



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ

MANUEL FÉLIX LÓPEZ

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A

LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**EFFECTIVIDAD DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL
CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza
sativa L.*) EN LA ZONA DE SAN ROQUE-CHARAPOTÓ**

AUTORES:

PIN GARCIA CARLOS ALEJANDRO

VALENCIA ROMERO GEMA LIZETTE

TUTOR:

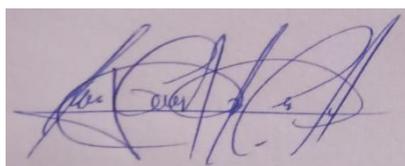
ING. CEDEÑO LOOR ALEJANDRO, Mg. Sc.

CALCETA, JULIO DE 2022

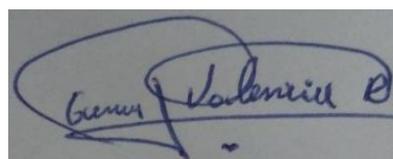
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

PIN GARCÍA CARLOS ALEJANDRO con cédula de ciudadanía **0803278993** y **VALENCIA ROMERO GEMA LIZETTE** con cédula de ciudadanía **1314185594**, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ, EN LA ZONA DE SAN ROQUE-CHARAPOTÓ** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autores sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



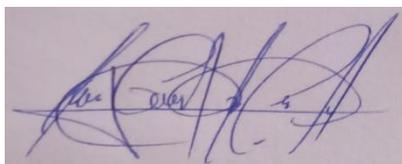
**PIN GARCÍA CARLOS
ALEJANDRO
CC: 0803278993**



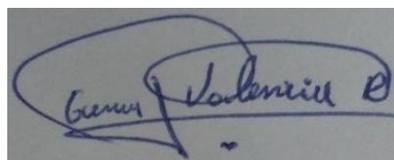
**VALENCIA ROMERO GEMA
LIZETTE
CC: 1314185594**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

PIN GARCÍA CARLOS ALEJANDRO con cédula de ciudadanía **0803278993** y **VALENCIA ROMERO GEMA LIZETTE** con cédula de ciudadanía **1314185594**, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución de Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ, EN LA ZONA DE SAN ROQUE-CHARAPOTÓ**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



**PIN GARCÍA CARLOS
ALEJANDRO
CC: 0803278993**



**VALENCIA ROMERO GEMA
LIZETTE
CC: 1314185594**

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. CEDEÑO LOOR DIÓGENES ALEJANDRO, Mg. Sc., certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ, EN LA ZONA DE SAN ROQUE-CHARAPOTÓ**, que ha sido desarrollado por **PIN GARCÍA CARLOS ALEJANDRO** y **VALENCIA ROMERO GEMA LIZETTE**, previo a la obtención del título de **INGENIERO AGRÍCOLA**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. CEDEÑO LOOR DIÓGENES ALEJANDRO, Mg. Sc.

CC: 1307040814

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ, EN LA ZONA DE SAN ROQUE-CHARAPOTÓ**, que ha sido desarrollado por **PIN GARCÍA CARLOS ALEJANDRO** y **VALENCIA ROMERO GEMA LIZETTE**, previa la obtención del título de **INGENIERO AGRÍCOLA**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. GALO ALEXANDER CEDEÑO
GARCÍA, Mg. Sc.
CC: 1311956831
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ING. CRISTIAN SERGIO
VALDIVIESO LOPEZ, Mg. Sc.
CC: 1717929283
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. SERGIO MIGUEL VELEZ
ZAMBRANO, Mg. Sc.
CC: 1310476773
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Son muchas las palabras de agradecimiento que tenemos en este momento, por todo el sacrificio, constancia y dedicación que hemos formado durante toda nuestra etapa universitaria, es importante recalcar que los tropiezos formaron parte del éxito. Primeramente, queremos expresar gratitud enorme hacia Dios, que, con su amor y bondad sin límites, nos ha permitido no derrumbarnos en cada caída, al contrario, nos sirvió para fortalecernos e ir escalando hacia nuestras metas, por eso damos gracias por culminar esta etapa. A nuestros padres, por ser los pilares fundamentales, y por el apoyo incondicional, por la formación y educación estricta que nos impartieron permitiéndonos ser ahora unas personas responsables, capaces de hacer de los malos pasos momentos de reflexión; gracias por estar siempre ahí.

Al proyecto de vinculación, en especial al Ing. Galo Cedeño por la oportunidad de trabajar dentro del el, por todo el apoyo recibido durante el trabajo de investigación. A la ingeniera, consejera principal Ing. Geoconda López Álava por su apropiada conducción en este trabajo, así como su valioso apoyo y amistad presentes en todo momento.

A las fundaciones “Fides” FUNDACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL. “FIEDS”, en especial Ing. Walter Salazar por el apoyo recibido y colaboración durante el trabajo de campo. A Fertivin-Es vida, en especial al Ing. Carlos Naveda por sus importantes aportes, apoyos y sugerencias en la realización de este presente trabajo, les agradezco mucho. A Jesús Centeno, por la colaboración de la parcela y el apoyo siempre abierto para poder realizar esta investigación en campo.

A mis compañeros, amigos y demás personas que de una u otra manera han sido parte de este proceso por los momentos compartidos durante la realización de este trabajo, más que todo de nuestras investigaciones de campo.

LOS AUTORES

DEDICATORIA

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, por brindarnos la oportunidad de poder crecer personal y profesionalmente a través de una educación superior de calidad.

A mis padres, José Pin y Maritza García por su compromiso conmigo durante todo este proceso de formación académica, a mi hermana Carmen García que de una u otra forma siempre estaba presta para darme una mano amiga para cualquier situación que se me presentaba y sobre todo a mi hermano Antonio Pin a quien atribuyo totalmente este logro, el cielo está de fiesta.

A mi gran amiga y compañera Gema Valencia con quien desde el inicio emprendimos juntos este largo y duro camino de formamos profesionalmente, sin embargo, siempre nos apoyamos mutuamente para superar cualquier obstáculo que se nos presentaba.

A nuestro tutor, Ingeniero Alejandro Diógenes Cedeño Loor por su compromiso y dedicación en compartir sus conocimientos para la realización de este trabajo de titulación ya que todo el tiempo estaba presto a dar sus respectivas observaciones.

PIN GARCÍA CARLOS AEJANDRO

DEDICATORIA

A Dios.

Que me ha dado la fortaleza para asumir los retos que en el camino se han presentado, y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Rosario.

Por haberme dado la vida, sus esfuerzos de valentía “siempre dice lo que ella nunca lo tuvo quiero que lo tengan todos mis hijos” ser profesionales, le agradezco por su comprensión y sobre todo la motivación que me da cada día ser mejor en la vida gracias y te quiero mucho, aunque no lo creas.

A mi padre Eloy.

Le agradezco por el esfuerzo y por anhelar lo mejor para mi vida.

A mis familiares.

A mis hermanos Renan y verónica, por estar conmigo y apoyarme, los quiero mucho.

A mis sobrinos, Andis, Keiner y Gregory, para que vean en mí un ejemplo en la preparación y formación educativa.

A mis mejores amigos por su lealtad, consejos, apoyo, paciencia y siempre estar a mi lado, los adoro. Prometo estar cuando me necesiten. Ustedes saben quiénes son.

A quienes ya no están pero que ocupan un lugar en mi corazón.

Y a todos aquellos familiares y amigos, por desear siempre lo mejor para mí.

