



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

**“EFECTO DE TRES LÁMINAS DE INUNDACIÓN SOBRE EL
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES VARIETADES
DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)”**

AUTOR:

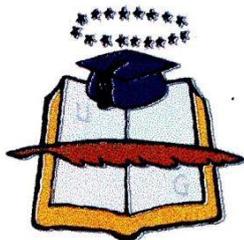
LUIS GENARO ORELLANA CORDERO

DIRECTOR

ING. AGR. IVÁN RAMOS MOSQUERA, MSc.

ECUADOR

2016



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

El presente proyecto de trabajo de titulación titulado: “**EFFECTO DE TRES LÁMINAS DE INUNDACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES VARIEDADES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)**”, realizado por el egresado **Luis Genaro Orellana Cordero**, bajo la Dirección del Ing. Agr. Iván Ramos Mosquera, MSc. Ha sido aprobada y aceptada por el Tribunal de Sustentación como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN:

Ing. Agr. Valeriano Bustamante, MSc.

PRESIDENTE

Q.F. Irma Falconi Moreano, D.D.S.
EXAMINADORA PRINCIPAL

Ing. Agr. Iván Ramos Mosquera, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

DEDICATORIA

A Dios por darme la fortaleza, iluminarme y ayudarme a escoger una carrera con éxitos como es en el campo de la agricultura.

A mis padres, Genaro Orellana y Bertha Cordero que me siento muy orgulloso de tenerlos, con su esfuerzo y sacrificio me supieron guiar y hacerme un hombre de bien, brindándome todo su apoyo para esta meta anhelada, a mis hijos Luis y Dylan que los amo con toda mi vida ya que ellos han sido piezas fundamentales para poder llegar a conseguir este logro, a mis queridos hermanos Edison, Wilson, Orly y Olger que de una u otra manera estuvieron pendientes de mí.

A mi querida y única abuelita que la tenemos entre nosotros, a mis tíos y tías, sobrinos y sobrinas y toda mi familia en general.

No podía dejar de dedicar este triunfo a mi querido Cantón El Triunfo dónde nací y me crie. Y porque no a mí mismo ya que a pesar de tantas dificultades en todos los ámbitos logre esta meta y un gran paso en mi vida.

[MIL GRACIAS A TODOS]

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida, por guiarme por el camino del bien y por cada día que me otorga para vivir con las personas que más quiero y amo, por las bendiciones recibidas todos estos años de mi vida.

A mis padres por la ayuda incondicional, a toda mi familia y a mis amigos que me han brindado su apoyo durante el desarrollo de mi trabajo de investigación.

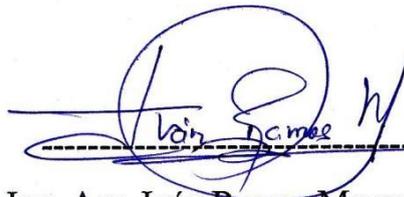
Al Paralelo El Triunfo y al paralelo Guayaquil de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil y sus docentes quienes han demostrado a lo largo de estos años de estudio su profesionalismo y calidad humana compartiendo sus conocimientos y actitudes con el estudiantado día a día. Y nos formaron como profesionales.

Un agradecimiento especial al Ing. Agr. Iván Ramos Mosquera, MSc., y al Ing. Agr. Valeriano Bustamante, MSc., Por haberme guiado y brindado su apoyo en el desarrollo de mi investigación, no puedo dejar de agradecer al Ing. Agr. Carlos Becilla Justillo Mg. Ed. Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias, Ing. Agr. Eison Valdiviezo Freire, MSc., Ing. Agr. Ricardo Guamán, MSc., de una y otra manera, a mis compañeros y a todos los que conforman nuestra prestigiosa Facultad.

CERTIFICADO DE REVISIÓN GRAMATOLÓGICA

Ing. Agr. Iván Ramos Mosquera MSc, con domicilio ubicado en la ciudad de Guayaquil por medio del presente tengo a bien CERTIFICAR: Que he recibido el proyecto de trabajo de titulación elaborado por el egresado Luis Genaro Orellana Cordero con C.I. 0919140392-2 Previo la obtención del Título de **Ingeniero Agrónomo**, cuyo tema es: **“EFECTO DE TRES LÁMINAS DE INUNDACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES VARIEDADES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)”**.

El proyecto revisado ha sido escrito de acuerdo a las normas gramaticales de sintaxis vigentes de la lengua española, e inclusive con normas 150-690, del Instituto Internacional de Cooperación Agrícola (ICA) en lo referente a la redacción técnica.



Ing. Agr. Iván Ramos Mosquera, MSc.

C. I.: 0909723504

Celular: 0993407844

Nº REGISTRO DE MAESTRÍA EN SENESCYT:

1006-2016-1699264

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA: REGISTRO DE PROYECTO DE TITULACIÓN		
“TÍTULO Y SUBTÍTULO:” EFECTO DE TRES LÁMINAS DE INUNDACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES VARIEDADES DE ARROZ (<i>Oryza sativa</i> L.).		
AUTOR: LUIS GENARO ORELLANA CORDERO	DIRECTOR: Ing. Agr. Iván Ramos Mosquera.	
	REVISORES: Ing. Agr. Valeriano Bustamante. MSc Q.F. Irma Falconi Moreano, D.D.S.	
INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL	FACULTAD: FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS	
CARRERA: INGENIERÍA AGRONÓMICA		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	No. DE PÁGS.: 126	
ÁREAS TEMÁTICAS: LA MEJOR LÁMINA DE INUNDACIÓN		
PALABRAS CLAVE: LÁMINAS DE INUNDACIÓN		
RESUMEN: El arroz como un producto de histórica tradicional alta demanda en el Ecuador, requiere de sistemas de cultivo que incrementen los rendimientos de las cosechas, disminuyendo sus costos de producción unitario, a fin de que los agricultores obtengan satisfactorias ganancias que mejoren sus condiciones económicas. En apoyo al enfoque de estas aspiraciones, el presente trabajo de titulación, ofrece una investigación acerca del Efecto de tres láminas de inundación sobre el comportamiento agronómico de tres variedades de arroz”, con la finalidad de incrementar los rendimientos del cultivo y los ingresos de los productores. La investigación se realizó durante la estación seca del año 2015, en los terrenos del señor Genaro Orellana Cordero, perteneciente al sector Vainillo, cantón El Triunfo, provincia del Guayas, cuya localización geográfica es longitud Oeste: 79°31’43”, latitud Sur: 02°20’22” con una altura promedio de 35 msnm. La metodología empleada para la realización de este estudio consistió en un diseño de parcelas divididas, donde los tratamientos correspondieron a las láminas de inundación y los subtratamientos a las variedades de arroz, utilizando cuatro repeticiones. Los efectos de los tratamientos se evaluaron sobre el comportamiento de determinadas características agronómicas del cultivo, cuyos resultados expresan que estadísticamente no hubo diferencias significativas en ninguno de los tratamientos establecidos, no obstante, las consabidas diferencias aritméticas en las cosechas, al ser proyectadas para una hectárea de cultivo equivalieron a ingresos de ventas, cuyas utilidades fueron de alta rentabilidad para el tratamiento de la variedad SFL – 11 con lámina de inundación de 15 cm, resultados, que de ser adoptados por el productor, mejorarán la producción de arroz y su nivel de vida.		
N. DE REGISTRO (en base de datos):		N. DE CLASIFICACIÓN:
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTORA:	Teléf. 0987778436	Email: luis.orellanac@ug.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN: Ciudadela Universitaria “Dr. Salvador Allende” Av. Delta S/N y Av. Kennedy S/N. Guayaquil-Ecuador	Abg. Isabel Zambrano. Teléf. (04) 2288040 Email: isabel.zambranon@ug.edu.ec	

La responsabilidad por las investigaciones, resultados conclusiones y recomendaciones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.



Luis Genaro Orellana Cordero

Telf. 0987778436 - (04) 2010-289

Email: luis.orellanac@ug.edu.ec

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO.....	IV
CERTIFICADO DE REVISIÓN GRAMATÓLOGICA.....	V
REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. EL PROBLEMA	5
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
2.2. Formulación del problema	6
2.3. Justificación.....	7
2.4. Factibilidad.....	8
2.5. Objetivos de la investigación	9
2.5.1. Objetivo General	9
2.5.2. Objetivos específicos	9
III. MARCO TEÓRICO.....	10
3.1. Revisión de literatura	10
3.1.1. Descripción taxonómica.....	10
3.1.2. Cultivo y la producción de arroz.....	10
3.1.3. Características botánicas	11
3.1.4. Raíces	11
3.1.5 El tallo	12
3.1.6. Hojas.	12
3.1.7. Flores.....	13
3.1.8. Inflorescencia	13
3.1.9. Grano.....	13
3.1.10. Requerimientos Edafoclimáticos	14
Clima.	14
Temperatura	14
Suelo.....	15
pH.....	15
3.1.11. Láminas de riego por gravedad.....	16
3.1.12. Hipótesis general.....	17
3.1.13. Variables de estudio	17

a) Variable independiente	17
b) Variable dependiente	17
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	18
4.1. Localización del ensayo	18
4.2. Características del clima y suelo	18
4.3. Materiales.....	19
4.3.1 campo	19
4.3.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES.....	20
4.3.3. Oficina.....	23
4.4.1. Diseño de la investigación	23
a) Factores en estudio.....	23
b) Tratamientos estudiados	23
c) Diseño Experimental.....	24
d) Análisis de Varianza	24
Cuadro 5. Esquema del análisis de la varianza	25
e) Análisis Funcional.....	25
f) Especificación del ensayo	25
g) Manejo del experimento	26
Análisis de suelo	26
Siembra en Semillero	26
Preparación de suelo	26
Riego	27
Trasplante.....	28
Control de Malezas	28
Fertilización.....	29
Cosecha	32
h) Variables evaluadas	32
Las variables evaluadas fueron las siguientes:	32
Altura de planta (cm)	32
Días a floración	32
Días a cosecha.....	32
Panículas por (m ²)	33
Longitud de panícula (cm)	33
Granos por panícula	33
Granos vanos.....	33
Peso de mil semillas (gramos)	34

Rendimientos de cosecha (kilos/ ha y Nº sacas de 200 lb/ ha)	34
Análisis económico	34
V. RESULTADOS	38
5.1. Altura de planta (m)	38
5.2. Días a la floración	39
5.3. Días a cosecha	40
5.4. Panícula por (m ²)	40
5.5. Longitud de panícula (cm)	42
5.6. Granos por panícula	43
5.7. Granos vanos	44
5.8. Promedio de peso de 1000 semillas	45
5.9. Rendimiento (kg/ha)	46
5.10. Rendimiento en (sacas de 200 lb /ha)	47
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL RIEGO.....	48
Costos de producción por hectárea y por saca de 200 lb de arroz, de las interacciones variedad - lámina de inundación.....	51
Utilidades y rentabilidad de los tratamientos en estudio	52
VI. DISCUSIÓN	55
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
VIII. RESUMEN	58
IX. SUMMARY	60
X. BIBLIOGRAFÍA.....	61
XI. LINGÜÍSTICA	63
ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE CUADROS DE TEXTO

