



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“Dr. Jacobo Bucaram Ortiz”
CARRERA AGRONOMÍA

**EFECTOS DE TRES SUSTRATOS DE SUELOS Y
FERTILIZACIÓN EN SEMILLEROS DE ARROZ (*Oryza
sativa*)**

TRABAJO EXPERIMENTAL

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

AUTOR
JORGE WASHINGTON VELÁSQUEZ MARIÑO

TUTOR
ING. JUAN JAVIER MARTILLO GARCÍA, M.SC.

MILAGRO – ECUADOR
2023



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“Dr. Jacobo Bucaram Ortiz”
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Ing. Martillo García Juan Javier, M.Sc.**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EFFECTOS DE TRES SUSTRATOS DE SUELOS Y FERTILIZACIÓN EN SEMILLEROS DE ARROZ (*Oryza sativa*)**, realizado por el estudiante **VELÁSQUEZ MARIÑO JORGE WASHINGTON**, con cédula de identidad N°0952080943 de la carrera de **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, Ciudad Universitaria “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz” 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,

Ing. Martillo García Juan Javier, M.Sc.
TUTOR

Milagro, 25 de abril del 2023



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“Dr. Jacobo Bucaram Ortiz”
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: **EFEKTOS DE TRES SUSTRATOS DE SUELOS Y FERTILIZACIÓN EN SEMILLEROS DE ARROZ (*Oryza sativa*)**, realizado por el estudiante **VELÁSQUEZ MARIÑO JORGE WASHINGTON**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

**Ing. Martínez Carriel Tayron, MSc.
PRESIDENTE**

**Ing. Plúas Pilozo Rafael, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**PhD. Morán Bajaña Joaquín
EXAMINADOR PRINCIPAL**

Milagro, 25 de abril del 2023

Dedicatoria

El presente trabajo de titulación va dedicado a Dios, en especial a mi papá y a mi mamá porque gracias a su esfuerzo y su constante dedicación, puedo dar este paso tan importante en mi vida; y a quienes día a día me brindaron consejos para continuar por el camino correcto y seguir cumpliendo mis metas.

Así mismo, quiero dedicar este logro a mis amigos que me brindaron su apoyo en todo momento.

A todos y cada uno de los docentes, quienes impartieron sus conocimientos para mi formación académica.

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.

Agradezco a mi papá por ser mi pilar fundamental y a mi mamá por guiarme en el transcurso de mi carrera universitaria. A mis amigos por brindarme su ayuda.

Expreso mi agradecimiento a mi tutor Ing. Martillo García Juan Javier, encargado de orientarme en la ejecución de este proyecto de titulación.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, **VELÁSQUEZ MARIÑO JORGE WASHINGTON**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **EFFECTOS DE TRES SUSTRATOS DE SUELOS Y FERTILIZACIÓN EN SEMILLEROS DE ARROZ (*Oryza sativa*)**, 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.

Milagro, 29 de marzo del 2023

VELÁSQUEZ MARIÑO JORGE WASHINGTON

C.I. 0952080943

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 Generalidades del cultivo.....	19
2.2.2 Origen e importancia del cultivo	19
2.2.3 Taxonomía del arroz	19
2.2.4 Morfología del arroz.....	20
2.2.4.1. Raíz.....	20
2.2.4.2. Tallo.....	20
2.2.4.3. Hojas	20
2.2.4.4. Flores	21
2.2.4.5. Semillas.....	21
2.2.5 Requerimientos edafoclimáticos.....	21
2.2.5.1. Clima	21
2.2.5.2. Suelo	21
2.2.5.3. Temperatura	22
2.2.5.4. Luminosidad.....	22
2.2.5.5. Ph.....	22
2.2.6 Plagas y enfermedades	22
2.2.7 Sustratos para semilleros	23
2.3 Marco legal.....	24
3. Materiales y métodos	26
3.1 Enfoque de la investigación	26
3.1.1 Tipo de investigación.....	26
3.1.2 Diseño de investigación	26
3.1.2.1. Investigación experimental	26
3.1.2.2. Investigación descriptiva	26
3.1.2.3. Investigación explicativa.....	26

3.2 Metodología	26
3.2.1 Variables	26
3.2.1.1. Variable independiente.....	26
3.2.1.2. Variables dependientes	27
3.2.2 Tratamientos	27
3.2.3 Diseño experimental.....	28
3.2.3.1. Esquema del análisis de varianza.....	28
3.2.3.2. Delimitación experimental.....	29
3.2.4 Recolección de datos	29
3.2.4.1. Recursos.....	29
3.2.4.2. Métodos y técnicas	30
3.2.5 Análisis estadístico	31
3.2.5.1. Análisis funcional	31
3.2.5.2. Hipótesis estadística.....	31
4. Resultados	32
4.1 Evaluación del comportamiento de tres sustratos, humus de lombriz, ceniza de arroz y turba en semillero en el cultivo de arroz.....	32
4.1.1 Longitud de raíz (cm).....	32
4.1.2 Peso de raíz (g)	32
4.1.3 Porcentaje de germinación (%).....	33
4.2 Identificación del tratamiento con el mejor rendimiento de plántulas en el semillero del cultivo.....	34
4.2.1 Rendimiento (kg/ha).....	34
4.3 Realización del análisis económico de los tratamientos en estudio.....	35
4.3.1 Análisis económico (b/c)	35

5. Discusión	37
6. Conclusiones.....	39
7. Recomendaciones.....	40
8. Bibliografía.....	41
9. Anexos	46

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de los tratamientos experimentales	28
Tabla 2. Modelo de análisis de andeva	28
Tabla 3. Diseño experimental.....	29
Tabla 4. Recursos económicos	30
Tabla 5. Longitud de raíces (cm)	32
Tabla 6. Peso de raíces (g)	33
Tabla 7. Porcentaje de germinación (%)	34
Tabla 8. Rendimiento (kg/ha)	35
Tabla 9. Análisis de costos (c/b)	36

Índice de figuras

Figura 1. Longitud de raíces (cm).....	46
Figura 2. Peso de raíces (g)	47
Figura 3. Porcentaje de germinación (%)	48
Figura 4. Rendimiento (kg/ha).....	49
Figura 5. Croquis del diseño experimental	50
Figura 6. Preparación del terreno	51
Figura 7. Uso de maquinaria	51
Figura 8. Uso de bomba de agua	51
Figura 9. Llenado de piscina	51
Figura 10. Realización de fangueo.....	52
Figura 11. Delimitación de parcelas	52
Figura 12. Realización de semilleros	52
Figura 13. Aplicación de sustratos	52
Figura 14. Aplicación de humus	53
Figura 15. Aplicación de ceniza.....	53
Figura 16. Siembra de arroz.....	53
Figura 17. Germinación de arroz.....	53
Figura 18. Fertilización de plántulas	54
Figura 19. Recolección de datos	54
Figura 20. Longitud de raíces	54
Figura 21. Crecimiento vegetativo.....	54
Figura 22. Identificación de estudio.....	55
Figura 23. Distribución de tratamientos.....	55
Figura 24. Visita del docente guía	55

Resumen

El trabajo estuvo enfocado en el mejoramiento de la producción de arroz (*Oryza sativa L.*) con la aplicación de tres sustratos de suelos en el cantón Babahoyo provincia de Los Ríos. Se utilizó una distribución completamente al azar, compuesto de 4 tratamientos bajo 5 repeticiones, obteniéndose un total de 20 unidades experimentales, mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia. Se analizaron variables agronómicas y productivas, en las que se encontró significancia estadística obteniendo el mejor resultado en el tratamiento T1(Humus de lombriz 20lbs). Se determinó que los tratamientos sobresalientes en rendimiento fueron: T1 (Humus de lombriz 20lbs), con un valor de 5683,71 kg/ha; seguido de T3 (Turba 30lbs), con 5233,63 kg/ha. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T2 (Ceniza de arroz 50lbs) con 4470,22 kg/ha y T4 (testigo absoluto) con un valor de 3772,75 kg/ha del rendimiento del cultivo. En el análisis económico se determinó que el mejor tratamiento fue el T1 (Humus de lombriz 20lbs), con un beneficio/costo de 1,68 ya que por cada dólar invertido obtuvo 0,68 dólares; seguido por T3 (Turba 30lbs) por cada dólar invertido se generó ganancia de 0,54 dólares y por último el T4 (testigo absoluto) con un valor de 1,13 con un retorno de 0,13 dólares, siendo el de menor promedio entre tratamientos. Al final de esta investigación se concluyó que el uso humus de lombriz correspondiente al tratamiento 1, en dosis de 20 libras si incrementó el rendimiento en el cultivo de arroz, por lo que se recomendó su uso para el mismo.

