



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**

**FERTILIZACIÓN PULVER EN TRES CULTIVARES DE
ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN EL CANTÓN
SAMBORONDÓN - GUAYAS
INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR
MORA VÉLEZ ERWIN ANTERO

TUROR
ING. ANDRADE ALVARADO PEDRO JOSÉ M.SC.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Ing. Pedro José Andrade Alvarado.**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **FERTILIZACIÓN PULVER EN TRES CULTIVARES DE ARROZ (*Oryza sativa L.*) EN EL CANTÓN SAMBORONDÓN - GUAYAS**, realizado por el estudiante **MORA VÉLEZ ERWIN ANTERO** con cédula de identidad N° **092569963-9** de la carrera de **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Pedro Andrade Alvarado, M.Sc.
TUTOR

Guayaquil, 1 de junio del 2021



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **FERTILIZACIÓN PULVER EN TRES CULTIVARES DE ARROZ (*Oryza sativa L.*) EN EL CANTÓN SAMBORONDÓN - GUAYAS**, realizado por el estudiante **MORA VÉLEZ ERWIN ANTERO** el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Yoansy García Ortega M.Sc.

PRESIDENTE

Ing. Víctor Iler Santos M.Sc.

EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Freddy Veliz Piguave M.Sc.

EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Pedro Andrade Alvarado M.Sc.

EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 26 de mayo del 2021

Dedicatoria

El presente trabajo va dedicado a Dios por darnos luz en los momentos difíciles de nuestras vidas, en especial a mis padres porque gracias a ellos y a su gran esfuerzo, puedo dar este paso tan importante en mi vida. A mi familia y amigos quienes han estado conmigo y ser mi apoyo en esta fase muy importante; a quienes con sus consejos me dan fuerzas para continuar por el camino correcto y seguir cumpliendo mis metas.

Así mismo, quiero dedicar este logro a mis maestros, quienes impartieron sus sabios conocimientos a cada uno de nosotros para enfrentarnos a la vida y demostrar nuestro profesionalismo.

Agradecimiento

Agradezco al Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD., y Ec. Martha Bucaram Leverone, PhD., autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador, por permitirme terminar mis estudios en esta prestigiosa institución; a los docentes de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad, por haber compartido sus conocimientos, experiencias y servir de guía en toda mi carrera universitaria.

Expreso mi agradecimiento a los tutores encargados de orientarme en la ejecución de este proyecto de titulación, a mis amistades más cercanas y familiares.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, **MORA VÉLEZ ERWIN ANTERO**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **FERTILIZACIÓN PULVER EN TRES CULTIVARES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN EL CANTÓN SAMBORONDÓN - GUAYAS**, para optar el título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 1 de junio del 2021

MORA VÉLEZ ERWIN ANTERO

C.I. 0925699639

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice general	7
Índice de tablas	11
Índice de figuras.....	13
Resumen	14
Abstract.....	15
1. Introducción	16
1.1 Antecedentes del problema.....	16
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	17
1.2.1 Planteamiento del problema.....	17
1.2.2 Formulación del problema.....	18
1.3 Justificación de la investigación	18
1.3.1 Delimitación de la investigación	19
1.4 Objetivo general	20
1.5 Objetivos específicos.....	20
1.6 Hipótesis	20
2. Marco teórico.....	21
2.1 Estado del arte.....	21
2.2 Bases teóricas	22
2.2.1 Clasificación taxonómica	23

2.2.2 Botánica del cultivo.....	24
2.2.2.1. Raíz.....	24
2.2.2.2. Tallo.....	24
2.2.2.3. Hojas.....	24
2.2.2.4. Inflorescencia.....	24
2.2.2.5. Semillas.....	25
2.2.3 Estados fenológicos del cultivo de arroz.....	25
2.2.3.1. Fase vegetativa.....	25
2.2.3.2. Fase reproductiva.....	25
2.2.3.3. Fase de maduración.....	25
2.2.4 Requerimiento climático.....	25
2.2.4.1. Temperatura.....	25
2.2.4.2. Luminosidad.....	26
2.2.4.3. Clima.....	26
2.2.4.4. Altitud.....	26
2.2.4.5. Precipitación.....	26
2.2.4.6. Suelo.....	26
2.2.4.7. Suelo con lámina de agua.....	27
2.2.4.8. Variedad de arroz SFL 011.....	27
2.2.4.9. Variedad de arroz INIAP FL 1480 cristalino (Feron).....	27
2.2.4.10. Variedad de arroz SFL 09.....	27
2.2.4.11. Fertilización pulver.....	27
2.2.4.12. Ventajas de la fertilización pulver.....	28
2.2.4.13. Desventajas de la fertilización pulver.....	28
2.2.4.14. Importancia de la fertilización.....	28

2.2.5 Fertilizantes	29
2.2.5.1. <i>Nitrógeno</i>	29
2.2.5.2. <i>Fósforo</i>	29
2.2.5.3. <i>Potasio</i>	29
2.2.5.4. <i>Magnesio</i>	30
2.2.5.5. <i>Sulfato de calcio</i>	30
2.3 Marco legal.....	30
3. Materiales y métodos.....	32
3.1 Enfoque de investigación.....	32
3.1.1 Tipos de investigación.....	32
3.1.2 Diseño de investigación	32
3.1.2.1. <i>Investigación experimental</i>	32
3.1.2.2. <i>Investigación descriptiva</i>	32
3.1.2.3. <i>Investigación explicativa</i>	33
3.2 Metodología	33
3.2.1 Variables	33
3.2.1.1. <i>Variable independiente</i>	33
3.2.1.2. <i>Variable dependiente</i>	33
3.2.2 Tratamientos.....	36
3.2.3 Diseño experimental	36
3.2.3.1. <i>Esquema de análisis de varianza ANDEVA</i>	36
3.2.3.2. <i>Delimitación experimental</i>	37
3.2.4 Recolección de datos.....	37
3.2.4.1. <i>Recursos técnicos</i>	37
3.2.4.2. <i>Métodos y técnicas</i>	39

3.2.5 Análisis estadístico	40
3.2.5.1. <i>Análisis funcional</i>	40
3.2.5.2. <i>Hipótesis estadística</i>	41
4. Resultados	42
4.1 Influencia de los tratamientos en las características agronómicas	42
4.1.1 Altura de planta (cm).....	42
4.1.2 Número de macollo por planta (n)	44
4.1.3 Días de la floración (días).....	46
4.1.4 Longitud de panículas (cm).....	48
4.1.5 Granos por panícula (n).....	50
4.1.6 Granos vanos por panícula (%)	52
4.1.7 Cosecha (días).....	54
4.1.8 Peso de 1000 granos (gr).....	56
4.2 Identificación de que tratamiento en estudio representa la mejor eficiencia en el rendimiento del cultivo de arroz	58
4.2.1 Productividad (Kg/pa).....	58
4.3 Realización del análisis económico de los tratamientos en estudio mediante relación beneficio/costo.....	60
4.3.1 Beneficio costo	60
5. Discusión	61
6. Conclusiones.....	64
7. Recomendaciones.....	65
8. Bibliografías.....	66
9. Anexos	73

Índice de tablas

Tabla 1. Tratamientos a evaluarse	36
Tabla 2. Modelo de análisis de varianza a utilizar	36
Tabla 3. Características de las parcelas	37
Tabla 4. Presupuesto para el trabajo experimental	38
Tabla 5. Test de Tukey para altura de planta (factor A)	42
Tabla 6. Test de Tukey para altura de planta (factor B)	42
Tabla 7. Prueba de Tukey para altura de planta (interacción de AxB)	43
Tabla 8. Test de Tukey para número de macollos (factor A).....	44
Tabla 9. Test de Tukey para número de macollos (factor B).....	44
Tabla 10. Prueba de Tukey para el número de macollos (interacción AxB).....	45
Tabla 11. Test de Tukey para días de floración (factor A).....	46
Tabla 12. Test de Tukey para días de floración (factor B).....	46
Tabla 13. Prueba de Tukey para los días de floración (interacción AxB)	47
Tabla 14. Test de Tukey para la longitud de panícula (factor A)	48
Tabla 15. Test de Tukey para la longitud de panícula (factor B)	48
Tabla 16. Prueba de Tukey para longitud de panícula (interacción AxB).....	49
Tabla 17. Test de Tukey granos por panícula (factor A)	50
Tabla 18. Test de Tukey granos por panícula (factor B)	50
Tabla 19. Prueba de Tukey para granos/panícula (interacción AxB)	51
Tabla 20. Test de Tukey para granos vanos por panícula (factor A).....	52
Tabla 21. Test de Tukey para granos vanos por panícula (factor B).....	52
Tabla 22. Prueba de Tukey granos vanos por panícula (interacción AxB).....	53
Tabla 23. test de Tukey para días de la cosecha (factor A)	54
Tabla 24. Test de Tukey para días de la cosecha (factor B)	54

Tabla 25. Prueba de Tukey para los días de la cosecha (interacción AxB)	55
Tabla 26. Test de Tukey para peso de 1000 granos/gr (factor A)	56
Tabla 27. Test de Tukey para peso de 1.000 granos/gr (factor B)	56
Tabla 28. Prueba de Tukey para 1000 granos/gr (interacción AxB).....	57
Tabla 29. Test de Tukey para productividad kg/pa (factor A)	58
Tabla 30. Test de Tukey para productividad kg/pa (factor B)	59
Tabla 31. Prueba de Tukey para productividad Kg/pa (interacción AxB)	59
Tabla 32. Beneficio/costo	60

Índice de figuras

Figura 1. Altura de planta	73
Figura 2. Número de macollos	73
Figura 3. Días de la floración.....	74
Figura 4. Longitud de panícula	74
Figura 5. Granos por panícula.....	75
Figura 6. Granos vanos por panícula	75
Figura 7. Días de la cosecha.....	76
Figura 8. Peso de 1000 granos/gramos	76
Figura 9. Productividad Kg/pa	77
Figura 10. Croquis del trabajo experimental.....	77
Figura 11. Referencia satelital del lugar del ensayo	78
Figura 12. Análisis de suelo previa al estudio	79
Figura 13. Ficha técnica de fosfato diamónico	80
Figura 14. Ficha técnica de muriato de potasio.....	81
Figura 15. Ficha técnica de Urea	82
Figura 16. Despancado y fanguado del terreno	83
Figura 17. Preparación del semillero	83
Figura 18. Delimitación del área de estudio	84
Figura 19. Siembra de las parcelas.....	84
Figura 20. Control de maleza y fertilización.....	85
Figura 21. Toma de las variables	85
Figura 22. Visita del tutor	86
Figura 23. Medición de variables.....	86
Figura 24. Cosecha manual	87

Resumen

El presente proyecto se llevó a cabo en el recinto Bellavista, del cantón Samborondón en la provincia del Guayas, el fin fue incrementar la productividad aplicando la metodología pulver. Se usó un diseño de estructura de parcelas divididas con una conformación completamente al azar el cuál consistió en 6 tratamientos y 4 repeticiones en las que se incorporó los factores A parcela mayor: que conto con suelos con lámina de agua y suelo con capacidad de campo y el factor B parcela menor: variedades de arroz. Para el análisis de los tratamientos se aplicó la prueba de Tukey con una significancia del 5%. Una vez evaluadas todas las variables en cuanto a las características agronómicas del cultivo de arroz se determinó el método que influye con las variedades en la cual se presentó que entre la interacción de A1B2 (suelo con lámina de agua + INIAP FL Cristalino 1480 FERON) alcanzó los mejores resultados, ya que sobresalió entre los demás tratamientos estudiados. Por otra parte, también se analizaron los rendimientos por parcelas, dando como resultado que la combinación A1B2 (suelo con lámina de agua + INIAP FL Cristalino 1480 FERON) obtuvo el mejor promedio con 18.50 kg/pa. Así mismo para el análisis económico del benéfico/costo se evaluaron los tratamientos, siendo económicamente la mejor combinación del método con la variedad, A1B2 (suelo con lámina de agua + FERON) con 1.78, obteniendo el mejor promedio, esto quiere decir, que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de \$ 0.78.

Palabras clave: Arroz, fertilización pulver, láminas de agua,

Abstract

This project was carried out in the Bellavista precinct, of Samborondón canton in Guayas province, the purpose was to increase productivity by applying the pulver methodology. A divided plots structure design was used with a completely random conformation which consisted of 6 treatments and 4 repetitions in which the factors A larger plot were incorporated: which had soils with a sheet of water and soil with field capacity and factor B smaller plot: rice varieties. For the analysis of the treatments, the Tukey test was applied with a significance of 5%. Once all the variables were evaluated in terms of the agronomic characteristics of the rice crop, the method that influences the varieties was determined in which it was presented that between the interaction of A1B2 (soil with water sheet + INIAP FL Crystalline 1480 FERON) reached the best results, as it stood out among the studied treatments. On the other hand, the yields per plots were also analyzed, giving as a result that the combination A1B2 (soil with water layer + INIAP FL Crystalline 1480 FERON) obtained the best average with 18.50 kg / pa. Likewise, for the economic analysis of the benefit / cost, the treatments were evaluated, being economically the best combination of the method with the variety, A1B2 (soil with water sheet + FERON) with 1.78, obtaining the best average, this means, that for every invested dollar yields a profit of \$ 0.78.

Keywords: Rice, pulver fertilization, sheets of water,

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

El arroz (*Oryza sativa* L.), es una monocotiledónea perteneciente a la familia Poaceae. A nivel mundial, es uno de los cultivos de mayor importancia dentro del sector agrícola en el Ecuador por ser el alimento básico de todas las personas.

En el Ecuador el cultivo de esta gramínea es muy exigente en fertilizantes edáfico como el nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio y azufre, se los aplica en la primera etapa del cultivo siendo el nitrógeno el que más veces se aplica durante las tres etapas que presenta este cultivo con frecuencias entre 15 y 17 días, también esto dependerá del análisis de suelo que se haga antes de la preparación de suelo, ya que este determinará las dosis exactas que requiere el cultivo de arroz.

La fertilización pulver es una metodología que juega un papel fundamental, pues esta utiliza de forma racionada la dosis de los fertilizantes al trátalos de una forma científica que busca identificar los puntos clave para que la planta solo se le aplique la cantidad necesaria de los insumos. Se fertiliza en seco así se aprovecha al máximo la aplicación y de inmediato se introduce agua al lote creando una lámina que se mantuvo permanentemente hasta los días previos a la cosecha donde se le da el terminado al grano.

El método pulver es básicamente es una metodología de exploración aquella que introduce formas razonadas de fertilizar el cultivo de arroz, donde los recursos se usan en forma racional y con fundamento con criterios, donde se identifican las falencias nutricionales del cultivo y se controlan de una forma más minuciosa las aplicaciones de los fertilizantes la cual busca mejorar la eficacia de asimilación del cultivo demandando menor cantidad de insumos.

En síntesis, se hace una buena aplicación de fertilizantes al principio de la etapa vegetativa en donde la planta aprovecha al máximo los nutrientes y esto se verá reflejado en la producción y el vigor de la planta.

