de años en Asia (aunque no hay unanimidad respecto al lugar ni el periodo, pero se han encontrado restos de unos 8.000 años de antigüedad en la China) y en África. En la Edad Media, el arroz es introducido en el sur de Europa con la invasión de los moros. A partir del siglo VIII se cultivó en España y Portugal y entre los siglos IX y X también en el sur de Italia. Durante el último milenio se ha introducido progresivamente en el resto de los continentes. En los Estados Unidos se desarrolló a partir de los esclavos negros venidos del oeste de África, donde ya lo conocían. (Díaz y Chaparro 2013).

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 japonesa se cultiva en campos secos, en zonas templadas y en zonas montañosas elevadas del Sur de Asia, mientras que la subespecie indica comprende principalmente arrozales de tierras bajas y crece mayormente sumergidos, a través de toda el Asia tropical. Se extendieron hacia otros países asiáticos: Corea, Japón, Myanmar, Pakistán, Sri Lanka, Filipinas e Indonesia (UNCTAD, 2000a).

Por otro lado, la especie africana *Oryza glaberrima* se extendió desde su foco original, el delta del Níger, hasta el Senegal entre 1500 y 800 (A.C.), pero nunca se desarrolló lejos de su zona de origen. Su cultivo incluso sufrió un declive en favor de la especie asiática, que probablemente fue introducida en el continente africano por las caravanas árabes que procedían de la costa oriental entre el siglo VII y el siglo XI (UNCTAD 2000).

2.2. Taxonomía

Según CIT (2005), el arroz tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Viridiplantae
Clase: Liliopsida
Orden: Poales
Familia: Poaceae
Subfamilia: Ehrhartoideae
Tribu: Oryzeae
Género: Oryza
Especie: O. sativa

2.3. Importancia del cultivo de arroz.

El arroz se ha convertido en un sustento universal, siendo uno de los principales cereales en la base de la dieta a nivel mundial. En el año 2010, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO), la producción de arroz de Ecuador ocupa el puesto número 26 a nivel mundial, y es además considerado uno de los países más consumidores de arroz dentro la Comunidad Andina, con el consumo de 48kg por persona, así también esta gramínea se encuentra entre los principales productos de cultivos transitorios, por ocupar más de la tercera parte de la superficie en sus cultivos (Zambrano 2013).

2.4. Morfología de la planta de arroz

Según el CIAT (2005), el arroz es considera una gramínea de ciclo anual, su superficie exterior carece de vello, sus hojas se encuentran distribuidas en forma alterna a lo largo del tallo, En una hoja completa se distinguen las siguientes partes: la vaina, el cuello y la lámina. Durante su desarrollo la planta de arroz tiene dos clases de raíces, las seminales o temporales y las secundarias, adventicias o permanentes y su inflorescencia es en panícula.

2.5. Características agronómicas

El desarrollo de la planta de arroz es un proceso fisiológico de ciclo completo comienza desde la germinación hasta la maduración. Comprenden tres fases de crecimiento. Fase vegetativa: se desarrolla desde la germinación hasta la iniciación de la panícula, es una de mayor importancia porque se desarrolla el macollamiento (Rodríguez, 1999).

Indica que la fase reproductiva comprende la iniciación de la panícula hasta la floración, y la fase de Maduración comienza con la floración y termina con la madurez de los granos (Andrade y Hurtado 2007).

2.6. Etapas de Crecimiento y desarrollo de la fase vegetativa

La germinación o emergencia empieza desde la siembra hasta la aparición de la primera hoja a través del coleóptilo, demora de 5 a 10 días, y comprende de las siguientes etapas:

- Etapa 1. Plántula: comienza de la emergencia hasta antes de aparecer el primer macollo, tarda de 15 a 20 días.
- Etapa 2: Macollamiento: comienza cuando tiene la aparición del primer macollo hasta alcanza el máximo número de ellos. Su duración depende del ciclo de vida de la variedad. En Ecuador las variedades precoces como INIAP-11, INIAP-12, INIAP-14, INIAP-15 varía en un rango de 25 a 35 días. (Andrade y Hurtado 2007)

2.7. Plagas y Enfermedades

Plagas

Las plagas que frecuentemente se presentan en el cultivo de arroz son: (Rodríguez, 1999).

Hidrelia (*Hydrellia sp*) Ataca al cultivo en sus inicios tanto en almacigo como después del trasplante.

Langosta (*Spodoptera sp*) Ataca a las plántulas en los semilleros, destruyéndolos.

Sogata (*Tagozodes oryzicolus*) Pica las hojas y trasmite el mal de la hoja blanca (virus).

Barrenador del tallo (*Diatraea sacharalis*) Taladra los tallos, la planta se pone amarillenta y detiene su crecimiento.

Novia del arroz (*Rupella albinella*) Se alimentan con los verticilos centrales

no abiertos de las hojas, devoran el margen interno de las hojas.

Enfermedades

Entre las enfermedades más comunes que se encuentran en el cultivo de arroz tenemos: (Rodríguez, 1999)

Pyricularia o quemazón del arroz (*Pyricularia oryzae*. Cav): Ataca a toda la planta, especialmente las hojas y los cuellos. Aparecen manchas de color café en las márgenes de las hojas. Las pérdidas van del 50 al 90 %. Se puede evitar adquiriendo semilla de calidad “certificada” o seleccionada en la propia parcela.

Falso carbón (*Ustilagoidea virens*. Tak) El hongo se desarrolla en forma visible en los ovarios de los granos individuales. Estos se transforman en masas aterciopeladas de color verde.

Helminthosporium (*Helminthosporium oryzae*) Se presenta en las hojas, las vainas de las hojas y las glumas. Aparecen manchas de color amarillo pálido, blanco sucio, café o gris.

Pudrición del tallo (*Leptosphaeria salvinii*. Catt): Aparecen pequeñas lesiones negras en la parte exterior de las vainas de las hojas, cerca del nivel del agua. El tallo se acama y la planta cae.

Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*. Kunh) Aparecen manchas bastante grandes en las vainas de las hojas. A veces se producen manchas en las hojas y en los tallos por encima del nivel del agua.

2.8. Requerimientos nutricionales

La planta de arroz tiene gran capacidad de extracción de nutrientes del suelo, por ello, es importante la fertilización para reponer los elementos sustraídos. La cantidad dependerá de la variedad, el sistema de cultivo y de la fertilidad del suelo (Medina 2008).

2.9. Fertilización a base de nitrógeno

Para el crecimiento del cultivo del arroz, el nitrógeno es el nutriente más limitante, porque casi todos los suelos son deficientes de este elemento. El nitrógeno que absorben las plantas es obtenido de las siguientes fuentes:

1) La materia orgánica descompuesta y la mineralización de nitrógeno, 2) fertilizantes químicos, 3) fijación de nitrógeno de la atmósfera por las algas y 4) la lluvia. Para el productor las dos primeras son las más importantes, principalmente el segundo, esto por la inversión de dinero que requiere. En los sistemas de siembra de Costa Rica, hay indicaciones de que las entradas de nitrógeno en el sistema son insignificantes, por lo cual, el problema es conservar el nitrógeno mineralizado de la materia orgánica del suelo y mejorar la eficiencia de los fertilizantes nitrogenados (Cordero 1993).

El nitrógeno es el elemento posiblemente de mayor influencia en los rendimientos, además en la mayor parte de los casos se le considera como un factor limitante en la producción. Sin embargo, a veces se ha encontrado un efecto negativo, la correlación lineal obtenida en 20 países, indica un promedio mundial de aumento en el rendimiento de 12,7Kg de arroz en cáscara por cada Kg de nitrógeno aplicado (Doyle, 1966. Citado por CIAT 1985).

2.10. Funciones del nitrógeno en el arroz

En el arroz las principales funciones del nitrógeno son las siguientes (Cordero 1993):

- Dar el color verde a las plantas.
- Estimular el rápido desarrollo de las plantas, aumentando la altura y el número de hijos, que incide directamente en el incremento del rendimiento del grano.
- Aumentar el tamaño de las hojas y de los granos.
- Aumentar el contenido de proteína en los granos.
- Mejorar la calidad del cultivo.
- Suplir el nitrógeno a los microorganismos, mientras que estos descomponen los materiales orgánicos bajos en nitrógeno.

2.11. Época de aplicación.

El cultivo de arroz alcanza una eficiencia de absorción cercana al 33%, por lo cual para mejorar esa eficiencia se recomienda hacer de 2-4 aplicaciones (Cordero 1993).

Cuando las aplicaciones de los fertilizantes nitrogenados se hacen divididas, se obtienen mayores rendimientos que cuando se hace sola aplicación de todo el fertilizante (Datta 1986).

Según Cordero (1993), las épocas más recomendables para hacer la aplicación son en la siembra, en el macollaje y al inicio de la panícula. Mientras que CIAT (1985), recomienda hacer la aplicación de nitrógeno en las dos últimas épocas mencionadas anteriormente.

2.12. Características de la variedad INIAP – 14

CARACTERISTICAS	VALORES y/o
Año de Liberación	1999
Origen	IRRI
Rendimiento en riego (t/ha)	5,8 a 11
Rendimiento en seco (t/ha)	4,8 a 6
Ciclo vegetativo (días)	113-117
Altura de plantas (cm)	99-107
Longitud de grano (mm)1/	Largo
índice de pilado (%)2/	66
Desgrane	Intermedio
Latencia en semanas	4-6
Pyricularia grisea (Cooke) (quemazón)	Moderadamente susceptible
Manchado de grano	Moderadamente resistente
Hoja Blanca	Moderadamente resistente
Manchado de vaina	Moderadamente resistente

Fuente: (INIAP, s.f.)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en los predios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad técnica de Babahoyo, ubicada en el km. 7.5 de la vía Babahoyo-Montalvo. Las coordenadas geográficas (UTM) ¹ son X: 668690 E; Y:9801098 N.

La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura promedio de 24 a 26 °C, humedad relativa 88%, precipitación anual de 1262 mm, una altura de 10 msnm y 990 horas de heliofanía de promedio anual².

3.2. Material genético

Como material de siembra se utilizaron semillas de arroz, variedad INIAP 14.

3.3. Métodos

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

3.4. Factores estudiados

Variable dependiente: Incidencia de enfermedades..

Variedad independiente: dosis de nitrógeno

3.5. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos por las diferentes dosis de nitrógeno; descritos en la siguiente tabla:

¹ Fuente: GPS GARMIN X30, 2018

² Fuente: Estación experimental meteorológica UTB, INAHMI, 2018

Tabla 1. Tratamientos estudiados en el efecto de la aplicación de niveles de nitrógeno sobre el comportamiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

	Producto	Aplicación	Dosis (ppm)
T1	Nitrógeno	Solución líquida	200
T2	Nitrógeno	Solución líquida	250
T3	Nitrógeno	Solución líquida	300
T4	Nitrógeno	Solución líquida	350
T5	-	-	-

3.6. Diseño experimental

Se empleó el “Diseño completamente al Azar”, con cinco tratamientos.

3.6.1. Esquema del análisis de varianza

Se desarrolló el ANDEVA mediante el siguiente esquema:

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	4
Error experimental	12
Total	16

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 labores de manejo de hidroponía necesarias para que el cultivo se desarrolle:

3.8.1. Preparación de la solución nutritiva

La preparación de las soluciones nutritivas con base en el elemento nitrógeno fueron preparadas en el área de invernadero y posteriormente colocadas en cada uno de los tratamientos correspondientes, de acuerdo a la tabla #1

3.8.4. Fertilización

Se aplicó un programa de fertilización hidropónico (solución nutritiva), a base nitrógeno (N); fósforo (P) y potasio (K), el cual se aplicó semanalmente hasta el inicio de la floración. Las fuentes utilizadas para la fertilización fueron: Nitrato de amonio (NH_4) (NO_3); Nitrato de potasio (KNO_3); Fosfato diamónico (NH_4)₂ HPO_4 ; Nitrato de calcio Ca (NO_3)₂.

