



**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, EN
LA ZONA DE SANTA TERESA-CHARAPOTÓ**

AUTORES:

**LOOR ZAMBRANO LUIS MIGUEL
PROAÑO CANTOS VICENTE LEONARDO**

TUTOR:

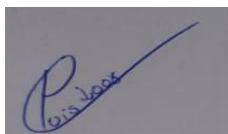
ING. REYNA BOWEN JOSÉ LIZARDO, PhD.

CALCETA, JULIO DE 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

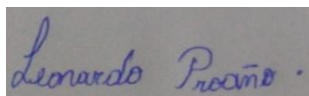
Loor Zambrano Luis Miguel con cédula de ciudadanía 131522776-7 y Proaño Cantos Vicente Leonardo con cédula de ciudadanía 131543415-7, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ, EN LA ZONA DE SANTA TERESA-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 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, Creativos e Innovación.



**LUIS MIGUEL LOOR
ZAMBRANO**

CC: 131522776-7

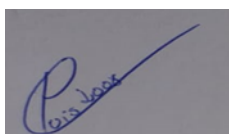


**VICENTE LEONARDO PROAÑO
CANTOS**

CC: 131543415-7

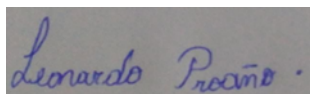
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Loor Zambrano Luis Miguel con cédula de ciudadanía 131522776-7 y Proaño Cantos Vicente Leonardo con cédula de ciudadanía 131543415-7, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica 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 SANTA TERESA-CHARAPOTÓ**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



**LUIS MIGUEL LOOR
ZAMBRANO**

CC: 131522776-7



**VICENTE LEONARDO PROAÑO
CANTOS**

CC: 131543415-7

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. REYNA BOWEN JOSÉ LIZARDO, PhD., 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 SANTA TERESA-CHARAPOTÓ**, que ha sido desarrollado por **LOOR ZAMBRANO LUIS MIGUEL** y **PROAÑO CANTOS VICENTE LEONARDO**, previo a la obtención del título de **INGENIERO AGRÍCOLA**, de acuerdo con el **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. JOSÉ LIZARDO REYNA BOWEN, PHD.

CC: 1309899407

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 SANTA TERESA-CHARAPOTÓ**, que ha sido desarrollado por, **LOOR ZAMBRANO LUIS MIGUEL** y **PROAÑO CANTOS VICENTE LEONARDO**, 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.**

CC: 131195683-1

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

**ING. CRISTIAN SERGIO
VALDIVIESO LÓPEZ MG.**

CC: 171792928-3

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

**ING. SERGIO MIGUEL VÉLEZ
ZAMBRANO MG.**

CC: 131047677-3

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de crecer como seres humanos a través de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día;

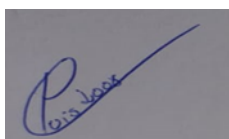
A Dios, por ofrecernos diariamente bendiciones, la fuerza y la perseverancia en nuestros estudios, y sobre todo por brindándonos la oportunidad de acompañar a nuestras familias y seres queridos;

A nuestros padres, por ser siempre nuestros principales educadores, motivadores y formadores de lo que somos ahora como persona;

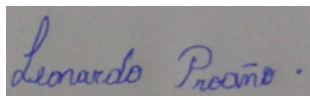
Al Ingeniero José Lizardo Reyna Bowen, PhD, por su apoyo como tutor en esta investigación.

A la asociación FIDES que con el mandato del Ing. Walter Salazar y a la empresa PRODUCARGO S. A, con asesoría del Ing. Carlos Naveda, nos brindaron su apoyo en esta investigación;

A todos los ingenieros de la carrera de Ingeniería Agrícola por brindarnos sus conocimientos que nos ayudaron en nuestra formación y ayudaran en nuestro futuro laboral, también agradecemos de manera especial nuestros amigos que estuvieron pendiente cuando lo necesitábamos y también al Ing. Galo Cedeño y a la Ing. Geoconda López, por la ayuda brindada, comprensión, amistad y amabilidad que siempre nos ofrecen.



**LUIS MIGUEL LOOR
ZAMBRANO**



**VICENTE LEONARDO PROAÑO
CANTOS**

DEDICATORIA

A mis padres por apoyarme siempre y por inculcarme buenas costumbres que me han ayudado a seguir por el camino correcto, justo y moral, a mi hermana que siempre está conmigo en las buenas y malas situaciones, también a mis demás familiares, vecinos, allegados que con sus consejos y ayuda me impulsaron para alcanzar esta meta y por ultimo a mis amigos con los que compartimos todos estos años de estudio.

LUIS MIGUEL LOOR ZAMBRANO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por darme la oportunidad de vivir y guiar mi camino por cada paso que doy, iluminar mi mente, fortalecer mi corazón y por haber puesto en mi camino personas que han sido mi soporte y compañía durante todo este periodo estudiantil.

A mis padres, por darme la vida, los cuales son el pilar fundamental en mi vida, por haberme apoyado en mis estudios por eso les doy gracias ya que este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

A mis hermanos por estar conmigo y apoyarme siempre y brindarme palabras de aliento, que es posible alcanzar las metas que uno se propone.

A todo mi familia y amigos que estuvieron siempre apoyándome, dándome aliento, consejos que los llevare siempre presente en mi corazón, también agradezco a mis Ángeles que están en el cielo que desde haya guían e iluminan mi caminar.