La importancia de la densidad de siembra es la cantidad de plántulas adecuada evita la competencia entre las plantas por luz, el espacio y los nutrientes, logrando un desarrollo vigoroso que garantiza mayores rendimientos en el cultivo.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

En el sector arrocero de Samborondon donde se realizará la investigación se utiliza grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados debido a la falta de conocimientos al momento de hacer aplicaciones de fertilizantes en el cultivo de arroz por parte de los agricultores. Los agricultores no hacen análisis de suelo por ende no saben con exactitud la cantidad necesaria de nutrientes. Esto ha llevado a utilizar grandes gastos de producción y un mal manejo del cultivo, por otra parte, una deficiencia es el exceso de agua al momento de hacer las aplicaciones de estos fertilizantes. Esto hace que tengan bajas utilidades por ende un menor rendimiento en el área de producción (autoconsumo y generación de ingresos) al momento de efectuar la cosecha.

Con este antecedente surge la hipótesis de que los roles que desempeña la siembra de pequeñas superficies de arroz por los agricultores del cantón Samborondon podrían mejorarse con la aplicación de fertilizantes de una manera racional, en función de las necesidades nutricionales del cultivo y la oferta nutritiva del suelo. La escasez de estudios de fertilización mediante el sistema pulver en la producción de arroz en terrenos donde se sugiere la necesidad de investigar el

tema para el mejor aprovechamiento de las ventajas de la fertilización en el cultivo de arroz en distanciamientos diferentes.

La característica del manejo agronómico del cultivo de arroz en Ecuador consiste en la obtención de altos rendimientos de producciones el cultivo. En el 2014, el rendimiento promedio que se obtuvo fue de 4 t/ha, lo que es más bajo que el promedio latinoamericano (4.9 t/ha) y sudamericano (5.1t/ha) (Orrego, 2016).

El presente estudio pretende determinar los mayores rendimientos al utilizar la metodología de fertilización pulver, ya que la planta depende en forma principal de los macronutrientes que se los aplica de forma edáfica, la planta toma de las soluciones del suelo las cantidades adecuadas para su óptimo crecimiento y haciendo de la planta fuerte evitando el volcamiento como la baja susceptibilidad de algunas enfermedades.

1.2.2 Formulación del problema

¿De qué manera incidirá la fertilización por el método pulver en el incremento de la productividad del cultivo de arroz en la zona de estudio?

1.3 Justificación de la investigación

El cantón Samborondón es eminentemente arrocero, pero el principal problema es la baja productividad debido al uso excesivo de productos de origen químicos sin tener en cuenta las dosis adecuadas, y el momento de aplicación dependiendo de las etapas fenológicas del cultivo, esto ha llevado que los agricultores usen reiteradamente los mismos productos y de la misma forma.

Otro factor que se atribuye es los desconocimientos de manejos del cultivo principalmente en la siembra, ya que muchos que muchos indican que al usar siembra por alboroó generara menos gastos de producción, con esto se busca implementar técnicas que mejores la forma de aplicar los fertilizantes de una

manera racionada con respecto a las necesidades nutricionales en el momento adecuado.

Los productores de arroz de este cantón por lo general no realizan ningún tipo de análisis de suelo y foliar, la excesiva aplicación de fertilizantes edáficos por tal motivo es que se implementara la metodología pulver.

El propósito de la presente investigación, es implementar una metodología que permita mejorar la forma de aplicar la fertilización, considerando los análisis de suelo y las etapas fenológicas del cultivo a través de la fertilización con la metodología pulver únicamente con la finalidad de mejorar la rentabilidad.

1.3.1 Delimitación de la investigación

Espacio: La presente investigación se llevó a cabo en la finca “Alejandro” ubicada en el cantón Samborondón – provincia del Guayas, dentro de las siguientes coordenadas UTM: -2.034404, -79805857.

El cual cuenta con las siguientes condiciones edafoclimáticas:

Las zonas consideradas arroceras poseen suelos muy fértiles, presentando un rango climático desde húmedo hasta seco con temperaturas que oscilan entre los 22° a 32° C, y en época invernal se registran precipitaciones entre 500 a 2500 mm por año. La mayoría de los suelos tienden a cambiar el pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación, y por la afluencia de los ríos Daule y Babahoyo.

Tiempo: El presente trabajo de investigación se realizó entre los meses de octubre del 2020 a febrero del 2021.

Población: Los resultados del presente trabajo sirvió como información básica para los productores de arroz en la zona de estudio, técnicos, estudiantes de agronomía y productores en general.

1.4 Objetivo general

- Evaluar los efectos de la fertilización pulver en tres cultivares de arroz en el cantón Samborondón provincia del Guayas.

1.5 Objetivos específicos

- Determinar las características agronómicas y productivas del cultivo de arroz en base a los tratamientos en estudio.
- Identificar que tratamiento incidirá directamente en el incremento de la productividad del cultivo de arroz.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en base a la relación beneficio/costo, utilizando la metodología de presupuesto parcial, propuesta por el CIMMYT. (1966).

1.6 Hipótesis

Mediante la metodología de fertilización pulver se va a incrementar la productividad de las variedades de arroz SFL 011, INIAP Cristalino FL 1480 (FERON) y SFL 09.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los principales cultivos de importancia nacional, ya que desempeña un rol importante en la alimentación, economía y en la sociedad debido a su hábito de consumo creciente en la población, así mismo es el cultivo con más área sembrada (Fajardo, 2016).

Esa es la razón por la cual se han realizado muchos trabajos encaminados a estudiar el proceso fisiológico del crecimiento de la planta de arroz, el cual comprende, desde la germinación, hasta la maduración del grano. Este se divide en tres fases fundamentales: la vegetativa, la reproductiva y la de maduración (López, 2016).

El arroz que se produce es fruto no solo de la fortuna de las características del suelo y clima, sino de una serie de procesos coyunturales, endógenos y organizativos entre arroceros y diversas instituciones locales a través de los años. La cadena arrocera es constituida por los productores de arroz, que realizan la fase de producción de materia prima (arroz en cáscara verde) y las pequeñas, medianas y grandes agroindustrias arroceras responsables del procesamiento agroindustrial y la distribución del producto a consumidores (Viteri, 2016, 12).

La búsqueda de nuevas alternativas de fertilización constituye una de las prioridades actuales en el manejo integrado de cultivos. En ese sentido, el uso de programas específicos es una de las medidas en las que se está haciendo énfasis porque consiente un desarrollo conveniente de los cultivos y un mejor retorno de la inversión con daños mínimos al ambiente (Navarrete, 2016, 2).

Según Moreira (2014), Se observa que la interacción entre variedades y láminas de riego, en ambas variedades, fueron superiores en altura de planta cuando se las

cultivaron con láminas de agua, en comparación con las cultivadas con riego intermitente.

Por otra parte, en la interacción entre texturas de suelo y láminas de agua, se observó que las variedades de arroz presentaron una mayor altura de planta 27 Floración cuando fueron cultivadas con láminas de agua en los dos tipos de suelo.

El tipo de riego a utilizar puede influir en el desarrollo y rendimiento del cultivo, debido al alto uso de agua para su producción. La reducción de una lámina de agua de ocho a cuatro pulgadas puede reducir significativamente el gasto de agua destinado para la producción de arroz sin cambiar el rendimiento. Una problemática que surge actualmente es la poca disponibilidad de agua para la producción de alimentos (Morán, 2017).

Según Martínez (2006) en su estudio compara el efecto de distintas combinaciones de dosis de N y variantes en el fraccionamiento de las mismas, sobre los rendimientos de un arrozal inundado, tanto en SDR como en LMC. Se evalúa la conveniencia de agregar una cantidad adicional en la fertilización nitrogenada en SDR y se contrasta los rendimientos de una sola aplicación de N al inicio del cultivo, con respecto a las prácticas convencionales con dosis fraccionadas. Además, se evalúa la funcionalidad del IMC para determinar niveles y momentos de fertilización nitrogenada apropiados para incrementar los rendimientos del cultivo y minimizar los posibles impactos negativos al ambiente.

2.2 Bases teóricas

Una parte importante de los productores de arroz es el manejo de la fertilización principalmente con N, P, K, S y Zn, en donde las fuentes y épocas dependen de las condiciones del clima. Para definir el manejo nutricional de una variedad

determinada se debe tener un claro entendimiento de las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo (Rodríguez, 2016).

El método de aplicación de los fertilizantes es un componente de las buenas prácticas agronómicas, la cantidad y la regulación de la absorción depende de varios factores, tales como la variedad del cultivo, la fecha de siembra, la rotación de cultivos, las condiciones del suelo y el tiempo (Reinoso, 2011).

La cantidad depende del análisis de suelos. “Los principales fertilizantes aplicados en arroz son: sulfato de amonio, urea y nitrato de sodio, como fuentes de nitrógeno; ácido fosfórico, superfosfato, superfosfato concentrado, fosfato tricálcico, como fuente de fósforo y cloruro de potasio, sulfato de potasio y magnesio como fuente de potasio” (Monserrate, 2019, p. 11).

Según Vivas (2016) afirma “En la aplicación de fertilizantes el propósito que se busca, es suministrar una cantidad razonable de nutrientes, cuando la planta lo requiera, durante sus etapas de desarrollo. Además, señala que la mayor o menor cantidad de granos, es el resultado de la fotosíntesis y la respiración” (p. 11).

Según Camacho (2002) indica que es necesario obtener los conocimientos adecuados para conseguir beneficios altos, por lo cual, es importante hacer uso conveniente de los fertilizantes caso inverso este trabajo sería una actividad antieconómica. En el Ecuador los suelos aptos para el cultivo de arroz son incompletos de nitrógeno y que las excelentes fuentes de este nutrimento son la urea y sulfato de amonio.

2.2.1 Clasificación taxonómica

Según Larreta (2014), argumenta que la clasificación taxonómica del cultivo de arroz se detalla de la siguiente forma.

Reino: Plantae

Familia: Poaceae

Género: Oryza

Especie: Sativa

Nombre científico: (Oryza sativa L.)

2.2.2 Botánica del cultivo

2.2.2.1. Raíz

La planta de arroz tiene dos clases de raíces, las seminales o temporales y las secundarias, adventicias o permanentes. Las raíces seminales, poco ramificadas, sobreviven corto tiempo después de la germinación, siendo luego reemplazadas por las raíces adventicias o secundarias (Mora, 2019).

2.2.2.2. Tallo

La planta de arroz es una gramínea anual de tallos redondos y huecos, compuestos de nudos y entrenudos en un número variable. Los entrenudos de la base no se elongan, lo cual hace que la base del tallo sea sólida. Los cinco entrenudos superiores se prolongan de manera creciente a fin de llevar la inflorescencia sobre la planta. El último entrenudo (pedúnculo) termina en el nudo ciliar de donde continúa la panícula (Intituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2017, p. 9).

2.2.2.3. Hojas

“Las hojas lineales, alternas, envainadoras, el ápice agudo. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos” (Delgado, 2014, p 11).

2.2.2.4. Inflorescencia

Según Bueno (2019) indica que “La inflorescencia del arroz tiene como elemento básico la espiguilla, formada por una o varias flores o espículas que se articulan en

panículas, la densidad difiere considerablemente según las variedades desde 50 hasta 300 granos por panículas” (p. 9).

2.2.2.5. Semillas

Presenta una cáscara color crema que envuelve la parte comestible o endospermo, el cual es de color blanco y 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 en una carióspside (Iglesia, 2018, p. 44).

2.2.3 Estados fenológicos del cultivo de arroz

2.2.3.1. Fase vegetativa

Desde la germinación de la semilla hasta el comienzo de la formación de panojas. Por lo general dura de 55 a 60 días en las variedades de período intermedio. Y comprende desde la germinación de la semilla, emergencia, macollamiento (ahijamiento), hasta la diferenciación del primordio floral. (Mendez, 2018, p. 18).

2.2.3.2. Fase reproductiva

Incluye el período desde la formación del primordio floral, embuchamiento (14-7 días antes de la emergencia de la panícula), hasta la emergencia de la 7 panícula (floración). Esta fase dura entre 35 y 40 días. Normalmente la duración de la fase reproductiva en las variedades cultivadas, varía muy poco. (Chavarria, 2017, p. 25).

2.2.3.3. Fase de maduración

Abarca desde la emergencia de la panícula (floración), el llenado y desarrollo de los granos (estado lechoso y pastoso) hasta la cosecha (madurez del grano) y dura de 30 a 40 días. En general el ciclo vegetativo y reproductivo de las variedades de arroz que se cultivan actualmente, varía de 120 a 140 días desde la germinación hasta a la cosecha del grano, aunque actualmente se encuentran variedades de arroz con 105 días a la cosecha con rendimientos aceptables. (Guevara, 2016, p. 12)

2.2.4 Requerimiento climático

2.2.4.1. Temperatura

Las temperaturas críticas para la planta de arroz, están generalmente por debajo de los 20 °C y superiores a 30 °C, y varían de acuerdo con el estado de desarrollo de la planta. Cuando se somete a la planta a una temperatura por debajo de 20°C en el etapa de floración, regularmente se provoca a un alto estado de esterilidad (Vélez, 2015). Ésta, ordinariamente es atribuida a efectos de la

temperatura baja durante la noche, pero una temperatura alta en el día, puede contrarrestar el efecto de la noche.

2.2.4.2. Luminosidad

Las necesidades de radiación solar para el cultivo del arroz varían con los diferentes estados de desarrollo de la planta. Una baja radiación solar durante la fase vegetativa afecta muy ligeramente los rendimientos y sus componentes, mientras que en la fase reproductiva existe una marcada disminución en el número de granos. Por otro lado, durante la fase de llenado a maduración del grano, se comprimen drásticamente los rendimientos por disminución en la proporción de granos llenos (Mejía, 2016,p. 9).

2.2.4.3. Clima

Se trata de un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtropical y en climas templados y mediterráneos. El cultivo se extiende desde los 49-50° de latitud norte a los 35° de latitud sur (Bernis, 2018, p. 29).

2.2.4.4. Altitud

Según Delgado (2014) indica “que se cultiva el arroz desde el nivel del mar hasta los 2 500 m de altitud siendo un rango optimo entre los 0 a 500 msnm” (p. 6).

2.2.4.5. Precipitación

Cuando se cultiva bajo condiciones de temporal, requiere 1000-4000 mm anuales. Requiere de suelos húmedos e inundados. Para buenos rendimientos se necesitan 200- 300 mm de lluvia bien distribuidos por mes. La etapa más crítica son los 10 días anteriores a la floración (Coral, 2013, p. 53).

2.2.4.6. Suelo

El cultivo de arroz necesita suelos con alto contenido de arcilla, que conserven la humedad por más tiempo. Se puede reproducir en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. 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 (Gonzales, 2015, p 9).

2.2.4.7. Suelo con lámina de agua

La fase reproductiva va hasta la floración, cuando inicia la fase de maduración, y es aquí, cuando está finalizando la fase reproductiva e inicia la de maduración, que se mantiene una lámina de agua permanente en el cultivo, preferiblemente de 3 a 5 cm (Mendoza, 2015, p. 26).

