



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**EFFECTO DE LAS COMBINACIONES DE POTASIO CON
DIFERENTES TIPOS DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE
ARROZ (*Oryza sativa* L.)
TRABAJO EXPERIMENTAL**

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

**AUTOR
MARTINEZ SEGURA JOSE ALEXANDER**

**TUTOR
ING. MARTINEZ ALCIVAR FERNANDO, MSC**

MILAGRO – ECUADOR

2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, FERNANDO ROBERTO MARTINEZ ALCIVAR, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EFFECTO DE LAS COMBINACIONES DE POTASIO CON DIFERENTES TIPOS DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)**, realizado por el estudiante **MARTINEZ SEGURA JOSE ALEXANDER**; con cédula de identidad N° **1207523372** de la carrera INGENIERO AGRONOMO, Unidad Académica Milagro, 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,

Firma del Tutor

ING FERNANDO MARTINEZ ALCIVAR MSC

Milagro, 19 de noviembre del 2020



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

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: “**EFFECTO DE LAS COMBINACIONES DE POTASIO CON DIFERENTES TIPOS DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)**”, realizado por el estudiante **MARTINEZ SEGURA JOSE ALEXANDER**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Paulo Centenaro Quiroz, M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Cesar Peña Haro, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Fernando Martínez Alcívar, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Jussen Facuy Delgado, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Milagro, 19 de noviembre del 2020

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a: A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy. A mis padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mi el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios esta conmigo siempre. A mi hermana por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Agradecimiento

Quiero agradecer a DIOS en primer lugar por haberme guiado a lo largo de esta carrera siempre con su bendición, por haberme brindado sabiduría y fortaleza para culminar esta etapa. También a mis padres JOSE MARTINEZ y GINA SEGURA por su apoyo incondicional, su constante motivación a seguir adelante y no desistir a mitad del camino, por ser ambos una inspiración para concluir una meta más. A mi hermana la Ing. JOYCE MARTINEZ por su apoyo absoluto que me ha ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de esta trayectoria y por ultimo agradecerle a mi familia y amigos en general por sus oraciones, su paciencia y por tolerar todo este proceso junto a mí. GRACIAS

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **MARTINEZ SEGURA JOSE ALEXANDER**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “**EFFECTO DE LAS COMBINACIONES DE POTASIO CON DIFERENTES TIPOS DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)**” para optar el título de INGENIERIA AGRONOMICA, 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(a) 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.

Milagro, 19 de noviembre del 2020

MARTINEZ SEGURA JOSE ALEXANDER
C.I. 1207523372

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.....	12
Resumen	13
Abstract.....	14
1. Introducción.....	15
1.1 Antecedentes del problema.....	15
1.2 Planteamiento y formulación del problema	16
1.2.1 Planteamiento del problema	16
1.2.2 Formulación del problema	16
1.3 Justificación de la investigación	16
1.4 Delimitación de la investigación	17
1.5 Objetivo general	17
1.6 Objetivos específicos.....	17
1.7 Hipótesis	17
2. Marco teórico.....	18
2.1 Estado del arte.....	18
2.2 Bases teóricas	19

2.2.1 Origen.....	19
2.2.2 Generalidades	20
2.2.3 Importancia.....	21
2.2.4 Clasificación taxonómica	21
2.2.5 Descripción de la planta	22
2.2.6 Tipos de siembra.....	22
2.2.6.1 <i>Siembra directa o voleo</i>	22
2.2.6.2 <i>Siembra por Trasplante</i>	23
2.2.7 Variedad SFL11	23
2.2.8 Nutrición	24
2.2.8.1 <i>Potasio</i>	24
2.2.8.2 <i>Azufre</i>	25
2.2.8.3 <i>Nitrógeno</i>	26
2.3 Marco legal.....	27
3. Materiales y métodos	29
3.1 Enfoque de la investigación	29
3.1.1 Tipo de investigación.....	29
3.1.2 Diseño de investigación	29
3.2 Metodología	29
3.2.1 Variables	29
3.2.1.1. <i>Variable independiente</i>	29
3.2.1.2. <i>Variable dependiente</i>	29
3.2.1.2.1. <i>Altura de planta (cm)</i>	29
3.2.1.2.2. <i>Peso de 100 granos (g)</i>	29
3.2.1.2.3. <i>Longitud de la espiga (cm)</i>	30

3.2.1.2.4. <i>Números de granos por espiga (N)</i>	30
3.2.1.2.5. <i>Rendimiento de grano (Kg/Ha)</i>	30
3.2.1.2.6. <i>Análisis de la relación beneficio - económico</i>	30
3.2.2 <i>Tratamientos</i>	30
3.2.3 <i>Diseño experimental</i>	31
3.2.3.1. <i>Unidad experimental o parcela</i>	31
3.2.4 <i>Recolección de datos</i>	32
3.2.4.1. <i>Recursos</i>	32
3.2.4.2. <i>Métodos y técnicas</i>	32
3.2.4.2.1. <i>Manejo del experimento</i>	32
3.2.4.2.1.1. <i>Preparación del suelo</i>	32
3.2.4.2.1.2. <i>Siembra del arroz</i>	33
3.2.4.2.1.3. <i>Fertilización</i>	33
3.2.5 <i>Análisis estadístico</i>	33
4. <i>Resultados</i>	34
4.1 <i>Altura de planta (cm)</i>	34
4.2 <i>Peso de 100 granos (g)</i>	35
4.3 <i>Longitud de la espiga (cm)</i>	36
4.4 <i>Números de granos por espiga (N)</i>	37
4.5 <i>Rendimiento de grano (Kg/Ha)</i>	38
4.6 <i>Análisis de la relación beneficio - económico</i>	39
5. <i>Discusión</i>	40
6. <i>Conclusiones</i>	42
7. <i>Recomendaciones</i>	43
8. <i>Bibliografía</i>	44

9. Anexos 52

Índice de tablas

Tabla 1. Tratamientos de estudio.....	30
Tabla 2. Delimitación experimental	31
Tabla 3. Esquema de análisis de varianza.....	33
Tabla 4. Promedio de altura de planta	34
Tabla 5. Promedio del peso de 100 granos	35
Tabla 6. Promedio de longitud de la espiga	36
Tabla 7. Promedio del número de granos por espiga	37
Tabla 8. Promedio del rendimiento de grano	38
Tabla 9. Cálculo del indicador beneficio - costo.....	39
Tabla 10. Datos de altura de planta	54
Tabla 11. Análisis estadístico de altura de planta	54
Tabla 12. Datos del peso de 100 granos	55
Tabla 13. Análisis estadístico de peso de 100 granos	55
Tabla 14. Datos de longitud de la espiga.....	56
Tabla 15. Análisis estadístico de longitud de la espiga.....	56
Tabla 16. Datos del número de granos por espiga	57
Tabla 17. Análisis estadístico de número de granos por espiga	57
Tabla 18. Datos del rendimiento de grano	58
Tabla 19. Análisis estadístico de rendimiento kg/ha	58
Tabla 20. Análisis de la relación beneficio - costo.....	59

Índice de figuras

Figura 1. Promedio altura de planta	34
Figura 2. Promedio de peso de 100 granos	35
Figura 3. Promedio longitud de espiga.....	36
Figura 4.Promedio del número de granos por espiga	37
Figura 5. Promedio rendimiento de grano kg/ha	38
Figura 6. Unidad de muestreo por parcela.....	52
Figura 7. Croquis del diseño del ensayo	53
Figura 8. Preparación y fanguero del terreno	59
Figura 9. Mezcla de los fertilizantes a usar	60
Figura 10. Delineamiento experimental del cultivo	60
Figura 11. Revisión del experimento del cultivo	61
Figura 12. Muriato de potasio granular a usar en el experimento	61
Figura 13. Posicionamiento de parcelas experimentales	62
Figura 14. Inicio del cultivo.....	62
Figura 15. Toma de datos in situ.....	63
Figura 16. Siembra por trasplante del cultivo	63

Resumen

El presente experimento fue realizado en la Parroquia Mata de Cacao, perteneciente al Cantón Babahoyo Provincia de Los Ríos, entre los meses de junio del 2019 a diciembre del mismo año, en un cultivo de arroz. La investigación tuvo como objetivo general evaluar el efecto de las combinaciones potasio con diferentes tipos de siembra en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). El trabajo experimental fue constituido por dos combinaciones de potasio, con dos tipos de siembra, incluyendo 2 testigos. Para lo cual se obtuvo 6 tratamientos, evaluados a través de 4 repeticiones, teniendo un total de 24 unidades experimentales comprendidas por una parcela de arroz. Para su desarrollo se utilizó un diseño completamente al azar; los tratamientos aplicados fueron: T1 Voleo (200KgK + 20KgS), T2 Voleo (200KgK + 50KgN), T3 Trasplante (200KgK + 20KgS), T4 Trasplante (200KgK + 50KgN), T5 Testigo I y T6 Testigo II. Las variables fueron: altura de planta, peso de 100 granos, longitud de espiga, número de granos por espiga, rendimiento kg/ha y análisis beneficio costo. Los datos obtenidos de este ensayo, fueron presentados mediante el análisis de varianza con el test de comparación se utilizó la prueba de Tukey, al 5% de probabilidad. Los resultados adquiridos mostraron que la combinación apropiada de potasio del Tratamiento 4 Trasplante (200KgK + 50KgN), tuvo el mejor beneficio en cuanto a las variables evaluadas, y alcanzo un rendimiento 7300,45 Kg/ha, y la relación beneficio costo fue de \$1,21 por cada dólar invertido.

Palabras claves: arroz, combinación, potasio, trasplante, voleo.

Abstract

The present experiment was carried out in the Mata de Cacao Parish, belonging to the Babahoyo Canton Province of Los Ríos, between the months of June 2019 to December of the same year, in a rice crop. The objective of the research was to evaluate the effect of potassium combinations with different types of planting on rice cultivation (*Oryza sativa* L.). The experimental work was constituted by two combinations of potassium, with two types of planting, including 2 witnesses. For which 6 treatments were obtained, evaluated through 4 repetitions, having a total of 24 experimental units comprised of a plot of rice. A completely randomized design was used for its development; The treatments applied were: T1 Volley (200KgK + 20KgS), T2 Volley (200KgK + 50KgN), T3 Transplant (200KgK + 20KgS), T4 Transplant (200KgK + 50KgN), T5 Witness I and T6 Witness II. The variables were: plant height, weight of 100 grains, spike length, number of grains per spike, kg / ha yield and cost benefit analysis. The data obtained from this trial, were presented by means of the analysis of variance with the comparison test, the Tukey test was used, at 5% probability. The acquired results showed that the appropriate combination of potassium from Treatment 4 Transplant (200KgK + 50KgN), had the best benefit in terms of the variables evaluated, and reached a yield 7300.45 Kg / ha, and the cost benefit ratio was \$ 1,21 for every dollar invested.