Cuadro 1. Características de la variedad SFL – 11	20
Cuadro 2. Características de la variedad INIAP “14 Filipino”	21
Cuadro 3. Características agronómicas de la variedad INIAP 15.	22
Cuadro 4. Combinación de los tratamientos.....	24
Cuadro 5. Esquema del análisis de la varianza.....	25
Cuadro 6. Control fitosanitario del cultivo de arroz.....	30
Cuadro 7. Control Insectos – Plagas.....	31
Cuadro 8. Cultivo de arroz: costo de producción comparativo de tres variedades con tres láminas de inundación U.S.D/ hectárea).	36
Cuadro 9. Cultivo de arroz: beneficios y rentabilidades comparativos entre las interacciones variedad -lámina de inundación. (Area:1Ha).....	37
Cuadro 10. Promedio de altura de planta (m), obtenidos en tres variedades de arroz a través de tres láminas de inundación sembradas en el sector Vainillo, cantón El Triunfo. Provincia del Guayas. UG, 2016.....	38
Cuadro 11. Promedios de días a floración obtenidos en tres variedades de arroz a través de tres láminas de inundación sembradas en el sector Vainillo, cantón El Triunfo. Provincia del Guayas. UG, 2016.....	39
Cuadro 12. Promedio de días a la cosecha obtenidos en tres variedades de arroz con tres láminas de inundación, sembradas en el sector Vainillo, cantón El Triunfo, Provincia del Guayas. UG, 2016.	40
Cuadro 13. Promedios de panículas por/ m ² obtenidos en tres variedades de arroz a través de tres láminas de inundación, sembradas en el sector Vainillo, cantón El Triunfo, Provincia del Guayas. UG, 2016.....	41

Cuadro 14. Promedios de longitud de panícula obtenidos en tres variedades de arroz a través de tres láminas de inundación, sembradas en el sector Vainillo, cantón El Triunfo. Provincia del Guayas. UG, 2016.42

Cuadro 15. Promedios de granos por panícula obtenidos en tres variedades de arroz a través de tres láminas de inundación, sembradas, en el sector Vainillo, cantón El Triunfo. Provincia del Guayas. UG, 2016.43

Cuadro 16. Promedios de granos vanos, obtenidos en tres variedades de arroz a través de tres láminas de inundación, sembradas en el sector Vainillo, cantón El Triunfo, Provincia del Guayas. UG, 2016.....44

Cuadro 17. Promedios de peso de 1000 semillas, obtenidos en tres variedades de arroz a través de tres láminas de inundación, sembradas en el sector Vainillo, cantón El Triunfo, Provincia del Guayas. UG, 2016.45

Cuadro 18. Promedios del rendimiento (kg/ha^{-1}), obtenidos en tres variedades de arroz a través de tres láminas de inundación, sembradas en el sector Vainillo, cantón El Triunfo, Provincia del Guayas. UG, 2016.46

Cuadro 19. Promedios de sacas de 200 lb/ha, obtenidos en tres variedades de arroz a través de tres láminas de inundación, sembradas en el sector Vainillo, cantón El Triunfo, Provincia del Guayas. UG, 2016.....47

Cuadro 20. Costos comparativos de producción por hectárea y por saca de 200 lb de arroz, entre las interacciones Variedad - Lámina de inundación..... 53

Cuadro 21. Cultivó de arroz: comparación de utilidades y rentabilidad entre las interacciones Variedades - Láminas de inundación. 54

ÍNDICE DE FIGURAS DE TEXTO

Figura 1. Características hidráulicas de la fuente de captación de agua rio culebra.	48
Figura 2. Características hidráulicas del canal de abastecimiento de agua para las parcelas experimentales.	50

ÍNDICE DE CUADROS DE ANEXOS

CUADRO 1 A. Programación SAS Para 10 Variables Medidas En El Experimento Sobre El Efecto De Tres Láminas De Inundación Bajo El Comportamiento Agronómico De Tres Variedades De Arroz.	65
CUADRO 2 A. Valores de altura de planta (m), obtenidos en tres variedades de arroz evaluadas con tres láminas de inundación sembradas en la zona de Vainillo, cantón El Triunfo. Provincia del Guayas. UG, 2016.	66
CUADRO 3 A. Análisis de la Varianza de altura de planta.	66
CUADRO 4 A. Valores de días a floración, obtenidos en tres variedades de arroz evaluadas con tres láminas de inundación sembradas en la zona de Vainillo, cantón El Triunfo. Provincia del Guayas. UG, 2016.	67
CUADRO 5 A. Análisis de la Varianza días a floración.	67
CUADRO 6 A. Valores de días a cosecha, obtenidos en tres variedades de arroz evaluadas con tres láminas de inundación sembradas en la zona de Vainillo, cantón El Triunfo. Provincia del Guayas. UG, 2016.	68
CUADRO 7 A. Análisis de la Varianza de días a cosecha.	68
CUADRO 8 A. Valores de panículas por m ² , obtenidos en tres variedades de arroz evaluadas con tres láminas de inundación sembradas en la zona de Vainillo, cantón El Triunfo. Provincia del Guayas. UG, 2016.	69
CUADRO 9 A. Análisis de la Varianza de panículas por m ²	69
CUADRO 10 A. Valores de longitud de panícula (cm), obtenidos en tres variedades de arroz evaluadas con tres láminas de inundación sembradas en la zona de Vainillo, cantón El Triunfo. Provincia del Guayas. UG, 2016.	70

CUADRO 11 A. Análisis de la Varianza de longitud de panícula (cm).	70
CUADRO 12 A. Valores de granos por panícula, obtenidos en tres variedades de arroz evaluadas con tres láminas de inundación sembradas en la zona de Vainillo, cantón El Triunfo. Provincia del Guayas. UG, 2016.....	71
CUADRO 13 A. Análisis de la Varianza de granos por panícula.	71
CUADRO 14 A. Valores de granos vanos, obtenidos en tres variedades de arroz evaluadas con tres láminas de inundación sembradas en la zona de Vainillo, cantón El Triunfo. Provincia del Guayas. UG, 2016.....	72
CUADRO 15 A. Análisis de la Varianza de granos vanos.....	72
CUADRO 16 A. Valores de peso de 1000 semillas (g), obtenidos en tres variedades de arroz evaluadas con tres láminas de inundación sembradas en la zona de Vainillo, cantón El Triunfo. Provincia del Guayas. UG, 2016.....	73
CUADRO 17 A. Análisis de la Varianza de peso de 1000 semillas (g).73	
CUADRO 18 A. Valores del rendimiento (kg ha^{-1}), obtenidos en tres variedades de arroz evaluadas con tres láminas de inundación sembradas en la zona de Vainillo, cantón El Triunfo. Provincia del Guayas. UG, 2016.....	74
CUADRO 19 A. Análisis de la Varianza del rendimiento (kg ha^{-1}).....	74
CUADRO 20 A. Valores de sacas de 200 lb/ha, obtenidos en tres variedades de arroz evaluadas con tres láminas de inundación sembradas en la zona de Vainillo, cantón El Triunfo. Provincia del Guayas. UG, 2016.....	75
CUADRO 21 A. Análisis de la Varianza: Nº sacas de 200 lb/ha.....	75

ÍNDICE DEL ANEXO DE FIGURAS

Figura 1 A. Desbroce para siembra de semillero.....	77
Figura 2 A. Pase de Rome roplow para semillero.	77
Figura 3 A. Formación e inundación para piscina de semillero.	78
Figura 4 A. División de la plata banda.	78
Figura 5 A. Siembra del semillero.	79
Figura 6 A. Fumigación para insectos plaga.....	79
Figura 7 A. Riego en semillero.	80
Figura 8 A. Semillero listo para el trasplante (25 días).	80
Figura 9 A. Fangueo en el área del experimento.	81
Figura 10 A. Nivelación en el área del experimento.	81
Figura 11 A. Formación de las piscinas parcelarias.	82
Figura 12 A. Culminación de las piscinas en estudio.....	82
Figura 13 A. Aplicación de pre emergente antes de sembrar.	83
Figura 14 A. Inicio de siembra de las parcelas.	83
Figura 15 A. Culminación de la siembra.	84
Figura 16 A. Preparación de fertilizante.....	84
Figura 17 A. primera aplicación de fertilizante con la siembra.....	85

Figura 18 A. Segunda aplicación a los treinta días después de la siembra.	85
Figura 19 A. Tercera aplicación a los cuarenta y cinco días después de la siembra.	86
Figura 20 A. Aplicación de las láminas de inundación a los ocho días después de la siembra.	86
Figura 21 A. Lámina de reposición cada cuatro o cinco días.	87
Figura 22 A. Vista panorámica de las parcelas inundadas.	87
Figura 23 A. Continuación con el riego.	88
Figura 24 A. Preparación de insecticida y funguicida.	88
Figura 25 A. Aplicación para el control de insectos plagas y fitosanitario.	89
Figura 26 A. Control fitosanitario.	89
Figura 27 A. Monitoreo de control de plagas.	90
Figura 28 A. Colocación de letreros.	90
Figura 29 A. Continúas fumigaciones para el control de insecto plagas.	91
Figura 30 A. Continúas fumigaciones para el control fitosanitario.	91
Figura 31 A. Monitoreo de las aplicaciones para verificar el control de las plagas.	92
Figura 32 A. Se procede a medir las láminas.	92
Figura 33 A. Medición de la lámina 5 cm.	93

Figura 34 A. Medición de la lámina de 10 cm.....	93
Figura 35 A. Medición de la lámina de 15 cm.....	94
Figura 36 A. Deshierba con rabones.....	94
Figura 37 A. Visita del presidente Ing. Valeriano Bustamante y el director Ing. Iván Ramos junto al egresado en las parcelas de estudio.....	95
Figura 38 A. Ing. Iván Ramos director del trabajo de titulación verificando que las parcelas con láminas de inundación tengan las medidas que corresponden.	95
Figura 39 A. Visita del presidente Ing. Valeriano Bustamante y el director Ing. Iván Ramos junto al egresado en el canal abastecedor Rio culebras y reconocimiento del conjunto motor bomba.	96
Figura 40 A. Toma de datos de la sección hidráulica con el nivel.	96
Figura 41 A. Toma de datos.....	97
Figura 42 A. Medición de altura de planta.	97
Figura 43 A. Cosecha de las variedades.	98
Figura 44 A. Medición de longitud de panícula.	98
Figura 45 A. Chicoteando, consiste en golpear en un madero hasta que se desprendan todos los granos de la panca.	99
Figura 46 A. Realizando el respectivo conteo de mil semillas.....	100
Figura 47 A. Pesando mil semillas de cada una de las parcelas con sus variedades respectivas en el campo.	100

Figura 48 A. Pesando mil semillas de cada una de las parcelas con sus variedades respectivas en el laboratorio de computo de la facultad.	101
Figura 49 A. Informe de análisis de suelo.	102
Figura 50 A. Informe de ensayo - suelo para determinar los parámetros físicos en el cual por medio de fórmulas se determinó la saturación del suelo	104
Figura 51 A. MAPA DE LOCALIZACION DEL LUGAR DONDE SE REALIZO EL EXPERIMENTO	106
Figura 52 A. ESQUEMA DE LA DISPOSICIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CAMPO	108

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) es considerado una gramínea de mucha importancia por ser el alimento básico de millones de habitantes en todas las regiones del mundo. Si bien, la producción arroceras se ha incrementado paulatinamente, está no basta para cubrir las necesidades de las poblaciones en continuo crecimiento. Este déficit hace que las Naciones se preocupen constantemente en mejorar sus conocimientos agrícolas mediante estudios y transferencia de tecnologías, para que de esta forma, sus territorios puedan aumentar su productividad y ser más eficientes con el paso de los años (Zea, L. 2014).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura, la producción de arroz en el Ecuador ocupa el puesto N° 26 a nivel mundial, además de considerarnos uno de los países más consumidores de arroz dentro la Comunidad Andina, agregando que en nuestro país para el año 2010, el consumo de arroz fue de 48 kg por persona. El arroz se encuentra entre los principales productos de cultivos transitorios, por ocupar más de la tercera parte de la superficie en sus cultivos (ambitoeconomico.blogspot.com/2012/10/la-produccion-de-arroz-en-el-ecuador.html).