Palabras clave: Arroz, ceniza, humus, lombriz, plántulas, turba.

Abstract

The work was focused on the improvement of rice production (*Oryza sativa L.*) with the application of three soil substrates in the Babahoyo canton, Los Ríos province. A completely random distribution was used, composed of 4 treatments under 5 repetitions, obtaining a total of 20 experimental units, using the Tukey test at 5% significance. Agronomic and productive variables were analyzed, in which statistical significance was found, obtaining the best result in the T1 treatment (worm humus 20lbs). It was determined that the outstanding yield treatments were: T1 (worm humus 20lbs), with a value of 5683.71 kg/ha; followed by T3 (30lbs peat), with 5233.63 kg/ha. Those with the lowest averages were the treatments: T2 (rice ash 50lbs) with 4470.22 kg/ha and T4 (absolute control) with a value of 3772.75 kg/ha of crop yield. In the economic analysis, it was determined that the best treatment was T1 (worm humus 20lbs), with a benefit/cost of 1.68 since for each dollar invested he obtained 0.68 dollars; followed by T3 (Peat 30lbs) for each dollar invested a profit of 0.54 dollars was generated and finally T4 (absolute control) with a value of 1.13 with a return of 0.13 dollars, being the lowest average among treatments. At the end of this investigation, it was concluded that the use of earthworm humus corresponding to treatment 1, in doses of 20 pounds, did increase the yield in the rice crop, so its use was recommended for it.

Keywords: Rice, ash, humus, earthworm, seedlings, peat.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

Los consumidores reciben entre el 66% y el 70% de sus necesidades calóricas diarias del arroz (*Oriza sativa L.*), lo que lo convierte en un componente crucial de la seguridad y la soberanía alimentarias. En Ecuador, en 2017 se sembraron 370 406 hectáreas, lo que se tradujo en una producción de 1 440 865 toneladas. Las provincias de Guayas (70,11%) y Los Ríos (24,14%) tuvieron los mayores índices de producción nacional (Chávez, 2020).

La producción de arroz se destina al consumo interno en el 96% de los casos, y el 4% a la exportación. Existen dos métodos de producción de arroz: el arroz de secano, que se siembra al inicio de la temporada de lluvias, y el arroz de regadío, que se ve favorecido por la disponibilidad de agua a través de una bomba de riego con una infraestructura agrícola adecuada (Cadena, 2021).

Además de proporcionar macro y microelementos a las plantas, mejorar la estructura y la aireación del suelo, aumentar la capacidad de retención de agua y controlar la temperatura del suelo, la materia orgánica es el principal indicador de la calidad del suelo. Las propiedades del suelo pueden mejorar si se adopta la agricultura de conservación, sobre todo en lo que respecta al aumento del carbono orgánico del suelo (Gómez y Mero, 2021).

El uso de sustratos en los sistemas de producción de hortalizas en lugar del cultivo en suelo presenta actualmente algunas ventajas. Estos beneficios incluyen el suministro de nutrientes en momentos y dosis óptimos, la disminución del riesgo de salinización del medio radicular, la capacidad de gestionar el agua de forma más eficaz y la disminución de los problemas sanitarios que repercuten directamente en la producción y la calidad del producto (Steffen, 2010).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El semillero, es vital para producir plantas robustas en el campo. Este entorno favorecerá el crecimiento y la calidad de la plántula, lo que se traducirá en una mayor producción en el futuro. Sin embargo, para conseguir estos resultados, es necesario utilizar sustratos o medios de crecimiento que ayuden a la semilla de arroz a sostener físicamente a las plántulas y que interfieran en la absorción de nutrientes. De ahí que el presente ensayo experimental se lleve a cabo con el objetivo de emplear tres sustratos en el semillero de arroz (humus de lombriz, ceniza de arroz y turba) para favorecer la producción y aumentar el crecimiento y las cualidades positivas de las plántulas en la zona agrícola de La Carmela.

1.2.2 Formulación del problema

¿Qué efecto tuvieron tres enmiendas del suelo y la fertilización en semilleros en las distintas variedades de arroz (*Oryza sativa*)?

1.3 Justificación de la investigación

Si se tiene en cuenta el tamaño de la región en la que se cultiva y el número de personas que dependen de su cosecha, el arroz es el alimento más importante del mundo y constituye la dieta principal de más de la mitad de la población mundial (Bajaña, 2020).

Un avance significativo que complementa otros avances científicos es el uso de sustratos como medio para el crecimiento y desarrollo de las plantas. La reducción de la gestión de plagas y enfermedades radiculares de una variedad de plantas hortícolas, que son frecuentes cuando se utiliza el suelo como medio de cultivo, es uno de los beneficios del uso de sustratos (Telenchana, 2018).

Por consiguiente, el objetivo de este ensayo experimental es evaluar el rendimiento de tres sustratos (humus de lombriz, ceniza de arroz y turba) cuando se utilizan en la siembra de plántulas de arroz, con el fin de mejorar sus cualidades y aumentar la producción futura.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El estudio se desarrolló en semilleros de arroz ubicado en la zona agrícola del cantón Babahoyo Provincia de Los Ríos. Con las siguientes coordenadas geográficas: -1.866377 N, y -79.663005 E
- **Tiempo:** La investigación presente tuvo una duración estimada de 6 meses entre los meses de agosto del año 2022 a febrero del año 2023.
- **Población:** Los resultados son de utilidad para los productores de arroz de la zona de estudio, estudiantes de agronomía técnicos y público en general.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de tres sustratos de suelos en semilleros del cultivo de arroz (*Oryza sativa*).

1.6 Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento de tres sustratos, humos de lombriz, ceniza de arroz y turba en semillero en el cultivo de arroz
- Identificar el tratamiento con el mejor rendimiento de plántulas en el semillero del cultivo.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos mediante la relación beneficio/costo

1.7 Hipótesis

Al menos el uso de uno de los tratamientos incrementó el desarrollo de plántulas de arroz en el semillero bajo estudio.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Se determinó qué sustrato produciría las plántulas más sanas y de mayor calidad para la producción de semillas de arroz. La investigación se desarrolló en dos fases. El proceso consistió en plantar plántulas en dos tipos diferentes de bandejas y utilizar cinco combinaciones diferentes de sustrato (tierra, tierra + humus, cascarilla de arroz, humus + cascarilla de café y tierra + cascarilla de café). Las variables evaluadas fueron el porcentaje de germinación, la altura de las plántulas y el peso de las raíces. El diseño elegido para la primera etapa fue un diseño completamente aleatorizado (DCA) con una disposición bifactorial. Los resultados demostraron que no había cambios apreciables entre las bandejas en la fase de plántula. Los sustratos mostraron variaciones sustanciales; los mejores resultados fueron los de tierra más lombrices y humus de lombriz más cáscara de café (Huerta, 2018).

Se evaluaron los efectos de cuatro proporciones de sustrato sobre la altura y el grosor de las plántulas en bandejas para trasplante semiautomático en el cultivo de arroz. Los resultados muestran que la proporción óptima de sustrato se encontró utilizando una combinación de 40% de materia orgánica (MO), 55% de tierra y 5% de cascarilla de arroz, con lo que se obtuvieron plántulas con una altura y un grosor medios de 15,37 cm y 2,19 mm, 19 días después de la germinación de las semillas (Menéndez, 2017).

El humus de lombriz, es un abono orgánico, natural, sin elementos químicos de síntesis, muy rico en macro y micro nutrientes, que procedente de la preparación de los detritus fito-aprovechables de la lombriz roja, constituye una perfecta y completa alternativa en la fertilización de los cultivos en general y ecológicos (Acosta, 2019).