Keywords: rice, combination, potassium, transplant, volley.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

El cultivo de arroz en el mundo se encuentra en el puesto 26, debido a su importancia en la canasta básica, en el año 2010 se obtuvieron estadísticas que cada persona consume un aproximado de 48 kg. Es considerado un cultivo temporal que ocupa cerca de la tercera parte de los cultivos en el mundo (Viera, 2012).

Según Castro (2014), los países que son considerados productores de este cereal, aumentan la producción con la cosecha rebrote, alcanzando hasta el 50% en la primera cosecha, disminuyendo el tiempo del cultivo y siendo aprovechado los recursos utilizados para la producción.

Las condiciones edafoclimáticas del Ecuador, son apropiadas para los cultivos cereales como arroz, trigo, entre otros. Lo cual lo coloca como uno de los más significativos países productores de arroz. Las principales provincias que cultivan el arroz son Guayas y Los Ríos, aparte en Loja y la Amazonía (Mera, 2016).

Uno de los principales alimentos en la canasta básica es el arroz, el cual lo consume la mayoría de habitantes en el mundo, su producción es de acuerdo a la superficie en que se cultiva y la cantidad de personas que estriba de su cosecha. Un dato importante, es que brinda más calorías por hectárea que otro cultivo cereal (Infoagro, 2018)

Los nutrientes minerales, deben ser aplicado al suelo en grandes cantidades, sin requieren de su aplicación, ya sea por deficiencias o mayor producción de cultivos específicos. Dependiendo del suelo, pueden ser pobres o ricos en nutrientes y los rendimientos de los cultivos van a variar al tiempo que sean cosechados. Los arrozales requieren la presencia de nutrientes como el nitrógeno, fosforo, potasio, entre otros (Colina, 2016).

Asimismo, las plantas como exigen elementos en grandes cantidades como nitrógeno, fósforo, potasio, también, necesitan elementos que son aplicados en pequeñas cantidades como es el calcio, magnesio y azufre. La combinación de macro y micro elementos dan como resultado procesos químicos y biológicos adecuados para los cultivos (Bravo, 2011).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El cultivo de arroz para su crecimiento y nutrición, requiere de una cantidad apropiada de nutrientes minerales, proporcionada directamente por el suelo o con la ayuda de fertilizantes.

Las plantas de arroz con deficiencia de potasio se presentan de menor tamaño, color verde oscuro, hojas erectas y bajo macollamiento, preocupando a los agricultores de la Parroquia Mata de Cacao en su producción, el uso de dicho elemento se realiza con una planificación, debido a que las plantas necesitan nutrirse para mejorar la fisiología y rendimiento del cultivo.

1.2.2 Formulación del problema

¿Qué efecto tendrá las combinaciones de potasio con diferentes tipos de siembra en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)?

1.3 Justificación de la investigación

Según Lesdasa (2018), este grano es considerado uno de los cereales más significativos en el país. En el Ecuador se cultiva este el arroz ocupando el tercer lugar de los cultivos importantes y temporales en el mundo.

El uso de nutrientes minerales trae beneficio a los cultivos transitorios, mejorando las características como altura de planta, área foliar, grosor del tallo, mayor rendimiento, entre otras. Aplicar estos fertilizantes tiene como objetivo

proveer a las plantas nutrientes ideales para todas las etapas del desarrollo, no solamente mejor su apariencia sino también su producción (Barriga, 2010).

El cultivo de arroz beneficia a numerosas familias, de distintos status económicos, forjando respaldos a otras personas que de una u otra forma intervienen en los procesos como piladores, transportistas y comerciantes mayoristas y minoristas.

1.4 Delimitación de la investigación

Esta investigación se desarrolló en la Parroquia Mata de Cacao, con una duración de seis meses aproximadamente. Entre los meses de junio a diciembre del 2019. Utilizando un diseño de bloques completamente al azar.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de las combinaciones Potasio con diferentes tipos de siembra en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

1.6 Objetivos específicos

- Determinar de qué forma actúa el potasio en arroz por trasplante y arboleo en la zona de estudio.
- Evaluar cuál de los dos métodos de siembra y aplicación de potasio 200 kg por ha en 3 periodos de aplicación cuál de los tratamientos aumentaría el rendimiento kg/ha.
- Estimar la rentabilidad de los tratamientos mediante el análisis beneficio – costo.

1.7 Hipótesis

Uno de los tratamientos fue el más efectivo para la nutrición e incremento de la producción en el cultivo de arroz en la zona de Mata de Cacao.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

En Costa Rica se realizó un ensayo en el cultivo de arroz, utilizando un diseño factorial combinado por dos métodos de labranza, más cinco porciones de fertilización nitrogenada (0, 80, 100, 120 y 180 kg/ha de N) y cuatro cambios en división de dosis. Los resultados obtenidos de este ensayo reflejaron que en ninguna de las combinaciones de dosis y fraccionamientos hubo diferencias significativas en cuanto al rendimiento del cultivo y por efecto del sistema de labranza (Quiroz, 2006).

En Uruguay se experimentó la respuesta a potasio en cultivos de arroz. Los tratamientos fueron distintas dosis de este elemento (30, 60, 120, y 240kg ha⁻¹ de K₂O) aplicadas como cloruro de potasio y un testigo. Los resultados mostraron que la concentración de potasio en las hojas durante el ciclo de crecimiento no cambió significativamente, sin embargo, el rendimiento de grano aumentó. La respuesta a la aplicación de potasio tuvo efectos en las dosis más bajas, y aumentos en el rendimiento de grano tuvieron variación (Ferrando, 2017).

En Guatemala, se realizaron estudios en cinco niveles de potasio sobre el rendimiento del plátano, se manejó un diseño experimental de bloques completos al azar. Los tratamientos fueron: T1: 00 kg/ha, T2: 40 kg/ha, T3: 80 kg/ha, T4: 120 kg/ha y T5: 160 kg/ha, evaluadas mediante cuatro repeticiones, obteniendo un ensayo de 20 unidades experimentales. Los resultados mostraron que el mejor tratamiento fue el 3, con dosis de 80 kg/ha de cloruro de potasio; aumentando los promedios en el peso del racimo, número de manos y tamaño del fruto (Fuentes, 2014).

En Babahoyo se realizó un experimento con el fin de evaluar una técnica de fertilización nitrogenada usando dos métodos de siembra en el cultivo de arroz: trasplante y voleo. Los tratamientos fueron: T1: Briqueta 5% Zeolita+95%Urea; T2: Briqueta 15%Zeolita+85%Urea y T3: Briqueta 25%Zeolita+75%Urea. Los resultados mostraron que el método de fertilización adaptados a los tratamientos fueron el trasplante combinado con el 15% de zeolita y 85% quien obtuvo el mayor rendimiento del arroz (Cardenas, 2011).

En Costa Rica, se realizó un experimento con los nutrientes de nitrógeno, fósforo, potasio y azufre en arroz inundado, el ensayo radicó en la aplicación de diferentes combinaciones de dichos elementos. Se establecieron 4 dosis de N (0, 80, 120 y 160 kg.ha⁻¹ de N), 3 dosis de P (0, 40 y 80 kg.ha⁻¹ de P O), 2 de K (0 y 50 kg.ha⁻¹ de K O), y 2 de S (0 y 20 kg.ha⁻¹). Los ensayos se establecieron con 8 tratamientos, y 4 repeticiones, con un diseño experimental de Bloques Completos al Azar. La semilla se sembró al voleo. Los resultados expresaron que La dosis de 120 kg.ha⁻¹ de nitrógeno presentó el rendimiento más alto, y superó en forma significativa a los tratamientos (Molina, 2012).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Origen

El arroz tiene inicios hace diez mil años, en Asia tropical y subtropical. En la India, fue el país que cultivó por primera vez este grano, a causa de la variedad silvestre que abundaba en la zona. El cultivo fue desarrollándose hasta que tuvo territorio en China, desde las zonas bajas hasta las altas. Después de eso, aparecieron otras rutas que introducían este cereal a distintos países (Arias, 2017).

Otras fuentes informan que el arroz es originario del sureste asiático y cultivado por primera vez en las pendientes del Himalaya. Es cultivado hace más de siete mil años y su registro en China aparece hace cinco mil años a.c. Así mismo en Tailandia apareció seis mil años a.c. (Suquilanda, 2003).

En el Ecuador, el arroz tiene inicios en el siglo XVIII, y su empleo y mercadeo aumentó en el siglo XIX, desarrollándose en las provincias del Guayas, Manabí, y Esmeraldas, hasta ser conocido y extendido su comercio en otras regiones como la sierra y amazonia (Minda, 2017).

2.2.2 Generalidades

El cultivo de arroz es uno de los granos más significativos para la alimentación, consta de muchos beneficios, como vitaminas, minerales y no solamente es usado como alimento, sino que la utilidad que posee aportan para la belleza y medicina. Posee contenido graso bajo a 1%, sin colesterol y bajo en sal (SAG, 2003).

Una particularidad y dependiendo de la variedad es que el cultivo demora entre 14 y 16 semanas en madurar para ser cosechado. Una etapa muy común para cultivar arroz, es en invierno, los meses de enero hasta mediados de mayo son muy usados para este cultivo por los agricultores (Paspuel, 2015).

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los rubros más significativos en el ámbito socioeconómico del Ecuador, por su necesidad en la alimentación de los ecuatorianos; es uno de los alimentos más importantes de la dieta esencial de las personas; su consumo se eleva cada año, mediante estadísticas concluyen que cada persona consume al menos más de 100 libras anuales (Cevallos, 2016).

2.2.3 Importancia

Escobar (2013), Indica que cada año en el país son sembradas 370 mil hectáreas de arroz, 215 mil en invierno y 155 mil en verano, tal que 75 mil unidades son usadas en la producción. De las cuales, las provincias del Guayas y Los Ríos ocupan el 83%.

Posee gran importancia como alimento, este cereal proporciona una gran parte de Asia meridional y oriental, de los cuales se extiende hacia otros puntos europeos como España, Francia, Grecia entre otros; ocupando entre los primeros alimentos consumidos en el mundo (Franquet, 2018).