3.8.5. Control de malezas

No se presentó problemas de proliferación de malezas por lo que esta actividad no fue necesaria.

3.8.6. Control fitosanitario

No hubo la necesidad de aplicaciones de insecticidas ya que los umbrales económicos no justificaron su aplicación.

No se realizó control de enfermedades con el objetivo de evaluar la incidencia y severidad de las mismas sobre las plantas.

3.8.7. Cosecha

Esta actividad no fue realizada ya que la agravante o presión del complejo de enfermedades no lo permitieron.

3.9. Datos evaluados

Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos

dentro de cada unidad experimental:

3.9.1. Altura de planta

Se tomó a la cosecha, es la distancia desde el nivel de la base de la caja hasta el ápice de la espiga más sobresaliente, en cuatro plantas, la misma se expresó en cm.

3.9.2. Número de macollos

A los 90 días después de la siembra, dentro de cada unidad experimental, se contabilizó el número de macollos.

3.9.3. Longitud y ancho de la hoja bandera (cm)

Para esta variable de la longitud y ancho de la hoja bandera se determinó utilizando cada individuo al momento de la floración.

3.9.4. Niveles de clorofila

El contenido de clorofila en la hoja está estrechamente y positivamente relacionado a la concentración de N en la hoja y, por lo tanto, refleja la condición nitrogenada del cultivo. El medidor de clorofila es un instrumento que permite evaluar indirectamente y en forma no destructiva el contenido de clorofila en la hoja, por ende, el estado nutricional del cultivo a través de una simple lectura.

3.9.5 Longitud de la raíz

Se tomaron a 90 días después de la siembra, midiendo desde el cuello hasta la punta de la raíz, el cual fue expresado en centímetros.

3.9.6. Biomasa fresca de la raíz

Se determinó el peso total del área radicular húmeda al término del ciclo vegetativo, el cual fue expresado en gramos.

3.9.7. Biomasa seca de la raíz

Se recolectaron las muestras del sistema radicular el cual fue colocado por

48 h en estufa con circulación forzada de aire a 68 °C y se determinó el peso seco y la producción de materia seca, el cual fue expresado en gramos.

3.9.8. Biomasa fresca de la parte aérea

Se determinó el peso total de la parte aérea húmeda al término del ciclo vegetativo, el cual fue expresado en gramos.

3.9.9. Biomasa seca de la parte aérea

Se recolecto las muestras de la parte aérea la cual fue colocada por 48 h en estufa con circulación forzada de aire a 68 °C y se determinó el peso seco y la producción de materia seca, el cual fue expresado en gramos.

3.9.10. Evaluaciones de enfermedades

Para el caso de las enfermedades, se evaluaron todas las plantas por tratamiento, al término del ciclo vegetativo.

Para realizar las evaluaciones de las enfermedades se utilizaron descriptores de los daños que se detallan en las siguientes tablas.

Nombre científico: *Helminthosporium oryzae*.

Tabla 2. Grados y nivel de lesión en hojas *Helminthosporium*.³.

GRADO	DESCRIPCIÓN DEL DAÑO
0	Ninguna lesión visible
1	Menos del 1%
3	1 al 5%
5	6 al 25%
7	26 al 50%
9	51 al 100%

³ Según Nelson Moreano 2009. Evaluación de la patogenicidad de *Rhizoctonia* sp. en el cultivo del arroz

Nombre científico: *Rhizoctonia oryzae*.

Tabla 3. Grados y nivel de lesión en hojas (*Rhizoctonia oryzae*).⁴

GRADOS	DESCRIPCIÓN DEL DAÑO
0	Ninguna lesión
1	Lesiones en la vaina hasta $\frac{1}{4}$ de la altura de las macollas
3	Lesiones en la vaina hasta la mitad de la altura de las macollas
5	Lesiones en la vaina hasta la mitad de la altura de las macollas. Ligera infección en las hojas inferiores (2 ^a . A 4 ^a . hojas)
7	Lesiones presentes en las $\frac{3}{4}$ partes de la altura de las macollas. Severa infección en las hojas superiores (Hoja bandera y secundaria)
9	Lesiones que llegan al extremo superior de los tallos; severa infección en todas las hojas y algunas plantas muertas.

⁴ Escala de severidad para enfermedades foliares, Sistema de evaluación estándar para Arroz IRRI. Escala diagramática para enfermedades, J.P Marín.

Nombre científico: *Pyricularia oryzae* C.

Tabla 4. Grados y nivel de lesión en hojas *Pyricularia oryzae* C.⁵

GRADO	DESCRIPCIÓN DEL DAÑO
0	Ninguna lesión visible
1	Menos del 1% del área foliar afectada
3	Del 1% al 5%, respectivamente
5	Del 6% al 25%, respectivamente
7	Del 26% al 50%, respectivamente
9	Del 51% al 100%, respectivamente

⁵ Escala CIAT para medición del daño por *Pyricularia* (*Pyricularia oryzae* C.) en la hoja (BI).

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta

La variable altura de planta muestra los promedios en la misma Tabla 5. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 4.9 %.

El tratamiento T1 con una dosis de 200 ppm, obtuvo mayor altura de planta, con 8.12 cm, estadísticamente igual a todos los tratamientos, siendo el menor valor para el tratamiento T4 en dosis de 350 ppm, con 7.54 cm.

4.2. Número de macollos/planta

En lo que respecta a la variable número de macollos/planta, el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 14.26 % (Tabla 5).

El tratamiento 5 sin aplicación, presentó mayor número de macollos/planta con 6.04; estadísticamente diferente al resto de tratamientos que se aplicaron diferentes niveles de nitrógeno y superiores estadísticamente al tratamiento T4, con 3.05 macollos/planta.