Al descomponerse en humus, los residuos vegetales se convierten en formas estables que se almacenan en el suelo y pueden ser utilizados como alimento por las plantas. La cantidad de humus beneficia también a las propiedades físicas del suelo tan importantes como su estructura, color, textura y capacidad de retención de la humedad (Ertic, 2021).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Generalidades del cultivo

La planta del arroz (*Oryza sativa*), domesticada desde hace 7.000 años y que puede alcanzar los dos metros de altura, tiene su origen en Asia, sobre todo en el sur de China, durante la edad media. Lo consumen sobre todo personas de estratos socioeconómicos altos (Mendoza, 2019).

Se dividen en tres grupos principales según el tipo de arroz: de grano largo, de grano medio y de grano corto, se comercializan según el proceso industrial al que se someten y el nivel de elaboración (Bernardi, 2017).

2.2.2 Origen e importancia del cultivo

Hace unos diez mil años, el arroz se cultivó por primera vez en varios lugares húmedos de Asia tropical y subtropical. Dada la prevalencia del arroz silvestre allí, la India es muy probablemente el lugar donde el arroz fue domesticado originalmente (Arias, 2017).

Una de las cadenas de valor más importantes de la industria agrícola ecuatoriana es la del arroz. En términos de valor económico, la producción de arroz representa el 19% del PIB agrícola del país. El primer eslabón de la cadena está formado por varios productores (Marín, 2021).

2.2.3 Taxonomía del arroz

Según Luzcando (2021) indica que la taxonomía del arroz es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia Oryzoideae

Género: *Oryza*

Especie *Oryza sativa*

2.2.4 Morfología del arroz

2.2.4.1. Raíz

Esta gramínea tiene dos tipos de raíces: las seminales procedentes de la radícula, que son transitorias, y las secundarias adventicias, que tienen ramificación libre y se construyen a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas raíces son delgadas, fasciculadas y fibrosas (Macias, 2019).

2.2.4.2. Tallo

Según la variedad, el tallo principal es herbáceo, cilíndrico y hueco, de 50-180 cm. Los nudos se disponen en orden inverso a los entrenudos. De los nudos basales nacen los macollos, cuyo número depende de la densidad de plantación (Tomalá, 2020).

2.2.4.3. Hojas

Con ramas lineares, agudas, largas y planas y hojas alternas y envainadoras. En la intersección de la vaina y el limbo hay una lígula membranosa, bifida, erecta, con una serie de rizos largos y sedosos en el margen inferior (Almeida, 2022).

2.2.4.4. Flores

Las flores tienen seis estambres y un pistilo con ovario, estilo y estigma diferenciados. La espiguilla está formada por tres capas de componentes florales (Pinargote, 2021).

Su inflorescencia es una panícula definida que se sitúa en el tallo terminal. La espiguilla constituye la unidad básica de la panícula y está formada por dos lemas estériles, la raquilla y el flósculo, mientras que el ovario maduro forma el grano de arroz. En cambio, la cáscara del grano de arroz se denomina cariópside (Ruiz, 2020).

2.2.4.5. Semillas

El grano de arroz maduro, seco e indehiscente es un ovario. El embrión está situado en la región ventral, cerca del lema estéril principal, y está formado por el pericarpo o cascarilla, que está constituido por los componentes que lo acompañan, lemas estériles, raquilla y arista (Polanco, 2019).

2.2.5 Requerimientos edafoclimáticos

2.2.5.1. Clima

Aunque la mayor parte de la producción mundial se concentra en zonas tropicales húmedas, también puede cultivarse en regiones subtropicales húmedas y en climas templados. Se cultiva desde los 35º de latitud sur hasta los 49-50º de latitud norte. Hasta los 2.500 m sobre el nivel del mar se cultiva arroz (Bueno, 2021).

2.2.5.2. Suelo

En el caso de los suelos calcáreos, los suelos se inundan el primer o segundo día que se produce una reducción del pH, pero en el caso de los suelos ácidos, los suelos aumentan su pH hasta alcanzar un valor estable de 6,5 a 7,5, lo que denota un buen rango para la producción de arroz (García, 2018).

2.2.5.3. Temperatura

El arroz requiere temperaturas de entre 10 y 13 °C para germinar, siendo ideales de 30 a 35°C. La germinación no se produce por encima de los 40 °C. La temperatura mínima para el crecimiento del tallo, las hojas y las raíces es de 7 °C, siendo la temperatura ideal de 23 °C (Plúas, 2018).

2.2.5.4. Luminosidad

Durante sus múltiples fases de desarrollo, el arroz es un cultivo que depende ineludiblemente de la radiación solar. Mientras que la baja radiación durante sus fases vegetativas solo afecta marginalmente a los rendimientos y sus componentes, reduce el número de granos durante el periodo reproductivo (Ochoa, 2016).

2.2.5.5. Ph

El pH ideal para el arroz es 6,6 porque a este nivel, el fósforo está fácilmente disponible, la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica es alta, y las concentraciones de elementos que dificultan la absorción de nutrientes, como el aluminio, el manganeso, el hierro, el dióxido de carbono y los ácidos orgánicos, están por debajo de los niveles tóxicos (Burnside, 2017).

2.2.6 Plagas y enfermedades

2.2.6.1. Plagas

2.2.6.1.1. *Hydrelia* (*Hydrellia sp*)

El minador del follaje del arroz es el nombre popular de este insecto, miembro de la familia Ephydriidae. Se convierte en una plaga con un porcentaje creciente en muchas naciones, lo que es provocado por un aumento en el uso de pesticidas químicos (Rivas, 2018).

2.2.6.1.2. *Sogata* (*Tagosodes orizicolus*)

Se cree que el cultivo del arroz depende de esta plaga. Los huevos suelen ser

translúcidos, de 0,7 mm de longitud, y se depositan en el nervio central de las hojas. La ninfa no tiene alas y es de color crema con dos rayas laterales en el dorso (Tumbaco, 2017).

2.2.6.2. Enfermedades

2.2.6.2.1. Quemazón

Según Sotomayor y Villavicencio (2016), *Pyricularia griseae*, un hongo que suele atacar las hojas y los entrenudos del tallo, también afecta a la panícula (cuello, pedúnculo y granos), y causa daños en forma de pequeñas manchas marrones que se asemejan a diamantes o enormes rombos.

2.2.6.2.2. Falso carbón

Desde mediados de los años sesenta, *Ustilaginoidea virens*, a menudo conocido como carbón falso, ha sido un problema para las cosechas de arroz. Cabe destacar que esta enfermedad también afecta a la semilla. Como el endospermo suele estar formado por una cápsula globosa afelpada de tono amarillo, se puede diagnosticar su sintomatología (Regato, 2016).

2.2.7 Sustratos para semilleros

Un subproducto del proceso de molturación es la ceniza de arroz. Sus características fisicoquímicas consisten en un bajo contenido en humedad y una densidad aparente de 0,115 g/cm³. La relación C/N es alta, oscilando entre 40 y 50, y ambas referencias coinciden en que el contenido en silicio es alto y el nivel de nitrógeno es bajo (Aragón, 2017).

El estiércol de lombriz se convierte en humus de lombriz, un fertilizante natural con un excelente grado nutricional. Ayuda a mejorar la absorción de todos los nutrientes necesarios, lo que conduce a una mejor floración, mejor calidad de la

fruta, más fruta en general en términos de tamaño y cantidad, y fruta con mayor valor nutricional (Agroasa, 2019).

Para que la aireación sea compatible con la humedad y no surjan problemas de nutrientes durante la evolución de la materia orgánica, se prefieren las turbas de fibra fina y baja descomposición para los semilleros (Portal frutícola, 2017).

2.3 Marco legal

Constitución Política de la República del Ecuador

Ley de Desarrollo Agrario

Capítulo I: Los Objetivos de la Ley

Artículo 3. Políticas agrarias.

El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:

- a)** De cultivo, cosecha, comercialización, procesamiento y en general, de aprovechamiento de recursos agrícolas;
- b)** El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:
- c)** De capacitación integral al indígena, al montubio, al afroecuatoriano y al campesino en general, para que mejore sus conocimientos relativos a la aplicación de los mecanismos de preparación del suelo,

CAPÍTULO V

Protección y recuperación de la fertilidad de la tierra rural I de producción

Artículo 49.- Protección y recuperación. El Estado 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 República Del Ecuador, 2016 p.45).

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria.

Investigación, Asistencia Técnica y Diálogo de saberes

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.

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 (Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, 2014 p.23).