VICENTE LEONARDO PROAÑO CANTOS

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 CUADROS Y GRÁFICOS	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4. HIPÓTESIS.....	4
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	
2.1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL ARROZ.....	5
2.2. GENERALIDADES DEL CULTIVO	6
2.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	6
2.4. REQUERIMIENTO EDAFOCLIMATICOS	7
2.5. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD SFL 011.	7
2.6. NUTRICIÓN DEL CULTIVO DE ARROZ	8
2.7. EXPERIENCIAS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE ARROZ.....	9
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	
3.1. LOCALIZACIÓN.....	11
3.2. DURACIÓN.....	11
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	11
3.3.1. MATERIAL VEGETAL	11
3.3.2. TRATAMIENTOS	12
3.3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	13

3.3.4. UNIDAD EXPERIMENTAL	13
3.4. VARIABLES A MEDIR	14
3.5. MANEJO DEL EXPERIMENTO	15
3.5.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO	15
3.5.2. SEMILLERO.....	15
3.5.3. SIEMBRA.....	15
3.5.4. CONTROL DE MALEZAS.....	15
3.5.5. RIEGO.....	15
3.5.6. FERTILIZACIÓN	16
3.5.7. COSECHA	16
4.1. VARIABLES DE CRECIMIENTO	17
4.2. VARIABLES DE PRODUCCIÓN	17
4.1.3. VARIABLES DE RENDIMIENTO	18
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 CONCLUSIONES.....	21
BIBLIOGRAFÍA.....	22
ANEXOS.....	26

ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICOS

CUADROS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del arroz.....	6
Tabla 2. Plan de fertilización orgánica para el cultivo de arroz.....	13
Tabla 3. Plan de fertilización convencional para el cultivo de arroz utilizado por los agricultores.....	13
Tabla 4: Efectividad de la fertilización orgánica y convencional en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en la zona de Santa Teresa-Charapotó, Ecuador 2021.....	15
Tabla 5: Efectividad de la fertilización orgánica y convencional en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en la zona de Santa Teresa-Charapotó, Ecuador 2021.....	16
Tabla 6: Efectividad de la fertilización orgánica y convencional en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en la zona de Santa Teresa-Charapotó, Ecuador 2021.....	20

GRÁFICOS

Figura 1: Efectividad de la fertilización orgánica y convencional en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en la zona de Santa Teresa-Charapotó, Ecuador 2021.....	18
Figura 2: Efectividad de la fertilización orgánica y convencional en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en la zona de Santa Teresa-Charapotó, Ecuador 2021.....	18

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 Santa Teresa-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, macollos estériles 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, radical y macollos estériles, donde la fertilización química convencional alcanzó la mayor masa seca aérea y radical, mientras que la fertilización orgánica logró menor macollos estériles. 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 7 t ha⁻¹. Se concluye que la fertilización del arroz con insumos orgánicos, puede ser una alternativa ecológica efectiva para la producción sostenible de arroz en suelos que han sido explotados intensivamente a base de insumos convencionales.

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

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the effectiveness of organic fertilization in the growth and yield of the rice crop in the Santa Teresa-Charapotó area. The experiment was established with two fertilization treatments that were: Fertilization organic (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, sterile tillers and paddy rice yield. Data were analyzed with Student's t-statistic for paired observations. Fertilization treatments significantly influenced ($p < 0.05$) influenced by organic and conventional chemical fertilization treatments. Both treatments achieved paddy rice yield higher than 7 t ha⁻¹. It is concluded that the fertilization of rice with organic inputs can be an effective ecological alternative for the sustainable production of rice in soils that have been intensively exploited based on conventional inputs.

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

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El arroz es uno de los cultivos de mayor importancia a nivel mundial por su valor nutricional, económico y social. Para más de la mitad de la población mundial, en especial de las zonas más pobres, el arroz constituye una fuente esencial de nutrientes y calorías en la dieta diaria. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2018), el arroz proporciona, en promedio, el 20 % del suministro de energía alimentaria del mundo, y su consumo es predominante en países de Asia, África y Latinoamérica, donde llega a proporcionar el 70 %, 48 % y 30 % de energía alimentaria, respectivamente. 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, lo cual altera negativamente las propiedades físicas, químicas y biológicas, promoviendo su degradación, por lo tanto la implementación de tecnologías de remediación se hacen cada vez más urgentes (Tran et al., 2014; Haefele et al., 2014).

Según reportes en el Ecuador anualmente se establecen unas 261.770 hectáreas a nivel nacional, de las cuales el 1.64 % se cultivan en la Provincia de Manabí con una producción promedio de 14.000 toneladas (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2020). De acuerdo reportes de Mite (2013) los suelos arroceros muestran bajos contenidos de macro y micronutrientes y materia orgánica (MO), y 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.

Por este motivo, el uso de enmiendas orgánicas y minerales a concurrencia como una alternativa de recuperación de suelos degradados y como fuentes de

nutrientes (O' Day y Vlassopoulos, 2010; Larney y Angers, 2012). El uso de microbios como biofertilizantes se considera en cierta medida una alternativa 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). Asimismo, el uso de bioestimulantes, se ha convertido en una práctica común en la agricultura orgánica, ya que esta 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).

Los sistemas orgánicos a menudo se encuentran limitados en nitrógeno y fósforo (Berry et al. 2002; Oehl et al. 2002). La liberación de nitrógeno disponible de la planta de fuentes orgánicas es lenta y a menudo no puede mantenerse al día con la demanda de nitrógeno durante el pico de cultivo períodos de crecimiento (Seufert et al. 2012). La cantidad de fósforo proporcionada en los sistemas orgánicos también es a veces insuficiente para reponer las cantidades perdidas debido a la cosecha (Oehl et al. 2002).

En Manabí precede escasa información relacionada a 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 del uso de insumos en la producción de arroz y tener un manejo más adecuado del cultivo.

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

1.2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, los suelos arroceros están amenazado por el cambio climático, 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. Por lo cual, la aplicación de enmiendas naturales, biofertilizantes y bioestimulantes están siendo usados en la agricultura orgánica, con fines de recuperar la fertilidad del suelo, mejorar el potencial productivo del cultivo e ingresos económicos del productor. En este momento, 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 este proyecto 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 al 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
- ✓ **2.4.** De aquí al 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio

climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad de la tierra y el suelo

1.3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la fertilización orgánica en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en la zona de Santa Teresa-Charapotó.

1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de la fertilización orgánica sobre el crecimiento del cultivo de arroz en relación a la fertilización convencional.
- Comparar el rendimiento del cultivo de arroz obtenido con fertilización orgánica vs fertilización convencional.

1.4. HIPÓTESIS

La fertilización orgánica promueve un crecimiento y rendimiento del arroz similar al obtenido con la fertilización convencional.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL ARROZ.