VALENCIA ROMERO GEMA LIZETTE

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA.....	viii
CONTENIDO GENERAL	ix
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4. HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE ARROZ A NIVEL GLOBAL, REGIONAL Y NACIONAL	5
2.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL ARROZ	6
2.3. ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO DE ARROZ.....	7
2.4. NUTRICIÓN DEL CULTIVO DE ARROZ.....	8
2.5. EXPERIENCIAS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE ARROZ.....	9

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	10
3.1. UBICACIÓN	10
3.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	10
3.2.1. MATERIAL VEGETAL	10
3.2.2. TRATAMIENTOS.....	10
3.2.3. DISEÑO ESTADÍSTICO	11
3.2.4. CARACTERÍSTICA DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL.....	12
3.3. VARIABLES A MEDIR	12
3.3.1. NÚMERO DE MACOLLOS FÉRTILES Y ESTÉRIL POR METRO CUADRADO	12
3.3.2. PESO SECO DE PLANTA Y DE RAÍCES (g)	12
3.3.3. NÚMERO DE GRANOS LLENOS Y VANOS POR PANOJA	13
3.3.4. PESO DE 1000 GRANOS (g)	13
3.3.5. RENDIMIENTO DE GRANO POR m^2 (t/ha).....	13
3.4. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	13
3.4.1. SEMILLERO	13
3.4.2. PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	13
3.4.3. TRASPLANTE	13
3.4.4. RIEGO.....	14
3.4.5. FERTILIZACIÓN.....	14
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
4.1. VARIABLES DE CRECIMIENTO.....	15
4.2. VARIABLES DE PRODUCCIÓN	16
4.3. VARIABLES DE RENDIMIENTO.....	16
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	19
5.1. CONCLUSIONES.....	19
5.2. RECOMENDACIÓN	19

BIBLIOGRAFÍA20

ANEXOS27

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

CONTENIDO DE TABLAS

Tabl 3.1. Plan de fertilización orgánica para el cultivo de arroz.	11
Tabla 3.2. Plan de fertilización convencional para el cultivo de arroz utilizado por los agricultores	11
Tabla 4.1. Efectividad de la fertilización orgánica y convencional en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en la zona de San Roque-Charapotó, Ecuador 2021.	15
Tabla 4.2. Efectividad de la fertilización orgánica y convencional en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en la zona de San Roque- Charapotó, Ecuador 2021.	16
Tabla 4.3. Reporte de análisis de suelos inicial y final del suelo donde se desarrolló el experimento. ...	18

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3.1. Parcelas de Arroz en San Roque – Charapotó	10
Figura 4.1. Efectividad de la fertilización orgánica y química en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en la zona de San Roque-Charapotó, Ecuador 2021	17
Figura 4.2. Efectividad de la fertilización orgánica y química en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en la zona de San Roque-Charapotó, Ecuador 2021	17

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la efectividad de la fertilización orgánica en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*), en la zona de San Roque-Charapotó. El experimento se estableció con dos tratamientos de fertilización que fueron: Fertilización orgánica (T1) y química convencional (T2). En cada experimento se establecieron 10 parcelas de 25 m². Las principales variables evaluadas fueron masa seca aérea, masa seca radical y rendimiento de arroz paddy. Los datos fueron analizados con prueba estadística de *t* de Student para observaciones pareadas. Los tratamientos de fertilización influyeron significativamente ($p < 0.05$) la masa seca aérea y radical, donde la fertilización química convencional alcanzó la mayor masa seca área, mientras que la fertilización orgánica logró mayor masa seca radical. El rendimiento de arroz paddy no fue influenciado significativamente ($p > 0.05$) por los tratamientos de fertilización orgánica y química convencional. Ambos tratamientos lograron rendimiento de arroz paddy superior a las 10 t ha⁻¹. Se concluye que bajo las condiciones donde se desarrolló el experimento, la fertilización orgánica puede ser una alternativa ecológica efectiva para alcanzar rendimientos similares a los alcanzados por la fertilización química convencional.

Palabras claves: Cultivo de arroz, nutrición ecológica, desarrollo, productividad.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the effectiveness of organic fertilization on the growth and yield of rice crops (*Oryza sativa L.*), in the San Roque-Charapotó area. The experiment was established with two fertilization treatments that were: Organic fertilization (T1) and conventional chemical (T2). In each experiment, 10 plots of 25 m² were established. The main variables evaluated were aerial dry mass, root dry mass and paddy rice yield. Data were analyzed with Student's t-statistic for paired observations. The fertilization treatments significantly influenced ($p < 0.05$) the aerial and root dry mass, where the conventional chemical fertilization reached the highest area dry mass, while the organic fertilization achieved the highest root dry mass. Paddy rice yield was not significantly ($p < 0.05$) influenced by organic and conventional chemical fertilization treatments. Both treatments achieved paddy rice yield higher than 10 t ha⁻¹. It is concluded that under the conditions where the experiment was developed, organic fertilization can be an effective ecological alternative to achieve yields similar to those achieved by conventional chemical fertilization.

Keywords: Rice cultivation, ecological nutrition, development, productivity.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El arroz (*Oryza sativa L.*) es considerado el cultivo de mayor importancia a nivel mundial, puesto que además de ser un producto básico para la seguridad alimentaria, posee la mayor superficie cultivada y el mayor número de personas dedicadas a su explotación (Mohanty, 2013). Actualmente, los suelos arroceros a nivel mundial presentan problemas y limitaciones, dado que se ha demostrado que al menos un tercio de los suelos arroceros son de baja fertilidad, con problemas de salinidad, alcalinidad, acidez y bajos contenidos de materia orgánica (MO), lo cual altera negativamente las propiedades físicas, químicas y biológicas, promoviendo su degradación, por lo tanto, las implementaciones de tecnologías de remediación se hacen cada vez más urgentes (Tran, et al., 2014; Haefele, et al., 2014).

En Ecuador anualmente se establecen unas 261.770 hectáreas, donde el 1.64% se cultivan en Manabí con una producción promedio de 14.000 toneladas (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2020). Según reportes de Mite (2013) en el Ecuador los suelos arroceros presentan bajos contenidos de macro y micronutrientes y MO, en cuanto a pH solo el 49% de los suelos dedicados al arroz presentan adecuado pH para el cultivo, mientras que el resto tienen problemas de acidez y alcalinidad. El nitrógeno es el nutriente más demandado por el cultivo de arroz, puesto que es un constituyente esencial de aminoácidos, proteínas, enzimas, ácidos nucleicos, pigmentos fotosintéticos, etc., incrementa el desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta que por ende afecta los componentes de rendimiento del cultivo (Dobermann y Fairhurst, 2012).

Debido a que en la mayoría de suelos dedicados al cultivo de arroz contienen niveles bajos de nitrógeno, se deben aplicar cantidades considerables del elemento con fertilizantes sintéticos para satisfacer las necesidades del cultivo. Sin embargo, gran parte del N aplicado se pierde por varios procesos, como la volatilización del

NH₃ y la desnitrificación y lixiviación del NO₃⁻, que se convierte en un serio problema ambiental por la contaminación de la atmósfera, sistemas acuáticos y aguas subterráneas (Choudhury y Kennedy, 2005); (Meng et al., 2014).

En este contexto, debido a las crecientes preocupaciones ambientales de las prácticas agrícolas convencionales, el papel de la agricultura orgánica ha aumentado considerablemente (Singh, 2017); (Dhiman, 2020). En este sentido, el uso de enmiendas orgánicas y minerales ha sido sugerido como una alternativa de recuperación de suelos degradados y como fuentes de nutrientes (O'Day y Vlassopoulos, 2010); (Larney y Angers, 2012). La explotación de microbios como biofertilizantes es una de la alternativa para reducir el uso de los fertilizantes químicos en el sector agrícola, debido a su gran potencial para fijar nitrógeno ambiental, solubilizar nutrientes, mejorar la producción de cultivos y la seguridad alimentaria (Mahanty et al, 2016); (Kumar et al., 2018).