2.2.4.8. Variedad de arroz SFL 011

Indica INDIA (2016), la variedad del cultivo de arroz SFL 011 presenta las siguientes características:

Porcentaje de germinación mayor al 90%, altura de planta 124 – 126, macollamiento intermedio, ciclo del cultivo 125 – 140 días promedio, floración 80 – 90 días, rendimiento del cultivo 6 a 8 tn/ha, características de grano desgrane intermedio (p. 17).

2.2.4.9. Variedad de arroz INIAP FL 1480 cristalino (Feron)

La semilla de arroz de variedad INIAP FL 1480 Cristalino Feron originario del Perú se puede sembrar en los dos ciclos de sembrío es un arroz grano extra en el desarrollado de muy buen beneficio al tiempo de sembrarlo y prepararlo este tipo de arroz (Camposano, 2017). Esta nueva variedad de arroz que ha entrado al país está llamando mucha la atención de los agricultores porque los que sembraron en el verano 2016.

Periodo vegetativo de 125 a 130 días promedio, rendimiento en campo de productores de 10 tn/ha, altura de planta 130 a 140 cm, longitud de grano 7.6 mm (Alban, 2019, p. 14).

2.2.4.10. Variedad de arroz SFL 09

SFL-09 es una variedad de arroz que INDIA - PRONACA presentó a los agricultores ecuatorianos en diciembre del año 2010 se caracteriza por tener:

Ciclo vegetativo de 115 a 125 días promedio, altura de planta 120 a 125 cm, panícula 18 – 26, longitud de grano 7.2 mm, floración, 76 – 80 días, grano panícula 187, ancho de grano 2,3 mm (Chila, 2019, p. 19).

2.2.4.11. Fertilización pulver

Sólo cuando un cultivo dispone de los nutrientes adecuados puede dar un rendimiento alto. Por otro lado, si el genotipo de arroz tiene un alto potencial de rendimiento, su demanda de nutrientes será más alta. Aunque estas afirmaciones son obvias, muchos agricultores no ajustan la cantidad de abono que aplican teniendo en cuenta tres factores: el potencial de rendimiento del cultivo, las condiciones de crecimiento del cultivo y el nivel de fertilidad del suelo (Pulver, 2010, p. 335).

Mejorar el manejo de la fertilización con cambios en la época de aplicación, así como también en las dosis de fertilizantes y formas de aplicación, Seis puntos clave de manejo: Fecha de siembra para captura de la mejor oferta ambiental, fertilización mejorada (dosis, épocas y formas de aplicación), bajas densidades de siembra, tratamiento de semillas, control temprano de malezas, establecimiento temprano de la lámina de agua (Torres, 2013, p. 4).

2.2.4.12. Ventajas de la fertilización pulver

Las aplicaciones de los fertilizantes se deben hacer previa a la inundación es la más efectiva si se la realiza sobre el suelo en capacidad de campo antes de los 3 días posterior a las aplicaciones, el arroz debe estar inundado en anaerobiosis para reducir las pérdidas de las nutrientes (Portales, 2015, p. 20).

En los programas de fertilización del arroz, ya que cumple un papel determinante en el desarrollo de la planta, debido a que forma parte de la estructura molecular de las proteínas, de las lecitinas, de la clorofila, de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) de los citocromos y de las coenzimas (Alayo, 2015).

2.2.4.13. Desventajas de la fertilización pulver

La nutrición de la planta es un factor de producción importante por consiguiente su manejo mediante programas de fertilización debe ser acertado y debe basarse en el conocimiento de la fisiología de la planta específica y de las características del suelo donde se establecerá el cultivo (Degiovanni, 2010, p. 11).

mejorar

2.2.4.14. Importancia de la fertilización

Es necesario llevar a cabo una fertilización adecuada de los suelos, aplicando las cantidades requeridas de acuerdo con las características de estos. No podemos pretender cifras de productividad elevadas cuando no aplicamos la fertilización indicada para alcanzarlas. (Pulver, 2016).

La fertilización balanceada incrementa la eficiencia del uso de nutrientes y por esta razón existe menor posibilidad de que los nutrientes se pierdan al ambiente por lixiviación o escorrentía superficial. El buen manejo de la fertilización también reduce el potencial de erosión al producir un cultivo saludable y de crecimiento vigoroso que se cierra rápidamente cubriendo y protegiendo el suelo efectivamente. (Granda, 2017, p. 31).

Explica Zelada (2016) que se fertiliza en seco así se aprovecha al máximo la aplicación y de inmediato se introduce agua a la parcela creando una lámina que se mantendrá permanentemente hasta los días previos a la cosecha donde se le da el terminado al grano. En síntesis, se hace una buena aplicación de fertilizantes al principio de la etapa vegetativa en donde la planta aprovecha al máximo los nutrientes para incentivar la producción de macollos (p. 55).

La eficiencia de los fertilizantes, es el rendimiento obtenido en el cultivo por unidad de nutriente aplicado bajo un conjunto específico de condiciones climáticas y edafológicas. La eficiencia de los fertilizantes como incremento en el rendimiento de la porción cosechada del cultivo por unidad de nutrientes del fertilizante aplicado (Alvarado, 2012).

2.2.5 Fertilizantes

2.2.5.1. Nitrógeno

El nitrógeno es el elemento limitante más importante para el rendimiento del arroz. El aumento en la producción de arroz es en gran parte atribuido al incremento en el fertilizante nitrogenado. El nitrógeno interviene en la formación de proteínas y participa activamente en la fotosíntesis; su deficiencia causa en la planta raquitismo, poco macollamiento y las hojas inferiores presentan secamiento del ápice (Vargas, 2017, p. 11).

2.2.5.2. Fósforo

El fósforo, es un constituyente de coenzimas, ácidos nucleicos y sustratos metabólicos. Hace parte del nucleótido más importante en la obtención de energía celular, el ATP. Promueve el desarrollo radical, y ayuda a desarrollar resistencia a enfermedades. Promueve el desarrollo radical, y ayuda a desarrollar resistencia a enfermedades. Absorbido principalmente en forma $H_2PO_4^-$ y HPO_4^{2-} , donde la forma monovalente abunda más en pH menores a 5 y la forma divalente predomina en pH más alcalinos (Vega, 2019, p. 18).

2.2.5.3. Potasio

El Potasio es importante para la respiración y translocación de asimilados; los efectos principales: la apertura y cierre de estomas, favorecer el macollaje, incrementar el tamaño y peso de los granos y tolerancia a condiciones climáticas desfavorables, plagas y enfermedades, además que fortalece los tallos reduciendo el vuelco (Castro, 2020, p. 2).

2.2.5.4. Magnesio

El Mg es importante en la fotosíntesis porque es el átomo central de la molécula de clorofila, y en el metabolismo glucídico, porque muchas de las enzimas que intervienen en ese metabolismo requieren de Mg como activador. Es, además, activador de las enzimas que intervienen en la síntesis de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) a partir de los nucleótidos poli fosfatados. Estas reacciones se llevan a cabo en presencia de un transportador fosfato (Mejivar, 2010, p. 320).

2.2.5.5. Sulfato de calcio

El calcio juega un papel importante en la vida de la planta desde la germinación hasta la madurez y o hace de las siguientes formas (Hernández, 2012).

- ✓ Interviene en el crecimiento de las raíces y las hojas; y, en la absorción de los nutrimentos.
- ✓ Forma compuestos que son parte de las paredes celulares, fortaleciendo la estructura de la planta.
- ✓ Participa en la actividad de muchas enzimas.
- ✓ Actúa en el transporte de los carbohidratos y proteínas

2.3 Marco legal

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria.

Capítulo III

Investigación, asistencia técnica y diálogo de saberes

Art. 9. Investigación y extensión para la soberanía alimentaria. - El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad. Además, asegurará la investigación aplicada y participativa y la creación de un sistema de extensión, que transferirá la tecnología generada en la investigación, a fin de proporcionar una asistencia técnica, sustentada en un diálogo e intercambio de saberes con los pequeños y medianos productores, valorando el conocimiento de mujeres y hombres. El Estado velará por el respeto al derecho de las comunidades, pueblos y nacionalidades de conservar y promover sus prácticas de manejo de biodiversidad y su entorno natural, garantizando las condiciones necesarias para que puedan mantener, proteger y desarrollar sus conocimientos colectivos, ciencias, tecnologías, saberes ancestrales y recursos genéticos que contienen la diversidad biológica y la agrobiodiversidad. Se prohíbe cualquier forma de

apropiación del conocimiento colectivo y saberes ancestrales asociados a la biodiversidad nacional.

Art. 9.- Investigación y extensión para la soberanía alimentaria. - El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agro biodiversidad. Además, asegurará la investigación aplicada y participativa y la creación de un sistema de extensión, que transferirá la tecnología generada en la investigación, a fin de proporcionar una asistencia técnica, sustentada en un diálogo e intercambio de saberes con los pequeños y medianos productores, valorando el conocimiento de mujeres y hombres. El Estado velará por el respeto al derecho de las comunidades, pueblos y nacionalidades de conservar y promover sus prácticas de manejo de biodiversidad y su entorno natural, garantizando las condiciones necesarias para que puedan mantener, proteger y desarrollar sus conocimientos colectivos, ciencias, tecnologías, saberes ancestrales y recursos genéticos que contienen la diversidad biológica y la agro biodiversidad. Se prohíbe cualquier forma de apropiación del conocimiento colectivo y saberes ancestrales asociados a la biodiversidad nacional. (Ley Organica del Regimen de Soberania Alimentaria, 2016, p. 3).

Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales

Constitución Política de la República del Ecuador

CAPÍTULO V

De la protección y recuperación de la fertilidad de la tierra rural de producción

ARTÍCULO 49 Protección y recuperación. Por ser de interés público, el Estado impulsará la protección, la conservación y la recuperación de la tierra rural, de su capa fértil, en forma sustentable e integrada con los demás recursos naturales; desarrollará la planificación para el aprovechamiento de la capacidad de uso y su potencial productivo agrario, con la participación de la población local y ofreciendo su apoyo a las comunidades de la agricultura familiar campesina, a las organizaciones de la economía popular y solidaria y a las y los pequeños y medianos productores, con la implementación y el control de buenas prácticas agrícolas (Asamblea Nacional de la Republica del Ecuador , 2016, p. 19)

Leyes de Desarrollo Agrario

CAPITULO III

De la investigación agropecuaria

Art. 22.- Objetivo. - La investigación agropecuaria se orientará a elevar la productividad de los recursos humanos y naturales mediante la generación y adopción de tecnologías de fácil difusión y aplicación a fin de incrementar la producción de los renglones señalados en el artículo anterior. El Gobierno Nacional atenderá en forma prioritaria la asignación de recursos destinados a la investigación agropecuaria que realicen el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y otras entidades del sector público. (Ecuador, 2004, p. 8).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de investigación

3.1.1 Tipos de investigación

El enfoque de investigación que se realizó en esta investigación experimental conto con los métodos, deductivo, inductivo, analítico, sintético y holístico, hipotético. El tipo de investigación que se utiliza es de acción experimental, descriptiva, explicativa.

Exploratoria: Es un tipo de investigación fue utilizada para estudiar un problema que no está claramente definido, por lo que se lleva a cabo para comprenderlo mejor, pero sin proporcionar resultados concluyentes.

Descriptiva: Se encarga de puntualizar las características de la población que está estudiando. Esta metodología se centra más en el “qué”, en lugar del “por qué” del sujeto de investigación.

Experimental: Es la que se realizó con un enfoque científico, en donde un conjunto de variables se mantiene constante, mientras que el otro conjunto de variables se mide como un sujeto del experimento.

3.1.2 Diseño de investigación

3.1.2.1. *Investigación experimental*

Esta permitió manipular y medir su efecto sobre las variables independientes para ver el efecto que causan las dependientes de esa manera cuantificar su efecto

3.1.2.2. *Investigación descriptiva*

También conocida como la investigación estadística describen los datos y este debe tener un impacto sobre el trabajo experimental que se realizará, el objetivo

principal es saber por qué y para que se está realizando, siendo una herramienta fundamental de este tipo de investigación

3.1.2.3. Investigación explicativa

Pretende establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian o que no se había explicado bien con anterioridad. Su intención es proporcionar detalles donde existe una pequeña cantidad de información.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Productividad del cultivo de arroz

3.2.1.2. Variable dependiente

3.2.1.2.1. Altura de planta (cm)

Se evaluó la altura de 10 plantas al azar dentro del área útil esta comprende 1m² de cada parcela este proceso se lo realizó desde la base del suelo hasta la hoja bandera.

3.2.1.2.2. Número de macollos por planta

Se evaluaron 10 plantas al azar dentro del área útil esta comprende 1m² de cada parcela mediante lo cual se contó el número de macollos por plantas

3.2.1.2.3. Días a la floración

Se contabilizó los días desde el día del trasplante hasta cuando se obtenga una floración mayor al 50 % de las plantas.

3.2.1.2.4. Longitud de panículas

Se realizó la medición en centímetros desde el nudo hasta el extremo

3.2.1.2.5. Números de granos por panícula

Se contaron los granos de 10 panículas estas fueron seleccionada al azar de cada tratamiento y se obtuvieron los datos numéricos de la cantidad de granos por panícula.

3.2.1.2.6. Granos vanos por panícula

Al momento de la cosecha, en cada 1m² del total de granos, se contaron el número de granos fértiles y estériles y mediante cálculos matemáticos se obtuvo el porcentaje.

3.2.1.2.7. Días a la cosecha

Se evaluó desde el inicio de la siembra hasta la cosecha total de los tratamientos.

3.2.1.2.8. Peso de 1.000 granos/gr

Se seleccionaron de 1.000 granos llenos de cada parcela cosechado, observando que la humedad sea del 14% y luego se procedió a pesar los granos en gramos.

3.2.1.2.9. Productividad (Kg/ha)

Se realizó un análisis de varianza para medir la productividad y demostrar la significancia estadística para las variedades de arroz mediante la fertilización pulver, así mismo como para las interacciones de los factores de estudio.

$$Pa = \frac{(100 - HI) * PM}{100 - HD} * \frac{10}{AC}$$

Donde:

Pa = Peso ajustado

HI = Humedad inicial

PM = Peso de muestra

HD = Humedad deseada

AC = Área cosechada

3.2.1.2.10. Análisis económico

Para el cálculo de este valor se tuvo en cuenta los costos en la producción, y el rendimiento obtenido por hectárea y los costos de comercialización, para así realizar la relación del beneficio/costo

$$RBC = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

Factores en estudio

Factor A: Parcela mayor (métodos)

A1= Suelo con lámina de agua

A2 = Suelo en capacidad de campo

Factor B: Parcela menor (variedades)

B1= Variedad SFL 011

B2 = Variedad INIAP FL Cristalino 1480 (FERON)

B3 = Variedad SFL 09

3.2.2 Tratamientos

Tabla 1. Tratamientos a evaluarse

Tratamientos	Descripción	Parcela Mayor	Parcela menor
T1	A1B1	Suelo con lámina de agua	Variedad SFL 011
T2	A1B2	Suelo con lámina de agua	Variedad INIAP Cristalino 1480(FERON)
T3	A1B3	Suelo con lámina de agua	Variedad SFL 09
T4	A2B1	Suelo con capacidad de campo.	Variedad SFL 011
T5	A2B2	Suelo con capacidad de campo	Variedad INIAP Cristalino 1480(FERON)
T6	A2B3	Suelo con capacidad de campo	Variedad SFL 09

Mora, 2021

Las dosis de los fertilizantes fueron aplicados con respecto al análisis de suelo que se realizó en el lugar de siembra, se fertilizo previo a la inundación.