El cultivo de arroz en el Ecuador constituye una de las principales actividades agrícolas en el litoral ecuatoriano, estimándose que da ocupación a unas 50.000 familias del sector rural. Esto significa una contribución al * Producto Interno Bruto AGRÍCOLA* de alrededor del 13%, lo que representa una participación del 2,7% del PIB Nacional (Mayorga, J. 2010).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) el mundo requerirá un importante aumento de la producción agrícola en las próximas décadas, donde la utilización del riego será el recurso más importante en el incremento de la producción. En Argentina, el área bajo riego en los cultivos extensivos de arroz ha tenido y continúa teniendo un crecimiento muy importante en los últimos años, su desarrollo ha sido acompañado de la mano de un paquete tecnológico que le permite obtener eficiencias en el uso del agua superiores al 90 % (**Aguirre C, et al 2012**).

El 40% de los alimentos producidos en el mundo se cultivan bajo riego. La mayoría se basa en sistemas de riego gravitacional con eficiencias en el uso del agua de entre el 20 al 50%, con los sistemas modernos presurizados, esa eficiencia se eleva a valores del 90 al 97% (**Aguirre C, et al 2012**).

El consumo de agua promedio del cultivo de arroz durante el riego puede estimarse en 13000 m³/ha. Este valor incluye la cantidad de agua que el cultivo transpira para producir su biomasa (rastros y granos), las pérdidas por evaporación e infiltración en la chacra y en la conducción del agua, la cantidad de agua necesaria para saturar el perfil del suelo (llenar los poros secos) y por último incluye el mantenimiento de una altura de agua constante lámina de 5 –7 cm por unos 100 días (**Aguirre C, et al 2012**).

En el Ecuador, de acuerdo a los registros del MAGAP, hasta el año 2015 se registraron 358,582.8 hectáreas de arroz, de las cuales el 239,722.3 hectáreas, es decir el 67 %, corresponden a la provincia del Guayas **(MAGAP, 2015)**.

Y dentro de esta cifra el cantón. El Triunfo como zona de influencia del proyecto de titulación, posee 4500 hectáreas, lo que representa el 2% del área total sembrada con la gramínea en la provincia del Guayas. De este total de 4500 hectáreas, en El Triunfo, al Sector Vainillo corresponden un estimado de 4,000.0 hectáreas (89%), de las cuales 3,395.25 hectáreas, se cultivan bajo riego. **1/**

En las condiciones mencionadas, se obtiene como efecto que en las áreas manejadas con secano, en inviernos regulares, se llega hasta un rendimiento de 50 sacas de 200 lb/ha, mientras que en el sistema bajo riego por inundación se alcanzan de 70 a 80 sacas/ha, según los agricultores del sector.

Los productores arroceros del sector Vainillo en el que se encuentra ubicada el área del experimento, utilizan generalmente láminas de riego para inundación de 20 a 30 cm, llegando en determinados casos a constatarse láminas de 40 cm, mantenidas después del macollamiento hasta 40 días, antes de la cosecha (declaraciones de productores del sector, 2016).

1/ Fuente: Padrón de la Asociación de Usuarios Sistema de Riego Manuel J. Calle – ex INERHI.

Las condiciones indicadas sobre el manejo del riego en el párrafo anterior son evidencias claras sobre la necesidad de un estudio que contribuya a racionalizar el uso del agua como recurso indispensable para la producción agrícola y de impacto directo en la economía de los agricultores.

Siendo el riego un factor limitante en la productividad del cultivo de arroz, la presente investigación, consiste en una evaluación del efecto de tres láminas de inundación sobre el comportamiento agronómico de tres variedades de arroz, habitualmente cultivadas en el entorno donde se efectuó el estudio propuesto.

II. EL PROBLEMA

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) entregó al país el Plan Nacional de Riego y Drenaje (PNRD). El acto se realizó en el Museo del Agua, en la ciudad de Quito. El plan era una aspiración de los agricultores para contar con una herramienta de planificación pública que defina las orientaciones del riego y drenaje. Y también colabore en la superación de problemas que, en las últimas décadas, se acumularon en este subsector del agro ecuatoriano.

Los agricultores del sector Vainillo, en el Cantón el Triunfo emplean alrededor de 30 cm de altura de agua en el cultivo de arroz, y en determinados casos, hasta 40 cm, provocando un considerable incremento en los costos de producción y el consecuente desperdicio del líquido vital.

Así, en los últimos treinta años, se evidenciaron problemas relacionados con el modelo de gestión que estuvo centrado en la construcción de infraestructura de riego y drenaje, sin considerar la integralidad de los sistemas.

También está el inequitativo acceso al agua; los bajos niveles de tecnificación y eficiencia; la escasa disponibilidad del líquido vital o las impredecibles precipitaciones; el incremento de la contaminación, que incide en la calidad del agua disponible; las debilidades de las organizaciones en la administración, operación y mantenimiento de los sistemas; la poca información, conocimiento y acciones consistentes, en torno al drenaje, entre otros.

El Plan Nacional de Riego y Drenaje “PNRD” responde a estos problemas; propone un nuevo modelo de gestión que no solo se centre en la construcción de infraestructura, sino que considere aspectos ambientales, sociales, culturales, organizativos, técnicos y productivos.

El objetivo del PNRD es contribuir al mejoramiento del ingreso de la población rural y la productividad agropecuaria, en armonía con los principios del Buen Vivir y la Soberanía Alimentaria (**MAGAP, 2012**).

Los problemas de grandes volúmenes de agua utilizados en el cultivo de arroz, como es el caso de los arroceros del Sector Vainillo que llegan a utilizar láminas de inundación, de hasta 40 cm, equivalente a 4000 m³ /ha, lo que incide directamente en el incremento de los costos de producción, por efecto del consumo, con los problemas siguientes:

- a) El consumo de combustible será más alto al mantener encendido el motor, más horas de trabajo, los costos respectivos aumentan.
- b) El conjunto motor bomba al permanecer más tiempo trabajando, requerirá de mayor mantenimiento, dándose un aumento de jornales, por lo cual, los costos de producción serán mayores.

Debido a las razones citadas, es importante encontrar la lámina óptima de riego para el cultivo de arroz, buscando obtener disminución de costos, mayor productividad y calidad de cosechas.

2.2. Formulación del problema

¿Cómo incide en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz, el uso de diferentes láminas de inundación en el Sector Vainillo, del Cantón el Triunfo?

2.3. Justificación

El presente trabajo de investigación se justifica por las siguientes razones:

- a) Por ser un trabajo de investigación nuevo y formal sobre riego para la producción arrocería.
- b) El arroz (*Oryza sativa* L.) es un cereal considerado alimento básico en muchas culturas culinarias (en especial la cocina asiática), así como en algunas partes de América Latina.
- c) Es una de las cosechas que llega al mercado mundial en forma de grano.
- d) En muchos países es un importante instrumento de la política financiera y económica.
- e) El arroz es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, aunque es el más importante del mundo considerando la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha. A nivel mundial, el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo si se considera la superficie cosechada, pero si se considera su importancia como cultivo

alimenticio, el arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales.

Además de su importancia como alimento, el cultivo de arroz es una gran fuente de empleo dentro del sector agrícola.

- f) La lámina óptima de riego determinada será de mucha ayuda para los agricultores dedicados a la actividad arrocera, debido a que con su uso, se maximiza la eficiencia del uso del agua con el efecto de un menor costo de producción y mayor rentabilidad desde la visión del riego.
- g) Por involucrar agricultores dedicados a esta actividad en áreas de uno a diez hectáreas.
- h) Finalmente, la lámina óptima de inundación se difundirá para beneficio de los agricultores del Sector Vainillo.

2.4. Factibilidad

Se contó con el apoyo de todos los agricultores del sector dedicado a la actividad arrocera y el cuerpo de profesores de la Facultad de Ciencias Agrarias.

La investigación se realizó durante el ciclo de vida de las variedades de arroz, 105 a 115 días, en los terrenos de la hacienda Transformación en la vía Duran Tambo, entrada frente a la pista de avionetas Payo propiedad del agricultor Sr. Genaro Orellana Cordero.

Para la ejecución del proyecto, se invirtió alrededor de 850 dólares americanos en insumos y labores de mantenimiento, además del uso de un equipo de riego, propiedad del dueño del predio.

2.5. Objetivos de la investigación

2.5.1. Objetivo General

Determinar el efecto de tres láminas de inundación sobre el comportamiento agronómico de tres variedades de arroz con la finalidad de incrementar los rendimientos del cultivo y los ingresos de los productores.

2.5.2. Objetivos específicos

- 1.- Evaluar el comportamiento agronómico de tres variedades de arroz sometidas a tres láminas de inundación.
- 2.- Determinar los mejores tratamientos del estudio.
- 3.- Realizar un análisis económico comparativo de los tratamientos estudiados.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Revisión de literatura

3.1.1. Descripción taxonómica.

Nombre Científico:	<i>Oryza sativa</i> L.
Reino:	<u>Plantae</u>
Subreino:	<u>Tracheobionta</u>
División:	<u>Magnoliophyta</u>
Clase:	<u>Liliopsida</u>
Subclase:	<u>Commelinidae</u>
Orden:	<u>Poales</u>
Familia:	<u>Poaceae</u>
Subfamilia:	<u>Bambusoideae</u>
Tribu:	<u>Oryzeae</u>
Género:	<u>Oryza</u>
Especie:	<u><i>Oryza sativa</i></u>

https://es.wikipedia.org/wiki/Oryza_sativa, (2010).

3.1.2. Cultivo y la producción de arroz

El cultivo se inició en China, en los valles fértiles del río Huang Ho y del Yang-Tse Kiang, antes del siglo XV AC. Ahora se sabe que el arroz se cultiva en Hunan desde los años 8200-7800 A. C, gracias a los resultados del análisis con carbono 14 que realizaron en un grano de arroz

en cuencos descubiertos en las excavaciones situadas en Pengtou Xiang. Incluso antes de que hubieran encontrado evidencias de arroz antes de 6000 A.C. en la provincia de Zhejiang, cerca de Hangzho (**Alegría, 2015**).

Como sabemos, el arroz es el segundo cereal de importancia para la alimentación mundial después del trigo, aunque las cifras crecieron ostensiblemente, con una producción en el año 2003 de 591 millones de toneladas de arroz cáscara y 354 millones para consumo; siendo los países más productores: China, India, Indonesia, Bangladesh, y Vietnam los que representan el 72% de la producción mundial www.sld.cu/saludvida/temas.php?idv=4369, (**2003**).

3.1.3. Características botánicas

El arroz, en las especies y variedades conocidas en los países europeos, es una planta herbácea anual que se cultiva en condiciones casi permanentes de inundación. Está formada por tallos rectos dispuestos en macolla, con raíces delgadas, fibrosas, cilíndricas y fasciculadas. La planta, provista de 7-11 hojas durante la fase vegetativa, alcanza una altura variable comprendida entre los 80 y los 150 centímetros, según la variedad y las condiciones ambientales de cultivo (fenotipo) (**Franquet, J. Borràs B, 2006**).

3.1.4. Raíces

Las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza

temporal y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales (**Franquet, J. Borràs B, 2006**).