Tabla 5. Altura de planta y número de macollos en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Nº	Tratamientos		Altura de planta	Número de macollos/planta
	Producto	Dosis/ppm		
T1	Nitrógeno	200	8.12	4.11 b
T2	Nitrógeno	250	7.78	3.77 b
T3	Nitrógeno	300	7.83	3.39 b
T4	Nitrógeno	350	7.54	3.05 b
T5 (Testigo)	Sin aplicación	-----	8.03	6.04 a
Promedio general			7.86	4.072
Significancia estadística			NS	*
Coeficiente de variación (%)			4.9	14.26

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 y ancho de la hoja bandera (cm)

En la Tabla 6 se registran los promedios de la longitud y ancho de la hoja bandera; el análisis de varianza reportó alta diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 15.09 %.

El tratamiento 5 sin ninguna aplicación, presentó mayor área foliar con 6.63 cm; seguido a este se encuentra el T1 en dosis de 200 ppm, con un área foliar de 6.34 cm, el tratamiento que presento el rendimiento más bajo fue T4 con dosis de 350 ppm, 4.78 cm.

4.4. Niveles de clorofila

En la Tabla 6 se registran los promedios para niveles de clorofila; el análisis de varianza reportó altas diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 6.02 %.

El tratamiento 5 sin aplicación presento el mayor nivel de clorofila con 7.01 %; seguido a este se encuentra el T1 en dosis de 200 ppm, con un nivel de 5.86 %, el tratamiento que presento el rendimiento más bajo fue el T4 con dosis de 350 ppm, con 4.82 %.

Tabla 6. Longitud y ancho de la hoja bandera y niveles de clorofila en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos			Longitud y ancho de la hoja (cm)	Niveles de clorofila
Nº	Producto	Dosis/ppm		
T1	Nitrógeno	200	6.34 a	5.86 b
T2	Nitrógeno	250	5.59 ab	5.77 bc
T3	Nitrógeno	300	4.84 ab	5.83 b
T4	Nitrógeno	350	4.78 ab	4.82 c
T5 (Testigo)	Sin aplicación	-----	6.63 b	7.01 a
Promedio general			5.052	5.858
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			15.09	6.02

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.5. Longitud de la raíz (cm)

En la variable longitud de la raíz el análisis de varianza detectó alta diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 5.38 %.

El tratamiento 5 sin aplicación obtuvo mayor longitud de raíz (5.39), estadísticamente diferente a todos los tratamientos, pero superiores al tratamiento 4 con dosis de 350 ppm, que presentó el menor valor (3.56). (Tabla 7)

4.6. Biomasa fresca de la raíz (g)

En la Tabla 7 se observan los resultados de la biomasa fresca de la raíz, el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 11.27 %.

El tratamiento 5 sin aplicación reportó 8.23 g de peso, estadísticamente diferente al resto de tratamientos que se aplicaron diferentes niveles de nitrógeno, el tratamiento que presentó el resultado más bajo fue el T4, en dosis de 350 ppm con 1.84 g.

Tabla 7. Longitud de la raíz y biomasa fresca de la raíz en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Nº	Tratamientos		Longitud de la raíz (cm)	Biomasa fresca de la raíz (g)
	Producto	Dosis/ppm		
T1	Nitrógeno	200	3.85 b	3.03 b
T2	Nitrógeno	250	3.83 b	2.36 bc
T3	Nitrógeno	300	3.79 b	2.48 bc
T4	Nitrógeno	350	3.56 b	1.84 c
T5 (Testigo)	Sin aplicación	-----	5.39 a	8.23 a
Promedio general			4.084	3.588
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			5.38	11.27

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.7. Biomasa seca de la raíz (g)

En la variable biomasa seca de la raíz el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 12.22 %.

En el tratamiento 5 sin aplicación obtuvo mayor biomasa seca (2.82 g), estadísticamente diferente a los tratamientos que se utilizó diferentes niveles de nitrógeno y superior al tratamiento 4 en dosis de 350 ppm, que presentó el menor valor (1.11 g). (Tabla 8)

4.8. Biomasa fresca de la parte aérea (g)

En la variable biomasa seca de la parte aérea el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 15.15 %.

En el tratamiento 5 sin aplicación obtuvo mayor biomasa aérea (11.12 g), estadísticamente diferente a los tratamientos que se utilizó diferentes niveles de nitrógeno y superior al tratamiento 4 en dosis de 350 ppm, que presentó el menor valor (2.61). (Tabla 8)

Tabla 8. Biomasa seca de la raíz y biomasa fresca de la parte aérea en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos			Biomasa seca de la raíz (g)	Biomasa fresca de la parte aérea (g)
Nº	Producto	Dosis/ppm		
T1	Nitrógeno	200	1.62 b	4.96 b
T2	Nitrógeno	250	1.39 b	4.62 bc
T3	Nitrógeno	300	1.26 b	4.08 bc
T4	Nitrógeno	350	1.11 b	2.61 c
T5 (Testigo)	Sin aplicación	-----	2.82 a	11.12 a
Promedio general			1.64	5.478
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			12.22	15.15

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.9. Biomasa seca de la parte aérea (g)

En la variable biomasa seca de la parte aérea el análisis de varianza detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 15.63 %.

En el tratamiento 5, sin aplicación se obtuvo mayor peso (6 g), estadísticamente diferente a todos los tratamientos que se aplicaron diferentes niveles de nitrógeno y superiores al tratamiento 4 con dosis de 350 ppm, que presentó el menor valor (1.8). (Tabla 9).

4.10. Incidencia de Pyricularia

En la variable incidencia de Pyricularia el análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 16.33 %. (Tabla 9)

El tratamiento 2 en dosis de 250 ppm presentó el menor daño por Pyricularia, con 2.14, estadísticamente no presenta diferencias con respecto al resto de tratamientos, siendo el menor valor para el tratamiento 4 a dosis de 350 ppm, con 3.08.