3.2.3 Diseño experimental

Se realizó un ANDEVA de un diseño con estructura de parcelas en bloques divididas con una conformación completamente al azar en base a la metodología de aplicación de fertilizantes del estudio, con 6 tratamientos y 4 repeticiones.

3.2.3.1. Esquema de análisis de varianza ANDEVA

Tabla 2. Modelo de análisis de varianza a utilizar

F.V	Formulas	Desarrollo	g.l
Bloques (r)	(r-1)	(4-1)	3
Factor A (Métodos)	(a-1)	(2-1)	1
Error A	(a-1) (r-1)	(2-1) (4-1)	3
Factor B (Variedad)	(b-1)	(3-1)	2
Error B	a(b-1) (r-1)	2(3-1) (4-1)	12
Interacción AxB	(a-1) (b-1)	(2-1) (3-1)	2
Total	abr-1	2x3x4-1	23

Mora, 2021

3.2.3.2. Delimitación experimental

Tabla 3. Características de las parcelas

Diseño experimental	DPBD
Número de tratamientos	6
Número de repeticiones	4
Número de parcelas	24
Largo de parcela	5 m
Ancho de parcela	5 m
Área total de la parcela por tratamiento	25 m ²
Distancia entre hileras y plantas	1
Distancia entre bloques	2
Área útil de cada parcela	9 m ²
Área útil total del ensayo	600 m ²
Área de plantas a evaluar por parcela	1 m ²
Número de plantas por hilera	20
Número de hileras por parcela	20
Formas de las parcelas	Cuadrada
Área total del ensayo 53mx23m	1219 m ²

Mora, 2021

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos técnicos

Se contó con recursos de campo y recursos bibliográficos.

Materiales de campo

Bombas de mochila, Machetes, Cinta métrica, Bomba de Riego, Palas, Cámara fotográfica, Libreta de Campo

Recursos humanos

Tesista y tutor

Equipo de oficina

Computadora, Impresora, Cuaderno, Pluma, Lápiz

Recursos bibliográficos

Los recursos de consulta que se utilizaron en la investigación fueron tesis de grados de varias universidades, Artículos científicos, Informes técnicos, Páginas web, también se contaron con recursos de campo y recursos bibliográfico.

Recursos económicos

Tabla 4. Presupuesto para el trabajo experimental

Actividades y producto	Actividades	Cantidad	Costo total
Preparación de terreno	Trabajo	2	50
Mano de obra	Jornales	10	120
Semillas SFL 011, FERON, SFL 09	Semilla	3	210
Semillero	Jornales	2	24
Siembra	Jornales	4	48
Fertilización	Jornales	3	120
Dap (NH ₄) ₂ HPO ₄	Insumos	2	62
K ₂ O	Insumos	2	44
Urea	Insumos	2	44
Cosecha	Jornales	7	70
Total	-----	316	816

Mora, 2021

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1. Métodos

Método de inductivo: Este método permitió observar los resultados obtenidos con el propósito de cumplir con los objetivos e hipótesis planteada.

Método deductivo: Permite explicar la realidad partiendo de leyes o teorías hacia casos particulares.

Método sintético: Permite el análisis en forma razonada busca la forma de reconstruir acontecimientos de manera resumida relacionada bajo la perspectiva de la investigación.

3.2.4.2.2. Técnica

Manejo de ensayo

- **Preparación de suelo**

Este proceso consistió en realizar un arado sobre los 25cm de la capa del suelo posteriormente se realizó el fanguero. Una vez listo se hicieron las camas donde se sembró las semillas de arroz de las variedades SFL O11, SFL 09 FERON.

- **Trasplante**

Se lo realizó una vez que se preparó el suelo con las características de un mismo distanciamiento para las 3 variedades el cual consistió en una distancia de 25cm entre hileras y plantas.

- **Fertilizantes**

Para el presente estudio se utilizaron fertilizantes sintéticos como Dap $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, Muriato de potasio K_2O , Sulfato de magnesio MgSO_4 , Sulfato de calcio CaSO_4 y Urea. Nitrógeno 46%.

- **Riego**

El riego se generó acorde con las necesidades del cultivo, el agua proviene de un estero que proporciono el agua destinada al riego toda la zona arrocera.

- **Fertilización**

Se aplicaron en base a los requerimientos nutricionales que demanda el cultivo los cuales tiene una dosis de, di fosfato diamoniaco con 250 gr por parcelas, muriato de potasio 250 gr por parcela, sulfato de magnesio 380 gr por parcela, sulfato de calcio 380 gr por parcela, nitrógeno 250 gr por parcela. Así mismo este cultivo requiere de otras sales minerales en pequeñas cantidades tales como el magnesio, azufre, silicio, zinc y boro.

- **Control de maleza**

Este se lo realizó de forma manual con rabón y machete

- **Cosecha**

La cosecha se la realizo cuando los granos alcanzaron el grado de madurez entonces se procedido a cosecharlo de forma manual, para ellos se usaron una hoz en todas las parcelas que son las áreas útiles del cultivo.

3.2.5 Análisis estadístico

3.2.5.1. Análisis funcional

Este análisis se efectuó mediante el software Infostat. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza para verificar las diferencias significativas que se encontraron entre los tratamientos en estudio. En caso de que hubiese diferencias, se aplicó el test de Tukey, al 5% de significancia.

3.2.5.2. Hipótesis estadística

Factor A parcela mayor

Ho: Ninguna de las láminas de agua no incide significativamente sobre la producción de arroz.

Ha: Al menos una de láminas de agua incide significativamente sobre la producción de arroz.

Factor B parcela menor

Ho: Ninguna de las formas de fertilizar difiere significativamente entre las variedades en estudio.

Ha: Al menos una de las formas de fertilizar difiere significativamente entre las variedades en estudio.

Interacción AxB (parcela mayor) x (parcela menor)

Ho: No hay interacción en las variedades de estudio.

Ha: Si hay interacción en las variedades de estudio.

4. Resultados

4.1 Influencia de los tratamientos en las características agronómicas

4.1.1 Altura de planta (cm)

En el test de Tukey para el factor A (parcela mayor), se observó los datos de la variable de altura, donde se evidenció que obtuvieron un mejor aprovechamiento utilizando suelo con lámina de agua con un promedio de 91.33, mientras que al usar suelos con capacidad de campo obtuvo un promedio de 92.23, en la cual no hay diferencia significativa, por lo cual, se acepta la hipótesis nula.

Tabla 5. Test de Tukey para altura de planta (factor A)

Factor A (métodos)	Medidas	Número	E.E	
Capacidad de campo	91.33	12	1.49	A
Con lámina de agua	92.23	12	1.49	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021

En el test de Tukey para el factor B (parcela menor), se observó los datos de la variable de altura en las variedades de arroz se determinó estadísticamente cual presentaron un mayor promedio fue la variedad INIAP FL Cristalino 1480 (FERON) con 96.98 cm seguido de la variedad SFL 011 con un promedio de 89.88 cm, demostrado que hay diferencias significativas, por lo cual, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 6. Test de Tukey para altura de planta (factor B)

Factor B (variedades)	Medidas	n	E.E	
SFL 09	88.49	8	1.82	A
SLF 011	89.88	8	1.82	A
FERON	96.98	8	1.82	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021.

En la tabla 7, se observó los datos de la variable de altura de planta en cm previo a la cosecha, donde los tratamientos analizados estadísticamente presentaron un mayor promedio y estos fueron A1B2 (suelo con lámina de agua + INIAP FL Cristalino 1480 FERON) con 97.70 cm seguido de A1B1 (suelo capacidad de campo + SFL 011) con 90.03 cm, y A1B3 (suelo con lámina de agua + SFL 09) con 89.25 cm, mientras que el tratamiento A2B3 (suelo con capacidad de campo + SFL 09) presentó una menor altura de 87.73 cm. Los análisis de varianza no presentaron alta significancias en la interacción de los factores AxB, se determinó un p-valor de $0.9235 > 0.05$ por lo tanto, se acepta la hipótesis nula. Así mismo, el coeficiente de variación presentó un valor relativamente bajo de 5.62% en cuanto a su análisis.

Tabla 7. Prueba de Tukey para altura de planta (interacción de AxB)

Bloques	Factor A	Factor B	Medias	
	Métodos	Variedades		
4	Capacidad de campo	SLF 09	87.73	A
4	Con lámina de agua	SFL 09	89.25	A
4	Con lámina de agua	SFL 011	89.73	A
4	Capacidad de campo	SFL 011	90.03	A
4	Capacidad de campo	FERON	96.25	A
4	Con lámina de agua	FERON	97.70	A
Promedio			91.78	
E.E			2.58	
C.V%			5.62	

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021

4.1.2 Número de macollo por planta (n)

En el test de Tukey para el factor A (parcela mayor), se observó los datos de la variable de número de macollos donde se evidenció que obtuvieron un mejor aprovechamiento utilizando suelo con lámina de agua con un promedio de 24.52, mientras que al usar suelos con capacidad de campo obtuvo un promedio de 25.13, en la cual no hay diferencia significativa, por lo cual, se rechaza la hipótesis alterna.

Tabla 8. Test de Tukey para número de macollos (factor A)

Factor A (métodos)	Medidas	n	E.E	
Capacidad de campo	24.52	12	0.37	A
Con lámina de agua	25.13	12	0.37	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021

En el test de Tukey para el factor B (parcela menor), se observó los datos de la variable de altura en las variedades de arroz se determinó estadísticamente cual presentaron un mayor promedio fue la variedad INIAP FL Cristalino 1480 (FERON) con 25.85 macollos seguido de la variedad SFL 011 con un promedio de 24.66 macollos y por último la variedad SFL 09 con un promedio de 23.96 macollos, demostrado que no hay diferencias significativas, por lo cual, se rechaza la hipótesis alterna.

Tabla 9. Test de Tukey para número de macollos (factor B)

Factor B (variedades)	Medidas	n	E.E	
SFL 011	23.96	8	0.46	A
SLF 09	24.66	8	0.46	A
FERON	25.85	8	0.46	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021.

En la tabla 10, se observó los datos de la variable de número de macollos por plantas, donde los tratamientos analizados estadísticamente presentaron un mayor promedio y estos fueron A1B2 (suelo con lámina de agua + INIAP FL Cristalino 1480 FERON) con 26.13 macollos seguido de A1B1 (suelo con lámina de agua + SFL 011) con 25.00 macollos, seguido de A1B3 (suelo con lámina de agua + SFL 09) con 24.25 macollos, mientras que el tratamiento A2B3 (suelo con capacidad de campo + SFL 09), presentó un menor número de macollos con 23.66. Los análisis de varianza no presentaron alta significancias en la interacción de los factores AxB, se determinó un p-valor de $0.9940 > 0.05$ por lo tanto, se acepta la hipótesis nula. Así mismo, el coeficiente de variación presentó un valor de 5.21% en cuanto a su análisis.

Tabla 10. Prueba de Tukey para el número de macollos (interacción AxB)

Bloques	Factor A	Factor B	Medias	
	Métodos	Variedades	cm	
4	Capacidad de campo	SFL 09	23.66	A
4	Con lámina de agua	SFL 09	24.25	A
4	Capacidad de campo	SFL 011	24.31	A
4	Con lámina de agua	SLF 011	25.00	A
4	Capacidad de campo	FERON	25.58	A
4	Con lámina de agua	FERON	26.13	A
Promedio			24.31	
E.E			0.65	
C.V%			5.21	

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Mora, 2021

4.1.3 Días de la floración (días)

En el test de Tukey para el factor A (parcela mayor), se observó los datos de la variable de días de floración donde se evidenció que obtuvieron un mejor aprovechamiento utilizando suelo con lámina de agua con un promedio de 83.98, mientras que al usar suelos con capacidad de campo obtuvo un promedio de 83.05, en la cual no hay diferencia significativa, por lo cual, se rechaza la hipótesis alterna.

Tabla 11. Test de Tukey para días de floración (factor A)

Factor A (métodos)	Medidas	n	E.E	
Capacidad de campo	83.05	12	0.35	A
Con lámina de agua	83.98	12	0.35	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021

En el test de Tukey para el factor B (parcela menor), se observó los datos de la variable de días de floración en las variedades de arroz se determinó estadísticamente cual presentaron un mayor promedio fue la variedad) SFL 011 con 85.73 días seguido de la variedad INIAP FL Cristalino 1480 (FERON con un promedio de 84.85 días, por último, la variedad SFL 019 con un promedio de 79.84 días, demostrado que hay diferencias significativas, por lo cual, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 12. Test de Tukey para días de floración (factor B)

Factor B (variedades)	Medidas	n	E.E	
SLF 09	79.84	8	0.43	A
FERON	84.85	8	0.43	B
SFL 011	85.73	8	0.43	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Mora, 2021

En la tabla 13, se observó los datos de la variable de días de la floración, donde los tratamientos analizados estadísticamente presentaron un mayor promedio y estos fueron A1B1 (suelo con lámina de agua + SFL 011) con 86.00 seguido A1B2 (suelo con lámina de agua + INIAP FL Cristalino 1480 FERON) con 85.00, y A1B3(suelo con lámina de agua + SFL 09) con 80.43 sembrados con lámina de agua, mientras que el tratamiento A2B3 (suelo con capacidad de campo + SFL 09) presentó un menor porcentaje de días de floración con 79.25. Los análisis de varianza no presentaron alta significancias en la interacción de los factores AxB, se determinó un p-valor de $0.8767 > 0.05$ por lo tanto, se acepta la hipótesis nula. Así mismo, el coeficiente de variación presentó un valor de 1.46% en cuanto a su análisis.

Tabla 13. Prueba de Tukey para los días de floración (interacción AxB)

Bloques	Factor A	Factor B	Medias	
	Métodos	Variedades	días.	
4	Capacidad de campo	SLF 09	79.25	A
4	Con lámina de agua	SFL 09	80.43	A
4	Capacidad de campo	FERON	84.45	B
4	Con lámina de agua	FERON	85.25	B
4	Capacidad de campo	SFL 011	85.45	B
4	Con lámina de agua	SLF 011	86.00	B
Promedio			83.47	
E.E			0.61	
C.V%			1.46	

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Mora, 2021

4.1.4 Longitud de panículas (cm)

En el test de Tukey para el factor A (parcela mayor), se observó los datos de la variable de número de panícula donde se evidenció que obtuvieron un mejor aprovechamiento utilizando suelo con lámina de agua con un promedio de 21.20, mientras que al usar suelos con capacidad de campo obtuvo un promedio de 21.92, en la cual no hay diferencia significativa, por lo cual, se rechaza la hipótesis alterna.