El arroz es uno de los cereales de mayor producción a nivel mundial, El 75 % de la población mundial lo incluye en su dieta alimenticia diaria y puede superar, en algunos casos, el consumo de otros cereales (Rodríguez-González et al., 2020). El arroz suministra más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales, por lo que es considerado una fuente importante de magnesio, niacina, y vitamina B6 que ayudan al buen funcionamiento del corazón, nervios y músculos. Además de su importancia como alimento, el cultivo de arroz proporciona empleo al mayor sector de la población rural de la mayor parte de Asia, aunque también es ampliamente cultivado en los continentes tales como África y en América, e intensivamente en algunos puntos de Europa meridional (Borja et al., 2020).

Entre los mayores productores están Asia: con países como China, India, Indonesia, Bangladesh, Vietnam, Tailandia, Birmania y Japón; en Europa: Italia, España, Rusia, Grecia y Portugal; en América: Estados Unidos, Brasil, Colombia, Perú y Argentina; y en África: Egipto, Nigeria, Madagascar y Costa de Marfil (Barrera, 2020). La FAO informó que la producción mundial de este cereal en el año 2017 superó un 0,6 % la campaña del año anterior al alcanzar 503,9 millones de toneladas. Igualmente se prevé que la utilización mundial de arroz aumente en 1,1 %. El consumo humano debería representar la totalidad de este aumento, y permitir un incremento del consumo mundial per cápita a 53,7 kg (Rodríguez-González et al., 2020).

En América Latina se destacan países como, Colombia que es el tercer productor de arroz paddy, con una producción de 5,6 toneladas por hectárea y logrando aproximadamente 2 millones de toneladas al año (García et al., 2020), mientras que en Venezuela el rendimiento promedio se encuentra cerca de 5 toneladas por hectárea; principalmente bajo sistema de riego y uso de variedades convencionales (Perdomo et al., 2019).

En Ecuador, la región Costa presenta la mayor concentración de superficie de arroz sembrada a nivel nacional, siendo Guayas, y Los Ríos las provincias con el 83% de la superficie sembrada de la gramínea (Alava et al., 2018). Otras provincias importantes en el cultivo de arroz son Manabí con 11%, Esmeraldas, Loja y Bolívar con 1% cada una; mientras que el restante 3% se distribuye en otras provincias (Borja et al., 2020). Entre las principales variedades de arroz que se siembran en Ecuador están INIAP 14 (33,7%), INIAP 11 (10,4%) e INIAP 15 (4,7%), liberadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) así como las variedades SFL 09 (29,6%) y SFL011 (7%) distribuidas por la empresa Procesadora Nacional de Alimentos (PRONACA) (Zambrano et al., 2019).

2.2. GENERALIDADES DEL CULTIVO

El cultivo del arroz, (*Oryza sativa* L.), comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical (Acevedo et al., 2006). El arroz no empezó a ser cultivado en las Américas sino hasta el periodo del comercio transatlántico de esclavos. Para el siglo XVIII este cultivo ya se había establecido extensamente en plantaciones desde Carolina del Sur hasta Brasil (Carney, 2015).

2.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Acevedo et al., (2006) menciona que el arroz tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Tabla 1. Clasificación taxonómica del arroz.

Reino:	<u>Plantae</u>
División:	<u>Angiospermae</u>
Clase:	<u>Monocotyledoneae</u>
Orden:	<u>Glumiflorae</u>
Familia:	<u>Poaceae</u>
Tribu:	<u>Oryzeae</u>
Género:	<u>Oryza</u>
Especie:	<u>sativa</u>
Nombre Científico:	<u><i>Oryza sativa</i> L.</u>

2.4. REQUERIMIENTO EDAFOCLIMATICOS

El cultivo se ajusta a varias condiciones medioambientales ya que se trata de un cultivo tropical y subtropical, se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2500m de altitud, con suelos de 6,6 de PH, con rangos de temperatura entre los 20 y 35°C (Quiroz, 2020). La planta de arroz con temperaturas mayores a los 35°C crece más rápido haciendo los tejidos más blandos, causando así que sea más susceptible a los ataques de enfermedades. En la cantidad de agua va desde los 800 a 1300 mm, aunque por costumbre se lo mantiene inundado todo el ciclo del cultivo, pero varios estudios muestran que el cultivo puede mantenerse en capacidad de campo en algunas etapas (Zambrano, 2021).

2.5. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD SFL 011.

Según Chávez et al., (2020), la variedad de arroz SFL-11 es la de mayor superficie de siembra en la parroquia Charapotó, principal zona productora de arroz en la provincia de Manabí-Ecuador, debido a que sus características la hacen ideal para el agricultor que busca calidad y rendimiento en un cultivo bajo riego. Las características que presenta esta variedad son las siguientes:

- ✓ Porcentaje de germinación: mayor a 90 %.
- ✓ Altura de la planta: 126 cm.
- ✓ Macollamiento: intermedio.
- ✓ Ciclo de cultivo: 127 – 131 días promedio.
- ✓ Rendimiento de cultivo: 6 a 8 TM/ ha⁻¹
- ✓ Grano largo: 7.5 mm descascarado.
- ✓ Tiempo de cosecha: En época lluviosa 122 días y en época seca 131 días.

2.6. NUTRICIÓN DEL CULTIVO DE ARROZ

El arroz como todas las especies vegetales para su crecimiento y nutrición, necesita disponer de una cantidad adecuada y oportuna de nutrientes, suministrado por el suelo o mediante una fertilización balanceada. Cada uno de los nutrientes juega un rol específico en el metabolismo vegetal (Ley de la esencialidad), ninguno puede ser remplazado por otro, de tal manera que no importa que la planta disponga de suficiente cantidad de todos ellos, si solo uno está en cantidad o proporción deficiente; ese es el que determina el crecimiento y rendimiento del cultivo (Ley del mínimo). La nutrición de las plantas es un factor de producción que no puede considerarse aisladamente. El empleo de abonos orgánicos y minerales debe orientarse en la meta de producción, la posible extracción de nutrientes por el cultivo y la reserva de nutrientes en el suelo. En este contexto no solo debe considerarse las necesidades del cultivo, sino también el balance de nutrientes del conjunto de cultivos de rotación (Parrales et al., 2020).

