



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias Sociales y Humanística

**“APLICACIÓN COMPUESTA DE ABONO ORGÁNICO Y FERTILIZANTES PARA
REDUCIR COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LOS CULTIVOS DE ARROZ DE LA
PROVINCIA DEL GUAYAS”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

LICENCIADO EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

Presentado por:

Iván René Gómez Ulloa
Kevin Alonso Mero Velasco

GUAYAQUIL - ECUADOR

2021

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este logro a Dios por darme la vida y salud para culminar con éxito esta etapa de mi vida, a mis padres Iván y Jasmin por brindarme su apoyo y esfuerzos para conseguir este logro académico, a mis hermanos y amigos que siempre con sus palabras y acciones me motivaban a dar el mejor esfuerzo durante mi trayectoria universitaria.

Iván Gómez

Dedicatoria especial a mi madre que siempre estuvo ahí para apoyarme en todo momento incluso cuando quería cambiarme de universidad.

Kevin Mero

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la fortaleza y templanza para abordar las adversidades, desafíos y éxitos a lo largo de este camino. A mis padres que sin su ayuda no sería posible este momento de mi vida. A mis tíos Ana y Johnny que fueron una parte importante para el desarrollo del presente trabajo. Y a mi compañero de tesis y amigo Kevin que con su aporte logramos la consecución de este proyecto.

Iván Gómez

Agradecimiento a mis amigos y profesores por el apoyo y conocimientos adquiridos durante mi vida universitaria. Y a mi compañero de tesis Iván por ser parte fundamental para el desarrollo del proyecto.

Kevin Mero

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Iván René Gómez Ulloa y Kevin Alonso Mero Velasco, y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



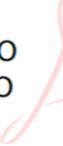
Iván René
Gómez Ulloa



Kevin Alonso
Mero Velasco

EVALUADORES

PABLO
ANTONIO
SORIANO
IDROVO



Firmado
digitalmente por
PABLO ANTONIO
SORIANO IDROVO
Fecha: 2022.02.15
18:41:39 -05'00'

Econ. Pablo Soriano Idrovo
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El panorama actual respecto a la producción de arroz no es muy favorable para el pequeño agricultor ecuatoriano. Debido a conflictos y problemáticas mundiales los precios de los insumos utilizados en la fertilización de esta planta han sufrido constantes incrementos mientras que el precio del arroz enfrenta precios cada vez más bajos, lo que ha provocado una preocupación entre la comunidad de producción arroceras. Entre las acciones que han estado empleando los agricultores está el de buscar tratamientos alternos para la fertilización de sus cultivos, sin embargo, la variedad extensa de productos y métodos que existen en el mercado hacen que esta decisión no sea fácil, después de todo hay diversos factores que inciden al momento de escoger un buen fertilizante para el desarrollo de la planta. La finalidad del estudio fue encontrar el tratamiento óptimo que combine materia orgánica e insumos química de manera que los productores puedan cultivar esperando buenos márgenes de ganancia, para ello se decidió implementar un tratamiento que incluye el uso del producto Agricomplex PREMIUM, el cual fue elaborado con base a la experiencia de especialistas en fertilización de cultivos. Finalmente, el tratamiento propuesto generó buenos resultados y lo más importante se logró una considerable reducción de costos en su aplicación para los cultivos de arroz.

Palabras Clave: Producción de arroz, abonos orgánicos, fertilizantes nitrogenados, urea

ABSTRACT

The current outlook for rice production is not very favorable for the small Ecuadorian farmer. Due to conflicts and world problems, the prices of inputs used in the fertilization of this plant have suffered constant increases while the price of rice faces increasingly lower prices, which has caused concern among the rice production community. Among the actions that farmers have been taking is to look for alternative treatments for the fertilization of their crops, however, the wide variety of products and methods that exist in the market make this decision not easy, after all, there are several factors that affect the choice of a good fertilizer for the development of the plant. The purpose of the study was to find the optimal treatment that combines organic matter and chemical inputs so that growers can cultivate expecting good profit margins, so it was decided to implement a treatment that includes the use of the product Agricomplex PREMIUM, which was developed based on the experience of specialists in crop fertilization. Finally, the proposed treatment generated good results and, most importantly, a considerable cost reduction was achieved in its application to rice crops.