3.1.5 El tallo

El tallo está formado por la alternación de nudos y entrenudos, en el nudo o región nodal se forman una hoja y una yema, esta última puede desarrollarse y formar una macolla. La yema se encuentra entre el nudo y la base de la vaina de la hoja. El septo es la parte interna del nudo que separa los dos entrenudos adyacentes. El entrenudo maduro es hueco, finamente estriado. Su superficie exterior carece de vello, y su brillo y color dependen de la variedad. La longitud del entrenudo varia siendo mayor la de los entrenudos de la parte más alta del tallo. Los entrenudos, en la base del tallo, son cortos y se van endureciendo, hasta formar una sección sólida (**CIAT, 2005**).

3.1.6. Hojas.

Las hojas se disponen en secuencia alterna a lo largo del tallo. La cantidad total en una planta adulta es una característica varietal. En el máximo desarrollo del estado de plántula el arroz muestra seis hojas, de las cuales tres están completamente formadas, dos en proceso de crecimiento y una muerta. La planta manifiesta una renovación sucesiva de hojas, desde la aparición de la primera y a lo largo del ciclo de vida. Por lo general, cada hoja tiene corta duración, al final, solo un número reducido de ellas se observan en el tallo. La hoja más alta, por debajo de

panícula, se conoce como hoja bandera o panicular (**Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, 2004**).

3.1.7. Flores.

Son de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración (**Franquet, J. Borràs B, 2006**).

3.1.8. Inflorescencia

Es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemmas estériles, la raquilla y el flósculo (**Franquet, J. Borràs B, 2006**).

3.1.9. Grano.

La observación del grano de arroz nos lo presenta con una cascara color crema envolviendo la parte comestible o endospermo, color blanco. El endospermo se encuentra rodeado de una cubierta muy delgada o pericarpio, también de color crema o marrón claro. La fuerte adhesión del pericarpio con el endospermo permite ubicar el fruto o grano de arroz (**Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, 2004**).

3.1.10. Requerimientos Edafoclimáticos

Clima.

Los factores climáticos tales como la temperatura, la radiación solar y el viento tienen influencia sobre el rendimiento del arroz ya que afectan el crecimiento de la planta y los procesos fisiológicos relacionados con la formación del grano. Estos factores también afectan indirectamente el rendimiento aumentando el daño causado por las plagas y las enfermedades www.fao.org/docrep/006/y2778s/y2778s04.htm

Temperatura

Las altas y bajas temperaturas por encima y por debajo de los límites críticos afectan el rendimiento de grano ya que inciden sobre el macollaje, la formación de espiguillas y la maduración. Las bajas temperaturas limitan la duración del período y la tasa de crecimiento y el desarrollo de las plantas de arroz. Las altas temperaturas causan estrés térmico sobre las plantas de arroz. Hasta el momento de la iniciación del primordio de la panoja, los puntos de crecimiento de las hojas y los tallos están debajo del agua y la temperatura del agua controla el crecimiento y el desarrollo de la planta.

La elongación de las hojas y la altura de la planta son afectadas, sin embargo, por la temperatura del agua y del aire. En las primeras etapas de crecimiento la temperatura del agua afecta el rendimiento por su incidencia sobre el número de panojas por planta, el número de espiguillas por panoja y el porcentaje de granos que maduran.

La temperatura óptima para una buena germinación está comprendida entre 20 °C y 35 °C mientras que para la emergencia de la plántula y el crecimiento inicial se encuentra entre 20 °C y 30 °C. www.fao.org/docrep/006/y2778s/y2778s04.htm

Suelo

El cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos. Los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por tanto la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes jose31moran.blogspot.com/2012/07/.

pH.

La mayoría de los suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación. El pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que para suelos alcalinos ocurre lo contrario. El pH óptimo para el arroz es 6.6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y además las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel jose31moran.blogspot.com/2012/07/.

3.1.11. Láminas de riego por gravedad

Se sugiere láminas de agua de 5 a 7 cm, con lo cual se obtienen mejores y mayores beneficios que láminas arriba de 10 cm.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes profundidades de láminas de agua en el desarrollo y producción del cultivo de arroz en Calabozo, estado Guárico (Venezuela), como practica fundamental para aumentar los rendimientos y hacer sustentable este importante cultivo (ANAR, 2011).

Riego permanente con lámina constante. Cuando la lámina es menor de 2,5 cm, las plantas son de mayor tamaño, pero con menor volcamiento; exigen una buena nivelación y un buen control de malezas se recomienda mantener láminas entre 2,5 cm y 7 cm. (Manual agropecuario, 2002).

La distribución arrocera de ENTRE RÍOS en la campaña 2000/01. Se señala en ambas la cantidad de hectáreas irrigadas en función de la fuente de agua utilizada, explicitando los porcentajes relativos por departamentos y/o latitudes, al partir de la estimación de la cantidad de agua evapotraspirada diariamente desde la superficie cultivada con arroz, para una siembra con diferentes distanciamientos y una variedad determinada, se generan los siguientes supuesto:

- Precipitación efectiva estimada en función del manejo del agua.
- Lámina de agua a la que se desea mantener la inundación (80 y 100 mm).
- Lámina máxima de agua que pueda almacenar la taipa (120 mm).

- Caudal de entrega de la bomba (variable según la fuente de abastecimiento).
- Eficiencia de riego de 63,9%, tomada del trabajo de **(Benavidez, R. 2006)**.

De acuerdo a las conversaciones sostenidas con agricultores arroceros de la zona de estudio, el rubro riego representa alrededor de un 10% de los costos de producción por hectárea, lo cual se vuelve significativo, según el tamaño de la superficie de siembra y calidad de su manejo.

3.1.12. Hipótesis general

La aplicación de la lámina óptima de inundación en el cultivo de arroz mejorará el desarrollo fenotípico de las plantas con el consecuente incremento del rendimiento y calidad de las cosechas, lo que aumentará los ingresos de los agricultores del sector Vainillo cantón El Triunfo.

3.1.13. Variables de estudio

a) Variable independiente

Lámina óptima de inundación.

b) Variable dependiente

Productividad y calidad de las cosechas de arroz.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización del ensayo

Esta investigación se realizó en la “FINCA TRANSFORMACIÓN” de propiedad del señor Genaro Orellana Cordero. La ubicación del sitio experimental es la siguiente:

En el sector de Vainillo perteneciente al Cantón El Triunfo, Provincia del Guayas.

Latitud: 02°20'22" S
Longitud: 79°31'43" W
Altitud: 35 msnm
Fuente: en línea GPS

4.2. Características del clima y suelo

Temperatura: 25-34 °C
Humedad relativa promedio: 82 %
Precipitación anual: 1557 mm /año
Topografía: regular
Textura: franco arcilloso
Heliofonía: 733,7 horas/año
Nubosidad: 7/8 cielo cubierto en (estación de verano)2/

2/ Datos proporcionados por Ingenio Azucarero San Carlos, 2011.

4.3. Materiales.

4.3.1 campo

- ✓ Semilla
- ✓ Libro de campo
- ✓ Machete
- ✓ Estacas
- ✓ Flexómetro
- ✓ Tablero
- ✓ Brocha
- ✓ Fundas plásticas
- ✓ Hoz
- ✓ Lona
- ✓ Pala
- ✓ Piola
- ✓ Bomba de mochila... De presión
- ✓ Motobomba...De motor
- ✓ Bomba de Riego...Motor de 23 HP con tubo expelente de 8 pulgadas con un caudal de 1800 galones por minuto.

4.3.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES

Cuadro 1. Características de la variedad SFL – 11

Producto	SFL – 11												
Marca	India												
Descripción	Semilla certificada de arroz que tiene grano extra largo y un ciclo intermedio												
Longitud de grano	Promedio 7.9 mm (grano largo)												
Método de siembra	Siembra voleo 100 kg. Siembra trasplante 45 kg.												
Zona de cultivo	Bañaderos (suelos con fácil drenaje)												
Presentación	Sacos de 45 kg												
Porcentaje de germinación	Mayor a 90%												
Tratamiento de semilla	Fludioxinil												
Tipo se siembra	Riego												
Almacenamiento	Sembrar dentro de los 10 días dentro de la compra. Mantener este producto bajo sombra y sobre pallets.												
Tiempo de cosecha	En invierno: 122 días En verano: 131 días												
Nutrición recomendada	<table><thead><tr><th></th><th>N</th><th>P</th><th>K</th></tr></thead><tbody><tr><td>Invierno</td><td>143</td><td>46</td><td>75</td></tr><tr><td>Verano</td><td>120</td><td>45</td><td>75</td></tr></tbody></table>		N	P	K	Invierno	143	46	75	Verano	120	45	75
	N	P	K										
Invierno	143	46	75										
Verano	120	45	75										

(INDIA, 2013).

Cuadro 2. Características de la variedad INIAP “14 Filipino”

Descripción	Valores
Valores calificación	
Rendimiento de bajo riego (trasplante)	64 a 100 sacas/200 Lb
Rendimiento de bajo secano (siembra directa)	53 a 68 sacas/200 Lb
Ciclo vegetativo (días) (riego trasplante)	115 a 27
Ciclo vegetativo (días) (secano siembra directa)	110 a 100
Altura de planta (cm) (riego trasplante)	81 a 100
Altura de planta (cm) (secano siembra directa)	99 a 107
Numero de panículas/planta	14 a 38
Longitud de grano (mm)	7.1 (L)
Ancho de grano (mm)	2.19
Granos llenos por panícula (%)	89
Peso de 1000 gramos (g)	26
Grano entero al pilar (%)	62
Hoja blanca	MR
Quemazón	MS
Sogata	R
Acame de plantas	R
Latencia en semanas	4-5

Rendimiento kg/ha de arroz en cascara al 14 % de humedad y 0 % de impurezas sacas de 200 lbs.

Grano largo (L) 6,6 a 7.5 mm, grano extra largo (EL) más de 7.5 mm.

Cosecha en época oportuna y en el adecuado manejo del cultivo evitan el acame (INIAP, 1999).

Cuadro 3. Características agronómicas de la variedad INIAP 15.

Descripción	Valores
Calificación	
Rendimiento	64 a 91 sacas/200 Lb
Ciclo vegetativo (días)	17 a 128
Altura de planta	89 a 108
Número de panículas /planta	17 a 25
Granos llenos/panícula	145
Longitud de grano (mm)	7.5
Grano entero al pilar (%)	67
Calidad culinaria	Buena
Hoja blanca	MS
Quemazón	MS
Acame de plantas	R.
Acame de plantas	4-6

Rendimiento kg/ha de arroz en cascara al 14 % de humedad y 0 % de impurezas.

Grano extra largo (EL) más de 7.5 mm.

R= resistente; MR. = moderadamente resistente MS= moderadamente susceptible.

(INIAP, 2009).

4.3.3. Oficina

- ✓ Computadora
- ✓ Balanza electrónica digital
- ✓ Determinador de humedad
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Papel A 4
- ✓ Calculadora

4.4.1. Diseño de la investigación

a) Factores en estudio

Los factores en estudio fueron tres variedades de arroz y tres láminas de inundación.

b) Tratamientos estudiados

Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

Tres variedades de arroz: SFL – 11, INIAP 14 y INIAP 15

Tres láminas superficiales de 50 mm, 100 mm y 150 mm.

Cuadro 4. Combinación de los tratamientos

	FACTOR A	FACTOR B
N° tratamiento	Variedades	Láminas (mm)
1.	SFL-11	50
2.	SFL-11	50
3.	SFL-11	50
4.	INIAP- 14	100
5.	INIAP- 14	100
6.	INIAP- 14	100
7.	INIAP- 15	150
8.	INIAP- 15	150
9.	INIAP- 15	150

c) Diseño Experimental

Se utilizó el diseño de parcelas divididas, donde los tratamientos correspondieron a las láminas de inundación y los subtratamientos a las variedades de arroz, se utilizaron cuatro repeticiones.

d) Análisis de Varianza

El esquema del análisis de la varianza del diseño de parcelas divididas se lo detalla en el cuadro 5.