2.2.4 Clasificación taxonómica

La taxonomía del cultivo de arroz es:

Reino: Plantae

División: Angiosperma

Clase: Monocotiledónea

Orden: Glumiflorae

Tribu: Oryzeae

Familia: Poaceae

Género: Oryzineas

Subgénero: *Oryza*

Especie: *sativa*

N. Científico: *Oryza sativa*

N. Común: Arroz

Fuente: (Basurto, 2014)

2.2.5 Descripción de la planta

El arroz pertenece a la familia de las gramíneas, es una planta monocotiledónea. Posee raíz fina y fibrosa; además, se compone por raíces seminales originadas en la radícula y las adventicias secundarias que conserva ramificaciones formadas en los nudos del tallo (Arregocés, 2005).

El tallo es de forma cilíndrica, nudoso y mide un promedio de 70 a 120 cm, se compone por nudos y entrenudos alternos. Las hojas envainadoras y alternas, con limbo plano y largo. Brotan flores verdes blanquecino con espiguillas formando la panoja terminal después de la floración (Mendelú, 2018).

La Inflorescencia es una panícula que se encuentra encima del vástago terminal, conformando una espiguilla de la panícula, y está constituida por lemas estériles, la raquilla y el flósculo. El ovario maduro es el grano de arroz. Además dependiendo del estado del grano toman su nombre; el grano descascarado con el pericarpio negrozco toma el nombre de arroz café; el grano sin cáscara con un pericarpio rojo, es el arroz rojo (Fuentes, 2009).

2.2.6 Tipos de siembra

2.2.6.1 Siembra directa o voleo

La siembra directa o voleo es un método que puede ser aplicado en forma manual, utilizando voleadoras manuales, por lo general pueden tener 20 kg de capacidad. Otra forma de ejercer este método es por medio de voleadoras mecánicas maquinadas por tractor. También otra mansera es por medio de avionetas o helicópteros, pero son específicamente para lugares con más extensión (Heros, 2013).

Se lo considera directo, debido que las semillas son colocadas directamente al área donde se planea cultivar y deben ser distribuidas uniformemente sobre el

terreno. Para realizar este proceso, se necesita gran cantidad de semillas para ser lanzadas a su destino. Antes de empezar, el agua del terreno debe estar en reposo y verse ligeramente clara (Figueredo, 2013).

2.2.6.2 Siembra por Trasplante

El método por trasplante es realizado de manera manual o mecanizada, es sincronizado con la preparación del terreno debido que el proceso se ejecuta al momento que la planta tenga 2 hojas verdaderas aproximadamente a los 8 o 12 días luego de la germinación (Moreira, 2017).

El trasplante mecanizado es muy utilizado, debido que ayuda a obtener una consistencia óptima, las plantas ubicadas con su respectiva distancia, mientras el cultivo se encuentre uniforme, los rendimientos serán mejores obteniendo una mayor producción. Las plantas al ser ubicadas en su respectiva fila, garantiza una adecuada captación de sol benéfico (Alvarez, 2011).

Los suelos son preparados por inundación, luego de ser arados, se inundan las pozas donde será el destino del cultivo. Después se introducen máquinas apropiadas con ruedas batidoras y tablón de cuchillas, para remover el terreno y estar listo para el trasplante de las plántulas (Agrobanco, 2013).

2.2.7 Variedad SFL11

Esta variedad es una semilla certificada que posee características ideales para el agricultor como buena calidad, aumento de rendimientos y cosecha en menos tiempo. Se desarrolla perfectamente en suelos con fácil drenaje como en las Provincias del Guayas, Los ríos, El Oro y Loja. Antes de las siembras es recomendable realizar análisis en el suelo para verificar los nutrientes que sean necesarios (INDIA, 2019).

Para su desarrollo es necesario climas cálidos y los suelos con buen drenaje. El porcentaje de germinación es mayor al 90%. Por lo general alcanza alturas promedio de 126 cm y rinde de 6 a 8 TM/ha. Esta semilla certificada es muy recomendable y comercializada (González, 2016).

2.2.8 Nutrición

Por lo general, para nutrir un cultivo es necesaria la presencia del nitrógeno, puesto que al ser aplicado generalmente alcanza los rendimientos deseados por el agricultor. Otros nutrientes como el potasio y zinc, se presentan en distintas situaciones dependiendo las necesidades del cultivo. Es infrecuente la ausencia de fósforo por lo que las plantas lo liberan al encontrarse inundado (Quinteros, 2017).

Para obtener rendimientos altos es necesario realizar análisis, para determinar que nutrientes requiere la planta para aumentar la producción. Por lo general, al recoger el cultivo, este deja residuos en pie para la quema en la próxima preparación del suelo. Esta asociación de residuos consiente la incorporación de algunos nutrientes como el potasio, calcio, azufre, entre otros (Hirzel, 2007).

El cultivo de arroz requiere de una fertilización adecuada para su desarrollo, ya sea adquirida por el suelo o por medio de fertilizantes útiles para el cultivo. Todos los nutrientes minerales cumplen una función en el desarrollo de la planta de arroz, sin embargo unos son suministrados en grandes cantidades y otros en menos cantidad (Iniap, 2007).

2.2.8.1 Potasio

El potasio es un macronutriente que interfiere en el desarrollo de los cultivos, es el segundo nutriente que requiere la planta luego del nitrógeno. Actúa en el

desarrollo de la planta como crecimiento, vigor, resistencia, entre otras (Coitiño, Barbazan y Ernest, 2016).

El Potasio cumple varias funciones como ser resistente al ataque de enfermedades que no son favorables con las situaciones climáticas. Su absorción es parecida a la del nitrógeno. Para el desarrollo del cultivo de arroz se requiere tener la cantidad necesaria de los nutrientes principales por medio de la fertilización (Arriaga, 2008).

Los nutrientes principales que necesita el cultivo de arroz para su desarrollo son el nitrógeno, fósforo y potasio. Además, los llamados micronutrientes también proporcionan una función importante para su desarrollo, así sea en menores cantidades (Pincay, 2017).

2.2.8.2 Azufre

El azufre es importante en el desarrollo de las plantas, su función se asemeja a la del nitrógeno y el fósforo en la formación de proteínas; el azufre es un componente esencial de algunas vitaminas y enzimas. Este elemento no siempre es encontrado en los cultivos, existe mucha deficiencia a causa de eso los agricultores recurren a la fertilización (Guerrero, 2000).

El azufre es un constituyente esencial en los aminoácidos (cisteína, metionina y cistina) que están envueltos en la producción de clorofila, en la síntesis de proteínas y en el funcionamiento y estructura de las plantas. También es un constituyente de las coenzimas necesarias para la síntesis de proteínas. El azufre se encuentra en las hormonas tiamina y biotina que intervienen en el metabolismo de los carbohidratos. Es menos móvil que el N en la planta, por lo tanto, la deficiencia de azufre reduce el contenido de cisteína y metionina en el arroz y afecta la nutrición humana (Dobermann, 2000).

La planta ocupa hasta el 24.2 % del total de azufre desde el inicio del cultivo hasta el primordio floral; luego ocupa el 75.8 %. Además, la ausencia de este elemento puede provocar problemas en la producción de grano, si se aplica azufre antes proceso del primordio floral, puede disminuir el porcentaje de grano partido (Diaz, 2011).

2.2.8.3 Nitrógeno

El cultivo de arroz, necesita una fertilización adecuada disponible en nitrógeno. La urea es una de las principales fuentes nitrogenadas usadas para los cultivos, tiene apariencia granulada y una concentración del 46% del nutriente, se adapta fácilmente a la asimilación del cultivo (Basurto, 2016).

El cultivo de arroz almacena nitrógeno en los estadios tempranos, y por lo general es absorbida en el momento de la floración, para mayor concentración en la madurez del grano. En el país los suelos donde se cultiva el arroz presentan deficiencias de nitrógeno, y deben recurrirse mediante una nutrición balanceada propia del cultivo (INIAP, 2009).

Este elemento es primordial para el desarrollo del cultivo de arroz, los efectos positivos que presenta en cuanto a la mejora de calidad o aumento de rendimientos son impactante. Por tal razón, los agricultores suministran este nutriente mineral como uno de los más importantes del cultivo (Spinelli, 2007).

Alvarez (2008) manifiesta que el cultivo responde adecuadamente a las aplicaciones de nitrógeno, aumentando el rendimiento y provee un desarrollo adecuado al producto.

2.3 Marco legal

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria

Artículo 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.

Artículo 10. Institucionalidad de la investigación y la extensión. - La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión, sobre los sistemas alimentarios, para orientar las decisiones y las políticas públicas y alcanzar los objetivos señalados en el artículo anterior; y establecerá la asignación presupuestaria progresiva anual para su financiamiento. El Estado fomentará la participación de las universidades y colegios técnicos agropecuarios en la investigación acorde a las demandas de los sectores campesinos, así como la promoción y difusión de la misma (Asamblea, 2010).

Ley orgánica de tierras rurales y territorios ancestrales

Art. 5. De lo agrario: “Para fines de la presente ley, el termino agrario incluye las actividades agrícolas, pecuarias, acuícolas, silvícolas, forestales, ecoturísticas, agro-turísticas y de conservación relacionadas con el aprovechamiento productivo de la tierra rural”.

Art. 8. De los fines. - Son fines de la presente ley: f) “fortalecer la agricultura familiar campesina en los procesos de producción, comercialización y transformación productiva”. j) “promover la producción sustentable de las tierras rurales e incentivar la producción de alimentos sanos, suficientes y nutritivos, para garantizar la soberanía alimentaria”.

Art. 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.

El Artículo 13 de la Constitución de la República del Ecuador instituye que las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus numerosas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria (Vizcaíno, 2015).

El Artículo 1 de la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 583 de 05 de mayo del 2009 dispone que: “el objeto de la Ley es establecer los mecanismos mediante los cuales el Estado cumpla con su deber y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente”.

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo experimental ya que buscó evaluar los efectos de diferentes combinaciones de potasio en distintos tipos de siembra.

3.1.2 Diseño de investigación

Esta investigación fue de modalidad experimental. En el cual se evaluó seis tratamientos los que fueron sometidos a diferentes combinaciones de potasio con el fin de identificar el mejor tratamiento.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

- Potasio
- Tipos de siembras

3.2.1.2. Variable dependiente

3.2.1.2.1. Altura de planta (cm)

Para medir esta variable se seleccionaron 10 plantas tomadas al azar por parcela en etapa de floración del cultivo, se lo realizó con un flexómetro, desde la superficie del suelo hasta la panícula más alta.