Keywords: *Rice production, organic fertilizers, nitrogen fertilizers, urea.*

SIMBOLOGÍA

N	Nitrógeno
P	Fósforo
K	Potasio
ha	Hectárea
NH ₃	Amoniaco
COS	Coeficiente de Ocupación del Suelo
CO ₂	Dióxido de Carbono
CH ₄	Metano
N ₂ O	Óxido Nitroso
DAP	Fosfato Diamónico
Si	Silicio
S	Azufre

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Análisis cualitativo de las entrevistas.....	16
Tabla 4.2 Ventajas y desventajas de principales compuestos.....	28
Tabla 4.3 Comparación de tratamientos.....	32
Tabla 4.4 Tratamiento propuesto y tratamiento convencional con productos químicos..	34
Tabla 4.5 Flujo de caja de la empresa utilizando un tratamiento convencional.....	37
Tabla 4.6 Flujo utilizando el tratamiento propuesto.....	38
Tabla 4.7 Análisis FODA.....	40

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
DECLARACIÓN EXPRESA	IV
EVALUADORES	V
RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
SIMBOLOGÍA.....	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	IV
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes e introducción.....	1
1.2 Planteamiento y justificación del problema	3
1.3 Alcance.....	4
1.4 Beneficiarios.....	4
1.5 Objetivo General	4
1.6 Objetivos Específicos	4
CAPÍTULO 2	6
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Rendimiento del arroz en Ecuador	6
2.2 Opciones de política para promover una cadena de suministro de arroz sostenible	6
2.3 Problemas de fertilizantes en la industria arrocera.....	7
2.4 Ventajas económicas de la aplicación de fertilizantes orgánicos.....	9
2.5 Comportamiento agronómico del cultivo de arroz	12
CAPÍTULO 3	14
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
3.1 Recopilación de Datos.....	14

3.2 Diseño de Entrevista Semiestructurada	14
3.3 Metodología de análisis.....	14
CAPÍTULO 4	16
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS	16
4.1. Análisis de entrevistas semiestructuradas	16
4.2 Diferentes tratamientos de la aplicación de abonos y fertilizantes químicos en la siembra de arroz	21
4.3 Fertilizantes Minerales y abonos orgánicos:	26
4.5 Evaluación y análisis de métodos.....	27
4.5.1 Contraste de Tratamientos Especializados.....	29
4.6. Análisis Económico.....	34
4.6.1 Contraste de costos contra el tratamiento tradicional	34
4.6.2 Beneficios Ambientales	35
4.6.3 Proyección de la Empresa AGRIJALT, utilizando el tratamiento propuesto..	35
4.7. Análisis FODA.....	39
CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
ANEXOS.....	47

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes e introducción

La deficiencia de nitrógeno es uno de los problemas más comunes del arroz. Es habitual en todos los suelos de cultivo de arroz donde las variedades modernas se siembran sin suficiente fertilizante mineral N.

Este problema a menudo ocurre en las etapas críticas de crecimiento de la planta, como el mancillamiento y el inicio de la panícula, cuando la demanda de nitrógeno es grande. La deficiencia de nitrógeno también puede ocurrir cuando se ha aplicado una gran cantidad de fertilizante N, en el momento equivocado o de la manera incorrecta. Los suelos particularmente propensos a la deficiencia de N incluyen los siguientes tipos:

- Suelos con muy bajo contenido de materia orgánica.
- Suelos con limitaciones particulares para el suministro de N autóctono (por ejemplo, suelos de sulfato ácido, suelos salinos, suelos deficientes en fósforo (P), suelos de humedales mal drenados).
- Suelos alcalinos y calcáreos con bajo estado de materia orgánica y un alto potencial de pérdidas por volatilización del amoníaco (NH₃).

En comparación con la aplicación separada de fertilizantes químicos, el suministro de estiércol es beneficioso para el equilibrio de nutrientes del suelo, su estructura, y la capacidad de retención de humedad, lo que facilita la protección del medio ambiente. La aplicación de fertilizantes orgánicos representa un buen método para mantener los rendimientos de los cultivos y las reservas de carbono orgánico del suelo. Por lo tanto, el estiércol se ha aplicado como una enmienda importante para mantener la fertilidad de este.

El arroz es el cultivo predominante en los países de Asia meridional y sudoriental, con una superficie de 73,7 millones de ha. Es único entre los principales cultivos alimentarios que crece bien en suelos inundados. Cuando se aplica nitrógeno en condiciones de inundación, este nutriente es propenso a diferentes tipos de pérdidas, que llegan hasta el 60%.

Con el aumento de la superficie cultivada con variedades modernas de arroz en diferentes países, el uso de fertilizantes químicos se ha incrementado hasta 150 kg N / ha. Aproximadamente, el 10% del fertilizante nitrogenado total utilizado a nivel mundial se aplica al arroz. Los fertilizantes químicos suministran nitrógeno en forma de amoníaco, nitrato o amida. Entre los fertilizantes nitrogenados, alrededor del 80% de la demanda, se satisface con urea, que es muy soluble en agua y propensa a sufrir pérdidas.