Código orgánico de la producción

Art.57 “Democratización productiva en concordancia con lo establecido con la constitución se entenderá por democratización productiva política, mecanismo e instrumento para que genere desconcentración de factores y recursos productivos, y faciliten el acceso al financiamiento capital y tecnológico para la realización de actividades productivas “Párrafo II “El estado protegerá a la agricultura familia comunitaria como garante de la soberanía alimentaria,..., y al macro, pequeño y mediana empresa implementando política que regulan sus intercambios con el sector privado.

Art. 14.- Según la Constitución de la República sección II. Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológico equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de lo ecosistema, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país (Código Orgánico De La Producción, Comercio E Inversiones., 2010 p. 78).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

El trabajo estuvo enfocado en el mejoramiento de la producción de arroz (*Oryza sativa L.*) con la aplicación de tres sustratos de suelos en el cantón Babahoyo provincia de Los Ríos.

3.1.1 Tipo de investigación

Esta es una investigación experimental y evaluó el efecto de tres sustratos de suelos y fertilización en semilleros del cultivo de arroz (*Oryza sativa*).

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño que se empleó en esta investigación fue experimental. Donde se evaluaron cuatro tratamientos a base de sustratos en semillero, bajo cinco repeticiones, obteniendo 20 unidades experimentales o parcelas de arroz.

3.1.2.1. Investigación experimental

Permitió manipular las variables y medir su efecto y comparación sobre las variedades.

3.1.2.2. Investigación descriptiva

Permitió recolectar los datos sobre la base de la hipótesis para luego resumir la información y analizar detalladamente los resultados finales del estudio.

3.1.2.3. Investigación explicativa

Permitió conocer el porqué de los resultados y plantear nuevas técnicas de investigación.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Efecto de humus de lombriz, ceniza de arroz y turba sobre plantas de arroz.

3.2.1.2. Variables dependientes

3.2.1.2.1. Longitud de raíz (cm)

Se registró el promedio de la longitud de diez raíces en centímetros de 10 plántulas a los quince días después de la emergencia, se utilizó una regla en cm para medir la altura.

3.2.1.2.2. Peso de raíz (g)

Se tomó el peso en gramos de las diez raíces de las diez plántulas que fueron tomadas anteriormente.

3.2.1.2.3. Porcentaje de germinación (%)

Se registró el porcentaje de germinación por cada sustrato a evaluarse en los semilleros a los dos días de ser germinada la semilla.

3.2.1.2.4. Rendimiento (kg/ha)

El valor de la producción total en kg se determinó por el peso de los granos cosechados en el área útil de cada parcela experimental y derivado a kilogramos por hectárea.

3.2.1.2.5. Análisis costo beneficio (c/b)

Esta variable fue medida al final de la investigación y tomada en base al presupuesto total, los beneficios del mejor tratamiento sobre las variables evaluadas.

3.2.2 Tratamientos

El estudio estuvo constituido por el uso de tres sustratos (humus de lombriz, Ceniza de arroz y turba) en semillero, las dosis fueron utilizadas por m². Además, se estudió un testigo, que sirvió para la comparación de media entre los tratamientos. A continuación, se muestran los tratamientos:

Tabla 1. Descripción de los tratamientos experimentales

Nº	Tratamientos	Descripción
T1	Humus de lombriz	20 libras /m ²
T2	Ceniza de arroz	50 libras/m ²
T3	Turba	30 libras/m ²
T4	Testigo Absoluto	0

Velásquez, 2023

3.2.3 Diseño experimental

Para este ensayo se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), comprendido por cuatro tratamientos mencionados en la Tabla 1 bajo cinco repeticiones, lo que generó un ensayo de 20 unidades experimentales o parcelas de arroz.

3.2.3.1. Esquema del análisis de varianza

Tabla 2. Modelo de análisis de andeva

Fuentes de variación	Fórmula	Desarrollo	Grados de libertad
Tratamientos	(t-1)	(4-1)	3
Repeticiones	(r-1)	(5-1)	4
Error experimental	(t-1) (r-1)	(4-1) (5-1)	12
Total	Tr-1	4*5-1	19

Velásquez, 2023

3.2.3.2. Delimitación experimental

Tabla 3. Diseño experimental

Elemento	Dimensión
Ancho de parcela	1.0 m
Longitud de parcela	5.0 m
Distancia entre bloques	2.0 m
Ancho del ensayo	10.0 m
Longitud del ensayo	33.0 m ²
Área total del ensayo	330.0 m ²

Velásquez, 2023

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

3.2.4.1.1. Materiales y herramientas

Bomba de fumigar, insumos agrícolas, machetes, cinta métrica, balanza digital, estacas, libreta de apuntes, bolígrafo, computadora, cámara fotográfica, etc.

3.2.4.1.2. Material experimental

Semillas de arroz, turba, humus de lombriz, ceniza de arroz

3.2.4.1.3. Recursos humanos

Tesista, tutor.

3.2.4.1.4. Recursos bibliográficos

Se obtuvo información de tesis de grado, sitio web, revistas científica, ficha técnica, tesis doctoral, entre otros.

3.2.4.1.5. Recursos económicos

El proyecto fue netamente financiado por el tesista.

Los recursos económicos que se requirieron para el desarrollo del estudio son los siguientes:

Tabla 4. Recursos económicos

Actividades y productos	Cantidad	Valor total (\$)
Preparación del semillero	1	50
Labores Culturales	3	100
Semilla de arroz	1quintal	70
Insecticida	1litro	18
Herbicida	1litro	10
Humus de lombriz	10 libras	10
Turba	10 libras	7
Ceniza de arroz	10 libras	5
Total		270

Velásquez, 2023

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1. Métodos

Método inductivo: Este método permite observar los resultados obtenidos de la investigación con la finalidad de cumplir los objetivos e hipótesis que están planteadas.

Método deductivo: Permite observar casos particulares de la investigación a través de principios, teorías y leyes.

Método sintético: Permite establecer y relacionar los resultados para construir la discusión, conclusiones relacionadas bajo la perspectiva de totalidad de la investigación.

3.2.4.2.2. Técnicas

Manejo del ensayo

Preparación del terreno: Para la preparación del terreno se realizó un arado y luego se realizaron dos pases de rastra para posteriormente inundar el terreno y realizar la labor de fangueo para nivelar el terreno.

Semillero: Se realizó el semillero en camas de campo con el uso de tres sustratos (humus de lombriz, ceniza de arroz y turba), las dimensiones del semillero fueron un metro de ancho por cinco metros de largo, generando 20 unidades experimentales de 5 m².

Control de malezas: El control de malezas en las parcelas se realizó de manera manual y en los espacios entre parcelas.

Riego: El riego se realizó con una bomba y mangas por inundación con una lámina de 15 cm esta lámina se la mantuvo constante durante el ciclo vegetativo del arroz.

3.2.5 Análisis estadístico

3.2.5.1. Análisis funcional

Los datos se evaluaron estadísticamente bajo el test de Tukey al 5% de probabilidad. Este análisis se realizó con el software InfoStat

3.2.5.2. Hipótesis estadística

H1: Al menos uno de los sustratos en estudio tuvo efecto en la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*).

H₀: Ninguno de los sustratos en estudio tuvo efecto en la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*).

4. Resultados

4.1 Evaluación del comportamiento de tres sustratos, humus de lombriz, ceniza de arroz y turba en semillero en el cultivo de arroz.

4.1.1 Longitud de raíces (cm)

En la tabla 5 se muestran las medias obtenidas al analizar la longitud de raíces de las plántulas de arroz; de acuerdo al análisis de varianza y con un coeficiente de variación de 9,89%; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0,0002 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; El tratamiento sobresaliente fue T1 (T1Humus de lombriz 20lbs), con un valor de 6,90 cm; seguido de T3 (Turba 30lbs), con 6,20 cm. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T2 (Ceniza de arroz 50lbs) con 5,46 cm y T4 (testigo absoluto) con un valor de 5,00 centímetros de longitud de las raíces.