Tabla 9. Biomasa seca de la parte aérea e incidencia de Pyricularia en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos			Biomasa seca de la parte aérea (g)	Incidencia de Pyricularia
Nº	Producto	Dosis/ppm		
T1	Nitrógeno	200	2.96 b	2.15
T2	Nitrógeno	250	2.87 b	2.14
T3	Nitrógeno	300	2.37 b	2.55
T4	Nitrógeno	350	1.8 b	3.08
T5 (Testigo)	Sin aplicación	-----	6 a	2.58
Promedio general			3.2	2.5
Significancia estadística			*	NS
Coeficiente de variación (%)			15.63	16.33

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.11. Incidencia de Helminthosporium

En la Tabla 10 se registran los promedios de incidencia de Helminthosporium; el análisis de varianza reportó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 16.95 %.

El tratamiento 1 en dosis de 200 ppm, presentó una incidencia de 1.41, estadísticamente diferente a los demás tratamientos, siendo el mayor valor para el tratamiento 5 sin tratamiento, con 2.96.

4.12. Incidencia de Rhizoctonia solani

En la Tabla 10 se observan los valores de incidencia de Rhizoctonia. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 9.52 %.

El tratamiento 1 en dosis de 200 ppm, presentó una incidencia de 1.41, estadísticamente diferente a los demás tratamientos, siendo el mayor valor para el tratamiento 5 sin tratamiento, con 2.28.

Tabla 10. Incidencia de Helminthosporium e incidencia de Rhizoctonia. FACIAG, 2018.

Nº	Tratamientos		Incidencia de Helminthosporium	Incidencia de Rhizoctonia
	Producto	Dosis/ppm		
T1	Nitrógeno	200	1.41 b	1.41 c
T2	Nitrógeno	250	2.17 ab	1.82 abc
T3	Nitrógeno	300	2.73 a	1.99 ab
T4	Nitrógeno	350	2.87 a	1.75 bc
T5 (Testigo)	Sin aplicación	-----	2.96 a	2.28 a
Promedio general			2.428	1.85
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			16.95	9.52

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

V. CONCLUSIONES

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

- Con la aplicación de diferentes niveles de nitrógeno, se pudo evidenciar que con altos niveles de nitrógeno existe una mayor incidencia de enfermedades ya que con la dosis más alta (T4 350 ppm), se presentó 3.08 para Pyricularia y 2.87 para Helminthosporium en el cultivo de arroz, variedad INIAP 14.
- En esta investigación se pudo verificar que la deficiencia de nitrógeno, también puede tener un efecto negativo en la susceptibilidad del arroz en la presencia de enfermedades. Ya que el tratamiento testigo, sin aplicación de nitrógeno, presentó niveles considerables de incidencia, con 2.58 para Pyricularia, 2.96 para Helminthosporium y 2.28 para Rhizoctonia.
- En cuanto a las características agronómicas se pudo evidenciar que los bajos niveles de nitrógeno, así como su deficiencia afectan el desarrollo y por lo tanto la productividad del cultivo de arroz

VI. RECOMENDACIONES

Por lo expuesto anteriormente se recomienda:

- Evaluar si los efectos de los diferentes niveles de nitrógeno son específicos de esta variedad INIAP 14 y como varían dependiendo de la textura y composición de las soluciones en futuras investigaciones sobre fertilización hidropónica.
- Realizar investigaciones con otras soluciones madres y evaluar su efecto sobre otras variables agronómicas.
- Estudiar otras combinaciones de fertilizantes que permitan ampliar las perspectivas de lucha contra las enfermedades en el cultivo del arroz.
- Realizar el mismo ensayo utilizando otros materiales de siembra para observar el comportamiento agronómico y potencial de rendimiento.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en los predios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad técnica de Babahoyo, ubicada en el km. 7.5 de la vía Babahoyo-Montalvo. Las coordenadas geográficas (UTM) son X: 668690 E; Y:9801098 N. La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura promedio de 24 a 26 °C, humedad relativa 88%, precipitación anual de 1262 mm, una altura de 10 msnm y 990 horas de heliofanía de promedio anual. Como material de siembra se utilizaron semillas de arroz, variedad INIAP 14. Los tratamientos estuvieron constituidos por los diferentes niveles de nitrógeno como son: 200, 250, 300 y 350 ppm; más un tratamiento testigo sin aplicación del producto. Se empleó el diseño experimental Completos al Azar con cinco tratamientos y 4 repeticiones, la prueba de significancia utilizada fue de Tukey al 95 % de probabilidad. Se realizaron todas las labores agrícolas hidropónicas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo como la preparación de las cajas, con soluciones nutritivas, siembra, riego, fertilización y toma de datos. Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos: altura de planta, número de macollos, longitud y ancho de la hoja bandera y de la hoja 2 (cm), niveles de clorofila, longitud de la raíz (cm), biomasa fresca de la raíz (g), biomasa seca de la raíz (g), biomasa fresca de la parte aérea (g), biomasa seca de la parte aérea (g), evaluación de enfermedades. Por los resultados obtenidos se determinó que con altos niveles de nitrógeno existe una mayor incidencia de enfermedades ya que con la dosis más alta (T4 350 ppm), se presentó 3.08 para *Pyricularia* y 2.87 para *Helminthosporium*. Además, que la deficiencia de nitrógeno, también puede tener un efecto negativo en la susceptibilidad del arroz en la presencia de enfermedades. Ya que el tratamiento testigo, sin aplicación de nitrógeno, presento niveles considerables de incidencia, con 2.58 para *Pyricularia*, 2.96 para *Helminthosporium* y 2.28 para *Rhizoctonia*.

Palabras claves: niveles de nitrógeno, enfermedades, incidencia.