Cuadro 5. Esquema del análisis de la varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
Repeticiones (r-1)	3
Variedades (v-1)	2
Error (a)	6
Parcelas grandes	11
Láminas (l-1)	2
Int. Variedades x Láminas (v-1) (l-1)	4
Error (b)	18
Total (r x t) -1	35

e) Análisis Funcional

Las comparaciones de los promedios de tratamientos se realizaron mediante la prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad.

f) Especificación del ensayo

El delineamiento experimental se describe a continuación:

Números de repeticiones	4
Números de tratamiento	3
Números de subtratamiento	3
Número total de parcelas	36
Distancia entre hileras	0.25 m
Distancias entre sitios	0.25 m
Hileras por subtratamientos	8 m
Ancho de subtratamiento	$8 \times 0.25 = 2$ m
Área del subtratamiento (2 m x 8 m)	16 m ²
Área útil del sub tratamiento (1 m x 8 m)	8 m ²
Área del tratamiento (6 m x 8 m)	48 m ²
Área útil del tratamiento (8 m x 3 m)	24 m ²
Área del ensayo (22 m x 38 m)	836 m ²
Área útil del ensayo (24 m x 12 m)	288 m ²

g) Manejo del experimento

Durante el trabajo de campo se realizaron las siguientes labores:

Análisis de suelo

Se tomó una muestra de suelo a 25 cm de profundidad para fertilización y a 30 cm para determinar parámetros físicos con fines de riego las cuales fueron llevadas a los laboratorios de suelo de la Estación Experimental Litoral Sur INIAP DR. Enrique Ampuero Pareja , y laboratorio AGQ Ecuador.

Siembra en Semillero

La preparación de suelo del área experimental, inicialmente, consistió en desbroce y dos pases de Rome plow. Para establecer el semillero, se procedió a la formación de la plata banda, que se niveló, acto seguido inundarla, y luego de dos días se realizó la siembra, al voleo la semilla, el 5 de agosto del 2.015, a una profundidad de 2 cm y finalmente se seccionó el semillero en pequeños cuadros separados unos de otros.

Preparación de suelo

En el área destinada al trasplante se realizó dos pases de Rome plow, se niveló con un tractor de orugas zapatón en agua lodo y luego se procedió a inundar para realizar su respectivo fanguero, el 25 de agosto del 2.015.

Riego

La actividad del riego consistió inicialmente en estimar la lámina de agua necesaria para saturar 30 cm de suelo franco arcilloso, mediante la fórmula:

$$s = \frac{-(P - a)}{100} \times p$$

Ls = Lámina de agua para saturar el suelo en mm.

N = porosidad del suelo %

PM = Punto de marchitez en % de peso suelo seco

da = densidad aparente de peso suelo seco en g/cm³

pe = profundidad efectiva radicular en mm.

Luego de estimar y aplicar la lámina de saturación, se procedió a proporcionar en las parcelas del ensayo experimental las láminas de inundación predeterminadas de 50 mm, 100 mm, y 150 mm de acuerdo al croquis de campo.

Las láminas de agua aplicadas para inundar las parcelas experimentales, fueron de 50 mm, 100 mm y 150 mm, que equivalen a 500, 1000 y 1500 m³/ha respectivamente.

El tiempo de llenado de los lotes duró 15 minutos, las láminas de inundación fueron evacuadas cada 10 – 15 días para la aplicación de fertilizantes, insecticidas y fungicidas. Y la lámina de reposición se aplicó de 4 – 5 días, hasta 4 cm en las piscinas con láminas de 50 mm, debido mayormente, a la heliofanía, y en caso de cielo nuboso la reposición en

las demás piscinas fue de 3 cm por razones de evaporación menor e infiltración.

Se procedió a la toma de datos sobre las dimensiones de la sección hidráulica del canal y velocidad de circulación del agua en el río culebra utilizado como fuente abastecedora.

Se tomaron datos de la longitud y dimensiones de la sección hidráulica del canal abastecedor, además de sus cotas de inicio y llegada del agua desde la fuente de abastecimiento hasta el área experimental respectivamente.

Trasplante

Se procedió a trasplantar él 30 de agosto del 2.015, cuando las plántulas tenían 25 días de haber germinado de 3-4 cm de profundidad radicular.

Control de Malezas

El control se lo realizó de acuerdo a recomendaciones del departamento de malezas de INIAP. Se utilizó prowl (Pendimentalin), machete (Butaclor) en pre-emergencia, y en Post-emergencia se aplicó Nomine (BISPYRIBAC SODIUM), chincher (cyhalofop butil éster), Luego se hizo una desyerba utilizando rabones, ver cuadro № 8.

Fertilización

Esta labor se efectuó aplicando fertilizantes, de síntesis química, de acuerdo con los resultados del análisis de suelo, a base de nitrógeno, fósforo y potasio. Se aplicó Blaukorn Classic (abono complejo granulado con magnesio azufre y micro elementos de coloración azul 25 kg/ha), Muriato de Potasio 25 kg/ha y de Urea (Nitrógeno) 140 kg/ha.

Cuadro 6. Control fitosanitario del cultivo de arroz

Estratos	Producto	Ingrediente Activo	Unidad es de medida	Cantidad (ha)	Tiempo de aplicación	Control de:
1.Semillero	Carbenpac	Carbendazim	mL	350	A 8 días de la siembra	<i>Pyricularia</i> y <i>Rhizoctonia</i> (Preventivo - Curativo)
2.Campo	Silvacur	Tebucunazole + Triadimenol	mL	700	15 días del trasplante	<i>Rhizoctonia solani</i> (podredumbre del tallo), <i>Sarocladium</i> (manchado de grano)
	Tilt	Propiconazole	mL	500	30 días del trasplante	<i>Helminthosporium oryzae</i> (amarillamiento y manchado de grano)
	Kasumin	Kasugamicina	mL	1200	45 días del trasplante	<i>Pyricularia oryzae</i> y <i>Pseudomonas Fuscovaginae</i> (quemazón y manchado de grano)
	Starner	Ácido oxolinico Carbendazin+Tebuconazole+Propilene glicol	g	300	55 días del trasplante	<i>Burkholderia glumae</i> (podredumbre de la vaina)
	Rosso		mL	600	70 días del trasplante	<i>Pyricularia</i> , <i>Rhizoctonia</i> y <i>Sarocladium</i> (Vaneamiento, manchado de grano y podredumbre de la vaina)

Se efectuaron monitoreo y evaluaciones semanales de las principales enfermedades, de acuerdo al umbral se aplicó fungicidas tratando de preservar la fauna benéfica para su control.

Elaboración: el autor

Cuadro 7. Control Insectos – Plagas

El control se lo realizó de acuerdo a recomendaciones del departamento de Entomología de INIAP.

Producto	Ingrediente Activó	Unidades de medida	Cantidad (HA)	Control de:
Fiprosol	Fipronil	CC	300	Sogata (<i>Tagosodes oryzicolus</i>)
Curacron	Profenofos	CC	600	Cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)
Serafin	Imidacloprid	CC	300	Sogata, novia de arroz (<i>Rupela albinella</i>)
Pyrinex	Cholpyrifos	CC	1000	Enrollador de hoja (<i>Syngamia SP</i>) Hidrelia SP (<i>mosca minadora</i>) y
Engeo	Tiametoxam +Lambdacihalotrina	CC	250	chinches Chinche/panícula (<i>Oebalus ornatus</i>)
Perfekthion	Dimethoate	CC	600	Chinche/pata (<i>Timbraca limbativentis</i>)

Fuente: Varias casa comerciales. Recomendaciones de INIAP Boliche DR. Enrique Ampuero Pareja .

Elaboración: el autor

Cosecha

Se hizo en forma manual y progresiva, durante el mes de diciembre del año 2.015, INIAP 14 se cosecho el día 15, INIAP 15 el día 20 y SFL – 11 el día 25. Esta labor se efectuó cuando las plantas obtuvieron su maduración fisiológica y el 95% de los granos en las panículas tuvieron color “pajizo” amarillento. Se cosechó con hoz y luego se procedió a golpear las panículas en un tronco o madero hasta que los granos se desprendieron totalmente.

h) Variables evaluadas

La mayoría de las variables evaluadas se registró en diez plantas tomadas de las hileras centrales de cada Variedad, luego se procedió a promediar.

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

Altura de planta (cm)

Se tomó cuando se presentó la madurez fisiológica, se midió diez plantas tomadas al azar de cada parcela útil, desde el nivel del suelo hasta la base de la yema terminal de cada planta, luego se procedió a promediar.

Días a floración

Correspondió a los días transcurridos desde la fecha de siembra hasta cuando el 50% de las plantas de cada Variedad estaban en antesis.

Días a cosecha.

Correspondió a los días transcurridos desde la fecha de siembra hasta cuando en las panículas de cada variedad había ocurrido la madurez fisiológica y estaban en proceso de secamiento.

Panículas por (m²)

Para efecto se procedió a contar las panículas presentes en, un 1m² de cada Variedad.

Longitud de panícula (cm)

Para el caso se tomaron diez panículas al azar, a las cuales se midieron desde la base de la panícula hasta el ápice de la misma, excluyendo la arista y luego se promedió.

Granos por panícula

En las diez panículas escogidas al azar, se contaron el número de granos existentes después se promedió.

Granos vanos

De las diez panículas escogidas al azar, se desmembraron el número de granos vanos y luego se promedió.

Peso de mil semillas (gramos)

Para el efecto se procedió a pesar 1000 semillas de cada Variedad, el resultado se expresó en gramos.

Rendimientos de cosecha (kilos/ ha y N° sacas de 200 lb/ ha)

Se procedió a la trilla de las plantas cosechadas en cada parcela útil, el peso se expresó en gramos para luego transformarlos a kilos por hectárea y luego a número de sacas de 200 lb/ha. La humedad del grano cosechado se uniformizó el 20 % mediante la siguiente ecuación.

$$PA = \frac{Pa (100 - Ha)}{(100 - Hd)}$$

Dónde:

PA = peso ajustado

Pa = Peso actual

Ha = humedad actual

Hd = humedad deseada

Análisis económico

Consistió en la cuantificación comparativa de costos e ingresos para la explotación del cultivo de arroz, aplicando la relación beneficio/costo de los tratamientos estudiados, proyectados a 1/ha.