Según las cantidades promedio requeridas y absorbidas por las plantas, los nutrientes son divididos en macronutrientes y micronutrientes en el caso del arroz tenemos: Macronutrientes: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S) y Silicio (Si). Micronutrientes: Boro (B), Cloro (Cl), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo), Níquel (Ni) y Zinc (Zn) (Lozano & Ospina, 2019).

Es importante señalar que la deficiencia ya sea de nitrógeno, fósforo o potasio reduce el macollamiento y por lo tanto el número de espigas producidas, lo que traduce en pérdidas de rendimiento. En promedio, para producir una tonelada de grano el cultivo absorbe 22 Kg de N, 5 Kg de P, 25 Kg de K, 6 Kg de Ca, 4 Kg de Mg y 2 Kg de S. cerca del 75 % del N y el P, y el 10 % de K absorbidos por el cultivo se acumulan en el grano, el resto permanece en la paja y eventualmente retorna al suelo (Fernández, 2016).

Varios estudios realizados demuestran que el mayor rendimiento de grano se logró aplicando 200–100–200 Kg/ha N, P₂O₅, K₂O, alcanzando obtener 8.69 Ton/ha⁻¹. Así mismo, en otra investigación se le añadió un programa orgánico, que beneficio aumentar el rendimiento de grano 9.129 Ton/ ha⁻¹ (Parrales et al., 2020).

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

Las experiencias con abonos orgánicos en arroz demuestran que los abonos orgánicos realizan acciones de prevención y control sobre la presencia y severidad de algunas enfermedades del suelo; reduce la cantidad de patógenos ya que establecen una competencia con los microorganismos no patógenos del suelo. Además, cuentan con altos contenidos de nitrógeno mineral y cantidades significativas de otros elementos nutritivos para las plantas (Arango, 2017).

Ramos y Terry (2014), mencionan que aplicando diferentes niveles de abonos orgánicos se originan un aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo, en la capacidad de retención de humedad y en el pH, también aumentan el potasio, calcio y el magnesio disponible. En cuanto a las propiedades físicas, mejoran la infiltración de agua, la estructura del suelo y la conductividad hidráulica; disminuyen la densidad aparente y la tasa de evaporación, así como promueven un mejor estado fitosanitario de las plantas

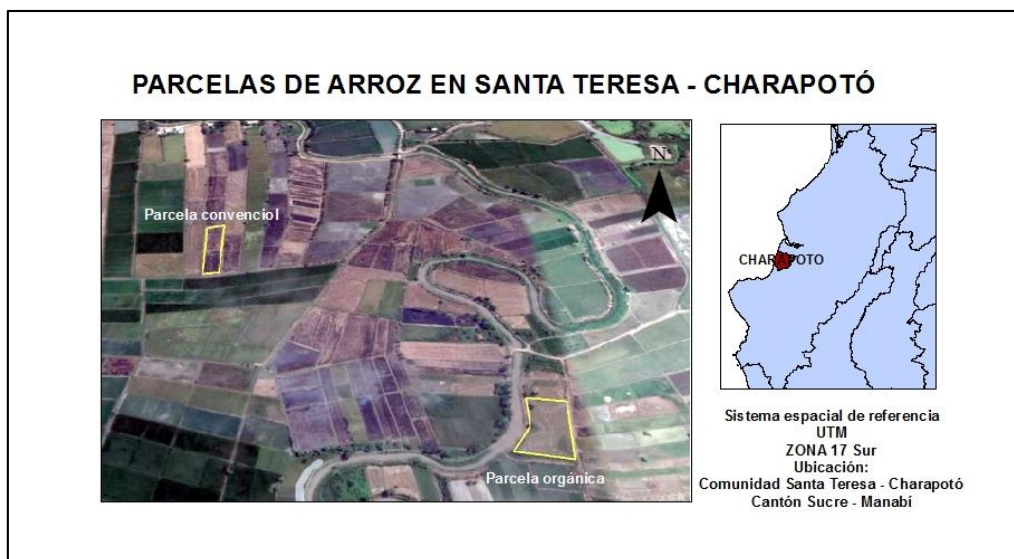
En un experimento de campo, conducido durante siete años continuos para evaluar la influencia de la aplicación combinada de fertilizantes y abonos orgánicos en el aumento de la fertilidad del suelo y el consumo de nutrimentos, se ha demostrado que la combinación de los estiércoles orgánicos con fertilización inorgánica (N, P, K) mejora la materia seca y el rendimiento. Además, se resalta que el contenido de carbono orgánico y la disponibilidad del nitrógeno fueron más altos en postcosecha en aquellos suelos que recibieron solo residuos orgánicos o la combinación con fertilizantes inorgánicos (Ramos y Terry, 2014).

Morán (2020), señala que la fertilización orgánica brinda una elevada capacidad de absorción de elementos nutritivos de la disolución, manteniéndolos de forma intercambiable para su utilización por la planta, lo cual ayuda a alcanzar rendimientos favorables que benefician al agricultor, así mismo, menciona que si el agricultor elabora los productos orgánicos disminuirá los gastos económicos, lo cual traerá una ganancia mayor.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. LOCALIZACIÓN

La investigación se desarrolló durante la época seca del año 2021, en la zona de Santa Teresa, perteneciente al cantón Sucre, Manabí, Ecuador, posicionado geográficamente entre las coordenadas 0°48'32" Latitud Norte, 80°30'18" Longitud Oeste, situado a una altitud de 30 m.s.n.m.



Elaborado por: Autores

3.2. DURACIÓN

La duración del proyecto fue de 19 semanas desde el mes de julio hasta noviembre del año 2021, ya que por características del arroz SFL-11 en época seca su cosecha es a los 131 días.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1. MATERIAL VEGETAL

Se utilizó el cultivar de arroz SFL-11, cuyas características son un porcentaje de germinación mayor al 90 % con una altura de la planta de 126 cm, y presentando

un macollamiento intermedio durante su ciclo de cultivo de 127 – 131 días, además cuenta con rendimientos de 6 a 8 TM/ ha-1 con un grano largo de 7.5 mm descascarado.