Los biofertilizantes ganan importancia en los pequeños agricultores debido a su bajo costo (Bhattacharjee y Dey, 2014), del mismo modo, el uso de bioestimulantes, se ha convertido en una práctica común en la agricultura orgánica, ya que proporciona una serie de beneficios como estimular el desarrollo vegetal y proteger a las plantas del estrés biótico y abiótico (Yakhin et al., 2017); (Van Oosten et al., 2017). En Manabí existe escasa información relacionada con la fertilización orgánica con enmiendas naturales, biofertilizantes y bioestimulantes del crecimiento y rendimiento del cultivo arroz, razón por la cual se debe evaluar el potencial de uso de estos insumos en la producción de arroz. Con los antecedentes descritos, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo la fertilización orgánica afecta al crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente, los suelos arroceros se encuentran seriamente amenazado por el cambio climático y la perturbación antropogénica, dada la ocurrencia de eventos climáticos y el uso inadecuado de prácticas agrícolas, que afectan severamente las propiedades físicas, químicas y biológicas, que reducen su fertilidad y potencial productivo. En este contexto, la aplicación de enmiendas naturales, biofertilizantes y bioestimulantes están siendo ampliamente usados en la agricultura orgánica, con fines de recuperar la fertilidad del suelo, mejorar el potencial productivo del cultivo e ingresos económicos del productor. Actualmente, en el mercado ecuatoriano se pueden encontrar un sinnúmero de insumos permitidos en agricultura orgánica, los cuales no han sido probados y validados experimentalmente de una forma tan adecuada en el cultivo del arroz, lo cual no ha permitido emitir recomendaciones de fertilización orgánica ajustadas a la realidad de los suelos arroceros en Manabí. Bajo esta premisa, la presente propuesta de investigación se justifica plenamente.

De esta forma la presente investigación se alinea con lo propuesto en el documento transformar nuestro mundo: la agenda 2030 para el desarrollo sostenible, en su objetivo número 2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible, y con sus metas:

- 2.3. De aquí a 2030, duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, en particular las mujeres, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, los ganaderos y los pescadores, entre otras cosas mediante un acceso seguro y equitativo a las tierras, a otros recursos e insumos de producción y a los conocimientos, los servicios financieros, los mercados y las oportunidades para añadir valor y obtener empleos no agrícolas

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la efectividad de la fertilización orgánica en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*), en la zona de San Roque-Charapotó.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de la fertilización orgánica sobre el crecimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) en relación a la fertilización convencional.
- Comparar el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) obtenido con fertilización orgánica vs fertilización convencional.

1.4. HIPÓTESIS

La fertilización orgánica promueve un crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) cercano y/o similar al obtenido con la fertilización convencional.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE ARROZ A NIVEL GLOBAL, REGIONAL Y NACIONAL

El arroz (*Oryza sativa L.*) es el cultivo de mayor importancia desde el punto de vista social y económico a nivel mundial, puesto que junto con el maíz y trigo abastecen alrededor del 50% de la alimentación global (Gnanamanickam, 2009). El arroz se cultiva en casi todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo, siendo la región asiática la mayor contribuyente en términos productivos con alrededor del 90% de la producción mundial, seguidos por África y América Latina como importantes productores y consumidores (Mohanty, 2013; Muthayya et., 2014) Según pronósticos, la población global se incrementará en 2300 millones de personas al 2050 y con ella la demanda de alimentos, se prevé que el mayor crecimiento se dará en países en desarrollo donde la desigualdad en términos de ingresos per cápita es amplia entre los estratos sociales (FAO, 2009).

En este contexto el arroz al ser el cultivo más consumido por la población, se deberán implementar estrategias para incrementar el rendimiento y garantizar la seguridad alimentaria de la creciente población (FAO, 2014). Entre las estrategias para incrementar la producción del cultivo está la creación de cultivares más productivos, tolerantes al cambio climático y con un uso más eficiente de nutrientes y agua (Serraj et al., 2011; Zhu et al., 2016; Dutta et al., 2016).

La importancia que presenta el arroz en el mundo es muy elevada en cuanto a la alimentación, social y la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Casi la mitad de la población mundial depende de este cereal siendo parte de su alimentación básica, por esa razón es destinada casi el 11% de la tierra cultivable en el mundo para su cultivo (FAO, 2020); pero contradictoriamente los campos de arroz son muy dañinos al medio ambiente, contaminándolo con el 30% de las emisiones de metano y 11% de óxido nítrico en todo el mundo (IPCC, 2007). Según (Pacheco, 2014), el cultivo que más área ocupa en el país es el arroz, está presente en más de la tercera parte de la superficie de los cultivos temporales del país. La escasa cantidad de variedades mejoradas incide negativamente en los rendimientos obtenidos, así como también la utilización de semillas con una calidad muy baja, un manejo no adecuado del cultivo, la presencia de plagas y enfermedades como *Pomacea canaliculata*,

Hydrellia sp., Sogatodes oryzicola y los efectos climáticos. Actualmente la superficie ocupada por arroz disminuyó a 300 mil hectáreas, pero aumentó el rendimiento a 4,47 Tm/h (FAO, 2020). El arroz es oriundo del sureste de Asia y por primera vez se vio en las faldas del Himalaya, territorio de Vietnam y China Meridional. Hay conocimiento que hace más de 7000 años que el hombre lo cultiva, se han encontrado evidencias en el este de China que se cultiva desde hace 7000 años y en la parte norte de Tailandia desde hace 8000 años (Suquilanda, 2003).

La variedad SFL 11 perteneciente a Empresa INDIA-PRONACA, presenta un rendimiento que entre 6 a 8 t/ha, tiene un ciclo vegetativo (días promedio) de 127 a 131 días, con una altura de planta (cm promedio) de 126 cm, con un macollamiento intermedio, la longitud de grano 7.5 mm descascarado granos llenos por panícula 152, tiene una fertilidad del 90 %, la longitud de la panícula 26.6 cm, peso de 1000 gramos en cáscara: 29 g., granos enteros al pilar 67 %. La variedad es moderadamente resistente a la hoja blanca; tolerante a Pyricularia grisea y Rhizoctonia solani; moderadamente resistente al manchado de grano (India, 2019).

2.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL ARROZ

El cultivo del arroz se inició paralelamente en distintos países hace más de 8 milenios, logrando domesticar a dos especies de estas gramíneas, el arroz africano (*Oryza glaberrima*) y el arroz asiático (*Oryza sativa*). Los árabes lo llevaron a la Península Ibérica cuando la conquistaron en 711. Después de la mitad del siglo XV, el arroz llega a toda Italia y luego a Francia, propagándose a todo el continente durante las grandes exploraciones europeas. En 1694, el arroz arribó a Carolina del Sur, probablemente 7 originario de Madagascar. Los españoles llevaron el arroz a Sudamérica a principios del siglo XVIII (Callaway, 2014).

El arroz pudo haberse cultivado en otras épocas y pudo originarse en algún sitio diferente de China. Varios autores aceptan que *Oryza sativa* L. procede del sudeste de Asia, de una región cercana a la parte sur de India, o sea, de la antigua Cochinchina (región meridional de la península de Indochina), donde las condiciones ambientales son favorables para este cultivo y hay gran cantidad de especies silvestres del género *Oryza* (Degiovanni & al., 2010).

2.3. ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO DE ARROZ

- **Fase vegetativa:**

La germinación y el desarrollo de la plántula óptimo comienza cuando la dormancia de las semillas se rompe, esto se logra mediante la absorción de una adecuada cantidad de agua y la exposición a temperaturas entre 20-40°C, óptima 30-35°C. La dormancia (o latencia) de la semilla fue lograda dentro de los objetivos del mejoramiento a fin de impedir que la semilla no germine en la panoja antes de ser cosechada. El periodo de siembra a emergencia dura entre 5 a 30 días dependiendo de las condiciones ambientales (temperatura y humedad) (Romero, 2011).