Los rubros de los costos de producción se establecieron de acuerdo a las necesidades particulares de los agricultores arroceros de la zona de estudio, cuyos aspectos principales consideran el costo de la semilla,

labores pre culturales, labores de mantenimiento, cosecha y el transporte.
(Ver cuadro 8)

Los ingresos por venta del producto, se estimaron considerando el precio promedio de la saca de 200 lb durante los periodos de cosecha, de estos valores fueron deducidos los costos de producción del cultivo, para obtener como resultado las utilidades por cada tratamiento. (Ver cuadro 21)

Por último, se realizó el cálculo de las respectivas rentabilidades sobre el concepto costos de producción (ver cuadro 21), cuya fórmula es:

$$RP = \frac{\text{UN}}{\text{CP}} \times 100$$

RCP = Rentabilidad sobre costos de producción (%)

UN = Utilidad neta del ejercicio de la producción (U.S.D)

CP = Costos de producción (U.S.D)

**Cuadro 8. Cultivo de arroz: costo de producción comparativo de tres variedades con tres láminas de inundación
(U.S.D/ hectárea).**

Costos	Lámina 50 mm			Lámina 100 mm			Lámina 150 mm		
	SFL-11	INIAP 14	INIAP15	SFL-11	INIAP 14	INIAP 15	SFL-11	INIAP 14	INIAP 15
1. Semillas	160	120	130	160	120	130	160	120	130
2. Preparación y siembra del semillero	5	6	6	5	6	6	5	6	6
3. Desbroce y nivelación de suelo	90	90	90	90	90	90	90	90	90
4. Un pase de Rome plow	35	35	35	35	35	35	35	35	35
5. Consumo agua de riego	30	30	30	35	35	35	40	40	40
6. Aplicación del riego	40	40	40	45	45	45	50	50	50
7. Fangueo	100	100	100	100	100	100	100	100	100
8. Trasplante	230	230	230	230	230	230	230	230	230
9. Control químico Pre-emergente	34	34	34	34	34	34	34	34	34
10. Control químico Post-emergente	72	72	72	50	50	50	30	30	30
11. Desyerba	120	120	120	80	80	80	40	40	40
12. Fertilización	218	218	218	218	218	218	218	218	218
13. Control insectos-plagas	74.50	74.50	74.50	74.50	74.50	74.50	74.50	74.50	74.50
14. Control fitosanitario	181	181	181	181	181	181	181	181	181
15. Cosecha	3	3	3	3	3	3	3	3	3
16. Transporte	78	79	82	64	67	74	81	72	76
Total (USD)									
Producción bruta (sacas de 200 lb al 20% humedad)	78	79	82	64	67	74	81	72	76
Costo X									

Elaboración: el autor

Cuadro 9. Cultivo de arroz: beneficios y rentabilidades comparativos entre las interacciones variedad -lámina de inundación.
(Área: 1 ha)

INTERACCIÓN VARIEDAD - LÁMINA DE INUNDACIÓN	PRODUCCIÓN NETA (Sacos 200 lb/ha)	INGRESOS ESTIMADOS (U.S.D/ha)	COSTOS DE PRODUCCIÓN (U.S.D/ha)	UTILIDADES (U.S.D)	RENTABILIDAD (%)
1.- Lámina 50 mm					
1.1 SFL-11					
1.2 INIAP 14					
1.3 INIAP 15					
2.- Lámina 100 mm					
2.1 SFL-11					
2.2 INIAP 14					
2.3 INIAP 15					
3.- Lámina 150 mm					
3.1 SFL-11					
3.2 INIAP 14					
3.3 INIAP 15					

V. RESULTADOS

5.1. Altura de planta (m)

Los resultados del Análisis de la Varianza arrojan que no hubo diferencias estadísticas significativas en la relación de la interacción lámina de riego-variedad con la altura de planta (Cuadro 3 A del anexo).

En subtratamientos, se determinó, una alta significancia, debido a que la variedad SFL-11 fue la que obtuvo el mayor crecimiento, con 1.23 m; le siguió la variedad INIAP-14 con 1.06 m y en último término INIAP-15 con 1.05 m, lo cual, indica una diferencia estadística altamente significativa. (Cuadro 10).

Cuadro 10. Promedio de altura de planta (m), obtenidos en tres variedades de arroz a través de tres láminas de inundación sembradas en el sector Vainillo, cantón El Triunfo. Provincia del Guayas. UG, 2016.

Tratamientos	VARIETADES			X
	SFL-11	INIAP 14	INIAP 15	
Lámina 5 cm	1,21 ^{NS}	1.06	1.05	1.11 ^{NS}
Lámina 10 cm	1.24	1.06	1.05	1.12
Lámina 15 cm	1.24	1.07	1.05	1.12
\bar{X}	1.23 a	1.06 b	1.05 b	1.12
CV. a (%)				2.19
CV. b (%)				2.16

NS: No Significativo.

Promedios señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de probabilidad.

5.2. Días a la floración

Los resultados del análisis de varianza, expresan que estadísticamente no existió ninguna significancia para láminas interacción “variedades x láminas”, pero si existió valores altamente significativos para el factor variedades. La media general fue de 69 días a la floración con coeficientes de variación de 0 para los factores “a y b”. (Cuadro 5 A del anexo).

Dentro de las variedades, la INAP 14 con 65 días a floración fue la más precoz seguida por la INIAP 15 con 68 días, mientras SFL-11 con 75 días fue la más tardía (Cuadro 11).

Cuadro 11. Promedios de días a floración obtenidos en tres variedades de arroz a través de tres láminas de inundación sembradas en el sector Vainillo, cantón El Triunfo. Provincia del Guayas. UG, 2016.

Tratamientos	VARIEDADES			\bar{X}
	SFL-11	INIAP 14	INIAP 15	
Lámina 5 cm	75 ^{NS}	65	68	69 ^{NS}
Lámina 10 cm	75	65	68	69
Lámina 15 cm	75	68	65	69
\bar{X}	75a ^{1/}	65c	68b	69
CV. a (%)				0.00
CV. b (%)				0.00

NS: No Significativo.

5.3. Días a cosecha

Los resultados del análisis de varianza, expresan que estadísticamente no existió ninguna significancia para láminas interacción “variedades x láminas”, pero si existió valores altamente significativos para el factor variedades. La media general fue de 110 días a la cosecha con coeficientes de variación de 0 para los factores “a y b”. (Cuadro 7 A del anexo).

Dentro de las variedades, la INAP 14 con 105 días a la cosecha fue la más precoz seguida por la INIAP 15 con 110 días, mientras SFL-11 con 115 días fue la más tardía (Cuadro 12).

Cuadro 12. Promedio de días a la cosecha obtenidos en tres variedades de arroz con tres láminas de inundación, sembradas en el sector Vainillo, cantón El Triunfo, Provincia del Guayas. UG, 2016.

Tratamientos	VARIEDADES			X
	SFL-11	INIAP 14	INIAP15	
Lámina 5 cm	115 ^{NS}	105	110	110 ^{NS}
Lámina 10 cm	115	105	110	110
Lámina 15 cm	115	105	110	110
\bar{X}	115a	105c	110b	110
CV. a (%)				0.00
CV. b (%)				0.00

NS: No Significativo

5.4. Panícula por (m²)

Los resultados del análisis de varianza, expresan que estadísticamente no existió diferencia significativa para láminas de inundación e interacción “variedades x láminas”, pero si existió valores altamente significativos para el factor variedades. La media general fue de 313 panículas por/ m² con coeficientes de variación de 14.78% para el factor a. Y 13.23% para el factor b. (Cuadro 9 A del anexo).

Dentro de las variedades, la INAP 14 con 333 panículas por/ m² fue la que presentó mayor promedio seguida por la INIAP 15 con 307, mientras SFL-11 con 301 fue la de menor promedio (Cuadro 13).

Cuadro 13. Promedios de panículas por/ m² obtenidos en tres variedades de arroz a través de tres láminas de inundación, sembradas en el sector Vainillo, cantón El Triunfo, Provincia del Guayas. UG, 2016.

Tratamientos	VARIEDADES			\bar{X}
	SFL-11	INIAP 14	INIAP 15	
Lámina 5 cm	301 ^{N.S.}	279	315	298 ^{N.S.}
Lámina 10 cm	307	324	368	333
Lámina 15 cm	294	318	315	309
\bar{X}	301 ^{N.S.}	307	333	313
CV. a (%)				14.78
CV. b (%)				13.23

NS: No Significativo.

Promedios señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de probabilidad.

5.5. Longitud de panícula (cm)

Los resultados del análisis de varianza, expresan que estadísticamente no existió ninguna significancia para láminas de inundación e interacción “variedades x láminas”, pero si existió valores altamente significativos para el factor variedades. La media general fue de 27.16 cm para longitud de panícula con coeficientes de variación de 0.90% para factor a y 2.25% para el factor b (Cuadro 11 A del anexo).

Dentro de las variedades, la SFL-11 con 28.78 cm es el promedio más alto de longitud de panícula, seguido de INAP 14 con 26.70 cm y en último término la INIAP 15 con 25.94 cm (Cuadro 14).

Cuadro 14. Promedios de longitud de panícula obtenidos en tres variedades de arroz a través de tres láminas de inundación, sembradas en el sector Vainillo, cantón El Triunfo. Provincia del Guayas. UG, 2016.

Tratamientos	VARIETADES			X
	SFL-11	INIAP 14	INIAP 15	
Lámina 5 cm	28.56 ^{NS}	26.47	26.06	27.03 ^{NS}
Lámina 10 cm	28.79	26.94	26.00	27.24
Lámina 15 cm	29.00	26.72	25.78	27.16
\bar{X}	28.78 a	26.71b	25.94c	27.14
CV. a (%)				0.83
CV. b (%)				2.20

NS: No Significativo)

Promedios señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de probabilidad.

5.6. Granos por panícula

Los resultados del análisis de varianza, expresan que estadísticamente no existió ninguna significancia para láminas de inundación e interacción “variedades x láminas”, pero si existió valores altamente significativos para el factor variedades. La media general fue de 144 granos por panícula con coeficientes de variación de 5.34% para factor a y 5.94% para el factor b. (Cuadro 13 A del anexo).

Dentro de las variedades, se observó el mayor promedio de granos por panícula en SFL-11 con 151, seguido de INAP 14 con 147 y en último término la INIAP 15 con 136. (Cuadro 15).

Cuadro 15. Promedios de granos por panícula obtenidos en tres variedades de arroz con tres láminas de inundación, sembradas, en el sector Vainillo, cantón El Triunfo. Provincia del Guayas. UG, 2016.

Tratamientos	VARIEDADES			X
	SFL-11	INIAP 14	INIAP 15	
Lámina 5 cm	149 ^{NS}	146	138	144 ^{NS}
Lámina 10 cm	151	150	137	146
Lámina 15 cm	153	147	134	145
\bar{X}	151 a	148 b	136 b	145
C.V. a (%)				5.34
C.V. b (%)				5.94

NS: No Significativo)

Promedios señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de probabilidad.

5.7. Granos vanos

Los resultados del análisis de varianza, expresan que estadísticamente no existió ninguna significancia para láminas de inundación e interacción “variedades x láminas”, pero si existió valores altamente significativos para el factor variedades. La media general fue de 10.19 granos vanos con coeficientes de variación de 28.58 % para factor a y 26.16 % para el factor b. (Cuadro 15 A del anexo).

Dentro de las variedades, se observó el mayor promedio de granos vanos en SFL-11 con 12.00, seguido de INAP 14 con 10.42 y en último término la INIAP 15 con 8.16. (Cuadro 16).

Cuadro 16. Promedios de granos vanos, obtenidos en tres variedades de arroz a través de tres láminas de inundación, sembradas en el sector Vainillo, cantón El Triunfo, Provincia del Guayas. UG, 2016.

Tratamientos	VARIETADES			\bar{X}
	SFL-11	INIAP 14	INIAP 15	
Lámina 5 cm	15 ^{NS}	10	9	11 ^{NS}
Lámina 10 cm	11	11	9	10
Lámina 15 cm	11	11	7	10
\bar{X}	12 a	11 b	8 b	10
C.V. a (%)				28.58
C.V. b (%)				26.16

NS: No Significativo.

Promedios señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de probabilidad.

5.8. Promedio de peso de 1000 semillas

Los resultados del análisis de varianza, expresan que estadísticamente no existió ninguna significancia para láminas de inundación e interacción “variedades x láminas”, pero si existió valores altamente significativos para el factor variedades. La media general fue de 28.64 Promedio de peso de 1000 semillas con coeficientes de variación de 2.34 % para factor a y 1.40 % para el factor b. (Cuadro 17 A del anexo).

Dentro de las variedades, se determinó el mayor promedio, en SFL-11 con 29.13, seguido de INAP 14 con 28.56 y en último término la INIAP 15 con 28.24. (Cuadro 17).