3.3.2. TRATAMIENTOS

T₁: Fertilización orgánica

T₂: Fertilización convencional

El tratamiento de fertilización orgánica fue conformado de enmiendas orgánicas, minerales y biofertilizantes permitidos en agricultura orgánica (**Tabla 1**). El tratamiento de fertilización convencional estuvo basado en el paquete tecnológico que utilizan los agricultores arroceros de la zona (**Tabla 2**).

Tabla 2. Plan de fertilización orgánica para el cultivo de arroz

Fuentes	kg o L ha ⁻¹	Kg ha ⁻¹						
		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 realizó 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. Plan de fertilización convencional para el cultivo de arroz utilizado por los agricultores

Fuentes	Cantidad	kg ha ⁻¹						
		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 realizó aplicaciones foliares de Bioestimulantes, fitorreguladores, ácidos húmicos y micronutrientes cada 21 días.

3.3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para comparar el efecto de los dos tratamientos se utilizó la distribución de “*t de Student*” para muestras pareadas, donde se pretende aprobar 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 lo realizará mediante la siguiente formula (1):

$$t_{cal} = \frac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}} \quad (\text{Formula 1})$$

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

3.3.4. UNIDAD EXPERIMENTAL

En el experimento se probaron dos tratamientos, con 10 repeticiones, con un total de 20 unidades experimentales de 0,25 m². El registro de datos se efectuó

en el centro de la parcela experimental. Los datos fueron tomados en las áreas útiles de las unidades experimentales.

3.4. VARIABLES A MEDIR

3.4.1. NÚMERO DE MACOLLOS FÉRTILES Y ESTÉRIL POR METRO CUADRADO

Se realizó 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.

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

se determinó 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.

3.4.3. NÚMERO DE GRANOS LLENOS Y VANOS POR PANOJA

Se realizó al momento de la cosecha, donde se contabilizó el número de granos vanos y llenos dentro de la superficie del cuadrante utilizado.

3.4.4. PESO DE 1000 GRANOS (g)

Se tomó 1000 granos libres de daños de insectos y enfermedades por cada cuadrante, luego se procedió a pesar en una balanza de precisión; cuyos pesos se expresaron en gramos.

3.5.5. RENDIMIENTO DE GRANO POR m² (t/ha)

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

3.5. MANEJO DEL EXPERIMENTO

El manejo del experimento se lo realizó de la siguiente manera:

3.5.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Se realizó mediante el uso de maquinaria agrícola. La preparación del suelo consistió en un arado mecanizado para el rompimiento del suelo. Como segundo paso, se realizó un rompimiento más profundo y mecanizado con la fangueadora para romper la estructura del suelo y tener el suelo listo para la siembra.

3.5.2. SEMILLERO

Se realizó un semillero el cual tuvo un diseño con estructura de 5 metros de largo por 2 metros de ancho.

3.5.3. SIEMBRA

Después que las semillas germinaran, se realizó el trasplante a los 21 días en el cual se colocaron cinco a seis plántulas por postura de la siguiente manera 25 cm entre hilera y 25 entre planta.

3.5.4. CONTROL DE MALEZAS

El control de malezas en la parcela orgánica se la realizó de forma manual, con la ayuda de un machete, mientras que para la parcela convencional el control de maleza se lo realizó de forma manual y con aplicación del herbicida Propanil 480.

3.5.5. RIEGO

Se regó por inundación dos veces cada semana, o cuando las necesidades hídricas del cultivo lo ameritaron.

3.5.6. FERTILIZACIÓN

Se aplicó los abonos orgánicos que se describen en el proyecto de acuerdo al plan de fertilización, como se observa en la tabla **1** y **2**.

3.5.7. COSECHA

La cosecha se realizó de forma manual cuando el cultivo tuvo los 131 días y se procedió a realizar la toma de datos en ambas parcelas (orgánica y convencional) respectivamente.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. VARIABLES DE CRECIMIENTO

Las variables macollos fértiles, estéril y peso seco de plantas y de raíces fueron influenciadas significativamente ($p \leq 0,05$) por los tratamientos de fertilización evaluados. La **tabla 4**, muestra que el tratamiento fertilización química (FQ), alcanzó el mayor número de macollos fértiles por m^2 , con un incremento del 86,86% con relación al tratamiento de fertilización orgánica (FO). Así mismo, el tratamiento de FQ produjo mayor cantidad de macollos estériles, con 43,33%, en relación a la FO. Mientras, la FQ incremento el peso seco de plantas y raíces en un 69,83% y 83,25% con respecto a la FO (**tabla 4**).

Tabla 4: Efectividad de la fertilización orgánica y convencional en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en la zona de Santa Teresa-Charapotó, Ecuador 2021

Variables	Medias de Tratamientos		\bar{d}	$T_{estadístico}$	Valor crítico de t		p -valor
	T1: Orgánica	T2: Química			$t_{0,05}$	$t_{0,01}$	
Macollos Fértiles	417,6	480,8 **	41,09	4,86	2,10	2,87	0,0009
Macollos Infértiles	31,20	72 **	7,96	16,22	2,10	2,87	0,0001
Peso seco de planta m^2 (kg)	0,81	1,16 **	0,11	9,83	2,10	2,87	0,0001
Peso seco de raíces por m^2 (g)	161,18	193,62 **	16,54	6,20	2,10	2,87	0,0002

** $p \leq 0,01$

Resultados similares fueron obtenidos por Quintana (2019) y Cedeño *et al.*; (2018), quienes reportaron mayor cantidad de macollos en arroz por m^2 con fertilización química, a diferencia de la fertilización orgánica.