Tabla 14. Test de Tukey para la longitud de panícula (factor A)

Factor A (métodos)	Medidas	n	E.E	
Capacidad de campo	21.20	12	0.34	A
Con lámina de agua	21.92	12	0.34	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021

En el test de Tukey para el factor B (parcela menor), se observó los datos de la variable de número de panículas en las variedades de arroz, se determinó estadísticamente cual presentaron un mayor promedio fue la variedad INIAP FL Cristalino 1480 (FERON) con 22.46 cm, seguido de la variedad SFL 011 con un promedio de 21.54 cm, por último, la variedad SFL 019 con un promedio de 20.67 cm, demostrado que no hay diferencias significativas, por lo cual, se rechaza la hipótesis alterna.

Tabla 15. Test de Tukey para la longitud de panícula (factor B)

Factor B (variedades)	Medidas	n	E.E	
SFL 09	20.67	8	0.41	A
SLF 011	21.54	8	0.41	A
FERON	22.46	8	0.41	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021.

En la tabla 16, se observó los datos de la variable de longitud de panículas por plantas, donde los tratamientos con mayor promedio fueron A1B2 (suelo con lámina de agua +INIAP FL Cristalino 1480 FERON) con 22.91 cm seguido de A1B1(suelo con lámina de agua + SFL 011) con 22.02, y A1B3 (suelo con lámina de agua + SFL 09) con 20.97 cm, mientras que el tratamiento A2B3 (suelo con capacidad de campo + SFL 09) presentó un menor promedio con 20.38 cm. Los análisis de varianza no presentaron alta significancias en la interacción de los factores AxB, se determinó un p-valor de $0.9654 > 0.05$ por lo tanto, se acepta la hipótesis nula. Así mismo, el coeficiente de variación de 5.43% en cuanto a su análisis.

Tabla 16. Prueba de Tukey para longitud de panícula (interacción AxB)

Bloques	Factor A	Factor B	Medias n.	
	Métodos	Variedades		
4	Capacidad de campo	SLF 09	20.38	A
4	Con lámina de agua	SLF 09	20.97	A
4	Capacidad de campo	SLF 011	21.20	A
4	Con lámina de agua	SLF 011	21.88	A
4	Capacidad de campo	FERON	22.02	A
4	Con lámina de agua	FERON	22.91	A
Promedio			21.56	
E.E			0.59	
C.V%			5.43	

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021

4.1.5 Granos por panícula (n)

En el test de Tukey para el factor A (parcela mayor), se observó los datos de la variable de granos por panícula donde se evidenció que obtuvieron un mejor aprovechamiento utilizando suelo con lámina de agua con un promedio de 135.73, mientras que al usar suelos con capacidad de campo obtuvo un promedio de 129.58, en la cual no hay diferencia significativa, por lo cual se rechaza la hipótesis alterna.

Tabla 17. Test de Tukey granos por panícula (factor A)

Factor A (métodos)	Medidas	n	E.E	
Capacidad de campo	129.58	12	2.46	A
Con lámina de agua	135.73	12	2.46	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021

En el test de Tukey para el factor B (parcela menor), se observó los datos de la variable de número de panículas en las variedades de arroz, se determinó estadísticamente cual presentaron un mayor promedio fue la variedad INIAP FL Cristalino 1480 (FERON) con 142.84 granos, seguido de la variedad SFL 011 con un promedio de 132.00 granos, por último, la variedad SFL 019 con un promedio de 123.14 granos, demostrado que hay diferencias significativas, por lo cual, se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 18. Test de Tukey granos por panícula (factor B)

Factor B (variedades)	Medidas	n	E.E	
SFL 09	123.14	8	3.01	A
SLF 011	132.00	8	3.01	A B
FERON	142.84	8	3.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021.

En la tabla 19, se observó los datos de la variable de granos por panículas, donde los tratamientos analizados estadísticamente presentaron un mayor promedio y estos fueron A1B2 (suelo con lámina de agua +INIAP FL Cristalino 1480 FERON) con 143.65 granos seguido de A1B1(suelo con lámina de agua + SFL 011) con 137.00 granos, A1B3 (suelo con lámina de agua + SFL 09) con 126.25 granos, mientras que el tratamiento A2B3 (suelo con capacidad de campo + SFL 09) presentó un menor promedio con 120.03 granos. Los análisis de varianza no presentaron alta significancias en la interacción de los factores AxB, se determinó un p-valor de $0.5883 > 0.05$ por lo tanto, se acepta la hipótesis nula. Así mismo, el coeficiente de variación presento un valor de 6.42 % en cuanto a su análisis.

Tabla 19. Prueba de Tukey para granos/panícula (interacción AxB)

Bloques	Factor A	Factor B	Medias n	
	Métodos	Variedades		
4	Capacidad de campo	SLF 09	120.03	A
4	Con lámina de agua	SLF 09	126.25	A B
4	Capacidad de campo	SLF 011	126.70	A B
4	Con lámina de agua	SLF 011	137.30	A B
4	Capacidad de campo	FERON	142.03	B
4	Con lámina de agua	FERON	143.65	B
Promedio			132.66	
E.E			4.26	
C.V%			6.42	

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021

4.1.6 Granos vanos por panícula (%)

En el test de Tukey para el factor A (parcela mayor), se observó los datos de la variable de granos vanos por panícula donde se evidenció que obtuvieron un mejor aprovechamiento utilizando suelo con lámina de agua con un promedio de 1.06, mientras que al usar suelos con capacidad de campo obtuvo un promedio de 1.10, en la cual no hay diferencia significativa, por lo cual, se rechaza la hipótesis alterna.

Tabla 20. Test de Tukey para granos vanos por panícula (factor A)

Factor A (métodos)	Medidas	n	E.E	
Con lámina de agua	1.06	12	0.04	A
Capacidad de campo	1.10	12	0.04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021

En el test de Tukey para el factor B (parcela menor), se observó los datos de la variable de granos vanos por panículas en las variedades de arroz, se determinó estadísticamente cual presentaron un mayor promedio fue la variedad INIAP FL Cristalino 1480 (FERON) con 0.99%, seguido de la variedad SFL 09 con un promedio de 1.08% granos, por último, la variedad SFL 011 con un promedio de 1.18%, demostrado que no hay diferencias significativas, por lo cual, se rechaza la hipótesis alterna.

Tabla 21. Test de Tukey para granos vanos por panícula (factor B)

Factor B (variedades)	Medidas	n	E.E	
FERON	0.99	8	0.05	A
SFL 09	1.08	8	0.05	A B
SLF 011	1.18	8	0.05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021.

En la tabla 22, se observó los datos de la variable de granos vanos por panículas, donde los tratamientos analizados estadísticamente presentaron un menor porcentaje y estos fueron A1B2 (suelo con lámina de agua + INIAP FL Cristalino 1480 FERON) con 0.96% granos seguido de A1B3 (suelo con lámina de agua + SFL 09) con 1.03% granos, y A1B1 (suelo con lámina de agua + SFL 011) con 1.15% granos, mientras que el tratamiento A2B1 (suelo con capacidad de campo + SFL 011) presentó un mayor porcentaje con 1.20% granos. Los análisis de varianza no presentaron alta significancias en la interacción de los factores AxB, se determinó un p-valor de $0.5709 > 0.05$ por lo tanto, se acepta la hipótesis nula. Así mismo, el coeficiente de variación presentó un valor de 13.42% en cuanto a su análisis.

Tabla 22. Prueba de Tukey granos vanos por panícula (interacción AxB)

Bloques	Factor A	Factor B	Medias	
	Métodos	Variedades		
4	Con lámina de agua	FERON	0.96	A
4	Capacidad de campo	FERON	1.01	A
4	Con lámina de agua	SLF 09	1.03	A
4	Capacidad de campo	SLF 09	1.13	A
4	Con lámina de agua	SLF 011	1.15	A
4	Capacidad de campo	SLF 011	1.20	A
Promedio			1.08	
E.E			0.07	
C.V%			13.42	

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021

4.1.7 Cosecha (días)

En el test de Tukey para el factor A (parcela mayor), se observó los datos de la variable de los días de la cosecha donde se evidenció que obtuvieron un mejor aprovechamiento utilizando suelo con lámina de agua con un promedio de 119.42 mientras que al usar suelos con capacidad de campo obtuvo un promedio de 119.67 días, en la cual no hay diferencia significativa, por lo cual, se rechaza la hipótesis alterna.

Tabla 23. test de Tukey para días de la cosecha (factor A)

Factor A (métodos)	Medidas	n	E.E	
Capacidad de campo	119.42	12	0.39	A
Con lámina de agua	119.67	12	0.39	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021

En el test de Tukey para el factor B (parcela menor), se observó los datos de la variable de días a la cosecha en las variedades de arroz, se determinó estadísticamente cual presentaron un mayor promedio en cuando fue la variedad SFL 011 con 122.13 días, seguido de la variedad INIAP FL Cristalino 1480 (FERON) con un promedio de 121 días, por último, la variedad SFL 09 con un promedio de 115.50 días, demostrado que hay diferencias significativas, por lo cual, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 24. Test de Tukey para días de la cosecha (factor B)

Factor B (variedades)	Medidas	n	E.E	
SFL 09	115.50	8	0.47	A
FERON	121.00	8	0.47	B
SLF 011	122.13	8	0.47	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021.

En la tabla 25, se observó los datos de la variable de días a la cosecha, donde los tratamientos analizados estadísticamente presentaron un mayor porcentaje de días, y estos fueron A2B1 (suelo con lámina de agua + SFL 011) con 122.50 días seguido de (suelo con lámina de agua + INIAP FL Cristalino 1480 FERON) con 121.00 días, y (suelo con lámina de agua + SFL 09) con 115.50 días, mientras que el tratamiento A2B1 (suelo con capacidad de campo + SFL 011) presentó un mayor porcentaje con 1115.50 días. Los análisis de varianza no presentaron alta significancias en la interacción de los factores AxB, se determinó un p-valor de $0.7899 > 0.05$ por lo tanto, se acepta la hipótesis nula. Así mismo, el coeficiente de variación presentó un valor de 1.04% en cuanto a su análisis.

Tabla 25. Prueba de Tukey para los días de la cosecha (interacción AxB)

Bloques	Factor A	Factor B	Medias	
	Métodos	Variedades		
4	Capacidad de campo	SLF 09	115.50	A
4	Con lámina de agua	SLF 09	115.50	A
4	Con lámina de agua	FERON	121.00	B
4	Capacidad de campo	FERON	121.00	B
4	Con lámina de agua	SLF 011	121.75	B
4	Capacidad de campo	SLF 011	122.50	B
Promedio			119.54	
E.E			0.67	
C.V%			1.12	

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021

4.1.8 Peso de 1000 granos (gr)

En el test de Tukey para el factor A (parcela mayor), se observó los datos de la variable de peso de 1000 granos donde se evidenció que obtuvieron un mejor aprovechamiento utilizando suelo con lámina de agua con un promedio de 22.50 gramos mientras que al usar suelos con capacidad de campo obtuvo un promedio de 22.04 gramos, en la cual no hay diferencia significativa, por lo cual, se rechaza hipótesis alterna.

Tabla 26. Test de Tukey para peso de 1000 granos/gr (factor A)

Factor A (métodos)	Medidas	n	E.E	
Capacidad de campo	22.04	12	0.39	A
Con lámina de agua	22.50	12	0.39	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021

En el test de Tukey para el factor B (parcela menor), se observó los datos de la variable de peso de 1.000 granos en las variedades de arroz, se determinó estadísticamente cual presentaron un mayor promedio en cuando fue la variedad INIAP FL Cristalino 1480 (FERON) con un promedio de 23.75 gramos, seguido de la variedad SFL 011 con 21.75 gramos, por último, la variedad SFL 09 con un promedio de 21.31 gramos, demostrado que hay diferencias significativas, por lo cual, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 27. Test de Tukey para peso de 1.000 granos/gr (factor B)

Factor B (variedades)	Medidas	n	E.E	
SFL 09	21.31	8	0.48	A
SLF 011	21.75	8	0.48	A
FERON	23.75	8	0.48	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021.

En la tabla 28, se observó los datos de la variable de peso de 1000 granos donde los tratamientos analizados estadísticamente presentaron un mayor porcentaje de días, y estos fueron A2B1 (suelo con lámina de agua + INIAP FL Cristalino 1480 FERON) con 24.5 gramos seguido de A1B3 (suelo con lámina de agua + SFL 011) con 21.75 gramos, mientras que el tratamiento A2B3 (suelo con capacidad de campo + SFL 09) presentó un mayor porcentaje con 21.25 gramos. Los análisis de varianza no presentaron alta significancias en la interacción de los factores AxB, se determinó un p-valor de $0.4385 > 0.05$ por lo tanto, se acepta la hipótesis nula. Así mismo, el coeficiente de variación de 6.11% en cuanto a su análisis.

Tabla 28. Prueba de Tukey para 1000 granos/gr (interacción AxB)

Bloques	Factor A	Factor B	Medias	
	Métodos	Variedades		
4	Capacidad de campo	SLF 09	21.25	A
4	Con lámina de agua	SLF 09	21.38	A B
4	Capacidad de campo	SLF 011	21.75	A B
4	Con lámina de agua	SLF 011	21.75	A B
4	Capacidad de campo	FERON	23.00	A B
4	Con lámina de agua	FERON	24.50	B
Promedio			22.93	
E.E			0.68	
C.V%			6.11	

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021

4.2 Identificación de que tratamiento en estudio representa la mejor eficiencia en el rendimiento del cultivo de arroz

4.2.1 Productividad (Kg/pa)

En el test de Tukey para el factor A (parcela mayor), se observó los datos de la variable de peso de productividad kg/pa donde se evidenció que obtuvieron un mejor aprovechamiento utilizando suelo con lámina de agua con un promedio de 17.68 mientras que al usar suelos con capacidad de campo obtuvo un promedio de 17.07 gramos, en la cual no hay diferencia significativa, por lo cual, se rechaza la hipótesis alterna

Tabla 29. Test de Tukey para productividad kg/pa (factor A)

Factor A (métodos)	Medidas	n	E.E	
Capacidad de campo	17.07	12	0.27	A
Con lámina de agua	17.68	12	0.27	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Mora, 2021

En el test de Tukey para el factor B (parcela menor), se observó los datos de la variable de productividad kg/pa en las variedades de arroz, se determinó estadísticamente cual presentaron un mayor promedio en cuando fue la variedad INIAP FL Cristalino 1480 (FERON) con un promedio de 18.24 kg, seguido de la variedad SFL 011 con 17.50 kg, por último, la variedad SFL 09 con un promedio de 16.39 kg, demostrado que hay diferencias significativas, por lo cual, se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 30. Test de Tukey para productividad kg/pa (factor B)

Factor B (variedades)	Medidas	n	E.E		
SFL 09	16.39	8	0.33	A	
SLF 011	17.50	8	0.33	A	B
FERON	18.24	8	0.33		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) Mora, 2021.