Cuando se aplica cualquier compuesto de N a un arrozal sumergido, se pierde por lixiviación, desnitrificación, volatilización y escorrentía. De la pérdida total de N, la lixiviación aporta alrededor del 30% al 50%, principalmente como nitrato; desnitrificación contribuye alrededor del 10% al 30% como N₂; y la volatilización, alrededor del 2% al 30% como amoníaco. El nitrógeno que se escapa contamina la atmósfera y los sistemas de agua. Por lo tanto, la carga de compuestos nitrogenados en los ecosistemas de arroz crea peligros ambientales continuos e inevitables en los países productores de arroz.

La fertilización a base de estiércol podría representar una alternativa al fertilizante mineral para lograr altos rendimientos de arroz y mejorar el medio ambiente y la calidad del suelo. La investigación ha demostrado que el uso de fertilizantes compuestos orgánicos-inorgánicos no solo puede disminuir el uso de suministros químicos, sino también promover la eficiencia y sostenibilidad de los ecosistemas agrícolas durante un largo período de tiempo.

La aplicación de fertilizantes orgánicos puede aumentar significativamente el contenido de COS (Coeficiente de Ocupación del Suelo) y los nutrientes, lo que indica que la combinación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos es un buen método de fertilización. En la mayoría de los casos, el estiércol orgánico combinado con suministros minerales resultó en mejoras significativas del rendimiento debido al aumento de los aportes totales de nutrientes.

Las contribuciones de nutrientes del estiércol deben estimarse e informarse porque la mala gestión de este, incluidas las tasas de aplicación, el momento y los métodos incorrectos en tierras agrícolas, pueden provocar pérdidas de nutrientes al medio ambiente, aumento de la salinidad en el suelo e invasión de patógenos y malezas.

Además, deben evaluarse los beneficios potenciales de las aplicaciones combinadas de abono y fertilizantes minerales N para recomendar dosis de fertilizantes complementarios con el fin de superar la disponibilidad inicial limitada de N suministrado como abono de vaca. Todos estos factores contribuirán a optimizar la productividad de los cultivos mientras se minimiza el impacto ambiental de las aplicaciones de fertilizantes.

1.2 Planteamiento y justificación del problema

En la actualidad, el mayor problema de las plantas arroceras es que los principales fertilizantes nitrogenados, especialmente la urea, tienen costos muy altos y la tendencia indica que seguirán subiendo el próximo año. Esto se debe a temas de logística internacional, cierre de operaciones de grandes exportadoras de fertilizantes, etc. Es por esta razón, que es necesario buscar alternativas al uso exclusivo de químicos para mantener los niveles de ganancias de las productoras de arroz. Los requisitos de nitrógeno (N) de los cultivos de arroz se satisfacen tanto con el suelo como con los suministros.

Debido a la deficiencia aguda de N en la mayoría de los suelos de arroz, se debe aplicar fertilizante N para satisfacer la demanda de los cultivos. Este fertilizante aplicado a los cultivos de arroz se pierde parcialmente a través de diferentes mecanismos, que incluyen la volatilización, desnitrificación y lixiviación del amoníaco. Estas pérdidas pueden causar problemas ambientales como la contaminación de la atmósfera, los sistemas acuáticos y las aguas subterráneas.

Estos inconvenientes no pueden aliviarse por completo. Sin embargo, pueden reducirse considerablemente mediante diversas técnicas. Se han realizado investigaciones en todo el mundo para minimizar las pérdidas de fertilizantes nitrogenados.

La aplicación de fertilizantes químicos es uno de los regímenes más adoptados en el desarrollo de la agricultura intensiva en la actualidad. No obstante, el uso continuo a largo plazo de este tipo de suministros ha provocado muchos efectos inesperados. Por ejemplo, el costo de productividad no escala linealmente y resulta en un enorme desperdicio de recursos minerales.

Además, la aplicación excesiva de estos fertilizantes conlleva problemas de seguridad alimentaria y deterioro de la calidad, como la acumulación de nitratos en los productos

vegetales. De hecho, varios estudios han demostrado que la agricultura orgánica, que prohíbe estrictamente los fertilizantes sintéticos, proporciona una alternativa que tiene el potencial de minimizar la influencia negativa del uso de fertilizantes químicos, y los productos de los sistemas de agricultura orgánica generalmente están dotados de propiedades nutricionales mejoradas.