VIII. SUMMARY

The present research work was carried out in the premises of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, located at km. 7.5 of the Babahoyo-Montalvo road. The geographic coordinates (UTM) are X: 668690 E; Y:9801098 N. The zone presents a humid tropical climate, with an average temperature of 24 to 26 ° C, relative humidity 88%, annual precipitation of 1262 mm, a height of 10 msnm and 990 hours of annual average heliophany. Seeds of rice, variety INIAP 14, were used as seed material. The treatments consisted of different levels of nitrogen such as: 200, 250, 300 and 350 ppm; a control treatment without application of the product. The experimental design Randomized with four treatments and 3 repetitions was used, the test of significance used was Tukey at 95% probability. All the necessary agricultural work was done in rice cultivation for its normal development, such as the preparation of the boxes, with nutritious solutions, planting, irrigation, fertilization, weed control, phytosanitary control and harvesting. To estimate the effects of the treatments, the following data were taken: plant height, number of tillers, length and width of the flag leaf and leaf 2 (cm), chlorophyll levels, root length (cm), fresh biomass of the root (g), dry biomass of the root (g), fresh biomass of the aerial part (g), dry biomass of the aerial part (g), evaluation of diseases. For the results obtained it was determined that with high levels of nitrogen there is a higher incidence of diseases since with the highest dose (T4 350 ppm), 3.08 was presented for pyricularia and 2.87 for helmitosporium. In addition, nitrogen deficiency can also have a negative effect on the susceptibility of rice in the presence of diseases. Since the control treatment, without application of nitrogen, presented considerable levels of incidence, with 2.58 for pyricularia, 2.96 for helmitosporium and 2.28 for rhizoctonia.

Key words: nitrogen levels, diseases, incidence.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Agarwal, V. K., O. V. Singh & S. C. Modgal. 1975. Influence of different doses of nitrogen and spacing on seed-borne infection of rice. *Indian Phytopathology* 28: 38-40.
- Andrade , F., & Hurtado , J. (2007). Taxonomía, Morfología, Crecimiento y Desarrollo de la planta de arroz. En *Manual del Cultivo de Arroz* (2 ed., Manual N° 66, pág. 11). Guayas: INIAP, Estación Experimental Boliche. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=IXozAQAAMAAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Asociación Guatemalteca de Arroz, -Arrozgua-(2011). Deficiencias en el suelo de los departamentos. <http://www.arroz.com.gt/www.arroz.com.gt/fertilizacion.html>.
- CIAT, 1985. *Arroz: Investigación y Producción*. Cali, Colombia. 224 p.
- CIAT. (2005). Morfología de la planta de arroz. 4-7. Obtenido de https://betuco.be/rijst/Morfologia_planta_arroz.pdf.
- CIT (Centro de Información Tecnológico, PE). 2005. Cultivos de consumo nacional: Arroz (en línea). CIT Informa no. 3. Consultado 1 oct. 2018. Disponible en http://www.inia.gob.pe/boletin/BCIT/boletin0003/index.htm#cultivo_nacional_arequipa.
- Cordero, V. 1993. *Fertilización y Nutrición Mineral del Arroz*. Editorial Universidad de Costa Rica. San Jose, Costa Rica. 100 p.
- Data, S. 1986. *PRODUCCIÓN DE ARROZ: Fundamentos y prácticas*. Traducido por Guzmán M y Fuentes Z. Primera Edición. México. Editorial LIMUSA S.A. 690 p.
- 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 Bogotá, Colombia

- INIAP. (s.f.a). Variedades de Arroz Generadas por INIAP, Plegable N°340. INIAP Estación Experimental del Litoral Sur "Dr. Enrique Ampuero Pareja".
- Jennings, P. R., Coffman, W. R., & Kauffman, H. E. 1981. Mejoramiento de Arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Lyman, N. B., Jagadish, K. S. V., Nalley, L. L., Dixon, B. L., & Siebenmorgen, T. (2013). Neglecting Rice Milling Yield and Quality Underestimates Economic Losses from High-Temperature Stress. PLoS ONE, 8(8), e72157.
- Medina, k. (2008) Efecto de la fertilización mineral y orgánica sobre la incidencia y severidad de malezas en el cultivo de arroz. Guayaquil, Ecuador:
- Misra, A. K. & D. Vir. 1992. Effect of different agronomic practices on the incidence of seed discoloration in paddy. Indian Journal of Mycology and Plant Pathology 22 : 44-48.
- Muñoz, G., Giraldo, G., & Fernandez de Soto, J. 1993. Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo. Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Rodriguez, J. H. (1999). Fertilización del cultivo del arroz (*Oryza sativa*). Costa Rica. Recuperado el 30 de 06 de 2018, de http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_123.pdf.
- UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas para el Comercio y Desarrollo). 2000a. Información de Mercado sobre productos básicos; Descripción del arroz.
- UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas para el Comercio y Desarrollo). 2000b. Información de Mercado sobre productos básicos; Mercado del Arroz (en línea).
- Zambrano, A. (2013). Producción, precios y exportacion de arroz ecuatoriano. El Agro(204), 20. Obtenido de <http://www.revistaelagro.com/wpcontent/uploads/2012/08/AGRO204.pdf>

X.APÉNDICE

10.1. Tablas estadísticas

Tabla 11. Análisis de varianza para altura de planta en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
MODELO.	1.24	6	0.21	1.4	0.3226
REPETICIONES	0.63	2	0.31	2.12	0.1828
TRATAMIENTOS	0.61	4	0.15	1.03	0.4458
ERROR	1.19	8	0.15		
TOTAL	2.43	14			
TEST:TUKEY ALFA=0.05 DMS=1.08623					
ERROR: 0.1483 GL: 8					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
1	8.12	3	0.22	A	
2	7.78	3	0.22	A	
3	7.83	3	0.22	A	
4	7.54	3	0.22	A	
5	8.03	3	0.22	A	

Tabla 12. Análisis de varianza para número de macollos, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
MODELO.	16.48	6	2.75	8.16	0.0046
REPETICIONES	0.08	2	0.04	0.12	0.8917
TRATAMIENTOS	16.4	4	4.1	12.18	0.0018
ERROR	2.69	8	0.34		
TOTAL	19.17	14			
TEST:TUKEY ALFA=0.05 DMS=1.63680					
ERROR: 0.3367 GL: 8					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
1	4.11	3	0.34		B
2	3.77	3	0.34		B
3	3.39	3	0.34		B
4	3.05	3	0.34		B
5	6.04	3	0.34	A	