3.2.1.2.2. Peso de 100 granos (g)

Se tomó todas las espigas del área útil (10 plantas) de cada tratamiento y se procedió a sacar un solo promedio total de cada tratamiento, se lo pesó en una balanza.

3.2.1.2.3. Longitud de la espiga (cm)

De diez panículas que se tomaron al azar de cada unidad experimental, se midió el espacio entre la panícula y el ápice de la misma.

3.2.1.2.4. Números de granos por espiga (N)

Se seleccionó las espigas del área útil (10 plantas) de cada tratamiento y se contaron todos los granos de las espigas y se promedió un solo dato.

3.2.1.2.5. Rendimiento de grano (Kg/Ha)

Se promedió cada tratamiento y se lo expresó en kilogramos por hectáreas.

3.2.1.2.6. Análisis de la relación beneficio - económico

Para realizar el análisis económico se consideró todo el costo de producción el rendimiento esperado el análisis de costo y el análisis por kg producido por ha para poder determinar los costos de producción de cada tratamiento de estudio.

3.2.2 Tratamientos

El factor de estudio fue constituido por dos combinaciones de potasio con dos tipos de siembras.

Los tratamientos constituyeron dos tipos de siembras con dos combinaciones de potasio cada una que se aplicó en el cultivo de arroz, además dos testigos absolutos de referencia.

Tabla 1. Tratamientos de estudio

N°	Tratamientos	Dosis (kg/ha)	Aplicaciones (Días)
1	Voleo	200kg K + 20kg S	30 – 40 – 50 - 60
2	Voleo	200kg K + 50kg N	30 – 40 – 50 – 60
3	Trasplante	200kg K + 20kg S	45 – 55 – 65 – 75
4	Trasplante	200kg K + 50kg N	45 – 55 – 65 – 75
5	Testigo 1	Convencional	0
6	Testigo 2	Convencional	0

Martínez, 2020

Los tratamientos se aplicaron después de la siembra y del trasplante, es decir, en el sistema por voleo sus aplicaciones fueron a los 30, 40, 50 y 60 días después de la siembra y en el sistema de trasplante a los 45, 55, 65 y 75 días después del mismo, dejando un testigo absoluto por cada sistema de siembra.

3.2.3 Diseño experimental

Para llevar a cabo esta investigación se recurrió a un diseño de bloques completos al azar, que estuvo compuesto de los 6 tratamientos indicados en la tabla 1, cada uno de los cuales se valoraron a través de 4 repeticiones; con lo que se obtuvo un ensayo de 24 unidades experimentales.

3.2.3.1. Unidad experimental o parcela

La unidad experimental tuvo una medida de 5m de ancho por 5m de largo, obteniendo un área total de 25m² y un área útil de 16 m².

Con una distancia entre parcelas de 0,5m y entre bloques 1m, dando un área total del ensayo de 552,5m² y un área útil total de 324m² (véase el detalle en anexo).

Tabla 2. Delimitación experimental

Tipo de diseño	Bloques al azar
Número de tratamientos	6
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	24
Distancia de la unidad experimental	5m x 5m
Área total de la unidad experimental	25m ²
Área útil de la unidad experimental	16m ²
Distancia entre parcelas	0.5m
Distancia entre bloques	1m
Área total del ensayo	552,5m ²
Área útil del ensayo	324m ²

Martínez, 2020

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

Recursos bibliográficos

- Computadora
- Resmas de papel
- Impresora
- Cámara fotográfica
- Equipos de medición (GPS, calibrador, calculadora, balanza, regla)
- Pen drive

Materiales y equipos

- Piola
- Cinta métrica
- Libreta de apuntar
- Lápiz
- Flexómetro
- Machete
- Estacas

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1. Manejo del experimento

3.2.4.2.1.1. Preparación del suelo

La preparación del terreno se la efectuó mediante los procesos de arado, rastrado y fangueado.

3.2.4.2.1.2. Siembra del arroz

Se utilizó la variedad de arroz SFI 11, la siembra se efectuó en el mes de junio del 2019, se realizó la siembra por voleo y trasplante.

3.2.4.2.1.3. Fertilización

Se lo realizó con potasio, azufre y nitrógeno según las dosis establecidas en la tabla 1, en el sistema por voleo su primera aplicación será a los 30 días después de la siembra luego a los 40, 50 y 60 días posterior a la primera aplicación.

En el sistema por trasplante la primera aplicación fue a los 45 días después del mismo, luego a los 55, 65 y 75 días posterior a la primera aplicación.

3.2.5 Análisis estadístico

Los datos se evaluaron estadísticamente mediante el análisis de varianza y la comparación de medidas se realizaron con el test de Tukey, el 5% de probabilidad. Este análisis se realizó con el software InfoStat.

Tabla 3. Esquema de análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos (T-1)	5
Repeticiones (R-1)	3
Error Experimental	15
Total	23

Martínez, 2020.

4. Resultados

4.1 Altura de planta (cm)

El análisis de varianza elaborado para la variable altura de planta permitió establecer diferencia significativa entre los tratamientos evaluados; donde el T4 Trasplante (200kgK+50KgN) obtuvo la mayor altura diferenciándose de los demás tratamientos, pero siendo igual al T3 Trasplante (200kgK+20KgS) estadísticamente siendo los testigos los de menor altura, presentando en su conjunto un coeficiente de variación de 2,21%.

Tabla 4. Promedio de altura de planta

Tratamientos	Promedios
T1: Voleo (200kgK+20KgS)	64,75 b
T2: Voleo (200kgK+50KgN)	60,75 c
T3: Trasplante (200kgK+20KgS)	69,75 a
T4: Trasplante (200kgK+50KgN)	72,75 a
T5: Testigo I	54,75 d
T6: Testigo II	56,75 d
Cv	2,21

Martínez, 2020

En la figura 1 podemos observar los resultados obtenidos de altura de la planta, donde la variable se presenta en un promedio total de cada tratamiento en estudio.

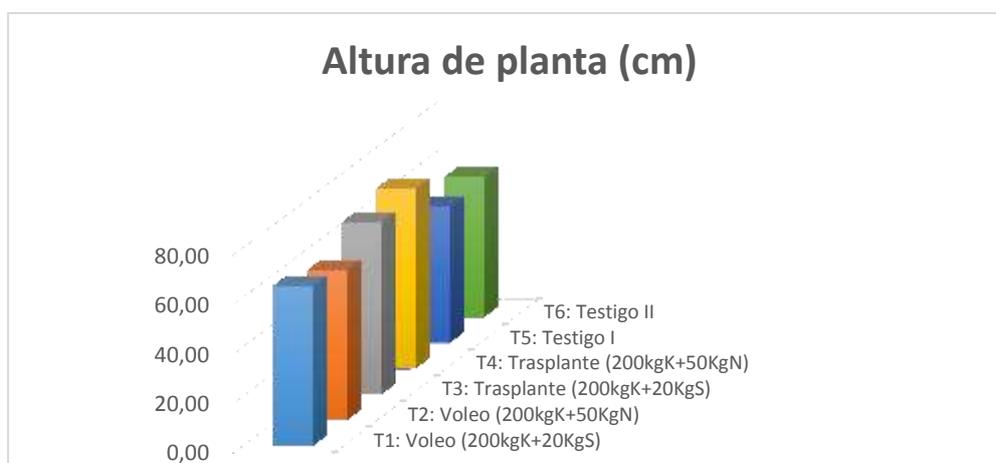


Figura 1. Promedio altura de planta
Martínez, 2020

4.2 Peso de 100 granos (g)

El análisis de varianza elaborado para la variable peso de 100 granos permitió establecer diferencia significativa entre los tratamientos evaluados; donde el T4 Trasplante (200kgK+50KgN) obtuvo el mayor peso de 100 granos diferenciándose de los demás tratamientos, pero siendo igual al T2 Voleo (200kgK+50KgN) estadísticamente quien es similar al T3 Trasplante (200kgK+20KgS) siendo los testigos los de menor peso, presentando en su conjunto un coeficiente de variación de 4,20%.

Tabla 5. Promedio del peso de 100 granos

Tratamientos	Promedios
T1: Voleo (200kgK+20KgS)	1,70 c
T2: Voleo (200kgK+50KgN)	2,27 ab
T3: Trasplante (200kgK+20KgS)	2,10 b
T4: Trasplante (200kgK+50KgN)	2,43 a
T5: Testigo I	1,62 c
T6: Testigo II	1,52 c
Cv	4,20

Martínez, 2020

En la figura 2 observamos los resultados obtenidos de peso de 100 granos, donde la variable se presenta en un promedio total de cada tratamiento en estudio.

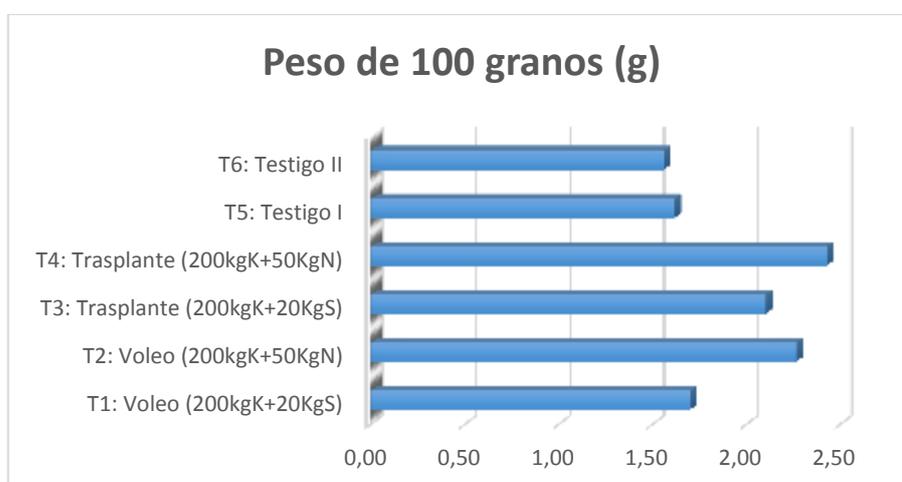


Figura 2. Promedio de peso de 100 granos
Martínez, 2020

4.3 Longitud de la espiga (cm)

El análisis de varianza elaborado para la variable longitud de la espiga permitió establecer diferencia significativa entre los tratamientos evaluados; donde el T4 Trasplante (200kgK+50KgN) obtuvo la mayor longitud diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos, siendo T5 y T6 (testigos) los de menor peso, siendo iguales estadísticamente al T2, presentando en su conjunto un coeficiente de variación de 2,56%.