- **Fase reproductiva:**

La antesis ocurre durante la mañana y mediodía cuando hay mayor temperatura y la fertilización de las flores se completa dentro de las 6 horas. Dentro de una misma panoja se necesitan unos 7-10 días para que todas las espiguillas completen la antesis. El periodo crítico de sensibilidad a las bajas temperaturas ocurre durante la formación de los granos de polen (meiosis). Este periodo crítico se presenta 8-10 días antes de la floración. En el periodo de llenado de granos es muy importante la intensidad de la luz porque cerca del 60% de los carbohidratos trasladados desde las hojas al grano se fotosintetizan durante esta etapa. (Romero, 2011).

El cultivo se desarrolla en casi cualquier tipo de suelo con disimiles texturas que varían desde arcillas hasta arenosos. Preferentemente se cultivan en suelos con textura fina y media, que son producto del proceso de sedimentación por las inundaciones en las llanuras y deltas de los ríos. Esos suelos finos son más fértiles por su alto contenido de arcilla, materia orgánica y proporcionar más nutrientes, aunque las labores sean más difíciles por ser muy plásticos (De La Plata Panchana, 2013).

La variación de los pH a neutral poco después de las inundaciones suele ocurrir con bastante frecuencia en gran cantidad de los suelos. Para el cultivo 15 del arroz el pH de 6,6 es idóneo, ayudando a la liberación del fósforo desde la materia orgánica y a que la actividad microbiana sea más eficiente y libere mayor cantidad de nitrógeno. Asimismo, disminuyen las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes por debajo del nivel tóxico, como es el caso del aluminio, el manganeso,

el hierro, el dióxido de carbono y ácidos orgánicos (InfoAgro, 2010). Para el cultivo de arroz en Ecuador se necesita el suelo con buen drenaje de textura arcilloso, franco arcilloso o franco limoso, y un pH de 6,5 a 7,5 (Villavicencio & Vásquez, 2008).

La FAO (2009), plantean disímiles situaciones desfavorables para el cultivo de arroz, entre ellas las temperaturas elevadas durante el día y la noche inciden en la reducción del potencial de rendimiento, porque disminuye el ciclo del cultivo y aumenta la esterilidad de la espiguilla. Para corregir esta situación se debe escoger genotipos más resistentes a condiciones de alta temperatura del aire durante la floración, así como mediante cambios en la fecha de siembra.

2.4. NUTRICIÓN DEL CULTIVO DE ARROZ

Todos los nutrientes son necesarios e importantes para el buen funcionamiento del metabolismo, precisando cubrir todas las necesidades de la planta. El arroz, como todas las especies vegetativas cultivables, necesita de nutrición para su crecimiento, la misma que puede ser suministrada al suelo por medio de una fertilización balanceada (INIAP, 2007).

- **Nitrógeno**

El Nitrógeno (N) es quien estimula el crecimiento de la planta. Se extrae del suelo como nitrato (NO_3^-) o como amonio (NH_4^+). Estando dentro de la planta se mezcla con elementos que han sido fabricados por el metabolismo de carbohidratos para crear aminoácidos y proteínas. Es elemento esencial de las proteínas, y se involucra en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas e incide directamente sobre el rendimiento. El suministro estable y suficiente de nitrógeno complementa la absorción de los otros nutrientes por la planta (FAO-IFA, 2002). En arroz se necesita por lo menos de 100-120 unidades de N total para rendimientos por sobre los 75 qq/ha. Se debe aplicar 50-66% previo a la siembra (incorporado al suelo) de 50-34% entre finales de macollamiento e inicio de panícula, sobre la lámina de agua (INIAP, 2007).

- **Fertilización orgánica**

La fertilización orgánica, es la forma de suministrar al suelo fertilidad natural para poder cultivar, logrando un mejor crecimiento y desarrollo armónico. La planta requiere

de los nutrientes para crecer y desarrollarse, estos los adquiere a través del suelo y del agua, pero estos se desgastan en el proceso teniendo que reponerlos con una buena fertilización en cantidad y momento (Olguin, 2010).

2.5. EXPERIENCIAS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE ARROZ.

De acuerdo Simbaña, 2020 en su investigación tuvo como objetivo verificar si la aplicación de abonos orgánicos mejoró la producción en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*). Obteniendo dentro de los tratamientos el mejor resultado obtuvo fue el T2 (Lixiviado) con un rendimiento promedio pilado de 36,55 lb por parcela, seguido del T1 (Te dé bocashi) con una producción promedio pilado de 36,30 lb por parcela, después el T3 (convencional) con un rendimiento promedio pilado de 33,93 lb por parcela, finalmente el T4 (Biol) con una producción promedio en pilado de 32,73 lb por parcela.

Según Reyes et al (2019), evaluaron el efecto de diferentes dosis de estiércol vacuno sobre indicadores del desarrollo y el rendimiento del arroz. Donde obtuvieron resultados significativos en el rendimiento del arroz en comparación al control con valores que oscilaron entre 0,30 y 2,2 t/ha⁻¹, destacándose 60 t/ha⁻¹ como el tratamiento más efectivo. Por lo que concluye que la aplicación de este abono orgánico permite incrementar la producción arroceras de una forma amigable para la salud del hombre y el medioambiente.

De acuerdo con la investigación realizada por Zuñiga et al (2020), que tuvo como objetivo aplicar una fuente de abono verde, *Mucuna pruriens* y zeolita en el cultivo de arroz para explorar la posibilidad de mejorar la eficiencia de fertilización y absorción de nutrientes, donde obtuvo para el rendimiento (t/ha), que el mejor tratamiento fue el combinado la fertilización comercial + zeolita + *Mucuna pruriens* ($p < 0.1$), además la absorción de nitrógeno mejoró posiblemente por la presencia de zeolita y *M. pruriens* por sus cualidades como acondicionadores físico-químico y en el caso de *M. pruriens* por su contribución de N. La relación C/N, % de materia orgánica a nivel del suelo y contenido de K a nivel de la hoja, aumentó en todos los tratamientos ($p < 0.1$) y aunque la variable de calidad del grano no fue significativa ($p > 0.1$), siguió la misma tendencia que el rendimiento.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La investigación se desarrolló desde junio a noviembre de 2021, en la zona de San Roque, perteneciente al cantón Sucre, Manabí. El ensayo se ubicó geográficamente entre las coordenadas 0°48'32" Latitud Norte, 80°30'18" Longitud Oeste, situado a una altitud de 30 m.s.n.m.

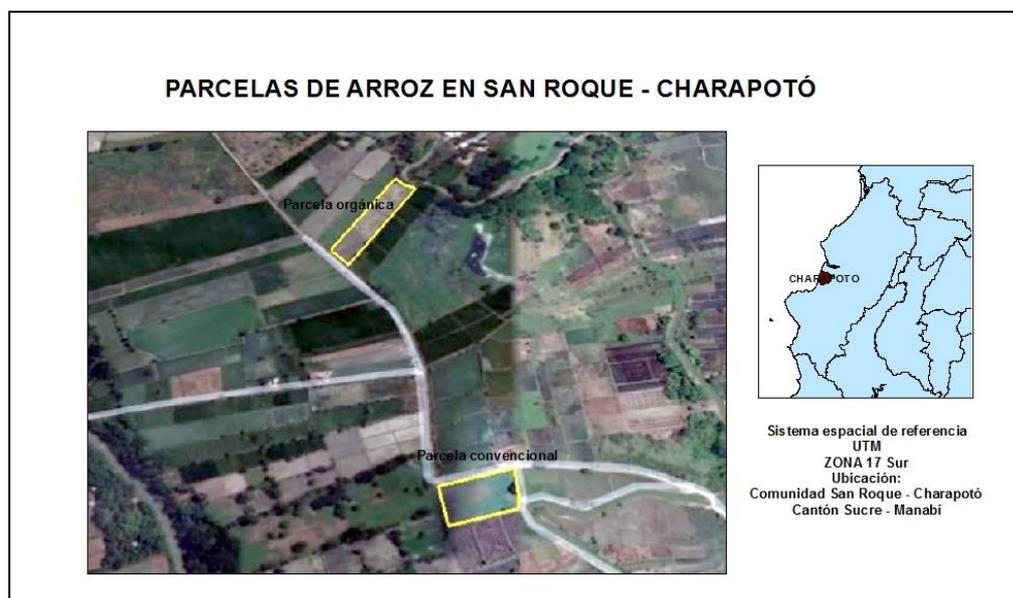


Figura 3.1. Parcelas de Arroz en San Roque – Charapotó

3.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.2.1. MATERIAL VEGETAL

Se utilizó el cultivar de arroz SFL-11.