Tabla 5. Longitud de raíces (cm)

Tratamientos	Medias	Significancia		
T4T.absoluto	5,00	A		
T2CenizaArroz(50lbs)	5,46	A	B	
T3Turba(30lbs)	6,20		B	C
T1HumusLombriz(20lbs)	6,90			C
E.E.	0,21			
C.V (%)	9,89			
Significancia	**			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Velásquez, 2023

4.1.2 Peso de raíz (g)

En la tabla 6 se muestran las medias obtenidas al analizar el peso de raíces de las plántulas de arroz; de acuerdo al análisis de varianza y con un coeficiente de variación de 8,94 %; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0,0001 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; El tratamiento sobresaliente fue T1 (T1Humus de lombriz 20lbs), con un valor de 4,60 g; seguido de T3 (Turba 30lbs), con 4,18 g. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T2 (Ceniza de arroz 50lbs) con 3,82 g y T4 (testigo absoluto) con un valor de 3,52 gramos.

Tabla 6. Peso de raíz (g)

Tratamientos	Medias	Significancia
T4T.absoluto	3,52	A
T2CenizaArroz(50lbs)	3,82	B
T3Turba(30lbs)	4,18	C
T1HumusLombriz(20lbs)	4,60	D
E.E.	0,07	
C.V (%)	8,94	
Significancia	**	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Velásquez, 2023

4.1.3 Porcentaje de germinación (%)

En la tabla 7 se muestran las medias obtenidas al analizar el porcentaje de germinación de las plántulas de arroz; de acuerdo al análisis de varianza y con un coeficiente de variación de 11,31 %; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0,0001 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; El tratamiento sobresaliente fue T1 (T1Humus de lombriz 20lbs), con un valor de 97,00 %; seguido de T3 (Turba 30lbs), con 93,20 %. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T2 (Ceniza de arroz 50lbs) con 89,20 % y T4 (testigo absoluto) con un valor de 85,40%.

Tabla 7. Porcentaje de germinación (%)

Tratamientos	Medias	Significancia
T4T.absoluto	85,40	A
T2CenizaArroz(50lbs)	89,20	B
T3Turba(30lbs)	93,20	C
T1HumusLombriz(20lbs)	97,00	D
E.E.	0,53	
C.V (%)	11,31	
Significancia	**	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Velásquez, 2023

4.2 Identificación del tratamiento con el mejor rendimiento de plántulas en el semillero del cultivo.

4.2.1 Rendimiento de plántulas

En la tabla 8 se muestran las medias obtenidas al analizar el rendimiento de plántulas de arroz; de acuerdo con el análisis de varianza y con un coeficiente de variación de 10,48%; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0,0001 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos. Los tratamientos con mayor promedio fueron a base de los sustratos que oscilaron entre 62212,2 plántulas correspondiente al tratamiento 1 (Humus de lombriz) y 65821,8 plántulas correspondientes al tratamiento 3 (Turba). Mientras, el promedio más bajo fue dado por el Testigo absoluto con 44825,6 plántulas.

Tabla 8. Rendimiento

Tratamientos	Medias	Significancia
T4T.absoluto	44825,6	A
T1HumusLombriz(20lbs)	62212,2	B
T2CenizaArroz(50lbs)	62127,2	B
T3Turba(30lbs)	65821,8	B
E.E.	2754,08	
C.V (%)	10,48	
Significancia	**	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Velásquez, 2023

4.3 Realización del análisis económico de los tratamientos en estudio.

4.3.1 Análisis económico (b/c)

El análisis económico se efectuó en la tabla 9; Se realizó el análisis económico de sustratos evaluados como proyección una hectárea. Se hizo la comparación de costos de producción, donde se observó que es más económico la realización de semilleros con diferentes sustratos, debido que, a manera convencional, existe mayores pérdidas de plántulas, mientras las plántulas evaluadas son resistentes a la siembra y manejo en campo. Los costos de producción se observan a continuación:

Tabla 9. Análisis económico del cultivo de arroz

Tratamientos	Sustratos	Costos de producción
1	Humus de lombriz	1323
2	Ceniza	1421
3	Turba	1439
4	Testigo	2352

Velásquez, 2023

5. Discusión

El trabajo estuvo enfocado en el mejoramiento de la producción de arroz (*Oryza sativa L.*) con la aplicación de tres sustratos de suelos en el cantón Babahoyo provincia de Los Ríos.

Los resultados obtenidos en la investigación nos indica que se obtuvieron mejores resultados en lo que respecta a comportamiento agronómico del cultivo de arroz en cuanto a longitud de raíces, peso de raíces y porcentaje de germinación. el mejor resultado lo obtuvo el T1 (T1Humus de lombriz 20lbs); por lo que concuerdo con Acosta (2019), menciona que el humus de lombriz, es un abono orgánico, natural, sin elementos químicos de síntesis, muy rico en macro y micro nutrientes, que procedente de la preparación de los detritus fito-aprovechables de la lombriz roja, constituye una perfecta y completa alternativa en la fertilización de los cultivos en general y ecológicos. En acuerdo con Ertic (2021), afirma que al descomponerse en humus, los residuos vegetales se convierten en formas estables que se almacenan en el suelo y pueden ser utilizados como alimento por las plantas. La cantidad de humus beneficia también a las propiedades físicas del suelo tan importantes como su estructura, color, textura y capacidad de retención de la humedad.

Además, el objetivo 2 menciona la importancia del rendimiento de plántulas en semillero, donde se evidencia que, los tratamientos con mayor promedio fueron a base de los sustratos que oscilaron entre 62212,2 plántulas correspondiente al tratamiento 1 (Humus de lombriz) y 65821,8 plántulas correspondientes al tratamiento 3 (Turba). Mientras, el promedio más bajo fue dado por el Testigo absoluto con 44825,6 plántulas.

Así, mismo se realizó un análisis económico con la relación beneficio/costo en la que se determinó que el tratamiento que más económico es la producción de plántulas en semillero, debido que evita plántulas enfermas y son más resistentes en campo, lo cual beneficia al agricultor.; por lo que acorde con Suárez, (2020) quien menciona que el humus de lombriz aumenta la productividad en los cultivos porque es un abono orgánico, al ser un producto natural, este se adapta a cualquier tipo de cultivo. La principal ventaja del humus de lombriz es que aumenta la calidad y mejora las condiciones del suelo. Así también de acuerdo con Arcos (2018) afirma que las lombrices de tierra son de una gran importancia económica, porque con su actividad cavadora de tierra, en su estado natural, participan en la fertilización, aireación y formación del suelo, por su efecto marcado sobre la estructuración de este, debido a la mezcla permanente y el reciclaje de bases totales, como el calcio, el cual sustraen de las capas más profundas del suelo hacia la superficie. Por lo tanto, se acepta la hipótesis del estudio, indicando que algún tratamiento tuvo efecto en el rendimiento del cultivo de arroz, siendo el tratamiento destacado el T1 (Humus de lombriz 20lbs).

6. Conclusiones

Una vez analizados los datos de esta investigación, se puede concluir:

En cuanto a variables agronómicas y productivas se obtuvieron mejores promedios en: T1 (T1Humus de lombriz 20lbs); seguido de T3 (Turba 30lbs). Los de menores promedios fueron los tratamientos: T2 (Ceniza de arroz 50lbs) y T4 (testigo absoluto).

Los tratamientos con mayor promedio fueron a base de los sustratos que oscilaron entre 62212,2 plántulas correspondiente al tratamiento 1 (Humus de lombriz) y 65821,8 plántulas correspondientes al tratamiento 3 (Turba).

Se observó que es más económico la realización de semilleros con diferentes sustratos, debido que, a manera convencional, existe mayores pérdidas de plántulas.

7. Recomendaciones

De acuerdo con la presente investigación se recomienda:

Realizar investigaciones con diferentes sustratos para mejorar la calidad de siembra y obtener mejores rendimientos del cultivo, y así definir más alternativas para el desarrollo de las plántulas de arroz.

Ejecutar un estudio comparativo sobre el uso de sustratos con diferentes dosis efectuadas, para determinar el comportamiento agronómico del cultivo de arroz y el impacto que estos producen.

Utilizar el sustrato de humus de lombriz como complemento nutricional para potenciar el desarrollo en semilleros de arroz en el cantón Babahoyo provincia de Los Ríos.