Tabla 6. Promedio de longitud de la espiga

Tratamientos	Promedios
T1: Voleo (200kgK+20KgS)	16,25 e
T2: Voleo (200kgK+50KgN)	19,50 c
T3: Trasplante (200kgK+20KgS)	21,00 b
T4: Trasplante (200kgK+50KgN)	22,75 a
T5: Testigo I	18,75 cd
T6: Testigo II	17,75 cd
Cv	2,56

Martínez, 2020

En la figura 3 se observan los resultados obtenidos de longitud de la espiga, donde la variable se presenta en un promedio total de cada tratamiento en estudio.

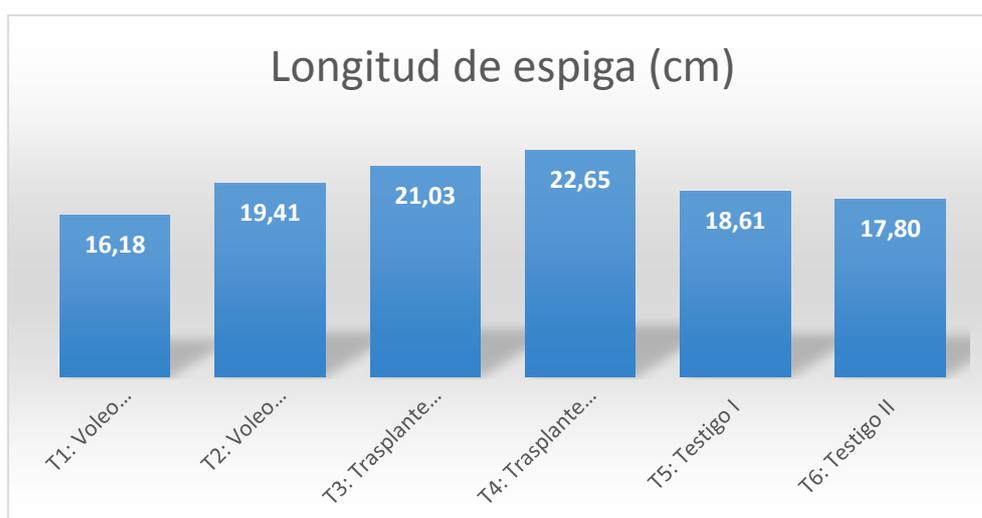


Figura 3. Promedio longitud de espiga
Martínez, 2020

4.4 Números de granos por espiga (N)

El análisis de varianza elaborado para la variable número de granos por espiga permitió establecer diferencia significativa entre los tratamientos evaluados; donde el T4 Trasplante (200kgK+50KgN) obtuvo la mayor longitud diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos, siendo T5 y T6 (testigos) los de menor peso, siendo iguales estadísticamente al T2 y T1, presentando en su conjunto un coeficiente de variación de 2,40%.

Tabla 7. Promedio del número de granos por espiga

Tratamientos	Promedios
T1: Voleo (200kgK+20KgS)	153,00 bc
T2: Voleo (200kgK+50KgN)	149,75 c
T3: Trasplante (200kgK+20KgS)	158,75 b
T4: Trasplante (200kgK+50KgN)	198,25 a
T5: Testigo I	145,50 c
T6: Testigo II	148,75 c
Cv	2,40

Martínez, 2020

En la figura 4 observamos los resultados obtenidos del número de granos por espiga, donde la variable se presenta en un promedio total de cada tratamiento.



Figura 4. Promedio del número de granos por espiga
Martínez, 2020

4.5 Rendimiento de grano (Kg/Ha)

El análisis de varianza realizado en la variable rendimiento de grano estableció diferencia significativa entre los tratamientos evaluados; donde el T4 Trasplante (200kgK+50KgN) obtuvo el mayor rendimiento diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos obteniendo un promedio de 7300,45 kg/ha seguido del T3 con 6507,71 kg/ha siendo igual estadísticamente al T2, y los de menor rendimiento T5 y T6 (testigos), presentando en su conjunto un coeficiente de variación de 3,32%.

Tabla 8. Promedio del rendimiento de grano

Tratamientos	Promedios
T1: Voleo (200kgK+20KgS)	5294,34 c
T2: Voleo (200kgK+50KgN)	6354,83 b
T3: Trasplante (200kgK+20KgS)	6507,71 b
T4: Trasplante (200kgK+50KgN)	7300,45 a
T5: Testigo I	4873,71 c
T6: Testigo II	4853,48 c
Cv	3,32

Martínez, 2020

En la figura 4 observamos los resultados obtenidos del rendimiento de grano, donde la variable se presenta en un promedio total de cada tratamiento.

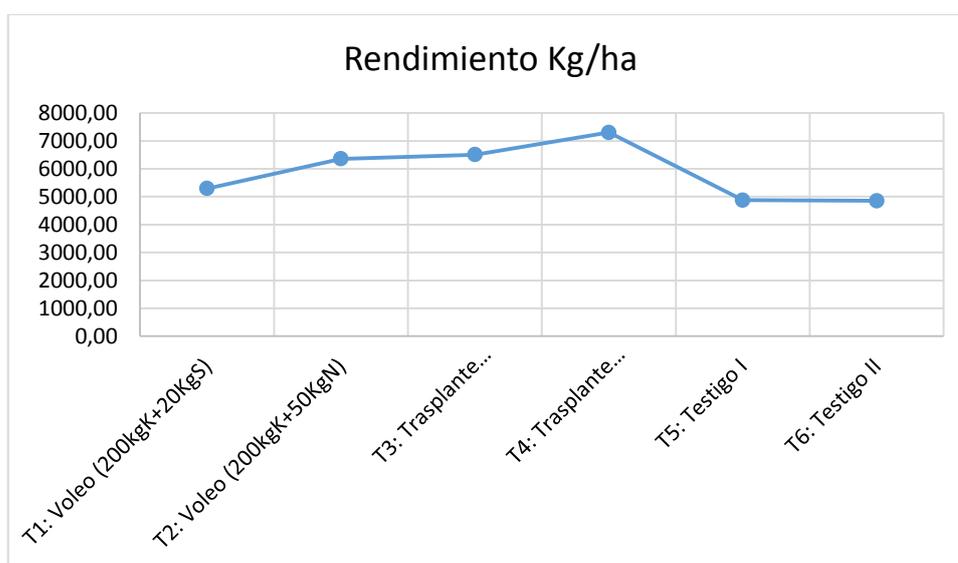


Figura 5. Promedio rendimiento de grano kg/ha
Martínez, 2020

4.6 Análisis de la relación beneficio - económico

En la Tabla 9 se detalla el análisis beneficio – costo de cada tratamiento en estudio. Donde la variable fue ejecutada al final del ensayo, con los gastos efectuados en cada tratamiento; donde se observa que el costo fijo para los tratamientos es (\$900). El beneficio neto de la aplicación al tipo de siembra + potasio se obtuvo del T4 (\$1270) y el más bajo lo obtuvo el T6 (\$637).

Relacionando tanto el beneficio como los costos de cada tratamiento; de los cuales fue el T4 con valor de \$1,21 por cada dólar invertido en el presente proyecto experimental. Mientras que el T1 fue la rentabilidad más baja con \$0,63.

Tabla 9. Cálculo del indicador beneficio - costo

COMPONENTES	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Rendimiento Kg/ha	5294,34	6354,83	6507,71	7300,45	4873,71	4853,48
Sacas (200 libras)	58	70	72	80	54	53
Costo fijo (\$)	900	900	900	900	900	900
Costo Variable (\$)	130	150	130	150	0	0
Costo Total	1030	1050	1030	1050	900	900
Ingreso Bruto (\$)	1682,00	2030,00	2088,00	2320,00	1566,00	1537,00
Beneficio Neto (\$)	652,00	980,00	1058,00	1270,00	666,00	637,00
Relación BENEFICIO/COSTO	0,63	0,93	1,03	1,21	0,74	0,71

Martínez, 2020

5. Discusión

En la variable altura de planta, según la interpretación de los resultados obtenidos, se definió que el tipo de siembra al trasplante + potasio promovió el crecimiento de las plantas de arroz con una altura de 72,75 cm siendo el mejor resultado en comparación a los demás tratamientos; concordando con lo expresado por Cardenas (2011) quien menciona que la altura alcanzada por la planta en las pruebas por trasplante llega a 1,20 metros superior al del método por voleo que resultó con 8 centímetros menos. Indicado que con el procedimiento de trasplante la altura alcanzada por la planta es superior que a otros métodos.

En la longitud de la espiga y número de granos por espiga se observó los mayores promedios en el T4 que está conformado por trasplante + potasio donde se obtuvo una longitud de 22,75 cm y un promedio de 198,25 granos/espiga concordando con lo manifestado por Basurto (2014) quien manifiesta que la longitud de las panículas en los tratamientos por método de trasplante es 0,34 de centímetro más largo que el promedio de los tratamientos al voleo, y el número de granos en el método de trasplante es superior.

Entre las variables de producción, las características que presentaron ante los diferentes tratamientos, se comprobó que el T4: Trasplante (200kgK+50KgN) presento mayor peso de granos y un mayor rendimiento, en peso de granos los resultados obtenidos fueron de 2,43 gramos y un rendimiento de 7300,45 kg/ha, obteniendo 80 sacas de arroz, lo cual produjo efectos significativos ante los demás tratamientos haciendo referencia a lo expresado por Mendez (2015) y Barahona (2019) quienes afirman que el potasio es suficiente para producir

buenos rendimientos por que intervienen en las fases de macollamiento y floración de la planta.

Se estimó la rentabilidad de los tratamientos en estudio mediante la relación beneficio/costo en cada uno de ellos, el mejor resultado la presentó el T4: Trasplante (200kgK+50KgN) con un valor de \$1,21. Sin embargo, los demás tratamientos obtuvieron valores entre \$0,63 y \$1,03 respectivamente, siendo relevantes y considerables con lo expuesto por que destaca que una buena aplicación de fertilizantes y un correcto método de siembra puede aumentar la producción, calidad y económica.