3.2.2. TRATAMIENTOS

T1: Fertilización orgánica.

T2: Fertilización convencional.

Los tratamientos de fertilización orgánica estuvieron conformados de enmiendas orgánicas, minerales y biofertilizantes permitidos en agricultura orgánica (Tabla 3.1). El tratamiento de fertilización convencional estará basado en el paquete tecnológico que utilizan los agricultores arroceros de la zona (Tabla 3.2).

Tabla 3.1. Plan de fertilización orgánica para el cultivo de arroz.

Fuentes	kg o L/ha	kg/ha						
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	S	Si
Compost*	1000 kg	21	10	15				
Nitrato de Chile natural**	100 kg	15		2				
Harina de sangre**	150 kg	20						
Extracto de algas**	100 kg	2	2	2				
Sulfato de potasio natural**	100 kg			52			18	
Roca fosfórica*	200 kg		36		2	44	4	
Yeso agrícola*	200 kg					52	36	
Harina de rocas*	200 kg	2	6	2	24	48	24	60
Azototic*** (Bacterias fijadoras de N)	2 L	40						
Total		100	54	73	26	144	82	60

* Serán aplicados 100% al trasplante

** Serán aplicados al inicio del macollamiento

*** Será aplicado 50% al trasplante y 50% al inicio del macollamiento

Se realizaron aplicaciones de cocteles foliares al inicio del macollamiento, a la diferenciación floral y al inicio del llenado del grano. El coctel foliar se conformó por micronutrientes, aminoácidos, extractos de algas y microorganismos eficientes.

Tabla 3.2. Plan de fertilización convencional para el cultivo de arroz utilizado por los agricultores

Fuentes	Cantidad	kg/ha						
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	S	Si
Abono completo 8-20-20*	4 sacos	16	40	40	-	-	-	-
Muriato de potasio**	2 sacos	-	-	60	-	-	-	-
Sulfato de amonio***	2 sacos	21	-	-	-	-	24	-
Urea***	3 sacos	69	-	-	-	-	-	-
Total		106	40	100	-	-	24	-

*Será aplicado a los 20 días después del trasplante (DDT)

**Será aplicado a los 40 DDT y en la producción de panojas

***Será aplicado a los 20 y 40 DDT, y en la producción de panojas

Se realizaron aplicaciones foliares de Bioestimulantes, fitorreguladores, ácidos húmicos y micronutrientes cada 21 días.

3.2.3. DISEÑO ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos fueron analizados a través de la distribución de “t de Student” para muestras pareadas, y así comparar el efecto de los dos tratamientos, donde se probaron la hipótesis nula $H_0: T_1 = T_2$ y alternativa $H_1: T_1 \neq T_2$, a un nivel de

significancia del 5% ($p \leq 0,05$). El cálculo del estadístico de t se realizó mediante la fórmula siguiente:

$$t_{cal} = \frac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}}$$

Donde t_{cal} = estadístico; \bar{d} = media de las diferencias; $S_{\bar{d}}$ = error estándar de las diferencias.

3.2.4. CARACTERÍSTICA DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

Forma	Rectangular
Número de unidades experimentales	20
Área total de las unidades experimentales	5 m x 5 m (25 m ²)
Distanciamiento de siembra	0,25 m x 0,25 m
Número de plantas por sitio	4
Separación entre parcelas	1 m
Área total	120 m ²

3.3. VARIABLES A MEDIR

3.3.1. NÚMERO DE MACOLLOS FÉRTILES Y ESTÉRIL POR METRO CUADRADO

Se determinó al momento de la cosecha, dentro del área útil, se lanzó de un cuadrante con área de 1,0 m², procediéndose a contar los macollos que estuvieron dentro de esa superficie.

3.3.2. PESO SECO DE PLANTA Y DE RAÍCES (g)

Fue determinada al momento de la cosecha, para lo cual se separó las raíces de la biomasa, y fueron colocadas en estufa a 70°C durante 48 horas hasta obtener peso constante.

3.3.3. NÚMERO DE GRANOS LLENOS Y VANOS POR PANOJA

Se contabilizó el número de granos llenos y vanos de cada uno de los individuos de la población muestreada.

3.3.4. PESO DE 1000 GRANOS (g)

Se tomó 1000 granos libres de daños de insectos y enfermedades de cada uno de los individuos de la población muestreada, luego se procedió a pesar en una balanza de precisión; cuyos pesos se expresaron en gramos.

3.3.5. RENDIMIENTO DE GRANO POR m^2 (t/ha)

Los granos de cada planta se cosecharon y se secaron al 13% de humedad, luego se tomó el peso de los granos provenientes de cada individuo y este valor se expresa en t/ha-1.

3.4. MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.4.1. SEMILLERO

La semilla fue sometida a proceso de pregerminación que consistiera en colocar la semilla en un saco dentro de un tanque con agua dentro 24 horas. Posteriormente se extrajeron del saco y se ubicaron en un plástico con la finalidad de obtener la temperatura adecuada para la germinación. Seguidamente se fanguero el terreno donde se realizará el semillero.

3.4.2. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Se lo realizó de forma convencional con la maquinaria, ejecutando un pase de arado de discos y dos de rastra, luego se procedió a humedecer y pasar la fanguadora y nivelar el terreno para su posterior siembra.

3.4.3. TRASPLANTE

El trasplante se lo realizó a los 26 días después de la siembra del semillero, se colocará cuatro plántulas a una profundidad de 5 cm.

3.4.4. RIEGO

Se realizó riego por inundación dos veces cada semana, o cuando las necesidades hídricas del cultivo lo ameriten.

3.4.5. FERTILIZACIÓN

La fertilización se realizó al inicio de la siembra y después de los 15 días del trasplante, se aplicará una mezcla de enmiendas orgánica (minerales, biofertilizantes permitidos en la agricultura orgánica).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. VARIABLES DE CRECIMIENTO

Las variables macollos fértiles, estériles y peso seco de planta fueron influenciadas significativamente ($p \leq 0,05$) por los tratamientos de fertilización evaluados. En la tabla 4.1, muestra el tratamiento fertilización química (FQ), alcanzó el mayor número de macollos fértiles por m^2 , con un incremento del 31,34% con relación al tratamiento de fertilización orgánica (FO). Por el contrario, el tratamiento de FO produjo mayor cantidad de macollos estériles, con 21,52% en contraste a la FQ. En cuanto al peso seco de planta, la FQ alcanzó un mayor incremento en peso seco con el 17,10% en relación a la FO. El peso seco de raíces no fue influenciado significativamente ($p > 0,05$) por los tratamientos evaluados. Sin embargo, la FO incremento el peso seco de raíces en un 5,02%, con respeto a la FQ.

Tabla 4.1. Efectividad de la fertilización orgánica y convencional en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en la zona de San Roque-Charapotó, Ecuador 2021.