En la tabla 31, se observó los datos de la variable de productividad de kilogramos por parcela donde los tratamientos analizados estadísticamente presentaron un mayor porcentaje y estos fueron A1B2 (suelo con lámina de agua + INIAP FL Cristalino 1480 FERON) con 18.50 kg seguido de A1B1 (suelo con lámina de agua + SFL 011) con 17.78 kg, y A1B3 (suelo con lámina de agua + SFL 09) con 16.78 kg, mientras que el tratamiento A2B3 (suelo con capacidad de campo + SFL 09) presento un mayor porcentaje con 16.00 kg. Los análisis de varianza no presentaron alta significancias en la interacción de los factores AxB, se determinó un p-valor de $0.9576 > 0.05$, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula. Así mismo, el coeficiente de variación presentó un valor de 5.38% en cuanto a su análisis.

Tabla 31. Prueba de Tukey para productividad Kg/pa (interacción AxB)

Bloques	Factor A	Factor B	Medias		
	Métodos	Variedades			
4	Capacidad de campo	SLF 09	16.00	A	
4	Con lámina de agua	SLF 09	16.78	A	B
4	Capacidad de campo	SLF 011	17.23	A	B
4	Con lámina de agua	SLF 011	17.78	A	B
4	Capacidad de campo	FERON	17.98	A	B
4	Con lámina de agua	FERON	18.50		B
Promedio			17.38		
E.E			0.47		
C.V%			5.38		

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) Mora, 2021

4.3 Realización del análisis económico de los tratamientos en estudio mediante relación beneficio/costo

4.3.1 Beneficio costo

La tabla 32 muestra los promedios de los tratamientos obtenido al evaluar la relación de beneficio/costo, con respecto a la mayor relación en cuanto al beneficio/costo estos fueron A1B2 (suelo con lámina de agua + FERON) con 1.78, luego A2B2 (suelo con capacidad de campo + FERON) con \$1.73, seguido de A1B1 (suelo con lámina de agua + Sfl 011) con \$1.71, luego A2B1 (suelo con capacidad de campo + Sfl 011) con \$1.67, luego A1B3 (Suelo con lámina de agua + Sfl 09) con \$1.57, luego A2B3 (suelo con capacidad de campo + Sfl 09) con \$1.51, esto indica que todos los tratamientos en estudios fueron viables para esta investigación.

Tabla 32. Beneficio/costo

Componentes	A1B1 Lámina de agua + Sfl 011	A1B2 Lámina de agua + FERON	A1B3 Lámina de agua + Sfl 09	A2B1 Capacidad de campo + Sfl 011	A2B2 Capacidad de campo + FERON	A2B3 Capacidad de campo + SFL 09
Rendimiento (kg/parcela)	17.78	18.50	16.78	17.23	17.98	16.00
Rendimiento (kg/ha) 24%	7112.00	7400.00	6712.00	6892.00	7192.00	6400.00
Rendimiento (kg/ha) 14%	6400.80	6660.00	6040.80	6202.80	6416.10	576000
Costo fijo (\$)	1300	1300	1300	1300	1300	1300
Costo variable (\$)	10	10	10	0	0	0
Costo total (\$)	1310	1310	1310	1300	1300	1300
Precio comercial (\$/kg)	0.35	0.35	0.34	0.35	0.35	0.34
Ingreso bruto (\$)	2240.28	2331.00	2053.87	2170.98	2245.64	1958.40
Beneficio neto (\$)	930.28	1021.00	743.87	870.98	945.64	658.40
Relación beneficios/costos	1.71	1.78	1.57	1.67	1.73	1.51

Mora, 2021

5. Discusión

La finalidad de esta investigación fue analizar la producción de arroz aplicando el método de fertilización pulver en Samborondón-Guayas.

Una vez realizados los análisis e interpretación de todos los datos, en cuanto a las variables: Altura de planta (cm), número de macollos por planta, días a la floración, longitud de panículas por planta, números de granos por panícula, granos vanos por panícula, días a la cosecha, peso de mil granos, rendimiento (kg/ha): Según los resultados de altura de las plantas después de haber trasplantado la altura que obtuvo mayor tamaño fue A1B2 (lámina de agua + INIAP FL Cristalino 1480 FERON) con 97.70 cm, luego A1B1 (lámina de agua + Sfl 011) con 89.73 cm, luego A1B3 (lámina de agua + Sfl 09) con 89.23 cm.

De acuerdo con Moreira (2014) afirma que en su estudio se observa que la interacción entre variedades y láminas de agua, en ambas variedades, fueron superiores en altura de planta cuando se las cultivaron con láminas de agua, en comparación con las cultivadas con riego intermitente. Por otra parte, en la interacción entre capacidad de campo y láminas de agua, se observó que las variedades de arroz presentaron una mayor altura de planta.

Según los número de macollos evaluados A1B2 (lámina de agua +INIAP FL Cristalino 1480 FERON) con 25.88 macollos seguido de A1B1 (lámina de agua +SFL 011) con 24,58 macollos, seguido de A1B3 (lámina de agua + SFL 09) con 24.25 macollos, de acuerdo con Zelada (2016) se fertiliza en seco así se aprovecha al máximo la aplicación y de inmediato se introduce agua a la parcela creando una lámina que se mantendrá permanentemente hasta los días previos a la cosecha donde se le da el terminado al grano. En síntesis, se hace una buena aplicación

de fertilizantes al principio de la etapa vegetativa en donde la planta aprovecha al máximo los nutrientes para incentivar la producción de macollos.

Los resultados que se obtuvieron en esta investigación luego de haber tabulado estadísticamente en base al rendimiento del cultivo, se observó que los tratamientos ajustados con mayor índice de rendimiento fueron A1B2 (lámina de agua + INIAP FL Cristalino 1480 FERON) con 18.50 kilogramos seguido de A1B1 (lámina de agua + SFL 011) con 17.78 kilogramos seguido de A1B3 (lámina de agua + SFL 09) con 16.78 kilogramos; y acorde con Camacho (2002) indica que es necesario obtener los conocimientos adecuados para conseguir beneficios altos, por lo cual, es importante hacer uso conveniente de los fertilizantes caso inverso este trabajo sería una actividad antieconómica.

En el Ecuador los suelos aptos para el cultivo de arroz son deficientes de nitrógeno y que las mejores fuentes de este nutriente son la urea y sulfato de amonio. En estos resultados se evidenció que mediante la metodología de fertilización pulver se logró incrementar el rendimiento de las variedades de arroz SFL 011, INIAP Cristalino 1480 (FERON) y SFL 09. Y de acuerdo con Pulver (2010) el cual indica que sólo cuando un cultivo dispone de los nutrientes adecuados puede dar un rendimiento alto.

Por otro lado, si el genotipo de arroz tiene un alto potencial de rendimiento, su demanda de nutrientes será más alta. se acepta la hipótesis alterna. Aunque estas afirmaciones son obvias, muchos agricultores no ajustan la cantidad de abono que aplican teniendo en cuenta tres factores: El potencial de rendimiento del cultivo, las condiciones de crecimiento del cultivo y el nivel de fertilidad del suelo.

Con la relación beneficio/costo de los tratamientos en estudio. Se pudo observar que el mayor costo/beneficio fueron A1B2 (suelo con lámina de agua + FERON) con 1.78, luego A2B2 (suelo con capacidad de campo + FERON) con \$1.73, seguido de A1B1 (suelo con lámina de agua + Sfl 011) con \$1.71, luego A2B1 (suelo con capacidad de campo + Sfl 011) con \$1.67, luego A1B3 (Suelo con lámina de agua + Sfl 09) con \$1.57, luego A2B3 (suelo con capacidad de campo + Sfl 09) con \$1.51, de acuerdo con Martínez (2006) Además se evalúa la funcionalidad del IMC para determinar niveles y momentos de fertilización nitrogenada apropiados para incrementar los rendimientos del cultivo y minimizar los posibles impactos negativos al ambiente. Así mismo Alvarado (2012).

La eficiencia de los fertilizantes, es el rendimiento obtenido en el cultivo por unidad de nutriente aplicado bajo un conjunto específico de condiciones climáticas y edafológicas. La eficiencia de los fertilizantes como incremento en el rendimiento de la porción cosechada del cultivo por unidad de nutrientes del fertilizante aplicado.

6. Conclusiones

En la presente investigación al utilizar la metodología de fertilización pulver en tres variedades de arroz en el cantón Samborondón, se dan las siguientes conclusiones.

En este estudio se observó las diferencias entre los dos métodos de aplicación del riego, el cual dio como resultado que las variedades cultivadas con lámina de agua obtuvieron una mejor respuesta agronómica es así como las interacciones entre lámina de agua y variedad A1B2 (suelo con lámina de agua + FERON), obteniendo promedios en cuanto a las variables evaluadas ya que este sobresalió por encima de los demás tratamientos dando como resultado un aumento en la economía del agricultor

Una vez que se analizaron los datos se estableció el tratamiento que alcanzo los rendimientos más sobresalientes estos fueron A1B2 (suelo con lámina de agua + INIAP FL Cristalino 1480 FERON) con un valor de 18.50 kg/pa, seguido de A1B1 (suelo con lámina de agua + SFL 011), con 17.78 kilogramos y el tratamiento que obtuvo el menor promedio en cuanto al rendimiento fue A2B3 (suelo con capacidad de campo + SLF 09) con un valor de 16.00kg/pa.

De acuerdo con el análisis económico se estableció que los tratamientos que obtuvieron mejores resultados fueron A1B3 (suelo con lámina de agua + FERON) teniendo un ingreso de \$1.78 siendo económicamente el mejor tratamiento seguido del tratamiento A1B1 (suelo con lámina de agua + SFL 011) el cual obtuvo \$ 1.71

El tratamiento que obtuvo la menor relación beneficio/costo fue A2B3 (suelo con capacidad de campo + SFL 09) el cual obtuvo \$1.51.

7. Recomendaciones

El trabajo experimental realizado para aumentar el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) es preciso ejecutar un plan de fertilización como lo es la metodología pulver adecuada racionando los fertilizantes, ya que los resultados obtenidos en este trabajo experimental se obtuvieron buenos resultados.

Al analizar la producción del cultivo de arroz mediante la fertilización pulver combinadas con lámina de agua y capacidad de campo se puede sugerir las siguientes recomendaciones.

Seguir buscando nuevas metodologías de fertilización con sistemas de riego como lo es láminas de agua y capacidad de campo para ahorrar el consumo de agua tomando en cuenta los resultados obtenidos en la presente investigación.

Para futuras investigaciones implementar combinaciones de factores como son láminas de agua con variedades de siembra esto para poder obtener los mejores resultados de producción teniendo un producto con menos gastos económicos y con menor impacto ambiental.

Teniendo como consideraciones generales otras variables y parámetros a medir tanto en el comportamiento agronómico como en la producción, así los agricultores obtengan mayores ingresos económicos gracias al manejo adecuado de la fertilización en el cultivo de arroz.

8. Bibliografías

- Alayo, W. J. (2015). *Influencia de dos fórmulas de abonamiento NPK y cinco momentos de aplicación, sobre el rendimiento y otras características en el cultivo de arroz (Oryza sativa L) variedad IR-43 en el valle de San Lorenzo*. Piura - Peru: Universidad Nacional de Piura .
- Alban, S. B. (2019). *Evaluación agronómica de las variedades de arroz (Oryza*. Guayas : Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- Alvarado, J. K. (2012). *Producción de arroz bajo riego de la variedad F-50 mediante el uso de briquetas compuestas de N.P.K. en el Canton Daule*. Guayaquil - Ecuador: Universidad Superior Politécnica del Litoral.
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2016). Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales. En H. d. Barrezuela. Quito.
- Bernis, J. M. (2018). *El nuevo sistema de siembra en seco del arroz*. Tortosa: Comunitat de Regants.
- Bueno, J. E. (2019). *Evaluación de siete dosis de fertilizante foliar Vellhumus sobre el rendimiento del cultivo de arroz Oryza sativa L*. Guayas: Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil.
- Camacho, M. (2002). *Análisis de la producción arrocería en el cantón Arenillas*. Machala: Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Camposano, S. B. (2017). *Organización administrativa de las Pymes del sector comercial de arroz en el cantón Salitre y sus efectos en el control interno*. Guayas: Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

- Castro, A. N. (2020). *Efecto del Calcio y Manganeso en el manejo preventivo de Pyricularia oryzae en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.), en la zona de Jujan-Guayas*. Babahoyo-Los Ríos-Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Chavarria, A. D. (2017). *Diferenciación de productividad en términos económicos en el manejo del rebrote “soca” en el cultivo del arroz en el cantón Daule provincia del Guayas*. Guayaquil - Ecuador: Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- Chila, J. A. (2019). *Comportamiento agronómico de tres variedades de arroz (Oryza sativa)*. Guayas : Universidad de Guayaquil .
- Coral, J. A. (09 de Febrero de 2013). *Requerimientos Agroecológicos De Cultivos*. Jalisco, México: Talleres Gráficos de Prometo Editores, S. A. Obtenido de http://www.inifapcirpac.gob.mx/publicaciones_nuevas/Requerimientos%20Agroec%20de%20Cultivos%20da%20Edici%F3n.pdf
- Degiovanni, V. (2010). Producción Eco-eficiente del Arroz en América latina. *Centro Internacional de Agricultura Tropical*, 308 - 3212.
- Delgado, J. E. (2014). *Evaluación de la calidad del arroz paddy (Oryza sativa L.) de los diferentes proveedores de la Piladora Verónica Roxanna en la zona de Santa Lucía, provincia del Guayas*. Guayaquil: Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- Ecuador, R. O. (2004). Recopilación de Leyes Agrarias. En J. M. Martínez. Quito: Editorial Nacional.

- Fajardo, L. C. (2016). Aplicación de fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). *Tinajones en Jequetepeque*, 18.
- Gonzales, M. R. (2015). *Evaluación agroproductiva de cuatro cultivares de arroz (Oryza sativa L.)*. Jibaro: Universidad Central "Martha Arube de las Villas " .
- Granda, O. B. (2017). *Determinar los efectos de un fertilizante folia y una hormona reguladora de crecimiento sobre el comportamiento de la variedad de arroz (Oryza sativa L.) INIAP 14*. Guayaquil: Universidad Católica de Guayaquil.
- Guevara, N. M. (2016). "Control de *Burkholderia glumae* en el cultivo de arroz(*Oryza sativa* L.) utilizando 2 productos de acción bacteriana en la E.E.A el Porvenir-San Martín. Tarapoto - Peru: Universidad Nacional de San Martín.
- Hernández, N. D. (2012). *Uso de tres mejoradores de retención de nutrientes en el suelo*. Cevallos - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Iglesia, H. P. (2018). *Cultivos tropicales de importancia económica en Ecuador (arroz, yuca, caña de azúcar y maíz)*. Machala: Universidad Técnica de Machala.
- INDIA. (2016). Características agronómicas de la variedad SFL 011. *Ficha técnica No. 2, 4*.
- Instituto Nacional De Investigaciones Agropecuarias. (2017). *Manual del cultivo de Arroz*. Guayas: 2 Edición.
- Larreta, P. D. (2014). *Efectos de la aplicación de dosis altas y bajas nitrógeno en combinación con cuatro niveles de ácidos húmicos de degradación lenta en arroz (Oryza sativa L.)*. Guayas: Universidad de Guayaquil.