Tabla 13. Análisis de varianza para longitud y ancho de la hoja bandera y de la hoja 2 (cm), en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
MODELO.	1.45	6	0.24	2.45	0.1199
REPETICIONES	0.52	2	0.26	2.66	0.1302
TRATAMIENTOS	0.93	4	0.23	2.35	0.1415
ERROR	0.79	8	0.1		
TOTAL	2.24	14			
TEST:TUKEY ALFA=0.05 DMS=0.88615					
ERROR: 0.0987 GL: 8					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
1	6.34	3	0.18	A	
2	6.11	3	0.18	A	
3	6.04	3	0.18	A	
4	5.92	3	0.18	A	
5	6.63	3	0.18	A	

Tabla 14. Análisis de varianza para niveles de clorofila, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
MODELO.	7.52	6	1.25	10.09	0.0023
REPETICIONES	0.26	2	0.13	1.06	0.3891
TRATAMIENTOS	7.26	4	1.82	14.6	0.001
ERROR	0.99	8	0.12		
TOTAL	8.52	14			
TEST:TUKEY ALFA=0.05 DMS=0.99469					
ERROR: 0.1243 GL: 8					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
1	5.86	3	0.2		B
2	5.77	3	0.2		B C
3	5.83	3	0.2		B
4	4.82	3	0.2		C
5	7.01	3	0.2	A	

Tabla 15. Análisis de varianza para longitud de raíz (cm), en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
MODELO.	6.61	6	1.1	22.79	0.0001
REPETICIONES	0.08	2	0.04	0.79	0.4874
TRATAMIENTOS	6.53	4	1.63	33.79	<0.0001
ERROR	0.39	8	0.05		
TOTAL	6.99	14			
TEST:TUKEY ALFA=0.05 DMS=0.62007					
ERROR: 0.0483 GL: 8					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
1	3.85	3	0.13		B
2	3.83	3	0.13		B
3	3.79	3	0.13		B
4	3.56	3	0.13		B
5	5.39	3	0.13	A	

Tabla 16. Análisis de varianza para biomasa fresca de la raíz, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
MODELO.	83.08	6	13.85	84.84	<0.0001
REPETICIONES	0.18	2	0.09	0.55	0.5976
TRATAMIENTOS	82.91	4	20.73	126.99	<0.0001
ERROR	1.31	8	0.16		
TOTAL	84.39	14			
TEST:TUKEY ALFA=0.05 DMS=1.13958					
ERROR: 0.1632 GL: 8					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
1	3.03	3	0.23		B
2	2.36	3	0.23		B C
3	2.48	3	0.23		B C
4	1.84	3	0.23		C
5	8.23	3	0.23	A	

Tabla 17. Análisis de varianza para biomasa seca de la raíz, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
MODELO.	5.75	6	0.96	23.83	0.0001
REPETICIONES	0.11	2	0.05	1.31	0.321
TRATAMIENTOS	5.64	4	1.41	35.09	<0.0001
ERROR	0.32	8	0.04		
TOTAL	6.07	14			
TEST:TUKEY ALFA=0.05 DMS=0.56566					
ERROR: 0.0402 GL: 8					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
1	1.62	3	0.12		B
2	1.39	3	0.12		B
3	1.26	3	0.12		B
4	1.11	3	0.12		B
5	2.82	3	0.12	A	

Tabla 18. Análisis de varianza para biomasa fresca de la parte aérea, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
MODELO.	132.11	6	22.02	31.97	<0.0001
REPETICIONES	3.09	2	1.55	2.25	0.1683
TRATAMIENTOS	129.02	4	32.25	46.83	<0.0001
ERROR	5.51	8	0.69		
TOTAL	137.62	14			
TEST:TUKEY ALFA=0.05 DMS=2.34098					
ERROR: 0.6887 GL: 8					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
1	4.96	3	0.48		B
2	4.62	3	0.48		B C
3	4.08	3	0.48		B C
4	2.61	3	0.48		C
5	11.12	3	0.48	A	

Tabla 19. Análisis de varianza para biomasa seca de la parte aérea, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
MODELO.	33.55	6	5.59	22.37	0.0001
REPETICIONES	1.59	2	0.8	3.18	0.0961
TRATAMIENTOS	31.96	4	7.99	31.96	0.0001
ERROR	2	8	0.25		
TOTAL	35.55	14			
TEST:TUKEY ALFA=0.05 DMS=1.41033					
ERROR: 0.2500 GL: 8					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
1	2.96	3	0.29		B
2	2.87	3	0.29		B
3	2.37	3	0.29		B
4	1.8	3	0.29		B
5	6	3	0.29	A	

Tabla 20. Análisis de varianza para incidencia de Pyricularia, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
MODELO.	1.99	6	0.33	1.99	0.1801
REPETICIONES	0.19	2	0.1	0.58	0.5808
TRATAMIENTOS	1.8	4	0.45	2.7	0.1081
ERROR	1.33	8	0.17		
TOTAL	3.32	14			
TEST:TUKEY ALFA=0.05 DMS=1.15107					
ERROR: 0.1665 GL: 8					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
1	2.15	3	0.24	A	
2	2.14	3	0.24	A	
3	2.55	3	0.24	A	
4	3.08	3	0.24	A	
5	2.58	3	0.24	A	

Tabla 21. Análisis de varianza para incidencia de Helminthosporium, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
MODELO.	5.12	6	0.85	5.03	0.0201
REPETICIONES	0.08	2	0.04	0.24	0.7904
TRATAMIENTOS	5.03	4	1.26	7.42	0.0084
ERROR	1.36	8	0.17		
TOTAL	6.47	14			
TEST:TUKEY ALFA=0.05 DMS=1.16157					
ERROR: 0.1696 GL: 8					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
1	1.41	3	0.24		B
2	2.17	3	0.24	A	B
3	2.73	3	0.24	A	
4	2.87	3	0.24	A	
5	2.96	3	0.24	A	