Variables	Medias de Tratamientos		\bar{d}	T estadístico	Valor crítico de t		p-valor
	T1:	T2:			$t_{0.05}$	$t_{0.01}$	
	Orgánica	Químico					
Macollos Fértiles	478,4	696,8**	78,48	8,8	2,1	2,87	0,0001
Macollos Estéril	63,2	49,6*	10,36	4,15	2,1	2,87	0,0025
Peso seco de planta m^2 (kg)	1,6	1,93*	0,33	3,19	2,1	2,87	0,011
Peso seco de raíces por m^2 (g)	203,01	192,81 ^{NS}	37,11	0,87	2,1	2,87	0,4072

Los resultados obtenidos son cercanos a los alcanzado por Anisuzzaman et al (2021) quienes reportaron mayor cantidad de macollos en arroz con fertilización química y con la combinación de ambas (fertilización orgánica + fertilización química), en contraste a la orgánica. Por otra parte, Pulí et al (2016) obtuvieron mayor peso seco planta con la combinación de fertilización orgánica + fertilización inorgánica.

4.2. VARIABLES DE PRODUCCIÓN

Las variables de número de granos vanos y peso de 1000 granos paddy por m² fueron influenciadas significativamente ($p \leq 0,05$) por los tratamientos de fertilización evaluados. Se evidencia en tabla 4.2 muestra que el tratamiento fertilización química (FQ), alcanzo el mayor número de granos vanos por m², con un incremento de 63,83% con relación al tratamiento de fertilización orgánica (FO). Mientras, que el tratamiento de FO obtuvo el mayor peso de 1000 granos paddy por m² con el 87,77% en relación a la FQ. El número de granos llenos no fue influenciado significativamente ($p > 0,05$) por los tratamientos evaluados. Sin embargo, la FQ incremento el número de granos llenos en un 0,08%, con respecto a la FO.

Tabla 4.2. Efectividad de la fertilización orgánica y convencional en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en la zona de San Roque- Charapotó, Ecuador 2021.

Variables	Medias de Tratamientos		Testadístico	Valor crítico de t		p-valor	
	T1:	T2:		t _{0,05}	t _{0,01}		
	Orgánica	Química					
Número de granos llenos por m ²	50421,2	50461,6 ^{NS}	4973,24	0,03	2,10	2,87	0,9801
Número de granos vanos por m ²	3121,60	4890,8 ^{**}	329,61	16,97	2,10	2,87	0,0001
Peso de 1000 granos paddy m ²	33,21	29,15 ^{**}	1,51	8,53	2,10	2,87	0,0001

Resultados similares fueron alcanzados por Arce & Arias (2012) quienes reportaron el mayor número de granos de arroz con la fertilización química, respecto a la orgánica. Por su parte, Aviles (2019) obtuvo el mayor peso de 1000 granos paddy con la fertilización orgánica, a diferencia de la química. Cerrato et al (2007), manifestaron que la aplicación de abonos orgánicos pueden ser una opción viable al uso de fertilizantes minerales para proveer los nutrimentos requeridos por un cultivo.

4.3. VARIABLES DE RENDIMIENTO

La variable rendimiento de arroz paddy (t/ha-1) y rendimiento de arroz pilado (t/ha-1) no mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,05$), lo cual indica que ambas alternativas de fertilización muestran igual potencial de rendimiento, tanto en paddy como en pilado. Los rendimientos obtenidos con arroz paddy fue superior a las 10 t/ha-1, en ambos tratamientos, mientras que, para arroz pilado, el rendimiento obtenido alcanzado se ubica dentro de los rangos reportados para la variedad SFL-11, con promedios de 6 a 8 t ha-1 (Figuras 4.1 y 4.2).

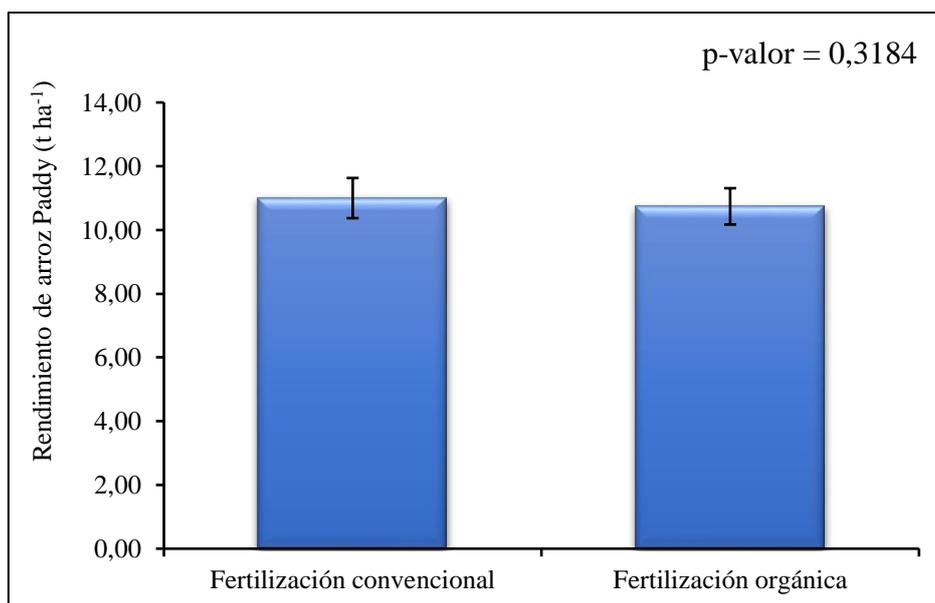


Figura 4.1. Efectividad de la fertilización orgánica y química en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en la zona de San Roque-Charapotó, Ecuador 2021

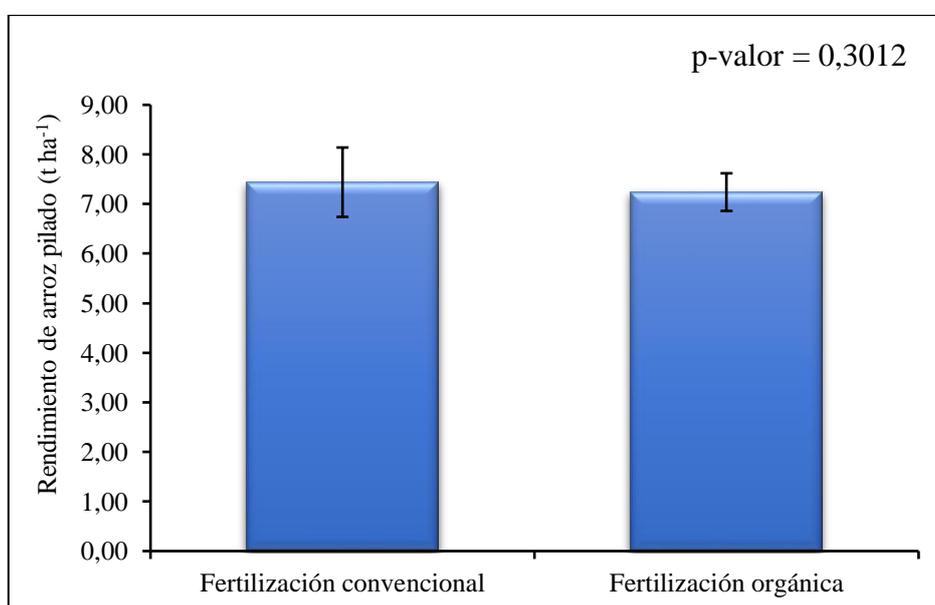


Figura 4.2. Efectividad de la fertilización orgánica y química en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en la zona de San Roque-Charapotó, Ecuador 2021

En este contexto otros autores han reportado resultados similares con fertilización orgánica del arroz, donde el rendimiento, fue cercano o similar al obtenido con fertilización convencional (García, 2009; Martínez, 2015). La misma tendencia fue reportada por Siavoshi et al (2011), quienes obtuvieron rendimientos de 4,34 y 4,27 t/ha-1, con fertilización orgánica y convencional, respectivamente. Así mismo, Reyes

et al (2019) reportaron que la aplicación de enmiendas orgánicas incrementó el rendimiento del cultivar INCA-LP7 de arroz en un 5,55%.