8. Bibliografía

- Agroasa. (2019). *Qué es el Humus de Lombriz.* Obtenido de <http://agroasa.com/que-es-el-humus-de-lombriz/>
- Almeida, L. (2022). *Efectos de fitorreguladores y fertilizantes en semilleros de arroz (Oryza sativa L.) en el cantón Nobol provincia del Guayas.* Universidad de Guayaquil: UG. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/59585>
- Aragón, A. (2017). *Vermicompostaje de paja y paja peletizada con cascarilla de arroz: Proceso y caracterización de productos.* Universidad de Sevilla, Sevilla . Obtenido de <https://idus.us.es/handle/11441/57372>
- 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.* Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayas: UCSG. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/7707>
- Asamblea, N. (2015). Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria. Quito, Ecuador.
- Bajaña, A. (2020). *Respuesta agronómica del cultivo de arroz (Oryza sativa) a la aplicación de fertilizantes a base de Silicio y Magnesio en la zona de Babahoyo.* Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos: UTB. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8227>
- Bernardi, L. (2017). *Perfil del mercado de arroz.* MAG. Obtenido de https://magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/regionales/_archivos/000030_Informes/000020_Arroz/000021_Perfil%20del%20Arroz%20-%202017.pdf

- Bueno, G. (2021). *Efecto en el rendimiento de dos variedades de arroz (Oryza sativa) mediante el uso de dos fertilizantes edáficos y un fertilizante foliar.* Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos: UTEQ. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6516>
- Cadena, D., Helfgott, S., Drouet, A., Cadena, L., y Montecé, F. (2021). Sustentabilidad de los sistemas de producción de arroz situados dentro del sistema de riego y drenaje Babahoyo, Ecuador. *Revista Científica Y Tecnológica*, 8(2), 84-94. Obtenido de <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/522>
- Chávez, J., Torres, C., Espinoza, E., Zambrano, D., Villafuerte, A., Zambrano, F., y Velázquez, J. (2020). Efectos de la cepa nativa de Trichoderma sp. y lixiviado de vermicompost bovino sobre el crecimiento foliar y contenido de clorofila en arroz (Oryza sativa L.) en fase de semillero. *Revista científica Ecuador es Calidad*, 7(2), 1-9. Obtenido de <https://revistaecuadorescalidad.agrocalidad.gob.ec/revistaecuadorescalidad/index.php/revista/article/view/104>
- García, A. (2018). *Efecto de la fertilización nitrogenada complementada con cosmos R y biotek sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz Oryza sativa L.* Universidad de Guayaquil . Guayas: UG. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29088>
- Gómez, I., y Mero, K. (2021). *Aplicación compuesta de abono orgánico y fertilizantes para reducir costos de producción en los cultivos de arroz de la provincia del Guayas.* Escuela Superior Politécnica del Litoral . Guayas: Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/53188>

- Huerta, J. (2018). *Producción de plántulas de arroz (Oryza Sativa L.) a través de la utilización de bandejas artesanales y sustratos mejorados Darío, Matagalpa* 2016. Universidad Nacional Agraria . Nicaragua: UNA. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/3668/>
- Luzcando, E. (2021). *Evaluación agronómica de nuevas variedades de arroz (Oryza sativa L.) en el recinto Bijagual, cantón Nobol.* Universidad de Guayaquil . Guayas: UG. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/56157>
- Macías, V. (2019). *Efecto de trichoderma sobre la incidencia de enfermedades en el cultivo de arroz en el sector perimetral Daule.* Universidad de Guayaquil. Guayas: UG. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/45332>
- Marín, D., Urioste, S., Celi, R., Castro, M., Pérez, P., Aguilar, D., Andrade, R. (2021). *Caracterización del sector arrocero en Ecuador 2014-2019: ¿Está cambiando el manejo del cultivo?* Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Mendoza, H., Loor, A., y Vilema, S. (2019). El arroz y su importancia en los emprendimientos rurales de la agroindustria como mecanismo de desarrollo local de samborondón. *Revista Universidad y Sociedad.* Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S221836202019000100324&script=sci_arttext&tlang=en
- Menéndez, L. (2017). Determinación de la tecnología para la obtención de parámetros de calidad de las posturas exigidas por la trasplantadoraTMA-4 para el cultivo del arroz. *Revista ingeniería agrícola*, 2(1), 52-56.
- Pinargote, K. (2021). *Ocurrencia de ácaros en el cultivo de arroz Oryza sativa L. en varias localidades del cantón Daule provincia del Guayas.* Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/53166>

- Plúas, J. (2018). *Efecto de la aplicación de ocho dosis de fertilizante foliar sobre el rendimiento del cultivo de arroz Oryza sativa L.* Universidad de Guayaquil . Guayas: UG. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29071>
- Polanco, J. (2019). *Efectos de fertilizante de liberación lenta, sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz (Oryza sativa L.), en la zona de Babahoyo.* Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos: UTB. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6814>
- Portal frutícola. (2017). *La turba: el abono perfecto para las plantas.* Obtenido de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/08/10/la-turba-el-abono-perfecto-para-las-plantas-usos-en-la-agricultura/>
- Ruiz, A. (2020). *Efectos del fertilizante edáfico en diferentes dosis, en el cultivo de arroz en el Cantón Babahoyo.* Universidad Técnica de Babahoyo . Los Ríos: UTB. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8202>
- Steffen, G., Antoniolli, Z., Steffen, R., y Bellé, R. (2010). Vermicompost de estiércol bovino y de cáscara de arroz carbonizada como sustratos para la producción de plántulas de perrito de corte. *Acta zoológica mexicana.* Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372010000500026&lang=es
- Telenchana, J. (2018). *Evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento (Capsicum annuum L.).* Universidad Técnica de Ambato. Ecuador: UTA. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/27192>
- Tomalá, E. (2020). *Adaptabilidad de 6 líneas f7 de arroz (oriza sativa) bajo las condiciones edafoclimáticas de la parroquia Manglaralto provincia de Santa*

- Elena. Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad: UPSE.
- Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6378>
- Vizcaíno, D. (2015). *Agrocalidad*. Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2014/12/GUIA-de-BPA-para-ARROZ.pdf>

9. Anexos

Tabla 5. Longitud de raíces (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de raíces (cm)	20	0,82	0,72	9,89

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11,97	7	1,71	7,93	0,0010
Tratamientos	10,47	3	3,49	16,17	0,0002
Repeticiones	1,50	4	0,38	1,74	0,2055
Error	2,59	12	0,22		
Total	14,56	19			

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T4T.absoluto	5,00	5	0,21	A	
T2CenizaArroz(50lbs)	5,46	5	0,21	A	B
T3Turba(30lbs)	6,20	5	0,21	B	C
T1HumusLombriz(20lbs)	6,90	5	0,21		C

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
1	5,50	4	0,23	A
5	5,68	4	0,23	A
2	5,95	4	0,23	A
4	6,05	4	0,23	A
3	6,28	4	0,23	A

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

Velásquez, 2023

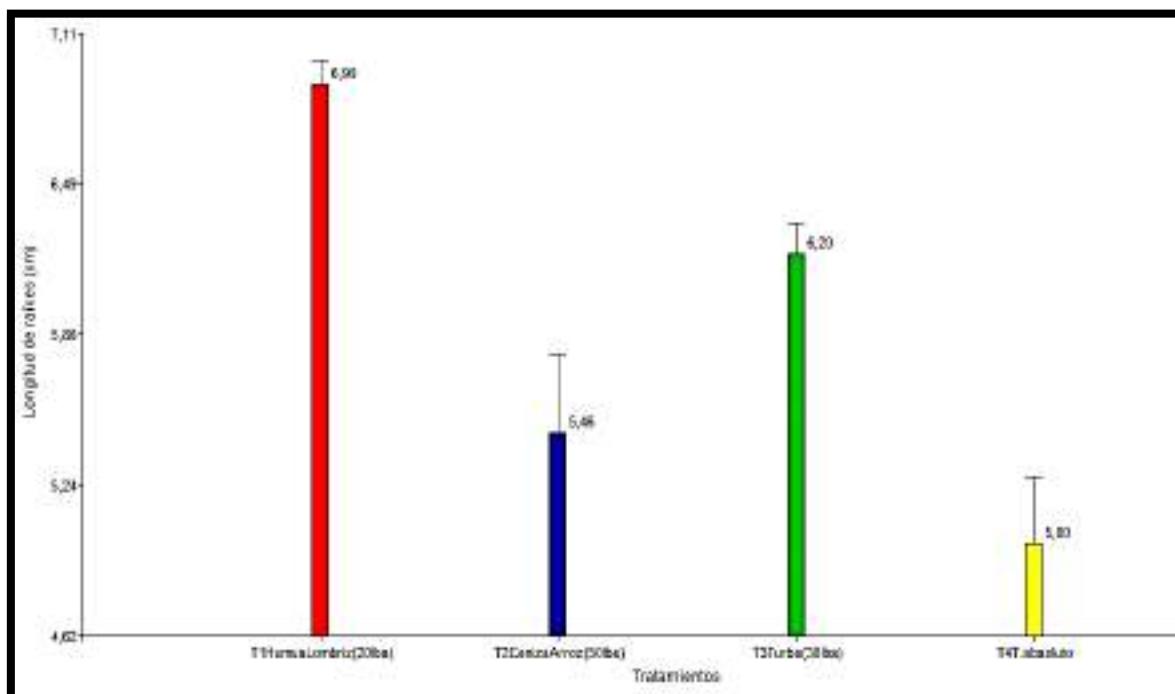


Figura 1. Longitud de raíces (cm)