- Ley Orgánica del Regimen de Soberanía Alimentaria. (2016). Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía alimentaria. En *Constitución del Ecuador* (pág. 6). Quito.
- López, L. A. (2016). Influencia de la temperatura ambiental y la fecha de siembra sobre la duración de las fases fenológicas en cuatro cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultivos Tropicales*, 37(1), 65-70.
- Martínez, R. Q. (2006). *Evaluación de la fertilización Nitrogenada en arroz inundado*. Alajuela - Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Mejía, L. M. (2016). Respuesta del cultivo de arroz *Oryza sativa* L., de la variedad INIAP FL- 011 a la aplicación de cuatro fertilizantes nitrogenados. *Universidad de Guayaquil*, 9.
- Mejivar, S. M. (2010). Nutrición mineral de arroz . *International Center for Tropical Agriculture*, 30.
- Méndez, J. W. (2018). *Producción de arroz (Oryza sativa) con diferentes sistemas de siembra manejado con plaguicidas botánicos en Pranza*. Catamas, Olancho Honduras: Universidad Nacional de Agricultura.
- Mendoza, D. M. (2015). *Sistema Intensivo del cultivo de Arroz (SRI)*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Monserate, V. (19 de Enero de 2019). *Universidad Técnica Babahoyo*. Obtenido de <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3844>
- Mora, J. O. (2019). Dinámica de absorción de los macroelementos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) bajo condiciones de riego. (*Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2019*), 15.

- Morán, C. E. (2017). *Efecto de la humedad del suelo en arroz (Oryza sativa L.) bajo el sistema de riego por goteo, a dos densidades de siembra*. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Moreira, W. J. (2014). *Estudio sobre el comportamiento de dos variedades de arroz INIAP 14 e INIAP 18 cultivadas en dos tipos de suelo con dos laminas de agua*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Navarrete, J. M. (2016). *Respuesta de la interacción fungicidas y dosis de fertilizantes, a la incidencia del complejo manchado de grano en el cultivo de arroz de secano en la zona de Bbahoyo*. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo (Tesis de grado).
- Orrego, V. M. (2016). Estudio de adopción de variedades modernas y prácticas agronómicas mejoradas de Arroz en Ecuador. *Reporte de Investigación. CIAT-INIAP*, 66.
- Portales, J. P. (2015). *Efectos de la incorporación fraccionada de urea en el rendimiento de grano de calidad molinera de Oryza sativa L Var IR43 en Pacanguilla Chepen*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Pulver, E. (2010). Manejo estratégico y producción competitiva del arroz con riego en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT), 355.
- Pulver, E. (2016). Mitos sobre el agua y la palma de aceite en Colombia. *Revistas Palmas* , 37(4), 109-112.
- Reinoso, D. A. (2011). *Estudio comparativo de los métodos de fertilización del cultivo de arroz: usando briquetas de urea con diferentes concentraciones*

de zeolita y el sistema tradicional en la zona Febres Cordero- Provincia de Los Ríos. Los Ríos: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Rodríguez, J. H. (2016). Fertilización del cultivo de arroz. *Conferencia 74*, 131.

Toncompany. (3 de Marzo de 2021). TOMCOMPANY. Obtenido de TOMCOMPANY: http://tomcompany.com.mx/fichas_tecnicas/TOM-07_DAP.pdf

Torres, E. G. (2013). *Mejorando la competitividad del arroz en América Latina mediante el cierre de brechas de rendimiento*. San Jose - Costa Rica: Centro de Agricultura Tropical.

Vargas, M. C. (2017). *Respuestas de fuentes y niveles de nitrógeno en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en condiciones del valle chancay, Lambayeque*. Lima - Peru: Universidad nacional Agraria La Molina.

Vega, M. A. (2019). *Respuesta noveles de nitrógeno, fósforo y potasion en el cultivo de arroz (Oryza satila L.) en condiciones de la zona de Babahoyo*. Babahoyo - Los Ríos - Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.

Vélez, R. J. (2015). *Evaluación Morfo-Agronómica y productiva de ocho variedades de arroz (Oriza Sativa I.) en el recinto Los Cerritos, cantón Urdaneta, provincia Los Ríos*. Los Ríos: Universidad Estatal De Bolivar.

Viteri, G. I. (2016). Comercialización de arroz en Ecuador: Análisis de la evolución de precios en el eslabón productor-consumidor. *Revista Ciencia y Tecnología*, 9(2), 11-17.

Vivas, W. A. (2016). *“Comportamiento agronómico del cultivo de arroz (Oryza sativa L) a la aplicación de rizobacterias en el suelo con programas de fertilización*

química en la zona de Babahoyo. Los Ríos. Los Ríos: Universidad Técnica de Babahoyo.

Zelada, J. D. (2016). *Comparación técnico - económico de transplante tradicional vs trasplante en hileras del arroz (Oryza sativa L.) en Bellavista san Martín.* Lima: Universidad Agraria La Molina.

9. Anexos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de plantas	24	0,56	0,15	5,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	398,46	11	36,22	1,36	0,3014
Bloque	37,77	3	12,59	0,47	0,7066
Métodos	4,77	1	4,77	0,18	0,6795
Métodos+Bloque	19,99	3	6,66	0,25	0,8595
Variedad	331,66	2	165,83	6,23	0,0139
Métodos+Variedad	4,27	2	2,13	0,08	0,9235
Error	319,28	12	26,61		
Total	717,74	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=15,24371
 Error: 26,6067 gl: 12

Métodos	Bloque	Medias	n	E.E.
Capacidad de campo 1	1	89,67	3	2,98 A
Con lámina de agua 3	3	90,20	3	2,98 A
Capacidad de campo 3	3	90,67	3	2,98 A
Con lámina de agua 4	4	91,00	3	2,98 A
Capacidad de campo 4	4	92,30	3	2,98 A
Capacidad de campo 2	2	92,70	3	2,98 A
Con lámina de agua 1	1	92,77	3	2,98 A
Con lamina de agua 2	2	94,93	3	2,98 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 1. Altura de planta

Mora, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numero de macollo	24	0,61	0,26	5,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	31,73	11	2,88	1,73	0,1806
Bloque	3,18	3	1,06	0,64	0,6063
Metodos	2,22	1	2,22	1,33	0,2712
Metodos+Bloque	11,63	3	3,88	2,32	0,1267
Variedad	14,67	2	7,34	4,39	0,0370
Metodos+Variedad	0,02	2	0,01	0,01	0,9940
Error	20,03	12	1,67		
Total	51,75	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,81804
 Error: 1,6691 gl: 12

Metodos	Bloque	Medias	n	E.E.
Con lamina de agua 4	4	23,33	3	0,75 A
Capacidad de campo 2	2	24,00	3	0,75 A
Capacidad de campo 3	3	24,33	3	0,75 A
Capacidad de campo 1	1	24,65	3	0,75 A
Capacidad de campo 4	4	25,08	3	0,75 A
Con lamina de agua 1	1	25,67	3	0,75 A
Con lamina de agua 3	3	25,67	3	0,75 A
Con lamina de agua 2	2	25,83	3	0,75 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 2. Número de macollos

Mora, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Días de la Floración	24	0,91	0,82	1,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	170,94	11	15,54	10,45	0,0002
Bloque	3,35	3	1,12	0,75	0,5421
Metodos	4,25	1	4,25	2,86	0,1167
Metodos+Bloque	1,46	3	0,49	0,33	0,8051
Variedad	161,48	2	80,74	54,28	<0,0001
Metodos+Variedad	0,40	2	0,20	0,13	0,8767
Error	17,85	12	1,49		
Total	188,79	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,60416
 Error: 1,4874 gl: 12

Metodos	Bloque	Medias	n	E.E.
Capacidad de campo 4		82,60	3	0,70 A
Capacidad de campo 1		82,63	3	0,70 A
Con lamina de agua 1		83,17	3	0,70 A
Capacidad de campo 3		83,37	3	0,70 A
Capacidad de campo 2		83,60	3	0,70 A
Con lamina de agua 2		83,87	3	0,70 A
Con lamina de agua 4		84,17	3	0,70 A
Con lamina de agua 3		84,37	3	0,70 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 3. Días de la floración

Mora, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud De Paniculas	24	0,63	0,29	5,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28,16	11	2,56	1,87	0,1494
Bloque	2,14	3	0,71	0,52	0,6773
Metodos	3,14	1	3,14	2,29	0,1563
Metodos+Bloque	9,97	3	3,32	2,42	0,1165
Variedad	12,82	2	6,41	4,67	0,0316
Metodos+Variedad	0,10	2	0,05	0,04	0,9654
Error	16,46	12	1,37		
Total	44,63	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,46162
 Error: 1,3720 gl: 12

Metodos	Bloque	Medias	n	E.E.
Capacidad de campo 1		20,00	3	0,68 A
Con lamina de agua 2		20,83	3	0,68 A
Capacidad de campo 2		21,50	3	0,68 A
Capacidad de campo 4		21,52	3	0,68 A
Capacidad de campo 3		21,77	3	0,68 A
Con lamina de agua 4		21,85	3	0,68 A
Con lamina de agua 3		22,17	3	0,68 A
Con lamina de agua 1		22,83	3	0,68 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 4. Longitud de panícula

Mora, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Granos por panícula	24	0,75	0,51	6,42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2553,39	11	232,13	3,20	0,0287
Bloque	462,38	3	154,13	2,12	0,1507
Metodos	226,94	1	226,94	3,13	0,1025
Metodos+Bloque	225,95	3	75,32	1,04	0,4112
Variedad	1557,56	2	778,78	10,72	0,0021
Metodos+Variedad	80,57	2	40,28	0,55	0,5883
Error	871,37	12	72,61		
Total	3424,76	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=25,18285
 Error: 72,6138 gl: 12

Metodos	Bloque	Medias	n	E.E.
Con lamina de agua 4	4	125,43	3	4,92 A
Capacidad de campo 4	4	128,17	3	4,92 A
Capacidad de campo 3	3	128,27	3	4,92 A
Capacidad de campo 2	2	129,20	3	4,92 A
Capacidad de campo 1	1	132,70	3	4,92 A
Con lamina de agua 2	2	132,83	3	4,92 A
Con lamina de agua 3	3	139,67	3	4,92 A
Con lamina de agua 1	1	145,00	3	4,92 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 5. Granos por panícula

Mora, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Granos vanos por panícula	24	0,53	0,10	13,42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,28	11	0,03	1,23	0,3641
Bloque	0,07	3	0,02	1,15	0,3681
Metodos	0,01	1	0,01	0,35	0,5652
Metodos+Bloque	0,04	3	0,01	0,61	0,6236
Variedad	0,14	2	0,07	3,35	0,0699
Metodos+Variedad	0,02	2	0,01	0,59	0,5709
Error	0,25	12	0,02		
Total	0,54	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,42843
 Error: 0,0210 gl: 12

Metodos	Bloque	Medias	n	E.E.
Con lamina de agua 1	1	0,98	3	0,08 A
Con lamina de agua 2	2	1,02	3	0,08 A
Con lamina de agua 3	3	1,03	3	0,08 A
Capacidad de campo 3	3	1,05	3	0,08 A
Capacidad de campo 2	2	1,09	3	0,08 A
Capacidad de campo 1	1	1,12	3	0,08 A
Capacidad de campo 4	4	1,13	3	0,08 A
Con lamina de agua 4	4	1,22	3	0,08 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 6. Granos vanos por panícula

Mora, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Días de la cosecha	24	0,91	0,82	1,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	208,46	11	18,95	10,58	0,0001
Bloque	1,79	3	0,60	0,33	0,8015
Metodos	0,37	1	0,37	0,21	0,6555
Metodos+Bloque	4,46	3	1,49	0,83	0,5028
Variedad	201,08	2	100,54	56,12	<0,0001
Metodos+Variedad	0,75	2	0,38	0,21	0,8140
Error	21,50	12	1,79		
Total	229,96	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,95571
 Error: 1,7917 gl: 12

Metodos	Bloque	Medias	n	E.E.
Con lamina de agua	4	119,00	3	0,77 A
Capacidad de campo	2	119,00	3	0,77 A
Con lamina de agua	1	119,33	3	0,77 A
Con lamina de agua	3	119,33	3	0,77 A
Capacidad de campo	1	119,33	3	0,77 A
Capacidad de campo	4	119,67	3	0,77 A
Con lamina de agua	2	120,00	3	0,77 A
Capacidad de campo	3	120,67	3	0,77 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 7. Días de la cosecha

Mora, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1000 Granos/gr	24	0,62	0,27	6,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	35,78	11	3,25	1,76	0,1733
Bloque	2,36	3	0,79	0,43	0,7380
Metodos	1,26	1	1,26	0,68	0,4253
Metodos+Bloque	1,86	3	0,62	0,34	0,7998
Variedad	27,02	2	13,51	7,30	0,0084
Metodos+Variedad	3,27	2	1,64	0,88	0,4385
Error	22,21	12	1,85		
Total	57,99	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,02034
 Error: 1,8507 gl: 12

Metodos	Bloque	Medias	n	E.E.
Con lamina de agua	3	21,67	3	0,79 A
Capacidad de campo	4	21,67	3	0,79 A
Capacidad de campo	3	21,83	3	0,79 A
Capacidad de campo	1	22,17	3	0,79 A
Capacidad de campo	2	22,50	3	0,79 A
Con lamina de agua	2	22,67	3	0,79 A
Con lamina de agua	1	22,67	3	0,79 A
Con lamina de agua	4	23,00	3	0,79 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 8. Peso de 1000 granos/gramos

Mora, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Productividad	kl/pa	24	0,65	0,33 5,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19,70	11	1,79	2,05	0,1161
Bloque	0,82	3	0,27	0,31	0,8159
Métodos	2,28	1	2,28	2,62	0,1318
Métodos+Bloque	2,65	3	0,88	1,01	0,4218
Variedad	13,88	2	6,94	7,96	0,0063
Métodos+Variedad	0,08	2	0,04	0,04	0,9576
Error	10,47	12	0,87		
Total	30,17	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,76000
 Error: 0,8722 gl: 12

Métodos	Bloque	Medias	n	E.E.
Capacidad de campo 3		16,83	3	0,54 A
Capacidad de campo 4		17,00	3	0,54 A
Con lámina de agua 1		17,03	3	0,54 A
Capacidad de campo 2		17,07	3	0,54 A
Capacidad de campo 1		17,37	3	0,54 A
Con lámina de agua 2		17,40	3	0,54 A
Con lámina de agua 3		17,97	3	0,54 A
Con lámina de agua 4		18,33	3	0,54 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 9. Productividad Kg/pa