Los resultados obtenidos indican que con fertilización orgánica es posible alcanzar rendimientos cercanos a los logrados con fertilización convencional. Lo anterior puede deberse a que la aplicación de enmiendas orgánicas y minerales, así como de microorganismos, contribuyeron a mejorar características químicas del suelo, tales como pH, MO y contenido de nutrientes, en relación a la fertilización convencional donde solo se aplican fertilizantes solubles en forma de sales (tabla 4.3).

Tabla 4.3. Reporte de análisis de suelos inicial y final del suelo donde se desarrolló el experimento.

Análisis de suelo	pH	MO (%)	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100 g)	Ca (meq/100 g)	Mg (meq/100 g)	S (ppm)
Inicial	8,8	2,4	7	27	0,78	13	4,9	13
Final orgánico	7,9	2,8	12	33	0,84	15	6,8	19
Final convencional	8,8	2,3	9	28	0,95	14	6,2	17

Investigaciones previas has establecido, que la aplicación de productos orgánicos y biológicos al suelo mejoran aspectos físicos, químicos y biológicos del suelo, que mejoran el desarrollo y exploración de las raíces del cultivo, contribuyendo a captar mayor cantidad de nutrientes y por ende mayor nutrición, crecimiento y producción (Setiawati et al, 2020).

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La fertilización química convencional mostró mayor incremento de crecimiento aéreo, pero la orgánica logró mayor desarrollo radical.
- La fertilización orgánica mostró el mismo potencial de rendimiento que la fertilización química convencional.
- La fertilización orgánica puede ser implementada como estrategia ecológica en el manejo del cultivo de arroz.

5.2. RECOMENDACIÓN

- Repetir el experimento en el tiempo y en varias localidades con la finalidad de ajustar la tecnología y emitir dominios generales de recomendación.

BIBLIOGRAFÍA

- Arce, M., Arias, C. (2012). ***Evaluación de la fertilización química y orgánica en tres líneas y una variedad de arroz (Oryza sativa L) en el Cantón Mocache.*** Universidad Técnica Estatal De Quevedo Facultad De Ciencias Pecuarias Escuela De Ingeniería Agropecuaria.
- Anisuzzaman, M., Rafii, M., Jaafar, N., Ramlee, Sh., Ferdous, M y Azadul, M. (2021). ***Effect of Organic and Inorganic Fertilizer on the Growth and Yield Components of Traditional and Improved Rice (Oryza sativa L.) Genotypes in Malaysia.*** Agronomy 11, 1830. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091830>.
- Aviles, O. (2019). ***Comportamiento agronómico del Cultivo de Arroz (Oryza Sativa.) a la aplicación de programas combinados de fertilización química y materia orgánica, en Babahoyo, Los Ríos.*** Universidad Técnica De Babahoyo Facultad De Ciencias Agropecuarias Carrera De Ingeniería Agropecuaria.
- Bhattacharjee, R y Dey, U. (2014). ***Biofertilizer, a way towards organic agricultura: A review.*** African Journal of Microbiology Research 8(24): 2332 – 2342.
- Callaway, E. (2014). ***«Domestication: The birth of rice».*** Nature 514: S5859. doi:10.1038/514S58a.PMID 25368889.
- Carpio, S. (2018). ***“Efecto de la aplicación foliar de Nitrógeno, Calcio y Boro sobre el rendimiento del cultivo de arroz (Oryza sativa L.)”.*** Universidad Técnica De Babahoyo Facultad De Ciencias Agropecuarias Carrera De Ingeniería Agronómica.
- Cerrato, E., Leblanc, A y Kameko, C. (2007). ***Potencial de mineralización de nitrógeno de Bokashi, compost y lombricompost producidos en la Universidad Earth.*** Tierra Tropical, vol. 3, no. 2, pp. 183-197. ISSN 1659-2751.
- Choudhury, A y Kennedy, I. (2005). ***Nitrogen Fertilizer Losses from Rice Soils and Control of Environmental Pollution Problems.*** Soil Science and Plant Analysis 36(11-12): 1625 – 1639.

- De La Plata Panchana, O. (2013). ***Incidencia del fósforo en el macollamiento de arroz (Oryza Sativa) variedad INIAP-15***. Obtenido de Tesis de Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 67 p.
- Degiovanni Beltramo, V., Martínez, C. y Motta, F. (2010). ***Producción eco-eficiente del arroz en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)***. Cali, CO. 487 p. (Publicación CIAT no. 365)
- Dhiman, V. (2020). ***Organic Farming for Sustainable Environment: Review of Existed Policies and Suggestions for Improvement***. International Journal of Research and Review 7(2): 22 – 31.
- Díaz, S. (2000). ***Caracterización morfoagronómica y genéticobioquímica de 19 accesiones de arroz (Oryza sativa L.)***. [Tesis de Maestría]. Facultad de Biología. Universidad de La Habana. 98 p.
- Díaz, S., Morejón, R., Lucinda, D y Castro, R. (2015). ***Evaluación morfoagronómica de cultivares tradicionales de arroz (ORYZA SATIVA L.) colectados en fincas de productores de la provincia pinar del río***. Cultivos Tropicales, vol. 36, no. 2, pp. 131-141.
- Díaz, Y. (2010). ***Respuesta del cultivo de arroz Oryza sativa, a la aplicación foliar de Biol, té de estiércol y ácido húmico***. Tesis de grado. Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/779>. 50 pp.
- Dobermann, A y Fairhurst, T. (2012). ***Arroz: Desordenes nutricionales y manejo de nutrientes. International Plant Nutrition Institute (IPNI) and International Rice Research Institute (IRRI)***. 213 p.
- Dutta, S., Das, S., Pale, G., Ingrai, B., Aochen, C., Rai, M y Pattanayak, A. (2016). ***Current status and future prospects of research on genetically modified rice: A review***. Agricultural Reviews 37(1): 10-18.
- FAO. (2020). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAOSTAT. ***Obtenido de Datos sobre alimentación y agricultura***: año 2018. Dirección de Estadísticas. Recuperado de : <http://www.fao.org/faostat/es/#home>.

- FAO. (2009). Organización Mundial de Alimento. **Obtenido de Problemas y limitaciones de la producción de arroz**. Recuperado el 15 de agosto del 2015, de: <http://www.fao.org/docrep/006/y277803.htm>
- FAO. (2014). Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Obtenido de A regional rice strategy for sustainable food security in Asia and the Pacific**. Final Edition. 52 pp.
- FAO-IFA. (2002). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). **Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes . Obtenido de (IFA), 2002. Los fertilizantes y su uso: una guía de bolsillo para los oficiales de extensión**. 4a ed., rev. Roma.
- García, L. (2009). **Evaluación Agronómica y Productiva de Diez Variedades de Arroz (Oryza sativa L.) en condiciones de secano en la zona de Quevedo**. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. pp. 17, 28.
- Gnanamanickam, S. (2009). **Rice and its importance to human life**. Prog Biol Con 8: 1-11.
- González, V. (2008). **La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos**. SEAE (Sociedad Española de Agricultura Ecológica) Catarroja, Valenca.
- Haefele, S., Nelson, A y Hijmans, R. (2014). **Soil quality and constraints in global rice production**. Geoderma 235-236(2014): 250 – 259.
- India. (2019). **India SFL-11. Calidad y productividad**. Revisado el 17 de enero de 2019 y está disponible en: Obtenido de <https://www.proagro.com.ec/index.php/geneticamenu/semilla-de-arroz/sfl-11-detail.html>
- InfoAgro. (2010). **El cultivo de arroz**. Recuperado el 12 de marzo del 2016, de . Obtenido de <http://www.infoagro.com>
- INIAP. (2007). **Manual del cultivo de arroz**. Manual No 66. Segunda Edición. Quito – Ecuador. Pag. 40-46.