Otra propuesta actual para resolver el problema agroambiental es la gestión integrada de nutrientes que no tiene como objetivo eliminar por completo los fertilizantes sintéticos en un futuro próximo, sino que sugiere el uso de inoculaciones microbianas para reducir la cantidad de fertilizantes aplicados.

Las diferencias regionales en las prácticas de producción, las características de las fincas y las condiciones de cultivo fueron las principales influencias en los costos de producción entre los productores de arroz. Tres cuartas partes de la producción de arroz se concentraron en granjas grandes y muy grandes, categorías que incluían casi dos tercios de todas las granjas de arroz, pero el vínculo entre el tamaño de la empresa y los costos de producción del arroz es más débil que para otros productos básicos.

1.3 Alcance

La investigación será realizada en la Provincia del Guayas durante el período 2021-2022

1.4 Beneficiarios

- Los productores/empresas productoras de arroz en la provincia del Guayas.
- Los negocios/personas productoras de abonos orgánicos para cultivos como arroz

1.5 Objetivo General

Determinar la combinación óptima del uso de abonos orgánicos y fertilizantes químicos para la reducción de costos de producción en los cultivos de arroz de la provincia del Guayas.

1.6 Objetivos Específicos

- Evaluar la percepción de los productores/agricultores sobre el uso de productos y/o tratamientos orgánicos en la producción del arroz mediante la aplicación de entrevistas semiestructuradas.

- Evaluar el desarrollo integral del cultivo de arroz con base a los tratamientos de la aplicación de abonos orgánicos.
- Realizar un análisis de los diferentes tratamientos de la aplicación de abonos y fertilizantes químicos, para la identificación del tratamiento que proporciona rendimientos a menores costos.
- Realizar un análisis económico del tratamiento óptimo, mediante la relación costo – beneficio.
- Elaborar una proyección de flujo de caja del período 2022 – 2026 de la empresa AGRIJALT en la que se definirá el VAN, TIR, PAYBACK.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Rendimiento del arroz en Ecuador

En 2019, Ecuador tenía una superficie sembrada de arroz de 288.797 hectáreas y se produjeron 1.668.523 toneladas, con un rendimiento de 5,78 toneladas por hectárea, según cifras del Ministerio de Agricultura (MAG). Guayas es la provincia que concentra alrededor del 74% de la producción arroceras nacional, seguida de Los Ríos, Manabí y El Oro.

La cadena de valor del arroz contribuye significativamente a la economía de Ecuador. En 2017, las principales contribuciones económicas del sector agrícola fueron del cultivo de arroz, lo que generaba el 4,5% del producto interno bruto agrícola del país; y absorbía una gran cantidad de mano de obra rural y periurbana (124.000 trabajadores); además, proporcionaba ingresos a las familias dedicadas a la agricultura; y contribuyó a la seguridad y la autosuficiencia alimentarias, ya que el arroz es un alimento básico en la dieta nacional (López, 2020).

El sector del arroz consta de 75 000 unidades de producción y, según se estima, el 65% de la producción es producida por pequeños agricultores (1 a 10 ha). La mayoría de los agricultores utilizan sistemas de producción nemotécnicos (87%); mientras que el 8% utiliza técnicas tradicionales y el 5% se considera que opera en un sistema técnico completo. Guayas, Los Ríos, Manabí, El Oro y Loja son las principales provincias productoras de arroz del Ecuador.

El rendimiento medio de la producción de arroz con cáscara es superior a 5 toneladas / ha. En relación con otros países de América del Sur, los rendimientos de arroz de Ecuador son superiores a los de Colombia (4,71 toneladas / ha) e inferiores a los de Perú (7,55 toneladas / ha).

2.2 Opciones de política para promover una cadena de suministro de arroz sostenible

En primer lugar, la protección fronteriza debe seguir la línea de los precios mínimos y comenzar una reducción gradual. Una medida alternativa a evaluar es asegurar que los

cambios de protección estén en convergencia con la situación del mercado de los países vecinos y se brinde un apoyo especial a los agricultores familiares. La disociación de las políticas de protección social de la producción agrícola podría considerarse una alternativa más viable y menos costosa para las familias más pobres (Pérez, 2020).

Por otra parte, realizar una mejora en los programas de diversificación y transformación agrícola. Estos pueden ser incentivados a través de inversiones privadas y la puesta en marcha de planes públicos de reconversión y extensión agrícola. Se debe mejorar la calidad de los insumos nacionales, como semillas y agroquímicos; y es fundamental que la investigación y el desarrollo ayuden a mejorar los paquetes tecnológicos para alinearlos mejor con las necesidades reales.