Velásquez, 2023

Tabla 6. Peso de raíz (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de raíz (g)	20	0,93	0,90	8,94

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,30	7	0,61	24,41	<0,0001
Tratamientos	3,26	3	1,09	43,15	<0,0001
Repeticiones	1,04	4	0,26	10,35	0,0007
Error	0,30	12	0,03		
Total	4,60	19			

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4T.absoluto	3,52	5	0,07	A
T2CenizaArroz(50lbs)	3,82	5	0,07	B
T3Turba(30lbs)	4,18	5	0,07	C
T1HumusLombriz(20lbs)	4,60	5	0,07	D

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
4	3,75	4	0,08	A
2	3,83	4	0,08	A
5	4,03	4	0,08	A
3	4,18	4	0,08	B
1	4,38	4	0,08	C

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

Velásquez, 2023

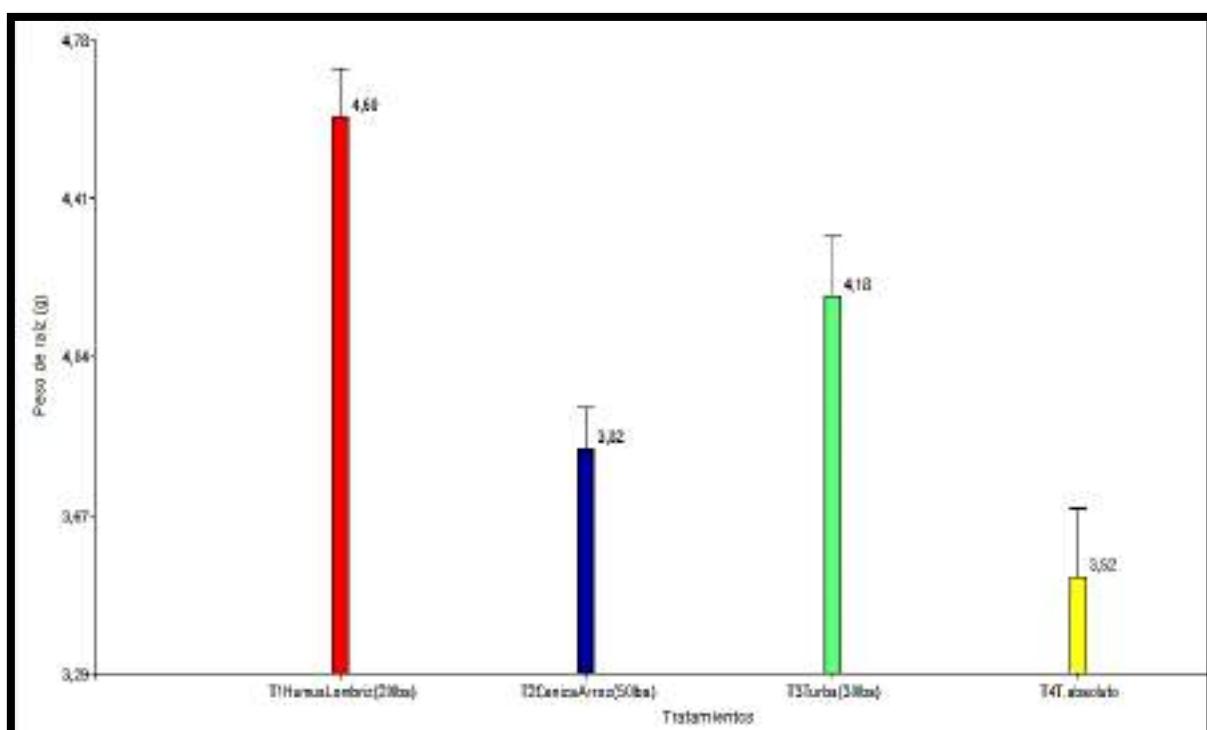


Figura 2. Peso de raíz (g)

Velásquez, 2023

Tabla 7. Porcentaje de germinación (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Porcentaje de germinación	20	0,96	0,94	11,31

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	436,10	7	62,30	43,72	<0,0001
Tratamientos	376,40	3	125,47	88,05	<0,0001
Repeticiones	59,70	4	14,93	10,47	0,0007
Error	17,10	12	1,42		
Total	453,20	19			
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T4T.absoluto	85,40	5	0,53	A	
T2CenizaArroz(50lbs)	89,20	5	0,53	B	
T3Turba(30lbs)	93,20	5	0,53	C	
T1HumusLombriz(20lbs)	97,00	5	0,53	D	
Repeticiones	Medias	n	E.E.		
4	88,00	4	0,60	A	
2	90,75	4	0,60	B	
5	92,25	4	0,60	B	
3	92,50	4	0,60	B	
1	92,50	4	0,60	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
 Velásquez, 2023

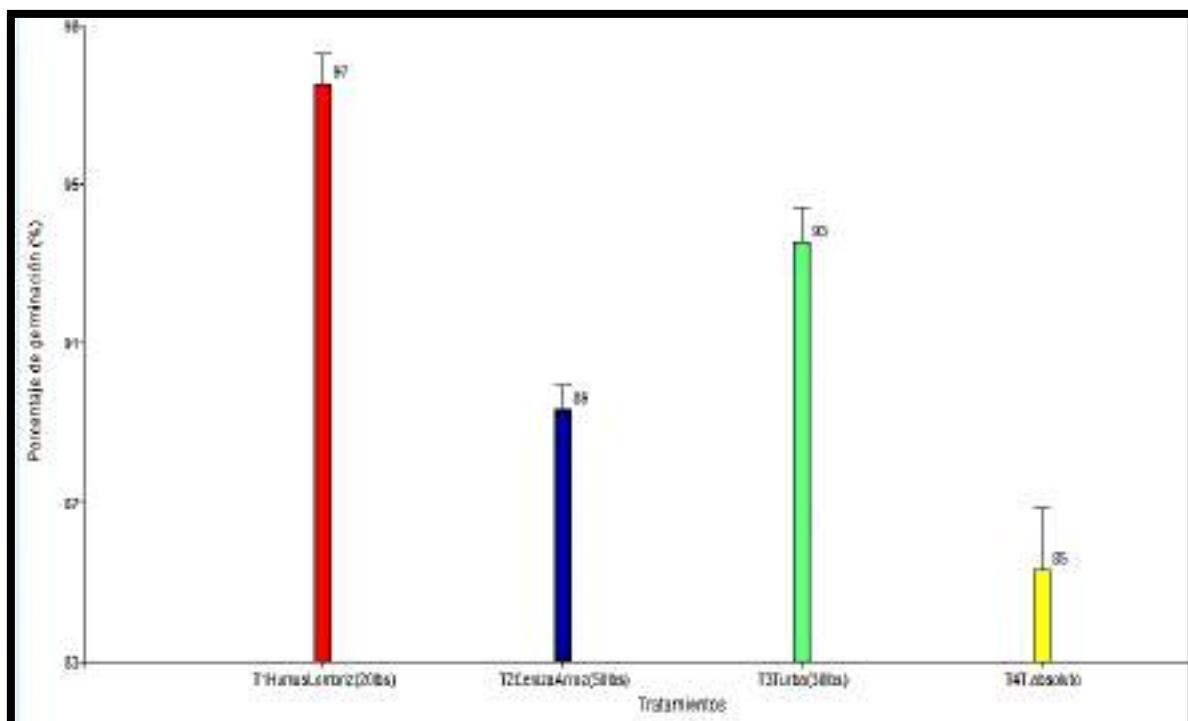


Figura 3. Porcentaje de germinación (%)
 Velásquez, 2023

Tabla 8. Rendimiento (kg/ha)