4.2. VARIABLES DE PRODUCCIÓN

El número de granos vanos por m^2 presentó diferencias significativas ($p \leq 0,05$). La **tabla 5**, muestra que el tratamiento fertilización química (FQ), alcanzó el mayor número de granos vanos por m^2 , con un incremento del 93,12% con relación al tratamiento de fertilización orgánica (FO). El número de granos llenos por m^2 y peso de 1000 granos no fueron influenciados significativamente

($p \leq 0,05$). Sin embargo, la fertilización orgánica (FO) incremento el número de granos llenos en un 2,52%, con respecto a la fertilización química (FQ). En cuanto el peso de 1000 granos, la FQ alcanzó un incremento de peso con el 0,79%, en contraste a la FO (**Tabla 5**).

Tabla 5: Efectividad de la fertilización orgánica y convencional en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en la zona de Santa Teresa-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	Química					
Número de granos llenos por m ²	29360	28619 NS	2740,01	0,85	2,10	2,87	0,415
Número de granos vanos por m ²	3123,20	3354,00*	307,07	2,38	2,10	2,87	0,0414
Peso de 1000 granos paddy m ² (g)	30,24	30,48 NS	1,61	0,48	2,10	2,87	0,6448

NS: no hay diferencia significativa

*: Diferencia significativas $p \leq 0,05$

Los resultados son similares a los obtenidos por Moran (2017), quien reportó, el mayor número de granos de arroz con la fertilización química (FQ), respecta a la fertilización orgánica (FO). Por su parte, Rodríguez, (2017) expresó que los tratamientos evaluados no fueron influenciados significativamente ($p \leq 0,05$) para la variable de peso de 1000 granos de arroz. Así mismo, Pérez (2015), manifestó que estadísticamente obtuvo mayor rendimiento (kg ha^{-1}) con la fertilización química, pero el mayor peso lo obtuvo con la fertilización orgánica.

4.1.3. VARIABLES DE RENDIMIENTO

La variable rendimiento de arroz paddy (t ha^{-1}) y rendimiento de arroz pilado (t ha^{-1}) no se presentaron diferencias estadísticas. El tratamiento que alcanzo el mayor promedio numérico en rendimiento de arroz paddy fue la fertilización química (FQ) con $7,33 \text{ t ha}^{-1}$ a diferencia de la fertilización orgánica (FO) que logro $6,84 \text{ t ha}^{-1}$ (**Figura 1**). En cambio, el tratamiento que obtuvo el mayor promedio numérico en rendimiento de arroz pilado fue la FO con $4,20 \text{ t ha}^{-1}$, seguido de la FQ con $4,06 \text{ t ha}^{-1}$ (**Figura 2**).

Los resultados obtenidos, concuerda con los expresado por Rosero, (2015), que manifiesta que existe diferencia al usar abonos orgánicos y abonos químicos, y

uno de ellas es que, al fertilizar con productos químicos, la planta lo aprovechará en un menor tiempo y con facilidad, pero provocará un desequilibrio en el suelo, mientras al usar abonos orgánicos la planta lo aprovechara en más tiempo y lo hará de una forma indirecta, pero a su vez trae beneficios como; mejorar la textura del suelo, retiene los nutrientes disponibles, para que la planta lo asimile cuando requiera de ellos.

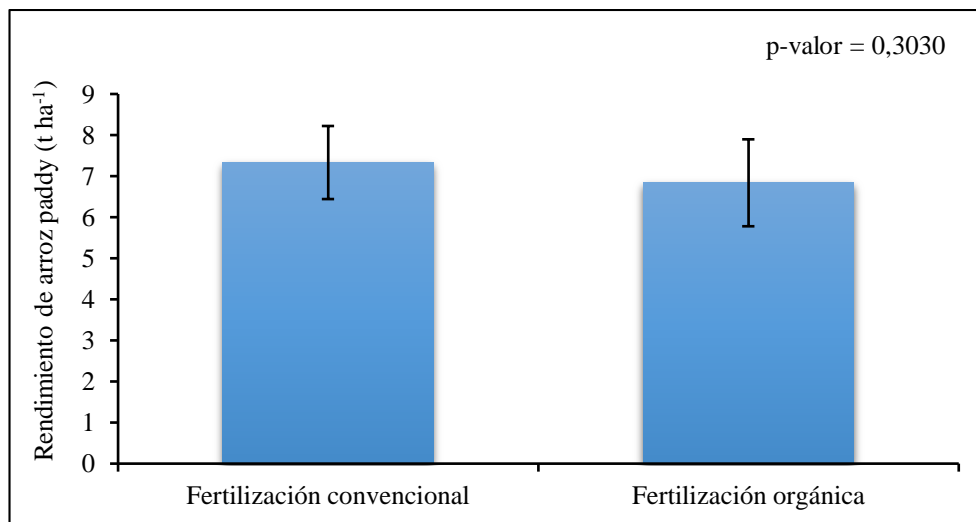


Figura 1: Efectividad de la fertilización orgánica y convencional en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en la zona de Santa Teresa-Charapotó, Ecuador 2021

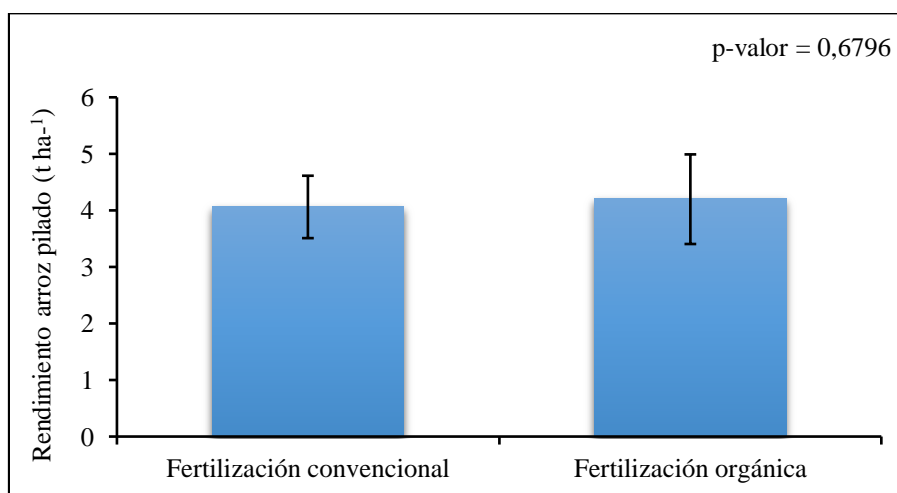


Figura 2: Efectividad de la fertilización orgánica y convencional en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en la zona de Santa Teresa-Charapotó, Ecuador 2021

Los resultados alcanzados evidencian que la fertilización orgánica puede producir rendimientos cercanos a los alcanzados con fertilización convencional. Lo anterior puede ser debido a que las aplicaciones de abonos orgánicos y minerales de origen natural, así como de microorganismos eficientes, 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 6**).