6. Conclusiones

Los métodos de siembra en el cultivo de arroz, interviene en su desarrollo, mostrando que, con trasplante, posee mayor variabilidad en el manejo agronómico.

El método de trasplante con la combinación de 200Kg K + 50Kg N, obtuvo la mayor altura de planta (72,80 cm), diferenciándose de los demás tratamientos, de los cuales el Testigo I tuvo el menor promedio (55,01 cm).

El método al voleo no es tan viable, debido que los tratamientos bajo esta técnica incluido el testigo tuvo los promedios más bajos diferenciándose estadísticamente del método de trasplante.

En cuanto a las variables número de granos por espiga, longitud de espiga y peso de 100 granos, presentó diferencias significativas el tratamiento 4 Trasplante (200Kg K + 50Kg N), con promedios relativamente altos comparados con los demás tratamientos.

El mayor rendimiento lo tuvo el tratamiento 4 (7300,45 kg/ha), produciendo 80 sacas de arroz, y por ende la relación beneficio costo del mismo fue el más alto con \$1,21.

7. Recomendaciones

Ejecutar capacitaciones con argumentos relacionados a los métodos de siembra a los agricultores de arrozales, con el fin que se familiaricen con el tema y conozcan que los métodos influyen en su producción.

Realizar estudios en áreas con mayor terreno, usando los distintos métodos de siembra, y combinaciones de potasio con el fin de obtener mejores resultados.

Verificar los tratamientos en estudio, siendo aplicados a cultivos de arroz de diferentes zonas, para corroborar su eficacia y adaptabilidad de los métodos y aplicaciones de potasio de acuerdo a los distintos lugares aplicados.

Evitar la competencia de nutrientes, mediante el control adecuado de malezas, respectivo al cultivo de arroz.

8. Bibliografía

- Agrobanco. (2013). *Manejo del Cultivo de arroz*. Peru: UNALM.
- Alvarez, J. (2011). *Manual técnico del sistema de siembra de trasplante mecanizado del cultivo de arroz (Oryza sativa)*. Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3911/manual%20tecnico%20sistema%20siembra%20cultivo%20arroz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arias, O. (2017). *Determinar los efectos de la aplicación de un fertilizante foliar y una hormona reguladora de crecimiento sobre el comportamiento en la variedad de arroz (Oryza sativa L.) INIAP 14*. Tesis de grado, Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Guayaquil.
- Arregocés, O. (2005). *Morfología de la Planta de Arroz*. Colombia: CIAT. Obtenido de https://betuco.be/rijst/Morfologia_planta_arroz.pdf
- Arriaga, A. (2008). *Comportamiento de tres variedades de arroz (Oryza sativa, L.) frente a tres densidades de siembra y tres niveles de fertilización nitrogenada en la zona de Boliche, Provincia del Guayas*. Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil.
- Asamblea, N. (2010). *Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria*. Quito, Ecuador.
- Barahona, L. (2019). Absorción de nutrientes en arroz en un suelo inceptisol bajo riego en Coclé, Panamá. *Agronomía Mesoamericana*, 30(2), 407-424. doi:10.15517/am.v30i2.33997
- Barriga, F. (2010). *Mejoramiento de idiótipo de maíz*. Turrialba.

- Basurto, D. (2016). *Respuesta del cultivo de arroz (Oryza sativa L.) a cuatro niveles de termofosfato con tres niveles de nitrógeno*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15578/1/Basurto%20Morales%20Dario%20Armando.pdf>
- Basurto, M. (2014). *Comportamiento del cultivo de arroz (Oryza sativa L.) A la aplicación de fertilizante de liberación controlada, en dos sistemas de siembra*. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Daule.
- Basurto, M. (2014). *Comportamiento del cultivo de arroz (Oryza sativa L.) a la aplicación de fertilizante de liberación controlada, en dos sistemas de siembra*. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Daule. Obtenido de repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6508/1/BASURTOVelizMANUEL.pdf
- Bravo, M. (2011). *Determinación del efecto de microelementos en combinación con un programa de fertilización química, sobre el rendimiento del cultivo de arroz (Oryza sativa L.), variedad INIAP 15 bajo sistema de riego en la zona de Babahoyo*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/239/6/T-UTB-FACIAG-AGROP-000009pdf.pdf>
- Cardenas, D. (2011). *Estudio comparativo de dos 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*. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- Cardenas, D. (2011). *Estudio comparativo de dos metodos de fertilizacion del cultivo de arroz; usando briquetas de urea con diferentes cincentraciones de zeolkita y el sistema tradicieonal de fertilizacion en la zona Febres*

- Cordero - Provincia de los Rios* . Tesis de grado, Escuela Superior Politecnica del Litoral, Babahoyo. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/17055/1/Metodo%20Ofertilizacion%20cultivo%20de%20arroz.pdf>
- Castro, R. (2014). Evaluación de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) para la práctica de cultivo de rebrote en las condiciones de Cuba. *Cultivos tropicales*, 35(4), 2. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193232493011.pdf>
- Cevallos, A. (2016). *Comportamiento de cinco genotipos de arroz (Oryza sativa L.) en comparación con seis variedades comerciales en la zona de Taura, Canton Naranjal, Provincia del Guayas*. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/9682/1/Cevallos%20Saraguay%20%20C3%81lvaro%20Gabriel.pdf>
- Colina, E. (2016). *Efectos de la aplicación de las micorrizas en sistemas de producción en el cultivo de cacao nacional, en la zona de FebresCordero, provincia de Los Ríos*. Tesis de maestría, Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil.
- Diaz, J. (2011). *Efecto de la nutrición balanceada sobre el rendimiento de arroz (oryza sativa l.) de la variedad iniap-16 y la línea go37763*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/100/6/T-UTB-FACIAG-AGR-000019.pdf>
- Dobermann, A. F. (2000). *Manejo del azufre en el arroz*. Obtenido de <http://www.ipni.net/publication/ia->

lahp.nsf/0/D571771F17FF928C852579A300744460/\$FILE/Manejo%20del
%20Azufre%20en%20Arroz.pdf

Ferrando, M. (2017). Respuesta del arroz a la fertilización potásica en el sistema uruguayo de manejo inundado. *Agrociencia Uruguay*, 21(2), 3. Obtenido de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482017000200059&lang=pt

Figueredo, E. (2013). *Técnicas de siembra, Criterios para el trasplante*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/F1gu3r3d0/tecnicas-de-siembra-criterios-para-el-transplante>

Franquet, J. (2018). *Nuevo sistema de siembra de arroz en seco*. España: Comunitat de Regants. Obtenido de http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:UNEDCentroAsociadoTortosa-Libros-7160/Franquet_Bernis_Nuevosistema.pdf

Fuentes, J. (2014). *Evaluación de cuatro niveles de potasio (kcl) sobre el rendimiento y calidad del plátano (Musa paradisiaca, Musaceae), En aldea San Isidro, Malacatán, san Marcos*. Tesis de grado, Universidad Rafael Landívar, Quetzaltenango. Obtenido de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/14/Fuentes-Jorge.pdf>

Fuentes, L. (2009). *Efectos de la siembra directa y el trasplante en el rendimiento del arroz, en áreas de productores privados*. Tesis de grado, Centro Universitario "Vladimir I Lenin", Cuba.

González, M. (2016). *Evaluación agronómica de dos variedades de arroz (Oryza sativa L.) con fertilización nitrogenada y dosis de mejoradores orgánicos*. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/13717/1/GONZ%C3%81LEZ%20MOSQUERA%20MANUEL%20ALEJANDRO.pdf>

Guerrero, J. (2000). *Efecto de la aplicación de azufre en los cultivos de cebolla y papa bajo condiciones de campo*. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria Molina, Peru. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/238103940_Efecto_de_la_aplicacion_de_azufre_en_los_cultivos_de_cebolla_y_papa_bajo_condiciones_de_campo

Heros, E. (2013). *Manejo integrado en el cultivo de arroz*. Peru: Agrobanco. Obtenido de https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/006-a-arroz_MANEJO.pdf

Hirzel, J. (2007). Nutrición y fertilización del cultivo de arroz. En R. Alvarado, *Arroz / Manejo tecnológico'* (pág. 2). Chile. Obtenido de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR34409.pdf>

INDIA. (2019). *Catálogo de productos de INDIA*. Obtenido de <https://www.proagro.com.ec/index.php/genetica-menu/semilla-de-arroz/sfl-11-detail.html>

Infoagro. (2018). *El cultivo del arroz (1ª parte)*. Obtenido de <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>

Iniap. (2007). *Manual del cultivo de arroz*. Manual No 66, Quito.

INIAP. (2009). *Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias*. Obtenido de Características de la variedad INIAP 15.

Lesdasa. (18 de Diciembre de 2018). *La Esmeralda*. Obtenido de <http://www.lesdasa.com/produccion-de-arroz/>

- Mendelú, F. (2018). *Agricultura Tropical*. Obtenido de http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=7077&typ=html
- Mendez, R. (2015). *Elementos a considerar en la inclusión de potasio en la fertilización del arroz*. Seminario de Actualización Técnica en Fertilización de Arroz.
- Mera, R. (2016). *Efecto de niveles de nutrición edáfica y foliar en la incidencia del daño del barrenador del tallo (Diatraea saccharalis) en el cultivo de arroz en la zona de Babahoyo*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/3240/1/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000019.pdf>
- Minda, W. (2017). *Evaluación de fuentes fosfóricas sobre el rendimiento del cultivo de arroz (Oryza sativa L.) bajo riego en la zona de Babahoyo*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo.
- Molina, E. (2012). Fertilización con n, p, k y s, y curvas de absorción de nutrimentos en arroz var. Cfx 18 en Guanacaste. *Agron. Costarricense*, 36(1), 3. Obtenido de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242012000100003&lang=pt
- Moreira, D. (2017). *Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz (SRI)*. Guía para el establecimiento y monitoreo del cultivo de arroz bajo la metodología del SRI, Colombia.
- Paspuel, W. (16 de Febrero de 2015). Arroceros ecuatorianos proyectan un 25% más de producción. *El Comercio*, pág. 3. Obtenido de

<https://www.elcomercio.com/actualidad/arroz-ecuador-aumento-produccion-guayas.html>

Pincay, G. (2017). *Evaluación de seis tratamientos de fertilizantes edáficos con nitrógeno, fósforo, potasio, en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.)*.

Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19637/1/Pincay%20Cortez%20Gabriela%20%20Aracely.pdf>

Quinteros, C. (22 de Marzo de 2017). *Fertilización para altos rendimientos de Arroz*. Obtenido de

<https://www.engormix.com/agricultura/articulos/fertilizacion-altos-rendimientos-arroz-t40444.htm>

Quiroz, R. (2006). Evaluación de la fertilización nitrogenada en arroz inundado.

Agronomía Mesoamericana, 17(2), 4. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/437/43717205.pdf>

SAG. (2003). *Manual Técnico para el cultivo de arroz*. Honduras: DICTA.

Obtenido de <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>

Spinelli, N. (2007). Arroz, Aspectos nutricionales. *Revista Fertilizar*(8), 10.

Obtenido de <https://www.fertilizar.org.ar/subida/revistas/8.pdf>

Suquilanda, V. (2003). *Manejo integrado de plagas del cultivo de arroz*.

Organización mundial de la salud.

Viera, J. (2012). *La producción del arroz en el Ecuador*. Obtenido de

<http://ambitoeconomico.blogspot.com/2012/10/la-produccion-de-arroz-en-el-ecuador.html>

Vizcaíno, D. (17 de Marzo de 2015). *Agrocalidad*. Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2014/12/GUIA-de-BPA-para-ARROZ.pdf>

9. Anexos

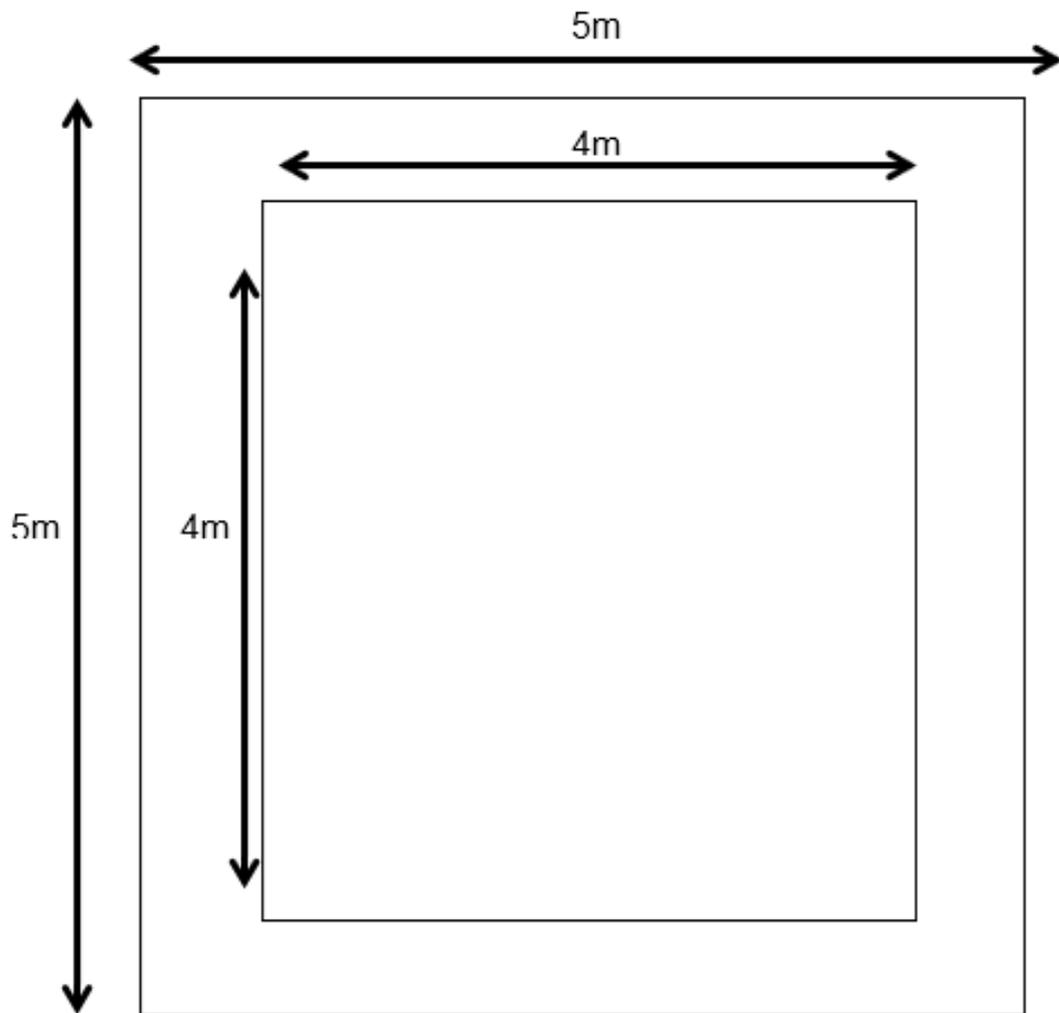


Figura 6. Unidad de muestreo por parcela
Martínez, 2020

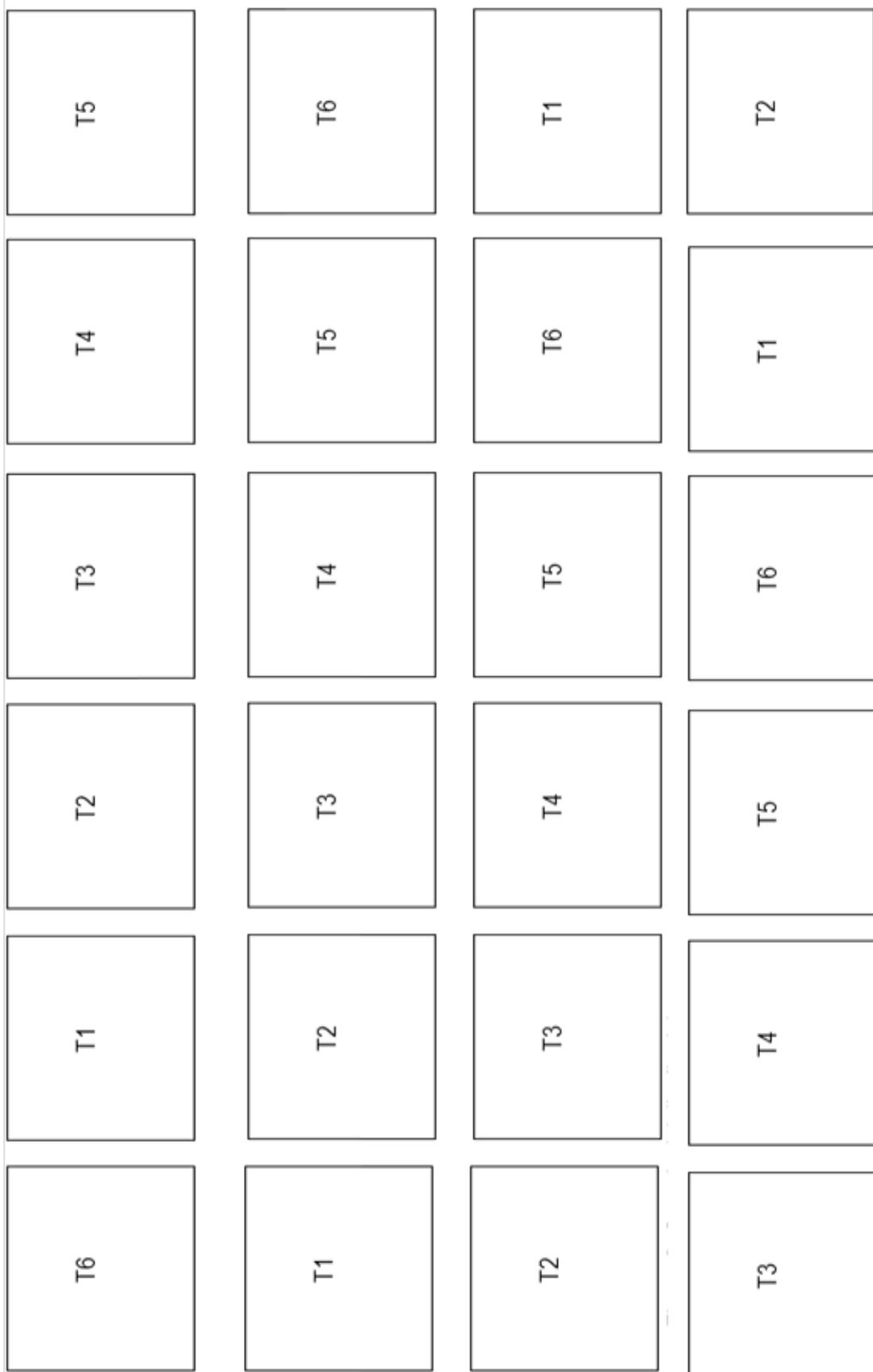


Figura 7. Croquis del diseño del ensayo
Martínez, 2020

Tabla 10. Datos de altura de planta

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1: Voleo (200kgK+20KgS)	80	69	59	51	64,71
T2: Voleo (200kgK+50KgN)	75	65	55	48	60,67
T3: Trasplante (200kgK+20KgS)	86	74	64	55	69,57
T4: Trasplante (200kgK+50KgN)	90	77	67	57	72,80
T5: Testigo I	68	58	50	43	55,01
T6: Testigo II	70	60	52	45	56,62

Martínez, 2020

Tabla 11. Análisis estadístico de altura de planta**Altura de planta (cm)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta (cm)	24	0,99	0,99	2,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3705,17	8	463,15	236,84	<0,0001
Tratamientos	1022,00	5	204,40	104,52	<0,0001
Repeticiones	2683,17	3	894,39	457,36	<0,0001
Error	29,33	15	1,96		
Total	3734,50	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,21267

Error: 1,9556 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4: Trasplante (200kgK+50K..	72,75	4	0,70	A
T3: Trasplante (200kgK+20K..	69,75	4	0,70	A
T1: Voleo (200kgK+20KgS)	64,75	4	0,70	B
T2: Voleo (200kgK+50KgN)	60,75	4	0,70	C
T6: Testigo II	56,75	4	0,70	D
T5: Testigo I	54,75	4	0,70	D

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

Martínez, 2020

Tabla 12. Datos del peso de 100 granos

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1: Voleo (200kgK+20KgS)	2,1	1,81	1,55	1,34	1,70
T2: Voleo (200kgK+50KgN)	2,8	2,41	2,07	1,78	2,26
T3: Trasplante (200kgK+20KgS)	2,6	2,24	1,92	1,65	2,10
T4: Trasplante (200kgK+50KgN)	3	2,58	2,22	1,91	2,43
T5: Testigo I	2	1,72	1,48	1,27	1,62
T6: Testigo II	1,9	1,63	1,41	1,30	1,56