2.3 Problemas de fertilizantes en la industria arrocera

Aunque se sabe que los fertilizantes orgánicos mejoran la calidad del suelo, el uso de estos suministros no es muy común en Ecuador. El escenario global actual enfatiza firmemente la necesidad de adoptar prácticas agrícolas amigables para la producción sustentable de alimentos.

La materia orgánica es el indicador clave de la calidad del suelo y proporciona macro y microelementos para las plantas, al tiempo que mejora la estructura y la aireación del suelo, aumenta la capacidad de retención de agua y regula la temperatura del terreno. El cambio a la agricultura basada en la conservación puede mejorar las propiedades de los suelos, especialmente en términos de aumento de “carbono orgánico del suelo (COS)”.

En suelos de baja fertilidad, aumentar el COS es esencial para mejorar la calidad del cultivo. Prácticas agrícolas típicas en Ecuador, como la falta de atención a la rotación de cultivos, el uso limitado de residuos orgánicos y la labranza extensiva han creado serios problemas en términos de rendimientos decrecientes y degradación de la tierra a través de la erosión del suelo y la degradación de su estructura.

La erosión disminuye la fertilidad, la estabilidad de los agregados, el contenido de materia orgánica, el contenido de nutrientes y la actividad biológica. Se pudo observar que los problemas de erosión del suelo en el sur de Asia, especialmente en Afganistán, se deben

a la eliminación excesiva de residuos de cultivos y estiércol pastoreo y falta de insumos modernos fuera de la finca (González, 2020)

La producción agrícola mundial de alimentos se ha incrementado gracias a la aplicación de fertilizantes químicos. Sin embargo, podría provocar un desequilibrio de nutrientes en el suelo y aumentar la pérdida de amoníaco y gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera. La erosión y la salinización del suelo aumentan debido al mayor uso de fertilizantes y provocan eutrofización, reducción de los recursos de agua potable y pérdida de biodiversidad acuática, así como el agotamiento de las reservas de carbono orgánico del suelo.

Dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) son los principales GEI del sector agrícola. En particular, las emisiones de CH₄ de los arrozales y las emisiones de N₂O de los fertilizantes químicos son la principal preocupación con respecto a los impactos sobre el calentamiento global. Por otro lado, las tierras agrícolas tienen un gran potencial como fuente de secuestro de carbono cuando se aplica una gestión adecuada de la tierra (Zambrano, 2020)

Dado que la agricultura es una de las principales industrias de Ecuador, la gestión agrícola adecuada es la clave para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la degradación del suelo.

Los cereales como el trigo, el arroz y el maíz siguen siendo la fuente de alimentos más importante del mundo desde el Neolítico. Dado que el 80% de la población consume trigo en Ecuador, el trigo y el arroz son los alimentos básicos más importantes producidos en el 75% de la superficie cultivada para satisfacer las demandas. Por lo tanto, mejorar la fertilidad del suelo es una tarea urgente para asegurar el sistema de producción de alimentos a largo plazo. El clima de Ecuador es propicio para producir estos cereales a una alta calidad y rendimiento, pero su producción es limitada debido a la falta de nuevas variedades, sistemas de cultivo y procesamiento avanzado de molienda (Castañeda, 2017)

Actualmente, más del 90% del trigo y el arroz se produce mediante procesos manuales; por lo tanto, los productos no pueden competir con aquellos que han sido sometidos a una estandarización y procesamiento reconocidos internacionalmente. Además, el costo

de los fertilizantes inorgánicos ha aumentado enormemente, hasta el punto de que están fuera del alcance de los agricultores pequeños y marginales.

La agricultura convencional actual en Ecuador está amenazada. Sin embargo, la potencial producción nacional podría alterar este escenario hacia el autoabastecimiento a través de prácticas agrícolas adecuadas, manejo de fertilizantes, políticas agrícolas y conocimientos técnicos de manejo de la producción, por lo que la hipótesis que se genera en este estudio es que la aplicación regular de abono orgánico junto con fertilizantes químicos, podría mejorar la calidad del suelo y la producción de cultivos en la región donde hay limitaciones en los recursos agrícolas y técnicos (Lorenty, 2020)

Además, la falta de datos sobre las propiedades del suelo es una de las principales limitaciones para los agricultores locales, así como para otros grupos involucrados en el desarrollo agrícola en Ecuador. Para promover la agricultura sostenible y mejorar la calidad del suelo y los sistemas de cultivo, es importante recopilar el conocimiento básico de las propiedades regionales del suelo, los impactos ambientales de las prácticas agrícolas actuales, y los costos de un nuevo método agrícola para la adaptación al cambio climático.