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2020). **Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)**. Quito, Ecuador. 42 p. . Obtenido de Disponible en línea (Consultado el 4 de abril de 2021). : https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agrop/ecuarias/espac/espac2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf
- IPCC. (2007). **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. CambridgeUK and NY-USA, Cambridge University Press**. 996 p.
- Kumar, M., Reddy, G., Phogat, M y Korav, S. (2018). **Role of bio-fertilizers towards sustainable agricultural development: A review**. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 7(6): 1915-1921.
- Larney, F y Angers, D. (2012). **The role of organic amendments in soil reclamation: A review**. Can. J. Soil Sci. (2012) 92: 19-38 doi:10.4141/CJSS2010-064.
- Mahanty, T., Bhattacharjee, S., Goswami, M., Bhattacharyya, P., Das, B., Ghosh, A y Tribedi, P. (2016). **Biofertilizers: a potential approach for sustainable agriculture development**. Environ Sci Pollut Res.
- Martinez, L. (2015). **Efecto de la aplicación de abonos orgánicos líquidos en el cultivo de arroz (Oryza sativa) Var. Payamino 35274**, En La Parroquia Palma Roja, Cantón Putumayo. Universidad Nacional de Loja. Carrera De Ingeniería En Administración Y Producción Agropecuaria.
- Meng, F., Olesen, J., Sun, X y Wu, W. (2014). **Inorganic Nitrogen Leaching from Organic and Conventional Rice Production on a Newly Claimed Calciustoll in Central Asia**. Plos One 9(5): 1 – 10.
- Mite, F. (2013). **Manejo de la nutrición en el cultivo del arroz, experiencias de investigación en Ecuador**. En: Jornada de Capacitación "Avances en el Manejo de la Nutrición del Cultivo de Arroz". IPNI – INIAP. Celebrada en Guayaquil, Ecuador, 31 de octubre a 2 de noviembre.
- Mohanty, S. (2013). **Trends in global rice consumption**. Rice Today 12(1): 44-45.

- Muthayya, S., Sugimoto, J., Montgomery, S y Maberly, G. (2014). ***An overview of global rice production, supply, trade, and consumption***. Ann. N.Y. Acad. Sci. 1324:7–14.
- O'Day, P y Vlassopoulos, D. (2010). ***Mineral-Based Amendments for Remediation***. Elements (Que). 6(6): 375–381. doi:10.2113/gselements.6.6.375.
- Olguin, S. (2010). ***Fertilización orgánica***. Recuperado el 28 de octubre de 2015 de. Obtenido de <http://www.innatia.com/s/c-huerta-organica/a-fertilizacionorganica.html>
- Orrala, L. (2020). ***Respuesta del cultivo de arroz (Oryza sativa L.), a la aplicación de dos fertilizantes orgánicos en condiciones de campo***. Universidad De Guayaquil Facultad De Ciencias Agrarias Carrera De Ingeniería Agronómica.
- Ortiz, E. (2013). ***Evaluación de 32 poblaciones F2 de arroz (Oryza sativa L) provenientes de cruces simples***. Tesis. Ing. Agrónomo. UTB. Babahoyo, Los Rios. EC. p. 62-63.
- Pacheco, J. (2014). ***Evaluación de materiales de arroz (Oryza sativa L.) a partir de la fase reproductiva, sembrados en condiciones de siembra directa*** (Doctoral dissertation).
- Pérez, E. (2019). ***Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos comparados con fertilización convencional, en el cultivo de arroz (Oryza Sativa L) variedad Victoria1039 en el municipio de Villavicencio, departamento del Meta***. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente.
- Puli, M., Prasad, P., Babu, P., Jayalakhmi, M y Burla, S. (2016). ***Effect on organic and inorganic sources of nutrients on rice crop***. Vol. 53 N°.2 (151-159).
- Reyes, J., Sariol, D., Enríquez, E., Bermeo, C y Llerena, L. 2019. ***Respuesta agroproductiva del arroz var. INCA LP-7 a la aplicación de estiércol vacuno***. Vol.46, No.3, Pp 39-48, ISSN: 0253-5785 ISSN: 2072-2001.
- Romero, A. (2011). ***Resultados del mejoramiento de arroz para bajos insumos de agua y fertilizantes en Cuba 2008-2010***. Obtenido de Ponencia presentada en el Congreso Internacional del Cultivo del arroz. La Habana, Cuba.

- Serraj, R., McNally, K., Slamet, I., Kohli, A., Haefele, S., Atlin, G y Kumar, A. (2011). ***Drought resistance improvement in rice: An integrated genetic and resource management strategy***. Plant Production Science 14(1): 1-14.
- Setiawati, M., Prayoga, M., Stöber, S., Adinata, K y Simarmata, T. (2020). ***Performance of rice paddy varieties under various organic soil fertility strategies***. Nº 5: pp 509–515.
- Siavoshi, M., Nasiri, A y Laware, Sh. (2011). ***Effect of Organic Fertilizer on Growth and Yield Components in Rice (Oryza sativa L.)***. Vol. 3, No. 3, pp 217-224.
- Simbaña, A. (2020). ***Complemento De Tres Abonos Orgánicos En El Cultivo De Arroz (Oryza Sativa. L) Variedad “Iniap FI-1480 Cristalina”, Naranjal – Guayas***. Universidad Agraria Del Ecuador Facultad De Ciencias Agrarias Carrera De Ingenieria Agronómica
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SIMBA%C3%91A%20QUISHPI%20ANGEL%20ALFONSO.pdf>.
- Singh, D. (2017). ***Economic Perspectives of Organic Agriculture: A Review of Literature***. International Journal for Research in Engineering Application & Management (IJREAM) 3(1): 95 – 98.
- Suquilanda, V. M. (2003). ***Organización Mundial de la Salud. Organización Panamericana de la Salud. Manejo integrado de plagas en el cultivo de arroz***. pp. 39.
- Tejada, F. (2010). ***Economía Agrícola. Centro para el desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc.*** (CEDAF), Santo Domingo, República Dominicana.
- Tran, L., Le Van, K., Van Elsacker, S y M.Cornelis, W. (2014). ***Effect of Cropping System on Physical Properties of Clay Soil Under Intensive Rice Cultivation***. Land Degradation and Development 27(4): 973 – 982.
- Van Oosten, M., Pepe, O., De Pascale, S., Silletti, S y Maggio, A. (2017). ***The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants***. Chem. Biol. Technol. Agric. 4(5): 1 – 12.

- Villavicencio, A y Vásquez. (2008). **Guía Técnica de Cultivos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias**. Obtenido de Manual No. 73. Fichas 1 a 5 (arroz). Quito, Ecuador.
- Yakhin, O., Lubyantsev, A., Yakhin, LI y Brown, P. (2017). **Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective**. *Frontiers in Plant Science* 7(2049): 1 – 32.
- Zuñiga, A., Montero, K y Peña, W. (2020). **Análisis de la eficiencia de la fertilización mediante el uso de Zeolita natural y Mucuna pruriens en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) bajo condiciones controladas en microparcels situadas en Parrita, Puntarenas, Costa Rica**. ISSN 2215-5651. Vol. 23, N.º 2, pp 23-36.

ANEXOS

ANEXO 1



1-A; Semillero de arroz SFL-11.



1-B; Semillero de arroz SFL-11 en sus 22 días.

ANEXO 2



2-A; Arranque del semillero de arroz SFL-11.



2-B; Transplante de arroz SFL-11.

ANEXO 3

3-A; Primera Aplicación de los fertilizantes. Foliar



3-B; Aplicación de el plan de fertilización edáfico.

ANEXO 4

4-A; Segunda aplicación del plan de fertilización.

ANEXO 5



5-A; Visita de campo para ver el proceso del cultivo.



5-B; Cuadrante de 1m² para la toma respectiva de datos.

ANEXO 6



6-A; Dia de campo

ANEXO 7

7-A; Arrancado de las plantas del arroz para proceder a toma de datos.



7-B; Toma de datos (numero de granos vanos , llenos y 1000 granos).

ANEXO 8

8-A,B; Toma de datos a todas las variables a medir.