TABLA 6. 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	2,7	12	38	0,87	15	6,8	19
Final convencional	8,4	2,4	10	27	0,75	14	6,2	17

Se conoce que la aplicación de fertilizante orgánico es más costosa debido a las cantidades de abono para suplir el requerimiento nutricional de la planta, sin embargo, estos le van a proporcionar mejor calidad de producto, también va ser sostenible con el suelo y el medio ambiente (Arango, 2017). El cultivo de arroz se ve limitado por factores como la deficiencia de nutrientes en el suelo, por lo cual el agricultor opta por incorporar mayor cantidad de fertilizantes químicos (Flores *et al.*; 2016). Por otra parte, Labrador *et al.* (2006) quienes reportaron que el compost es uno de los mejores abonos orgánicos que permite mantener la fertilidad de los suelos con excelentes resultados en el rendimiento. Lo que coincide con lo manifestado por Castilla (2002) quien informó que el aporte de 1 t/ha⁻¹ de materia orgánica (MO), incrementaron a 7,7 t/ha⁻¹ los rendimientos del cultivo de arroz.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La fertilización química convencional alcanzó el mayor crecimiento aéreo y radical pero la fertilización orgánica produjo un menor número de macollos estériles.

- La fertilización orgánica alcanzó potencial de rendimiento similar al conseguido con la fertilización química convencional.

- La fertilización orgánica puede ser implementada como una alternativa ecológica en el manejo sostenible del cultivo de arroz.

5.2. RECOMENDACIONES

- Replicar la investigación en el tiempo y en varias zonas productoras de arroz con fines de ajustar la tecnología y desarrollar dominios generales de recomendación.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, M., Castrillo, W. & Belmonte, U. (2006). Origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronomía Tropical*, 56(2), 151-170. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000200001
- Álava, M., Poaquiza, J., & Castillo, G. (2018). La producción arroceras del Ecuador: Caso Samborondón, 2011 – 2015. *Revista espacios*, 39(34), 12. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n34/a18v39n34p12.pdf>
- Arango, M. (2017). Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos. [Tesis especialización, Universidad Lasallista Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias Especialización en Gerencia Agropecuaria]Re- <http://hdl.handle.net/10567/2036>
- Barrera, J. (2020). Del Cultivo Tradicional a la Cadena Agroindustrial del Arroz (*Oryza sativa* L.) en el Departamento de Casanare. *Alimentos Hoy*, 27(48), 66. <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/546>
- Berry, M., Sylvester-Bradley, R., Philipps, L., Hatch, J., Cuttle, S. P., Rayns, W., & Gosling, P. (2002). Is the productivity of organic farms restricted by the supply of available nitrogen? *Soil Use and Management*, 18(SUPPL.), 248-255. <https://pureportal.coventry.ac.uk/en/publications/is-the-productivity-of-organic-farms-restricted-by-the-supply-of->
- Borja, W., Morejón, B., Cueva, M., Mora, F. & Espinoza, F. (2020). Calidad molinera de 40 líneas avanzadas f6 de arroz (*Oryza* sp.) cultivadas en dos zonas arroceras del Ecuador. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*. ISSN 2528-8083, 5(CININGEC), 267-274. <https://zenodo.org/record/4429290#.Yn0vN-hBzIU>
- Carney, J. (2015). El origen africano del cultivo del arroz en Las Américas. *Asclepio*, 67(1), 77. <https://doi.org/10.3989/asclepio.2015.03>
- Castilla, A. (2002). Manejo sostenible del suelo para la producción de arroz. pp. 35–78. En: FEDEARROZ. Manejo integrado del cultivo de arroz en Colombia, Ibagué.
- Cedeño, J., Cedeño, G., Alcívar, J., Cargua, J., Cedeño, F., Cedeño, G., Constante, G. (2018). Incremento del rendimiento y calidad nutricional del arroz con fertilización NPK complementada con micronutrientes *Scientia Agropecuaria* 9(4): 503. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172018000400005&lng=pt&nrm=iso
- Chavarría, G. (2000). Prueba avanzada de rendimiento de trece cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) en condiciones de anegamiento y seco. [Tesis Ing. MSc. Universidad Nacional Agraria, (UNA). Managua, Nicaragua. Universidad Autónoma de Barcelona, España]. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=NI2006002213>

- FAO (Organización de las Naciones Unidas). (2002). Los fertilizantes y su Uso. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Ed. Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. 240 p
- Fernández, A., Torres, A., Espinoza, A., Zambrano, E., Villafuerte, G., Zambrano, E., & Velázquez, A. (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. Ecuador es calidad, 7(2), article 2. <https://doi.org/10.36331/revista.v7i2.104>
- Flores, A, Charchabal, D, Arévalo, J & Martínez, L. (2016). Abonos organicosliquidos en el cultivo de arroz *Oryza sativa* var Payamino 35274 en el Ecuador. Researchgate.net. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/299525281_Abonos_organicos_liquidos_en_el_cultivo_de_arroz_Oryza_sativa_var_Payamino_35274_en_el_Ecuador
- García, A., Rojas, F., Mosquera, J., & Cabeza, I. (2020). Evaluación de la producción de biogás a partir de la digestión anaeróbica de tamo de arroz pre-tratado. Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería. Recuperado a partir de <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/806>.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). (2020.) Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). Quito, Ecuador. 42 p. Disponible en línea (Consultado el 4 de abril de 2021). https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf
- Labrador, J; González, J; Porcuna, J; & Reyes, L. (2006). Regulación y criterios para el uso de fertilizantes orgánicos y enmiendas en agricultura urbana. Rev. SEAE Zaragoza. 23-30 p.
- Lozano, A & Ospina, C. (2019). Fundamentos técnicos para la nutrición del cultivo de arroz. http://www.fedearroz.com.co/docs/cartilla_fundamentos_nutricion.pdf
- Mahanty, T., Bhattacharjee, S., Goswami, M., Bhattacharyya, P., Das, B., Ghosh, A., & Tribedi, P. (2017). Biofertilizantes: un enfoque potencial para el desarrollo de la agricultura sostenible. Investigación internacional sobre ciencias ambientales y contaminación., 24(4), 3315–3335. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-8104-0>
- 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 de 2013. Presentación ppt (75 diapositivas). <https://docplayer.es/76657827-Resumen-en-el-cultivo-de-arroz-uno-de-los-principales-elementos-que-se-necesita-para-el.html>
- Morán, P. (2017). Efectos de enmiendas orgánicas complementarias a diferentes dosis de fertilización química, sobre el rendimiento de grano del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego, en la zona de Babahoyo. [Trabajo