Cuadro 17. Promedios de peso de 1000 semillas, obtenidos en tres variedades de arroz a través de tres láminas de inundación, sembradas en el sector Vainillo, cantón El Triunfo, Provincia del Guayas. UG, 2016.

Tratamientos	VARIEDADES			\bar{X}
	SFL-11	INIAP 14	INIAP 15	
Lámina 5 cm	29.15 ^{NS}	28.36	27.91	28.47 ^{NS}
Lámina 10 cm	28.80	28.76	28.68	28.75
Lámina 15 cm	29.45	28.55	28.12	28.71
\bar{X}	29.13 a	28.56 b	28.24 b	28.64
C.V. a (%)				2.34
C.V. b (%)				1.40

NS: No Significativo.

Promedios señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de probabilidad.

5.9. Rendimiento (kg/ha)

Los resultados del análisis de varianza, expresan que estadísticamente no existió ninguna significancia para láminas de inundación e interacción “variedades x láminas”, tampoco existió diferencia estadística significativa para el factor variedades. La media general fue de 6820. Rendimiento (kg/ha) con coeficientes de variación de 8.63 % para factor a y 10.62 % para el factor b. (Cuadro 19 A del anexo).

Dentro de las variedades, se observó el mayor promedio de Rendimiento en SFL-11 con 72.32 kg/ha, seguido de INAP 15 con 68.87 kg/ha y en último término la INIAP 14 con 63.44 kg/ha. (Cuadro 18).

Cuadro 18. Promedios del rendimiento (kg/ha⁻¹), obtenidos en tres variedades de arroz a través de tres láminas de inundación, sembradas en el sector Vainillo, cantón El Triunfo, Provincia del Guayas. UG, 2016.

Tratamientos	VARIEDADES			\bar{X}
	SFL-11	INIAP 14	INIAP 15	
Lámina 5 cm	7082 ^{NS}	5160	7166	6469 ^{NS}
Lámina 10 cm	7194	6100	6563	6619
Lámina 15 cm	7419	7072	6932	7141
\bar{X}	7232 a	6111 b	6887 ab	6743
C.V. a (%)				8.63
C.V. b (%)				10.62

NS: No Significativo)

Promedios señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de probabilidad.

5.10. Rendimiento en (sacas de 200 lb /ha)

Los resultados del análisis de varianza, expresan que estadísticamente no existió ninguna significancia para láminas de inundación e interacción “variedades x láminas”, ni con el factor variedades. La media general fue de 75 Rendimiento en (sacas /ha) con coeficientes de variación de 8.87 % para factor a y 10.74 % para el factor b. (Cuadro 21 A del anexo).

Dentro de las variedades se observó el mayor promedio de Rendimiento (sacas /ha) en SFL-11 con 80, seguido de INAP 15 con 76 y en último término la INIAP 14 con 70. (Cuadro 19).

Cuadro 19. Promedios de sacas de 200 lb/ha, obtenidos en tres variedades de arroz a través de tres láminas de inundación, sembradas en el sector Vainillo, cantón El Triunfo, Provincia del Guayas. UG, 2016.

Tratamientos	VARIETADES			\bar{X}
	SFL-11	INIAP 14	INIAP 15	
Lámina 5 cm	78 ^{NS}	64	79	74 ^{NS}
Lámina 10 cm	79	67	72	73
Lámina 15 cm	82	78	76	79
\bar{X}	80 a	70 b	76 ab	75
C.V. a (%)				8,87
C.V. b (%)				10,74

NS: No Significativo

Promedios señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Duncan \leq 0,05).

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL RIEGO

La entrega de agua al área experimental, se realizó desde la fuente de captación Río Culebra, cuyas características hidráulicas son las siguientes.

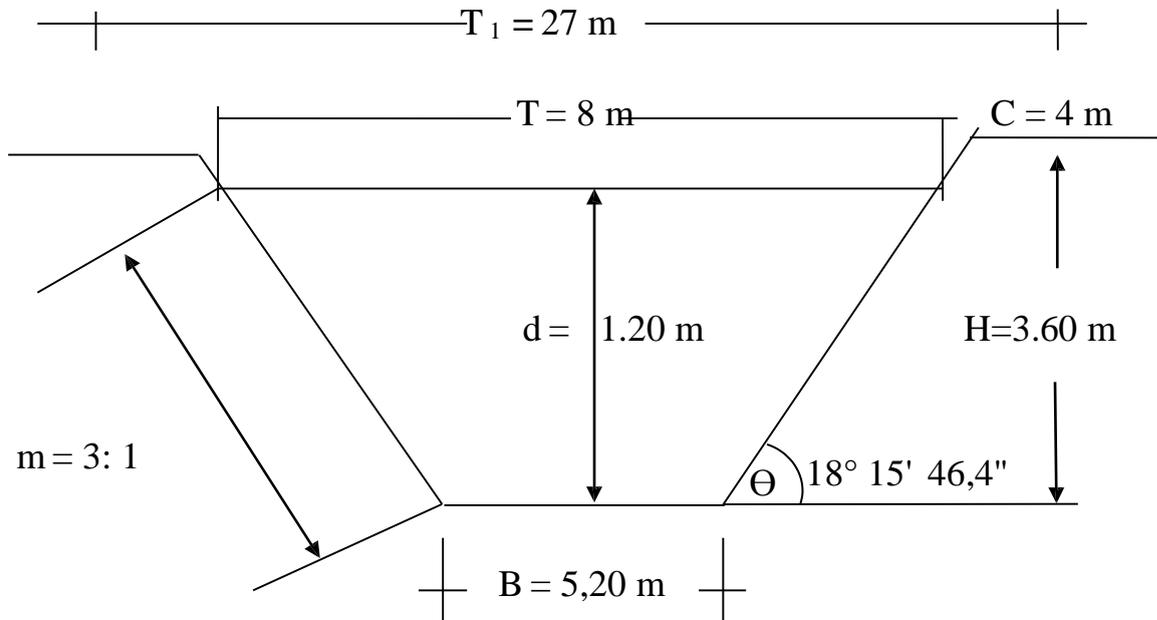


Figura 1. Características hidráulicas de la fuente de captación de agua Río Culebra.

B = Plantilla o ancho de la base del canal en m.

d = Tirante o altura de agua del canal.

H = Corte o profundidad del canal.

C = Corona o muro del canal.

m = Talud de canal.

Θ = Ángulo de inclinación del Talud.

T = Ancho de la lámina de agua.

T_1 = Ancho de la base del canal.

Fórmula para el cálculo de la sección hidráulica.

$$= \frac{+}{2} \times =$$

$$= 7.92m^2$$

Fórmula para el cálculo del caudal de riego. $Q = A \times V = m^3/seg$

V. superficial $V = 1.90$ m/seg ;

$$V_r = 1.90m/seg \times 0.75$$

$$V_r = 1.43$$
 m/seg.

$$Q = A \times V_r = 11.32$$
 m³/seg.

Altura de succión = 5.0 m

Diámetro del absorbente aluminio = 8

Diámetro del expelente P.V.C = 8

Potencia de la bomba = 23 HP

Caudal de la bomba trabajando con presión media = 1800 gal/min

El canal abastecedor que parte desde la estación de bombeo del río culebra posee una longitud de 306,27 m, pendiente de 1.7 ‰, un tirante promedio de 0,20 m, sección hidráulica de 0,20 m² y un caudal de 80 L/seg, cuyos detalles hidráulicos pueden observarse en el respectivo gráfico a continuación:

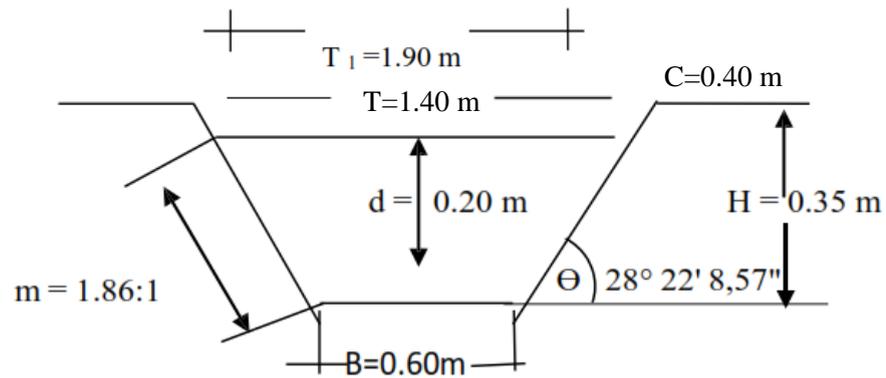


Figura 2. Características hidráulicas del canal de abastecimiento de agua para las parcelas experimentales.

B = Plantilla o ancho de la base del canal en m.

d = Tirante o altura de agua del canal.

H = Corte o profundidad del canal.

C = Corona o muro del canal.

m = Talud de canal.

Θ = Angulo de inclinación del Talud.

T = Ancho de la lámina de agua.

T₁ = Ancho de la base del canal.

Fórmula para el cálculo de la sección hidráulica. $A = \frac{T+B}{2} \times d = m^2$

$$A = \frac{T+B}{2} \times d =$$

$$A = 0.20 \text{ m}^2$$

Fórmula para el cálculo del caudal de riego. $Q = A \times V = m^3/\text{seg}$

$$V. = 0.40 \text{ m/seg}$$

$$Q = 0.20 \text{ m}^2 \times 0.40 \text{ m/seg.}$$

$$Q = 0.08 \text{ m}^3/\text{seg.} = 80 \text{ L/seg.}$$

Costos de producción por hectárea y por saca de 200 lb de arroz, de las interacciones variedad - lámina de inundación.

De acuerdo con el cuadro N° 11, para la interacción variedad-lámina de inundación 150 mm, con la variedad SFL - 11, y una cosecha de 82 sacas de 200 lb/ha, se obtiene el menor costo promedio unitario de 16.7 USD.

Según el cuadro N° 11, para la interacción variedad-lámina de inundación 100 mm, con la variedad SFL - 11, y una cosecha de 79 sacas de 200 lb/ha, se obtiene el menor costo promedio unitario de 17.8 USD.

Como se aprecia en el cuadro N° 11, para la interacción variedad-lámina de inundación 50 mm, con la variedad INIAP 15, y una cosecha de 79 sacas de 200 lb/ha, se obtiene el menor costo promedio unitario de 18.3 USD.

Como puede observarse en el cuadro N° 11, de todos los tratamientos estudiados, sobre la interacción variedad-lámina de inundación, con el tirante de 150 mm aplicado a la variedad SFL-11 se obtuvo el menor costo de producción unitario, en un valor de 16.7 USD/saca de 200 lb.

Utilidades y rentabilidad de los tratamientos en estudio

Para el tratamiento con lámina de 50 mm las mayores utilidades correspondieron a la variedad SFL-11 con una rentabilidad del 70%.

En el tratamiento con lámina de 100 mm las mayores utilidades correspondieron a la variedad SFL-11 con una rentabilidad del 80%.

Con el tratamiento de lámina 150 mm las mayores utilidades correspondieron a la variedad SFL-11 con una rentabilidad del 91%.

Como puede observarse en el cuadro N^o 21, sobre utilidades y rentabilidad de los tratamientos en estudio, con el tirante de 150 mm aplicado a la variedad SFL-11 se obtuvo la mayor rentabilidad del 91%.

Cuadro № 20. Costos comparativos de producción por hectárea y por saca de 200 lb de arroz, entre las interacciones Variedad - Lámina de inundación.