2.4 Ventajas económicas de la aplicación de fertilizantes orgánicos

El costo del sistema del cultivo del arroz es en promedio dos veces más caro que el de los tratamientos orgánicos, mientras que los niveles de producción son casi los mismos. El costo de los fertilizantes orgánicos (estiércol de ganado) es muy razonable en comparación con el de los fertilizantes químicos, puesto que los agricultores locales en su mayoría poseen de ganado en sus granjas y su estiércol se puede utilizar como fertilizante. Una cantidad doble de fertilizante orgánico podría tener el potencial de aumentar más carbono del suelo y cambiar las propiedades de este a largo plazo.

La tecnología apropiada de manejo del estiércol necesita ser transferida a los agricultores locales, dado que la baja productividad del suelo en las tierras agrícolas afganas ha sido un problema grave durante años. Por lo tanto, se requiere más investigación para determinar la mejor combinación de prácticas agrícolas con el uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos.

El arroz es uno de los cultivos de cereales más consumidos en el mundo. Es un alimento básico para muchos países de Asia, África, América Latina y el Caribe; aproximadamente el 90% de la producción y el consumo mundial de arroz procede de Asia (Bonilla L. C., 2021).

El arroz generalmente se clasifica según su entorno de cultivo (arroz de tierras bajas y tierras altas cultivado en tierras bajas y tierras altas) o según su fuente de agua (arroz de secano y de regadío). Los cultivadores de arroz orgánico utilizan sistemas de cultivo y abono orgánico como el cultivo intercalado de leguminosas y el arroz o la rotación de cultivos para mejorar o mantener la fertilidad del suelo.

Estiércol orgánico: Algunos tipos de abono orgánico que se utilizan en el cultivo de arroz son el abono verde, el abono de jardín y el abono orgánico.

Abono verde / cultivos de cobertura: Leguminosas como cultivos de cobertura que se dejan en la superficie del suelo para descomponer y aumentar la materia orgánica de este. Un beneficio adicional de este sistema es que los cultivos de leguminosas fijan nitrógeno en el suelo a medida que crecen. Un abono verde común utilizado en la producción de arroz es Azolla o helecho lenteja de agua (Quijije, 2020)

Azolla es un helecho de agua dulce que forma una relación simbiótica (mutuamente beneficiosa) con algas verde azuladas llamadas *Anabaena azollae*. Estas algas tienen la notable capacidad de capturar nitrógeno atmosférico y convertirlo en amoníaco que es absorbido por la planta.

El nitrógeno fijado en Azolla pasa a estar disponible para el arroz cuando se descompone el alga. Este método se usa ampliamente en China y muchos otros países asiáticos en la producción de arroz con cáscara.

Estiércol de corral: El estiércol de corral puede ser una mezcla de estiércol de animal, orina, paja y basura que se utiliza como material de cama. La riqueza de este estiércol depende de algunos factores como (a) el valor nutricional del alimento que se le da al animal; los piensos ricos en proteínas y minerales producen estiércol rico (b) la cantidad de paja utilizada; un alto contenido de paja asegura una lenta descomposición del estiércol. El estiércol de las granjas aumenta los niveles de carbono orgánico del suelo (Aviles, 2019)

Compost: El compost es formado a partir de materiales orgánicos descompuestos. Los materiales orgánicos pueden ser desde residuos de cultivos hasta excrementos de animales o estiércol. Este abono se compone de paja y cascarilla de arroz (subproductos de la molienda), residuos de cultivos de leguminosas y desechos animales. Estos componentes se apilan en capas para formar un montón que se debe mantener húmedo dejar en reposo cada dos semanas para facilitar la descomposición (Ricchetto, 2020)

Puntos importantes para tener en cuenta sobre el abono orgánico

- En comparación con los fertilizantes inorgánicos/químicos, el abono orgánico a menudo tiene una menor concentración de los principales nutrientes de las plantas (nitrógeno y fósforo). Sin embargo, tienen la ventaja de enriquecer los suelos con micronutrientes, enzimas y microorganismos que no suelen estar presentes en los fertilizantes inorgánicos.
- El estiércol orgánico si se aplica de manera inapropiada podría causar contaminación ambiental. La aplicación de estiércol en un momento en que el crecimiento del cultivo es lento y la absorción de nutrientes es baja puede resultar en la lixiviación (lavando hacia abajo el perfil del suelo) de nitrato y fósforo en el agua subterránea. Además, la aplicación de estiércol en suelos anaeróbicos puede conducir a la pérdida de nitrógeno a la atmósfera por desnitrificación (reducción de nitrato a óxido nitroso y gas nitrógeno).
- El nitrógeno presente en el abono orgánico está en su forma orgánica y no está disponible para el cultivo. Su disponibilidad se consigue después de someterse al proceso de mineralización, donde la descomposición por microorganismos transforma el nitrógeno orgánico en su forma inorgánica (nitrato de amonio) (Iglesias, 2020)