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Rend. Plántulas	20	0,75	0,61	1	0,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1392858203,30	7	198979743,33	5,25	0,0062
Tratamientos	1336457678,60	3	445485892,87	11,75	0,0007
Repeticiones	56400524,70	4	14100131,18	0,37	0,8243
Error	455098418,90	12	37924868,24		
Total	1847956622,20	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11563,45913

Error: 37924868,2417 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T4T.absoluto	44825,60	5	2754,08 A
T2CenizaArroz(50lbs)	62127,20	5	2754,08 B
T1HumusLombriz(20lbs)	62212,20	5	2754,08 B
T3Turba(30lbs)	65821,80	5	2754,08 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)***Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=13879,95331**

Error: 37924868,2417 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.
2	56604,75	4	3079,16 A
5	57342,00	4	3079,16 A
3	58597,50	4	3079,16 A
1	60008,50	4	3079,16 A
4	61180,75	4	3079,16 A

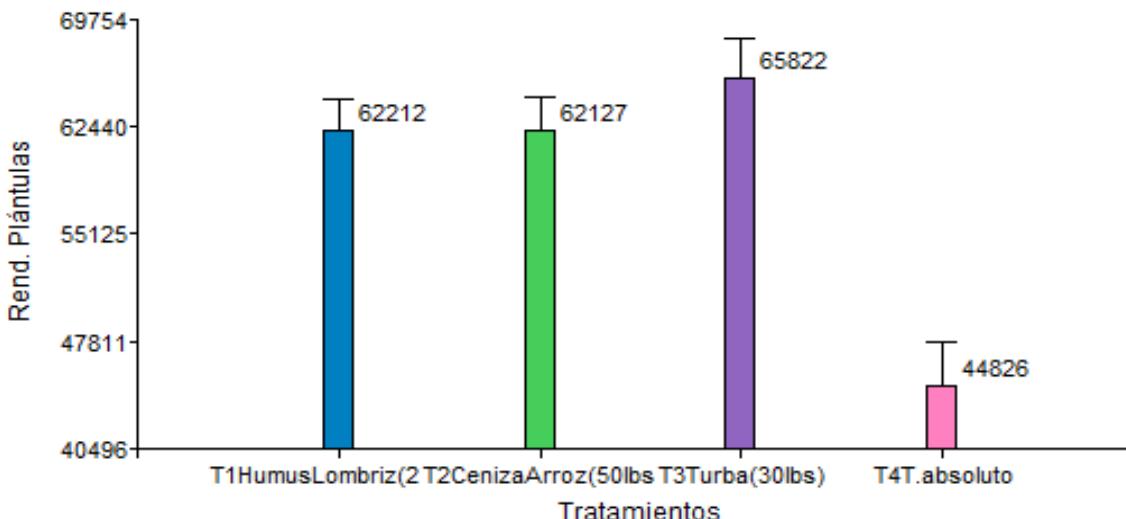
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 4. Rendimiento (kg/ha)

Velásquez, 2023

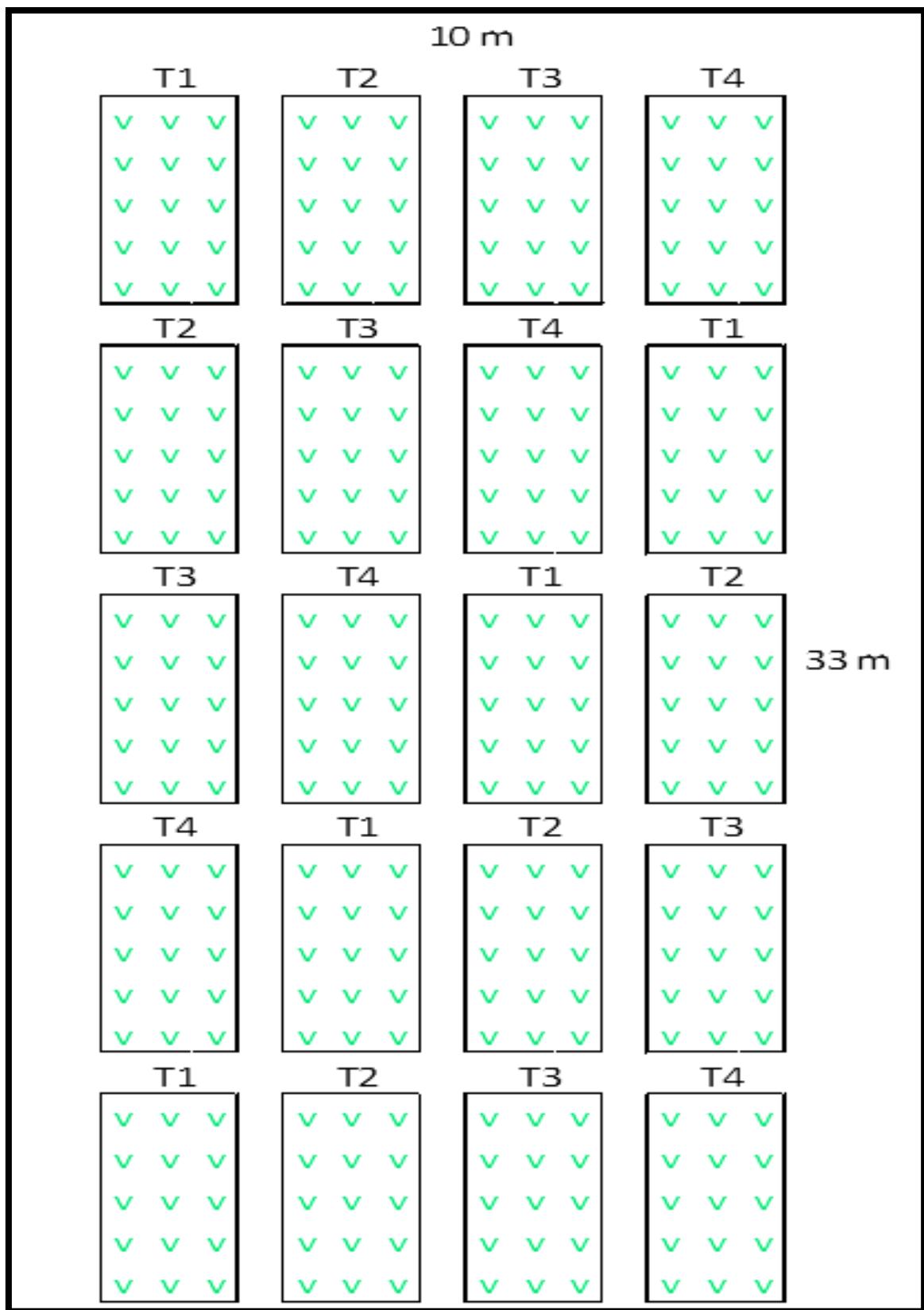


Figura 5. Croquis de unidad experimental
Velásquez, 2023



Figura 6. Preparación del terreno
Velásquez, 2023



Figura 7. Uso de maquinaria
Velásquez, 2023



Figura 8. Uso de bomba de agua
Velásquez, 2023



Figura 9. Llenado de piscina
Velásquez, 2023



Figura 10. Realización de fangueo
Velásquez, 2023



Figura 11. Delimitación de parcelas
Velásquez, 2023



Figura 12. Realización de semillero
Velásquez, 2023



Figura 13. Aplicación de sustrato
Velásquez, 2023



Figura 14. Aplicación de humus
Velásquez, 2023



Figura 15. Aplicación de ceniza
Velásquez, 2023



Figura 16. Siembra de arroz
Velásquez, 2023



Figura 17. Germinación de arroz
Velásquez, 2023



Figura 18. Fertilización de plántulas
Velásquez, 2023



Figura 19. Recolección de datos
Velásquez, 2023



Figura 20. Longitud de raíces
Velásquez, 2023



Figura 21. Crecimiento vegetativo
Velásquez, 2023



Figura 22. Identificación del estudio Velásquez, 2023



Figura 23. Distribución de tratamientos Velásquez, 2023



Figura 24. Visita del docente guía Velásquez, 2023



Figura 25. Crecimiento del cultivo Velásquez, 2023