Martínez, 2020

Tabla 13. Análisis estadístico de peso de 100 granos**Peso de 100 granos (g)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 100 granos (g)	24	0,98	0,97	4,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,18	8	0,65	97,02	<0,0001
Tratamientos	2,70	5	0,54	80,97	<0,0001
Repeticiones	2,48	3	0,83	123,76	<0,0001
Error	0,10	15	0,01		
Total	5,28	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,18768

Error: 0,0067 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4: Trasplante (200kgK+50K..	2,43	4	0,04	A
T2: Voleo (200kgK+50KgN)	2,27	4	0,04	A B
T3: Trasplante (200kgK+20K..	2,10	4	0,04	B
T1: Voleo (200kgK+20KgS)	1,70	4	0,04	C
T5: Testigo I	1,62	4	0,04	C
T6: Testigo II	1,56	4	0,04	C

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

Martínez, 2020

Tabla 14. Datos de longitud de la espiga

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1: Voleo (200kgK+20KgS)	20	17	15	13	16,18
T2: Voleo (200kgK+50KgN)	24	21	18	15	19,41
T3: Trasplante (200kgK+20KgS)	26	22	19	17	21,03
T4: Trasplante (200kgK+50KgN)	28	24	21	18	22,65
T5: Testigo I	23	20	17	15	18,61
T6: Testigo II	22	19	16	14	17,80

Martínez, 2020

Tabla 15. Análisis estadístico de longitud de la espiga**Longitud de espiga (cm)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de espiga (cm)	24	0,99	0,98	2,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	349,67	8	43,71	178,81	<0,0001
Tratamientos	107,33	5	21,47	87,82	<0,0001
Repeticiones	242,33	3	80,78	330,45	<0,0001
Error	3,67	15	0,24		
Total	353,33	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,13585

Error: 0,2444 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4: Trasplante (200kgK+50K..	22,75	4	0,25	A
T3: Trasplante (200kgK+20K..	21,00	4	0,25	B
T2: Voleo (200kgK+50KgN)	19,50	4	0,25	C
T5: Testigo I	18,75	4	0,25	C D
T6: Testigo II	17,75	4	0,25	D
T1: Voleo (200kgK+20KgS)	16,25	4	0,25	E

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

Martínez, 2020

Tabla 16. Datos del número de granos por espiga

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1: Voleo (200kgK+20KgS)	189	163	140	120	152,88
T2: Voleo (200kgK+50KgN)	185	159	137	118	149,65
T3: Trasplante (200kgK+20KgS)	196	169	145	125	158,55
T4: Trasplante (200kgK+50KgN)	245	211	181	156	198,18
T5: Testigo I	180	155	133	114	145,60
T6: Testigo II	184	158	136	117	148,84

Martínez, 2020

Tabla 17. Análisis estadístico de número de granos por espiga**Numeros de granos por espiga**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numeros de granos por espi..	24	0,99	0,99	2,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	24912,33	8	3114,04	214,60	<0,0001
Tratamientos	7798,00	5	1559,60	107,48	<0,0001
Repeticiones	17114,33	3	5704,78	393,13	<0,0001
Error	217,67	15	14,51		
Total	25130,00	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,75147

Error: 14,5111 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4: Trasplante (200kgK+50K..	198,25	4	1,90	A
T3: Trasplante (200kgK+20K..	158,75	4	1,90	B
T1: Voleo (200kgK+20KgS)	153,00	4	1,90	B C
T2: Voleo (200kgK+50KgN)	149,75	4	1,90	C
T6: Testigo II	148,75	4	1,90	C
T5: Testigo I	145,50	4	1,90	C

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

Martínez, 2020

Tabla 18. Datos del rendimiento de grano

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1: Voleo (200kgK+20KgS)	6545,00	5628,70	4840,68	4162,99	5294,34
T2: Voleo (200kgK+50KgN)	7856,00	6756,16	5810,30	4996,86	6354,83
T3: Trasplante (200kgK+20KgS)	8045,00	6918,70	5950,08	5117,07	6507,71
T4: Trasplante (200kgK+50KgN)	9025,00	7761,50	6674,89	5740,41	7300,45
T5: Testigo I	6025,00	5181,50	4456,09	3832,24	4873,71
T6: Testigo II	6000,00	5160,00	4437,60	3816,34	4853,48

Martínez, 2020

Tabla 19. Análisis estadístico de rendimiento kg/ha**Rendimiento Kg/ha**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento Kg/ha	24	0,99	0,98	3,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	43452851,47	8	5431606,43	143,17	<0,0001
Tratamientos	20179991,58	5	4035998,32	106,39	<0,0001
Repeticiones	23272859,88	3	7757619,96	204,48	<0,0001
Error	569061,78	15	37937,45		
Total	44021913,24	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=447,47063

Error: 37937,4519 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4: Trasplante (200kgK+50K..	7300,45	4	97,39	A
T3: Trasplante (200kgK+20K..	6507,71	4	97,39	B
T2: Voleo (200kgK+50KgN)	6354,83	4	97,39	B
T1: Voleo (200kgK+20KgS)	5294,34	4	97,39	C
T5: Testigo I	4873,71	4	97,39	C
T6: Testigo II	4853,49	4	97,39	C

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

Martínez, 2020

Tabla 20. Análisis de la relación beneficio - costo

COMPONENTES	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Rendimiento Kg/ha	5294,34	6354,83	6507,71	7300,45	4873,71	4853,48
Sacas (200 libras)	58	70	72	80	54	53
Costo fijo (\$)	900	900	900	900	900	900
Costo Variable (\$)	130	150	130	150	0	0
Costo Total	1030	1050	1030	1050	900	900
Ingreso Bruto (\$)	1682,00	2030,00	2088,00	2320,00	1566,00	1537,00
Beneficio Neto (\$)	652,00	980,00	1058,00	1270,00	666,00	637,00
Relación BENEFICIO/COSTO	0,63	0,93	1,03	1,21	0,74	0,71

Martínez, 2020



Figura 8. Preparación y fanguero del terreno
Martínez, 2020



Figura 9. Mezcla de los fertilizantes a usar
Martínez, 2020



Figura 10. Delineamiento experimental del cultivo
Martínez, 2020



Figura 11. Revisión del experimento del cultivo Martínez, 2020



Figura 12. Muriato de potasio granular a usar en el experimento Martínez, 2020



Figura 13. Posicionamiento de parcelas experimentales
Martínez, 2020



Figura 14. Inicio del cultivo
Martínez, 2020



Figura 15. Toma de datos in situ
Martínez, 2020



Figura 16. Siembra por trasplante del cultivo
Martínez, 2020



Figura 17. Verificando altura de planta de cada una de las parcelas
Martínez, 2020



Figura 18. Constatando altura de espiga
Martínez, 2020



Figura 19. Toma de datos
Martínez, 2020

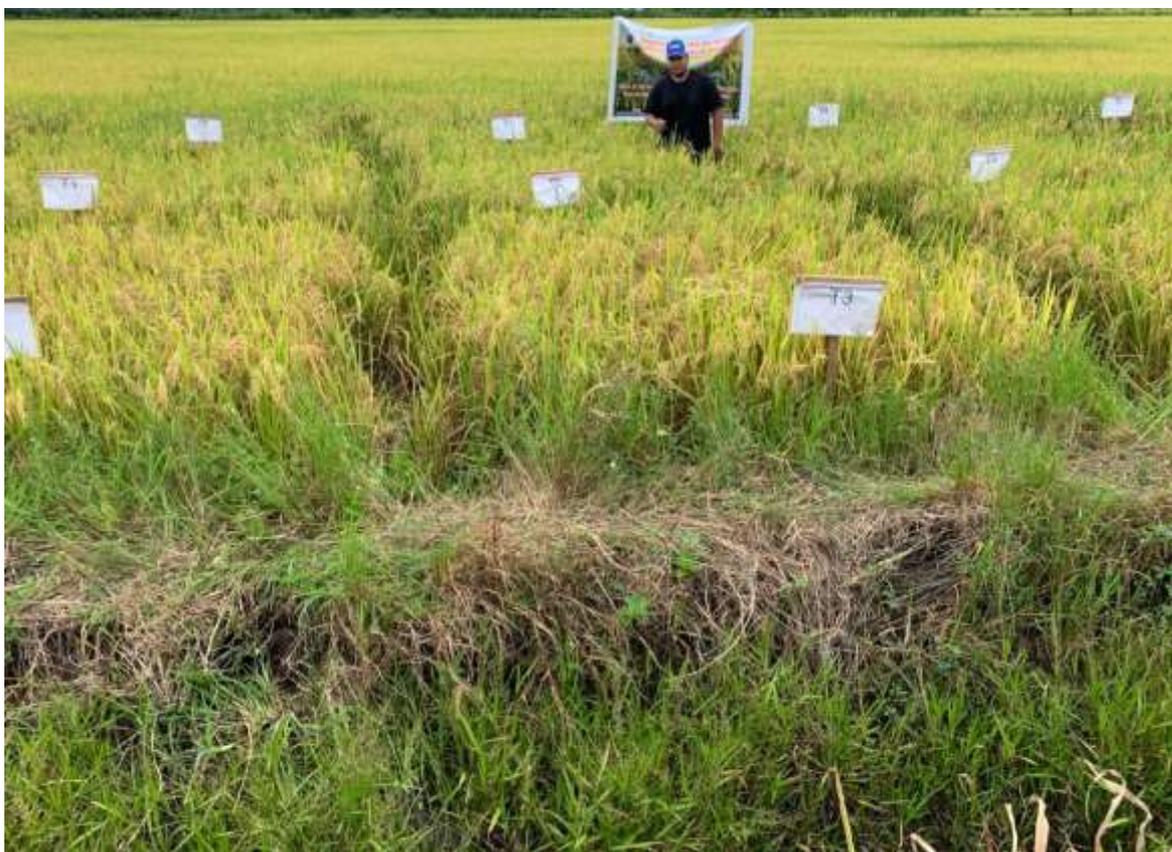


Figura 20. Examinando proceso de cultivo
Martínez, 2020



Figura 21. Muestra de semillas
Martínez, 2020



Figura 22. Inspección diaria de cultivo
Martínez, 2020



Figura 23. Visita y revisión de parcelas realizada por el tutor Martínez, 2020