Cultivo de arroz y leguminosas: el cultivo intercalado de arroz y leguminosas es una práctica común en la producción de arroz de secano y especialmente entre los productores de los países en desarrollo. La motivación de esta práctica suele ser que los productores se beneficien de los rendimientos de más de un cultivo al final de la temporada de crecimiento. Además, como se trata de cultivos intercalados con

leguminosas, el productor también disfruta de los beneficios de una mayor fertilidad y calidad del suelo (Pando, 2020)

Las raíces y otros residuos de cultivos de leguminosas cuando se descomponen por microorganismos ayudan a mejorar el contenido de materia orgánica del suelo, mejorando así el contenido de carbono del suelo y la calidad del suelo para la próxima temporada de crecimiento.

Las leguminosas intercaladas con arroz tienen la capacidad de fijar de la atmósfera entre 100 y 200 kg de nitrógeno por hectárea en un año. Entre las leguminosas comunes intercaladas con arroz se incluyen cacahuete, frijol mungo, garbanzo negro de soja, guandú y caupí.

Finalmente, la investigación científica ha mostrado alguna evidencia de transferencia de nitrógeno de cultivos leguminosos a cultivos no leguminosos en la zona de raíces. Aquí las legumbres liberan compuestos nitrogenados solubles que pueden ser absorbidos por cultivos no leguminosos (Bonilla M. , 2020)

2.5 Comportamiento agronómico del cultivo de arroz

El arroz es un alimento básico y una fuente primaria de calorías en gran parte del mundo. Sin embargo, también puede ser una fuente dietética de metales tóxicos (loides) para los humanos, y su cultivo genera emisiones atmosféricas de gases de efecto invernadero y requiere un alto uso de agua. Debido a que la producción de arroz consume una cantidad significativa de recursos naturales y es una gran parte de la economía agrícola mundial, aumentar su sostenibilidad podría tener beneficios sociales sustanciales.

Existen oportunidades para una producción de campo más sostenible a través de una combinación de manejo de silicio (Si) y prácticas de riego de conservación. La cáscara de arroz puede limitar la absorción de arsénico y cadmio, al mismo tiempo que proporciona vigor a la planta en condiciones de suelo más secas. Por lo tanto, la adición de cáscara y el riego de conservación pueden ser más efectivos para atenuar la acumulación de metales tóxicos (loides), administrar el uso del agua y reducir los impactos climáticos cuando se implementan juntos.

La aplicación de la cáscara podría, junto con el manejo alternativo de humedecimiento y secado o riego por surcos, ayudar a resolver múltiples desafíos de sustentabilidad en la producción de arroz:

- Limitar la acumulación de arsénico y cadmio en el arroz
- Minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero de la producción de arroz
- Disminuir el uso de agua de riego
- Mejorar la eficiencia del uso de nutrientes
- Utilizar un producto de desecho del procesamiento del arroz
- Mantener los niveles de Si del suelo accesibles a las plantas

Las prácticas de riego del arroz pueden disminuir las emisiones de CH₄ al interrumpir o prevenir (al menos en la parte superior de los campos de arroz irrigados por surcos, donde el agua se canaliza hacia los surcos en lugar de retenerla en arrozales o cuencas) las condiciones reductoras de redox del suelo que conducen a metanogénesis (Bonilla M. , 2020)

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Recopilación de Datos

El presente estudio se basó en una investigación exploratoria para comprender mejor el problema y sus posibles soluciones, además, se utilizó como instrumento de investigación entrevistas semiestructuradas con especialistas en el tema agrícola con la finalidad de obtener información acerca de factores relacionados a fertilizantes y el comportamiento agrónomo del arroz.

Para esto se utilizó material bibliográfico y casos de estudio como fuentes de información, así también, se indagó el proceso de siembra, cultivo, producción, y cosecha de las plantaciones arroz de diversas ciudades de la provincia del Guayas.

3.2 Diseño de Entrevista Semiestructurada

Para complementar la recopilación de datos se procedió a realizar una entrevista semiestructurada que ofreció un flujo de comunicación con cierta flexibilidad, pero manteniendo la conversación guiada entre el entrevistador y el entrevistado. Se delineó tópicos de conversación para conocer la percepción del entrevistado sobre la problemática actual por la que está envuelta la producción del arroz, los factores críticos que determinan una buena producción y las diferentes alternativas que se pueden implementar para compensar el tema de los altos costos. Este tipo de entrevista permitió al entrevistador seguir cualquier idea que surgió durante la conversación. Las preguntas se encuentran adjuntas en el apartado de Anexos.