- Experimental presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo a la obtención de título de: Ingeniera Agropecuaria]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3370/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000005.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Morán, R. (2020). Uso de la fertilización orgánica edáfica en el cultivo del arroz (Oriza Sativa) en el Ecuador [Componente Práctico del Examen de grado de carácter Compresivo presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad. Universidad Técnica de Babahoyo Facultad de Ciencias Agropecuarias Carrera de Ingeniería Agropecuaria]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8496>
- O'Day, P. A., & Vlassopoulos, D. (2010). Mineral-Based Amendments for Remediation. *Elements* (Quebec, Quebec), 6(6), 375–381. <https://doi.org/10.2113/gselements.6.6.375>
- Oehl, F., Oberson, A., Tagmann, H., Besson, J., Dubois, D., Mäder, H. & Frossard, E. (2002). Balance de fósforo y disponibilidad de fósforo en suelos bajo agricultura orgánica y convencional. *Nutrición cicl. Agroecosistema*. 62:25–35.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2018). Seguimiento del mercado Del arroz de la FAO (Abril). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 21(1), 1-10.
- Parrales, Y., Vásquez, V., Izurieta, M., & Barbotó, V. (2020). Fertilización química basada en análisis de suelo en dos líneas promisorias de arroz. *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, 5(7), 56-72. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/magazine/article/view/927>
- Perdomo R., Jayaro Y., Hernández F., Lozada C., Alezones J., Ávila M. (2019). Rha-180, primer híbrido de arroz venezolano. *Bioagro*, ISSN-e 2521-9693, ISSN 1316-3361, 31 (2), 221-226. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7146783>
- Pérez, R. (2015). Influencia de los abonos sintéticos y orgánicos en la producción de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad “Conquista” bajo riego en Tingo María. Universidad Nacional Agraria De La Selva Facultad De Recursos Naturales Renovables. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2799869>
- Quintana, H. (2019). Evaluación de método por nutriente faltante con elementos nitrogenado, potasio y Boro en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). [Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias Carrera de Ingeniería Agronómica]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6114/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000186.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quiroz, J. (2020). Efecto de una mezcla de tres fitohormonas en tres variedades de arroz (*Oryza sativa*). [Universidad Agraria del Ecuador]. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/QUIROZ%20MONTTOYA%20JEAN%20CARLOS_compressed.pdf
- Ramos D. & Terry A. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y

plantas. Cultivos Tropicales, 35(4), 52-59.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007&lng=es&tlng=es.

- Rodríguez, M. (2017). Respuesta del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L), a la aplicación de microorganismos promotores del crecimiento vegetal bajo condiciones de riego, en Vinces-Ecuador. [Universidad De Guayaquil Facultad De Ciencias Para El Desarrollo Carrera De Ingeniería Agronómica]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/23377>
- Rodríguez, O., Florido, R., Varela, M., González, D., Vázquez, R., Maqueira, L., Morejón, R., Rodríguez, O., Florido, R., Varela, M., González, D., Vázquez, R., Maqueira L., & Morejón, R. (2020). Aplicación de la herramienta de modelación DSSAT para estimar la dosis óptima de fertilizante nitrogenado para la variedad de arroz J-104. *Cultivos Tropicales*, 41(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362020000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=pt
- Rosero, W. (2015). Respuesta del cultivo de arroz (*oryza sativa* L.) al abonado orgánico en pre siembra en comparación con la fertilización química en el cantón Baba, provincia de Los Ríos. <https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/rosero%20aviles%20washington%20jose.pdf>
- Seufert V, Ramankutty N, Foley JA. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature* 485:229–32.
- Tran, L.; Le van, K.; Van Elsacker, S. and 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. and 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.
- Yakhin, O.; Lubyaynov, A.; Yakhin, I. and Brown, P. (2017). Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Frontiers in Plant Science* 7(2049): 1 – 32.
- Zambrano, A. (2021). Influencia de las sustancias húmicas en el desarrollo inicial de dos variedades de arroz, sometidas a estrés salino. [Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5693>
- Zambrano, C., Andrade, M., & Carreño, W. (2019). Factores que inciden en la productividad del cultivo de arroz en la provincia Los Ríos. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(5), 270-277. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000500270

ANEXOS

ANEXO 1

1-A; Preparación de terreno para semillero.



1-B; Germinación de la semilla de arroz SFL-11.

ANEXO 2

1-A; Aplicación de bioestimulantes en el semillero.

ANEXO 3

3-A; Arranque de las plantulas de arroz para el trasplante.



3-B; Aplicación del plan de fertilización en el arroz orgánico.

ANEXO 4

4-A; Siembra de las plántulas arroz SFL-11.



4-B; Siembra parcial arroz SFL-11.

ANEXO 5

5-A; Aplicación de la segunda fase del plan de fertilización edáfica.



5-B; Aplicación de la fertilización foliar.

ANEXO 6

6-A; Llenado del grano de arroz.



6-B; Macollos en su madurez fisiológica.

ANEXO 7

7-A; Toma de datos .

ANEXO 8

8-A y B; Toma de datos de las variables .

ANEXO 9