Mora, 2021

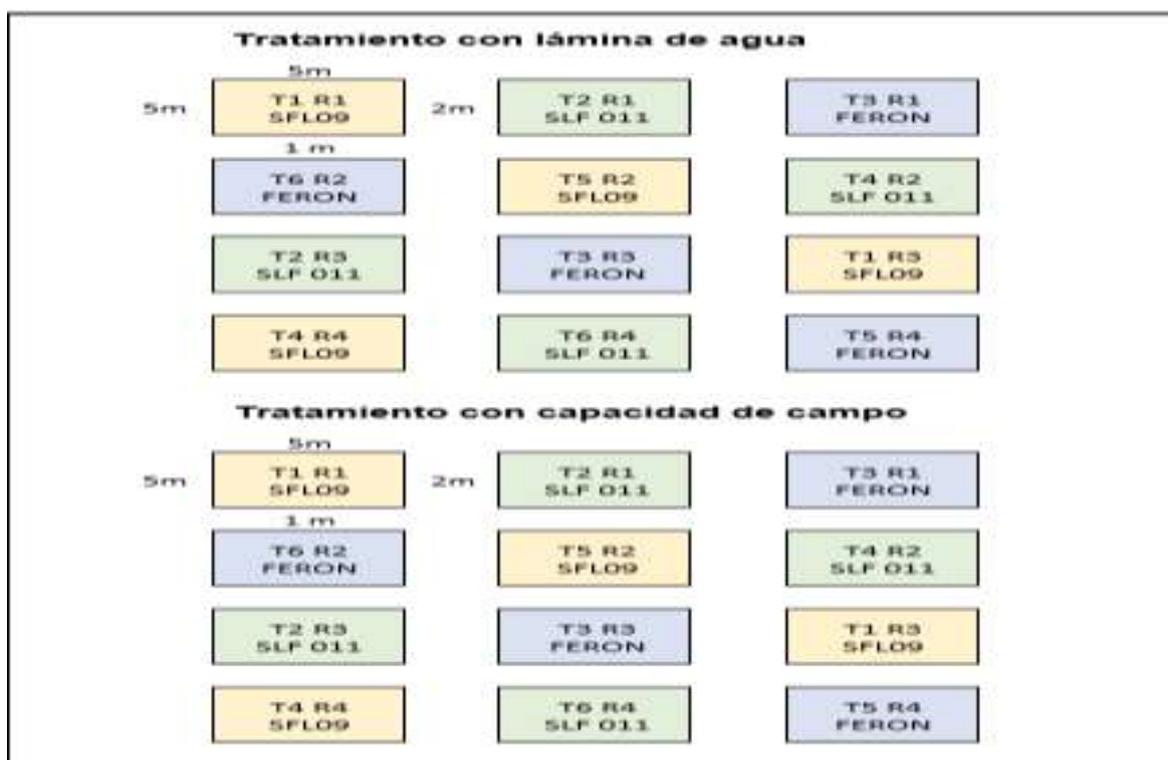


Figura 10. Croquis del trabajo experimental

Mora, 2021

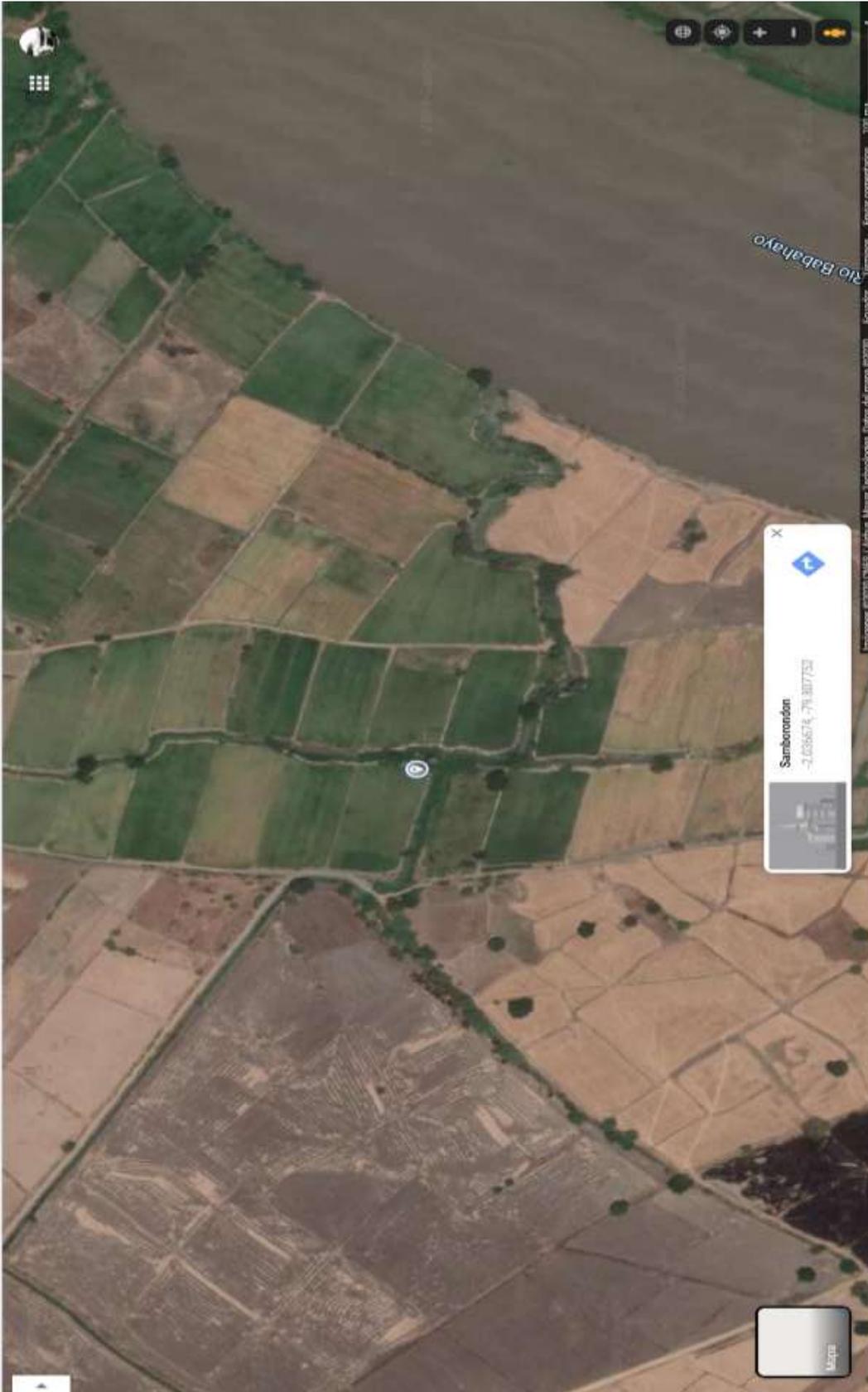


Figura 11. Referencia satelital del lugar del ensayo
Google maps, 2021

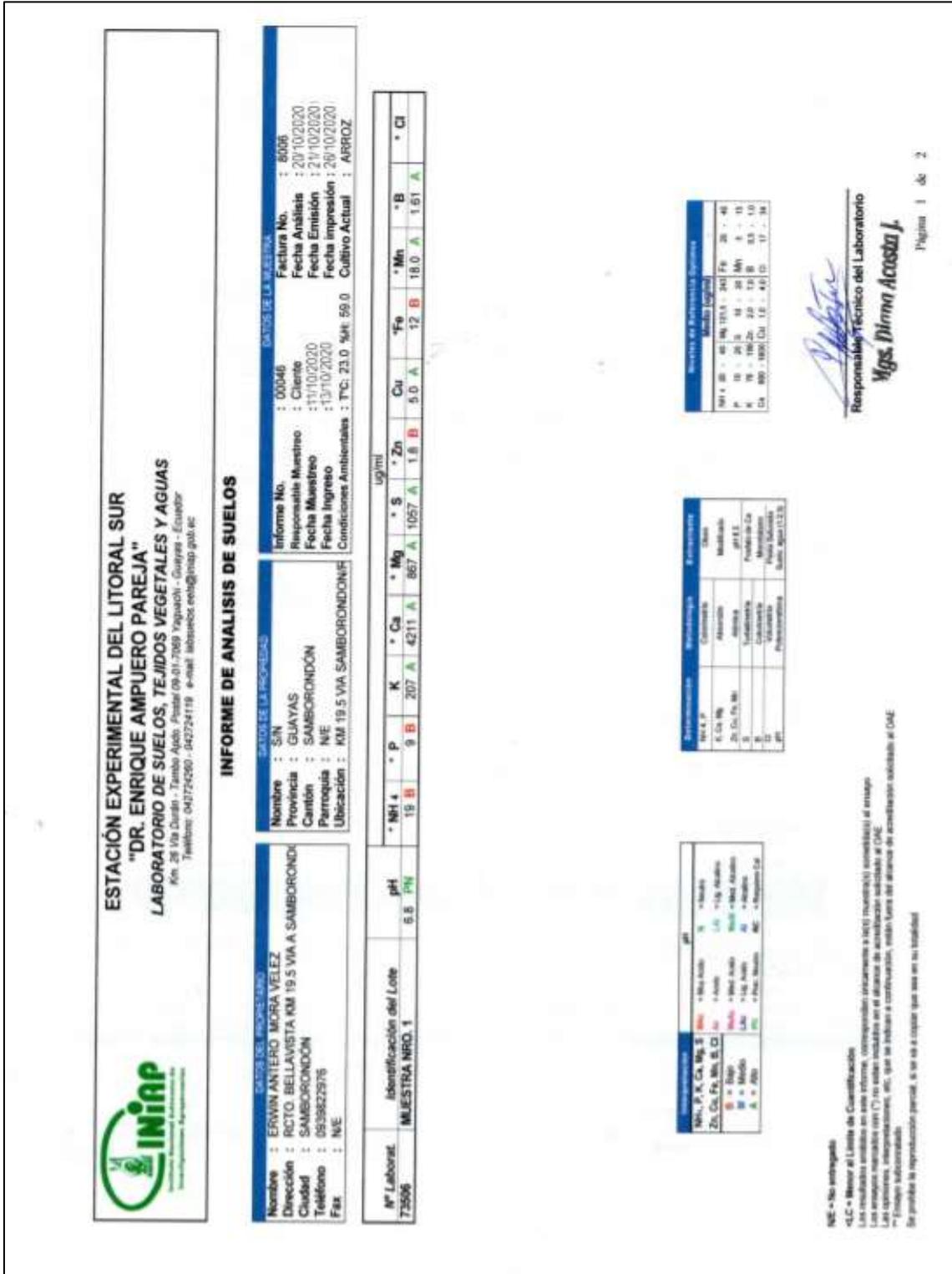


Figura 12. Análisis de suelo previa al estudio Laboratorios INIAP, 2021

 TOMCOMPANY	FICHA TÉCNICA DAP 18-46-00	CÓDIGO TOM-07
		FECHA DE REVISIÓN 2016-Noviembre

DESCRIPCIÓN

Nombre Químico: Fosfato diamónico.
 Otros Nombres: Hidrogenofosfato de amonio.

El hidrogeno fosfato de amonio o fosfato diamónico (DAP) es una de las sales de fosfato de amonio solubles en agua que se puede producir a partir de la reacción de neutralización entre el ácido fosfórico y el amoniaco.

Es el fertilizante fosfatado más utilizado en el mundo. El DAP es una excelente fuente de fósforo (P) y nitrógeno (N) para la nutrición de las plantas. Es altamente soluble y por lo tanto se disuelve rápidamente en el suelo para liberar fosfato y amonio disponibles para las plantas. Una característica notable del DAP es el PH alcalino que se desarrolla alrededor de los gránulos en disolución.

FORMULACIÓN

N 18%; P 46%; K 00%

ESPECIFICACIONES

DETERMINACIÓN	ESPECIFICACIÓN
Nitrógeno (N)	18.0%
Fosforo (P_2O_5)	46.0%
Fosforo Disponible	46.0%
Fosforo Soluble en Agua	42.0%
Presentación Física	Gránulos de color café oscuro, gris ó negro.
Tamaño de partícula (1.18 a 4.00 mm)	90.00%
pH Sol. Acuosa al 10% y 25°C	7.7-8.1
Índice de salinidad	29.3

PRESENTACIONES Y EMBALAJE

A granel.
 Sacos de polipropileno, laminados o con lyner, en presentaciones de 25, 50 y 1000 kg.
 Entarimados, emplayados y flejados, a petición del cliente.
 Diferencias en pesos +/- 1%.

TRASPORTE MANEJO Y ALMACENAMIENTO

A granel, transportar en tolvas de gran capacidad; envasado, transportar en trailers o camiones con cajas limpias y sin picos salientes.

Figura 13. Ficha técnica de fosfato diamónico

Toncompany, 2021



PRECISAGRO®

Muriato de potasio (MOP)



NUTRICIÓN DE CULTIVOS

Descripción:

El muriato o cloruro de potasio, es una de las fuentes de potasio más utilizadas en agricultura. Es el fertilizante potásico con la mayor concentración del elemento.

Otros nombres:

Cloruro de potasio, muriato de potasio, MOP, KCl.

Nutrientes principales:

60 - 61 %	Potasio (K ₂ O)
45 - 47.6 %	Cloruro (Cl)

Características físicas y químicas:

Fórmula química:	KCl
Peso molecular (g/mol):	74
Nombre químico:	Cloruro de potasio
Color y forma:	Color variable, desde blanco hasta café rojizo.
Densidad (kg/L):	0.9 - 1.5
Humedad crítica relativa 30°C (%):	70
Índice de salinidad*:	116

Figura 14. Ficha técnica de muriato de potasio Precisagro, 2021

UREA
46-00-00

FICHA TÉCNICA

La Urea es un fertilizante químico de origen orgánico. Entre los fertilizantes sólidos, es la fuente Nitrogenada de mayor concentración (46%), siendo por ello de gran utilidad en la integración de fórmulas de mezclas físicas de fertilizantes, dando grandes ventajas en términos económicos y de manejo de cultivos altamente demandantes de Nitrógeno (N).

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Nombre Químico: Carbamida

Otros Nombres: Urea, Carbonildiamida, Ácido Carbomídico ó Amida Alifática

Fórmula Química: CO(NH₂)₂

Peso Molecular (g/mol): 60.06

Contenido de Nitrógeno Total (N): 46 % de Nitrógeno Uréico (w/w)

Presentación Física:	Perlas o Perdigones Esféricos, color blanco.
Tamaño de partícula:	0.85 a 3.35 mm
Solubilidad en agua, a 20° C (100 g/100 ml):	100 g/100 ml. de agua
pH en solución al 10%:	7.5-10.0 Unidades
Densidad Aparente (Kg/m ³):	770 - 809 Kg/m ³
Índice de Salinidad:	75.4
Humedad Relativa Crítica (a 30° C):	73%
Acidez equivalente a Carbonato de Calcio:	84 partes de Carbonato de Calcio por 100 de Urea.

Figura 15. Ficha técnica de Urea Fertinova, 2021



Figura 16. Despancado y fanguado del terreno
Mora, 2021



Figura 17. Preparación del semillero
Mora, 2021



Figura 18. Delimitación del área de estudio

Mora, 2021



Figura 19. Siembra de las parcelas

Mora, 2021



Figura 20. Control de maleza y fertilización
Mora, 2021



Figura 21. Toma de las variables
Mora, 2021



Figura 22. Visita del tutor
Mora, 2021



Figura 23. Medición de variables
Mora, 2021



Figura 24. Cosecha manual
Mora, 2021