Costos	Lámina 50 mm			Lámina 100 mm			Lámina 150 mm		
	SFL-11	INIAP 14	INIAP 15	SFL-11	INIAP 14	INIAP 15	SFL-11	INIAP 14	INIAP 15
Costo de Producción (USD/Ha)	1470.5	1432.5	1445.5	1404.5	1368.5	1385,5	1371,5	1323,5	1337,5
Producción bruta (sacas de 200 lb al 20% humedad)	78	64	79	79	67	72	82	78	76
Costo de Producción (USD/saca de 200 lb)	18.9	22.4	18.3	17.8	20.4	19.2	16.7	17.0	17.6

Fuente: Cuadro 8

Elaboración: el autor

Cuadro Nº 21. Cultivó de arroz: comparación de utilidades y rentabilidad entre las interacciones Variedades - Láminas de inundación.

INTERACCIÓN VARIEDAD - LÁMINA DE INUNDACIÓN	PRODUCCIÓN NETA (Sacos 200 lb/ha)	INGRESOS ESTIMADOS (U.S.D/ha)	COSTOS DE PRODUCCIÓN (U.S.D/ha)	UTILIDADES (U.S.D)	RENTABILIDAD (%)
1.- Lamina 50 mm					
1.1 SFL-11	75.6	2,497*	1,470.5	1,026.5	70
1.2 INIAP 14	60.8	1,824**	1,432.5	391.5	27
1.3 INIAP 15	75.0	2,252**	1,445.5	806.5	56
2.- Lamina 100 mm					
2.1 SFL-11	76.6	2,529*	1,404.5	1,124.5	80
2.2 INIAP 14	63.6	1,910**	1,368.5	541.5	40
2.3 INIAP 15	68.4	2,052**	1,385.5	666.5	48
3.- Lamina 150 mm					
3.1 SFL-11	79.5	2,625*	1,371.5	1,253.5	91
3.2 INIAP 14	74.1	2,223**	1,323.5	899.5	68
3.3 INIAP 15	72.2	2,166**	1,337.5	828.5	62

*Descuento 3% de impurezas, precio pagado al productor = 33.00 U.S.D.

**Descuento 5% de impurezas, precio pagado al productor = 30.00 U.S.D.

VI. DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación en el sector Vainillo, no revelan diferencias estadísticas significativas para la interacción lámina de inundación – variedades; pero si hubo diferencias considerables en los resultados del análisis económico comparativo, alcanzando rentabilidades mínimas del 27% sobre los costos de producción por hectárea.

Según Anar (2011) sugiere láminas de agua de 5 y 7 cm, con las cuales se obtienen mayores y mejores beneficios, que con láminas arriba de 10 cm, pero los resultados de la presente investigación expresan que con una lámina de inundación de 15 cm aplicada a la variedad de arroz SFL – 11 en suelo franco arcilloso, se logran los mejores rendimientos de cosecha y alta rentabilidad.

En el manual agropecuario biblioteca del campo 2002 se afirma que con una buena nivelación y para un buen control de malezas se recomienda mantener láminas entre 2.5 cm y 7 cm, mientras que en las condiciones de la zona de estudio se obtuvo mejor resultado con el control de malezas, aplicando láminas de inundación arriba de los 10 cm.

Morán (2012) afirma que el cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa, este criterio no coincide con las consideraciones de los técnicos y productores arroceros del país, quienes sostienen por experiencia en el cultivo, que los suelos apropiados para la producción comercial de la gramínea, se da con texturas: franco – arcillosa, arcillosa liviana y arcillosa pesada.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De la discusión de resultados en la presente investigación, se generan las siguientes conclusiones:

- Estadísticamente no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos variedad - lámina de inundación para ninguna de las características agronómicas estudiadas, no obstante, la variedad SFL – 11 con una lámina de inundación de 15 cm ofreció rendimientos de cosecha, cuyos ingresos estimados por hectárea dieron una alta rentabilidad .
- La lámina de 15 cm resultó más efectiva para el control de malezas e insectos plaga, que las láminas de 5 y 10 cm.
- La mayor utilidad de la interacción variedad – lámina de inundación se obtuvo con la variedad SFL – 11 que con un tirante de 15 cm arrojó una utilidad por venta de cosechas de 1253.5 U.S.D/ha.
- La utilidad que alcanzó la variedad mencionada, equivale a una rentabilidad del 91% sobre costos de producción.

En función de las conclusiones generadas, las recomendaciones son las siguientes:

- Realizar otras investigaciones sobre la respuesta del cultivo de arroz con láminas de riego para capacidad de campo, saturación y la lámina de inundación de 15 cm identificada como la mejor lámina desde el punto de vista económico en este trabajo.

- Recomendar al agricultor el uso de semilla certificada SFL-11 y capacitarlo en el manejo de la lámina de 15 cm a fin de evitar el desperdicio y gasto indebido por el consumo de agua, lo que repercutirá en la disminución de costos de producción y mayores utilidades.
- En vista de la experiencia del autor de este trabajo, por más de 20 años como agricultor y técnico arrocero, se sugiere realizar los estudios, arriba mencionados, incrementando el tamaño de las áreas experimentales a un mínimo de una hectárea, para que los resultados de las investigaciones sean más representativos en beneficio de los arroceros ecuatorianos.

VIII. RESUMEN

El arroz como un producto de histórica tradicional alta demanda en el Ecuador, requiere de sistemas de cultivo que incrementen los rendimientos de las cosechas, disminuyendo sus costos de producción unitario, a fin de que los agricultores obtengan satisfactorias ganancias que mejoren sus condiciones económicas.

En apoyo al enfoque de estas aspiraciones, el presente trabajo de titulación, ofrece una investigación acerca del Efecto de tres láminas de inundación sobre el comportamiento agronómico de tres variedades de arroz, con la finalidad de incrementar los rendimientos del cultivo y los ingresos de los productores.

La investigación se realizó durante la estación seca del año 2015, en los terrenos del señor Genaro Orellana Cordero, perteneciente al sector Vainillo, cantón El Triunfo, provincia del Guayas, cuya localización geográfica es longitud Oeste: 79°31'43", latitud Sur: 02°20'22" con una altura promedio de 35 msnm.

La metodología empleada para la realización de este estudio consistió en un diseño de parcelas divididas, donde los tratamientos correspondieron a las láminas de inundación y los subtratamientos a las variedades de arroz, utilizando cuatro repeticiones.

Los efectos de los tratamientos se evaluaron sobre el comportamiento de determinadas características agronómicas del cultivo, cuyos resultados expresan que estadísticamente no hubo diferencias significativas en ninguno de los tratamientos establecidos, no obstante, las consabidas diferencias

aritméticas en las cosechas, al ser proyectadas para una hectárea de cultivo equivalieron a ingresos de ventas, cuyas utilidades fueron de alta rentabilidad para el tratamiento de la variedad SFL – 11 con lámina de inundación de 15 cm, resultados, que de ser adoptados por el productor, mejorarán la producción de arroz y su nivel de vida.

IX. SUMMARY

Rice as a product of historical traditional high demand in Ecuador, requires cropping systems that increase crop yields, reducing production costs unit, so that farmers get satisfactory profits to improve their economic conditions.

In support of the approach of these aspirations, titling this work provides a research on the effect of three sheets of flooding on the agronomic performance of three varieties of rice, with the aim of increasing crop yields and incomes the producers.

The research was conducted during the dry season of 2015, on the grounds of Mr. Genaro Orellana Cordero, belonging to Vainillo sector Canton El Triunfo, Guayas province, whose geographical location is west longitude: $79^{\circ} 31'43''$ South latitude : $02^{\circ} 20'22''$ with an average height of 35 meters.

The methodology for conducting this study was a split plot design, where treatments were flooding sheets and subtratamientos varieties of rice, using four replicates.

The effects of treatments were evaluated on the behavior of certain agronomic crop characteristics, the results expressed statistically no significant differences in any of the treatments set, however, the usual arithmetic differences in yields, when projected to one hectare crop were equivalent to sales revenue, whose profits were highly profitable for the treatment of SFL variety - 11 flood sheet of 15 cm, results, be adopted by the producer, improve rice production and their level of lifetime.

X. BIBLIOGRAFÍA

Alegría, 2015. Implementación de tecnología y reducción de costos en la producción agrícola de arroz. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Piura, Perú.

Aguirre, C. H, Currie. P, Moreyra, 2012. Estudio del comportamiento de dos sistemas de riego en cultivo de arroz bajo diferentes condiciones climáticas Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional del Nordeste – Sargento Cabral 2131 (3400) Corrientes, Argentina TE 00 54 379 4427589 INT 129.

Asociación Nicaragüense de Arroceros. Jornada técnica Arroceros. Boletín Informativo Junio y Julio 2011 No. 04-2011. Managua, Nicaragua. 8 p. <http://www.anar.com.ni/> Fecha: 25/01/2012.

Benavidez, R. 2006. El arroz su cultivo y sustentabilidad en Entre Ríos. Universidad Nacional Entre Ríos, Argentina.

CIAT, 2005. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Guía de estudio. Morfología de la planta de arroz Cali, Colombia.

Franquet, J. Borràs B, 2006. Economía del arroz: variedades y mejora www.eumed.net/libros-gratis/2006a/fbbp/2a.htm.

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas 2004. El cultivo de arroz en Venezuela. 1ª edición Maracay, Venezuela. Pág. 31, 32,34.

INDIA, 2013. PRONACA. Semillas de arroz SFL-11. Calidad y productividad. Boletín Técnico Ecuador.

- INIAP, 1999. Instituto Nacional autónomo de investigaciones Agropecuarias. Núcleo de transferencia y comunicación. INIAP-14 Filipino. Variedad de arroz para áreas de riego y seco. Plegable promocional No. EELS 02. Segunda Edición. Ecuador.
- INIAP, 2009. Núcleo de transferencia y comunicación. INIAP-15-Boliche. Variedad de arroz de alto rendimiento y calidad de grano superior. Plegable promocional No. 270. Tercera Edición. Ecuador.
- Mayorga, J. 2010. “Adopción de la aplicación profunda de briquetas de urea (apbu) por parte de dos pequeños agricultores de la cooperativa 25 de abril y alianza definitiva en sistemas de producción de arroz (*Oryza sativa*) de la provincia del Guayas” Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral Guayaquil Ecuador.
- MAGAP Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca Aguilar, et-al 2015. Estimación de superficie sembrada de arroz (*Oryza sativa* l.) y maíz amarillo duro (*Zea mays* l.) en las épocas de invierno y verano año 2015, en las provincias de Manabí, Los Ríos, Guayas, Santa Elena, Loja y el Oro. Quito Ecuador.
- MAGAP, 2012. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca Plan Nacional de Riego y Drenaje (PNRD) Ecuador.
- Manual Agropecuario. 2002. Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Fundación Hogares juveniles Campesinos. Bogotá. Colombia.
- Zea, L. 2014. “Efecto del sulfato de cobre pentahidratado sobre patógenos foliares en tres densidades poblacionales en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)” Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Guayaquil, Ecuador.

X. LINKOGRAFÍA

ambitoeconomico.blogspot.com/2012/10/la-produccion-de-arroz-en-el-ecuador.html. La producción de arroz en el Ecuador educándonos en el ámbito económico.

jose31moran.blogspot.com/2012/07/requerimientos-edafoclimaticos.htm cultivo de arroz: requerimientos edafoclimáticos.

https://es.wikipedia.org/wiki/Oryza_sativa, 2010. *Oryza sativa* - Wikipedia, la enciclopedia libre.

www.sld.cu/saludvida/temas.php?idv=4369, 2003. El arroz en el mundo - Infomed.

www.fao.org/docrep/006/y2778s/y2778s04.htm problemas y limitaciones de la producción de arroz.