Tabla 22. Análisis de varianza para incidencia de *Rhizoctonia solani*, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
MODELO.	1.28	6	0.21	6.87	0.0079
REPETICIONES	0.06	2	0.03	0.92	0.4363
TRATAMIENTOS	1.22	4	0.31	9.85	0.0035
ERROR	0.25	8	0.03		
TOTAL	1.53	14			
TEST:TUKEY ALFA=0.05 DMS=0.49729					
ERROR: 0.0311 GL: 8					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
1	1.41	3	0.1		C
2	1.82	3	0.1	A	B C
3	1.99	3	0.1	A	B
4	1.75	3	0.1		B C
5	2.28	3	0.1	A	

Labores realizadas



Figura 1. Obtencion de las cajas



Figura 2. Colocacion del cobertor



Figura 3. Colocación del agua

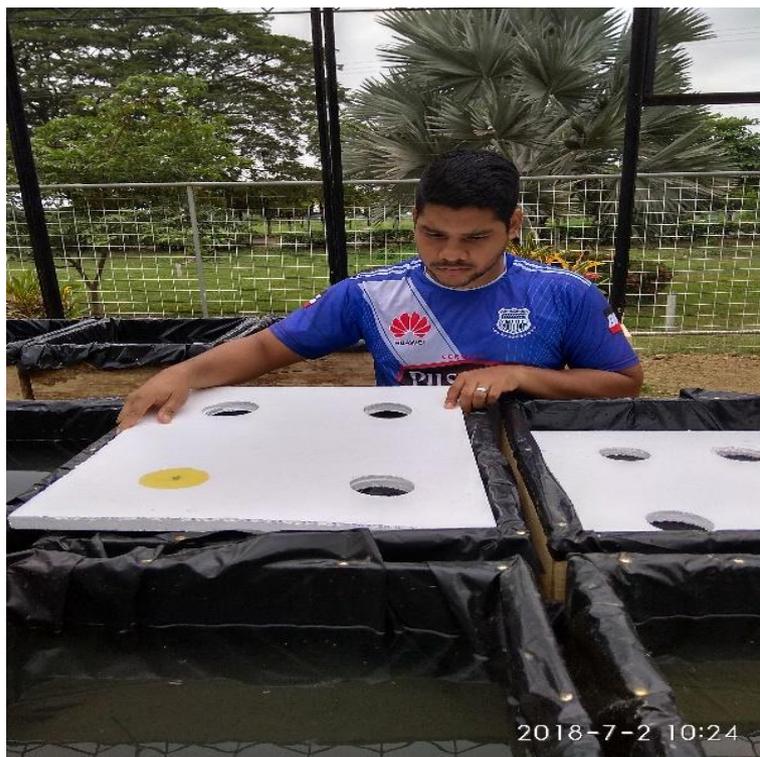


Figura 4. Colocacion del espumafon



Figura 5. La siembra se la realizó, utilizando la variedad INIAP14

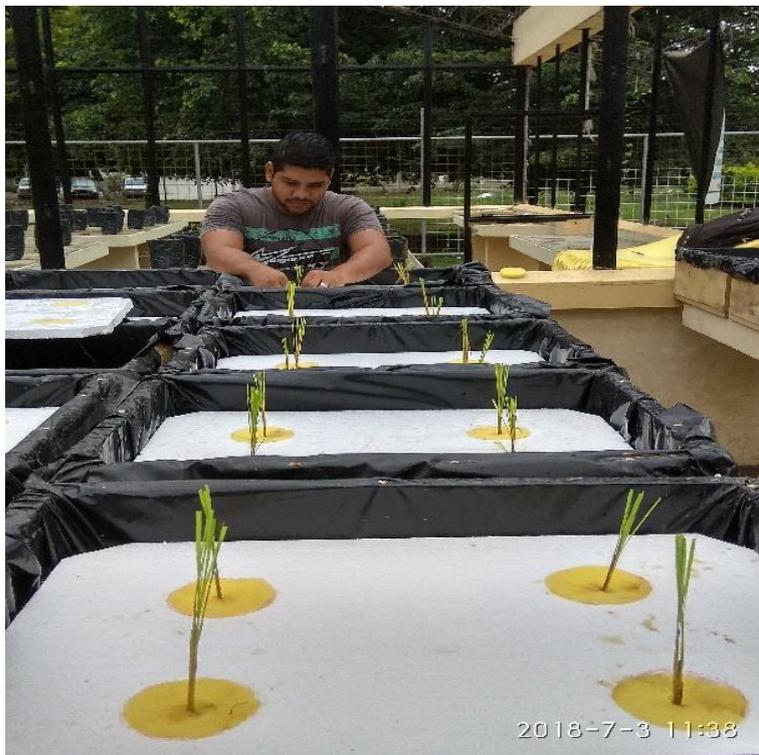


Figura 6. Se realizo la siembra a una distancia de 20cm entre plantas



Figura 7. La fertilización se aplicó semanalmente hasta la floración.



Figura 8. La oxigenación se realizó de manera manual 3 veces por día.



Figura 9. Utilización del medidor de clorofila



Figura 10. Evaluación del contenido de clorofila, tomado en hojas al azar.



Figura 11. Sistema radicular



Figura 12. Longitud de la raíz se lo realizo con un flexometro



Figura 13. Producción de macollos por planta.



Figura 14. Conteo de macollos en cada una de las unidades experimentales.



Figura 15. La altura se la realizo desde la base hasta la espiga mas alta.



Figura 16. La longitud y ancho de la hoja bandera se tomaron con un flexómetro.



Figura 17. Visita del tutor encargado del trabajo experimental.



Figura 18. Visita e interacción con el director encargado de titulación.



Figura 19. Precencia de enfermedades.



Figura 20. Evaluación de la incidencia y severidad de las enfermedades.



Figura 21. Separación de la biomasa húmeda de raíz y tallo.



Figura 22. Se tomo el peso en gramos de la biomasa húmeda de la raíz y el tallo.



Figura 23. Colocación de la raíz en al estufa para su respectivo secado.



Figura 24. Se procedió a tomar el peso en gramos de la biomasa de la raíz ya seca.



Figura 25. Colocación de la parte aérea en la estufa para su respectivo secado.



Figura 26. Se procedió a tomar el peso en gramos de la biomasa de la parte aérea ya seca.