3.3 Metodología de análisis

Inicialmente y para cumplir con el objetivo número 1, se procedió a analizar los resultados de las entrevistas semiestructuradas llevadas a cabo para conocer la percepción de las

personas expertas sobre este tema. El análisis de dichos resultados se realizó mediante una tabla, en donde en el eje horizontal están los entrevistados y en el eje vertical se presentan las diferentes aristas o temas relevantes proporcionados por cada uno de ellos.

Posteriormente se resumió, o explicaron los aspectos más relevantes de las entrevistas, resaltando similitudes en las respuestas, y después destacando los aspectos más llamativos individuales de cada entrevista.

Para el análisis se plantearon tres escenarios de estudio: para el primer escenario se realizó un análisis exploratorio de algunos compuestos orgánicos e inorgánicos importantes en la industria. Se asignó una puntuación de 1 a 10, considerando la información encontrada sobre este compuesto. Los factores a evaluar en esta puntuación fueron importancia y usabilidad, y ventajas contra desventajas. Al final, al momento de la sumatoria, mientras mayor es el puntaje, mayor importancia tiene el compuesto o tiene más ventajas sobre desventajas. De esta manera, se tiene en este primer escenario los compuestos que pueden ser mayormente considerados.

En un segundo escenario, se evaluó y analizó no solo componentes individuales, sino tratamientos en sí, específicamente, tratamientos evaluados científicamente, ya sea encontrados en la literatura, o mencionados durante las entrevistas. En esta matriz de comparación constan los siguientes rubros: factores típicos, descripción del tratamiento, facilidad de acceso a materiales, adaptabilidad y favorecimiento del suelo, y costo mensual por hectárea en dólares.

Para finalizar, en el tercer escenario, se hizo un análisis comparando los resultados de dos tratamientos, incluyendo el tratamiento propuesto. En este último, se realizó un análisis de costos y una proyección de flujo de caja para la empresa Agrijalt con el objeto de entender y observar que los materiales fueron específicamente más baratos y la mezcla del tratamiento resultó más económica.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1. Análisis de entrevistas semiestructuradas

Tabla 4.1 Análisis cualitativo de las entrevistas

	Entrevista 1	Entrevista 2	Entrevista 3	Entrevista 4
Características generales	*42 años *10 años de experiencia en cultivo de arroz y cacao, *Residente en Milagro.	*51 años *20 años de experiencia *Residente en Milagro.	*24 años *Familia de agricultores con amplia experiencia *Daule.	*40 años *Más de 15 años de experiencia *Reside en Los Ríos.
¿Qué opina usted del precio del arroz actualmente en el Ecuador?	*Insumos más caros *No hay rentabilidad *El gasto en gasolina influye *Anteriores gobiernos ayudaban con insumos *Actuales gobiernos no han mostrado ayudas.	*Sobreproducción *Contrabando *Antes el gobierno apoyaba al pequeño agricultor.	*Alrededor de \$25 * Sobreproducción *No hay muchas exportaciones *No se cubren los costos de producción *No se respeta el precio.	*Falta de seriedad por parte de los gobiernos *Contrabando no se controla.

<p>Sabemos que el costo de los fertilizantes ha sufrido un incremento recientemente, ¿Conoce los motivos por los que esto ha ocurrido?</p>	<p>*No conoce *Saco de la urea en \$48-50.</p>	<p>*Precio por encima de los \$50.</p>	<p>*Problema logístico *Costos de combustible aumenta, *Fletes han aumentado *Subida a más de \$50.</p>	<p>*Situación militar interna de China provoca incremento del precio del petróleo *Falta de subsidios.</p>
<p>Respecto a los insumos que son indispensables en el desarrollo del arroz, ¿Cuáles son los elementos más importantes que se le debe suministrar a la planta?</p>	<p>*DAP (Fosfato diamónico), urea, sulfato de zinc *Insecticidas.</p>	<p>*Sulfato *DAP *Magnesio *Fósforo *Junto con la urea.</p>	<p>*Esenciales son nitrógeno (el más importante, por esto la importancia de la urea) , fósforo (al inicio) y potasio(al final).</p>	<p>*Nitrógeno, fósforo y potasio (todos son muy importantes).</p>
<p>Desde la siembra del arroz hasta la cosecha, ¿cuántas aplicaciones de estos elementos se realizan?</p>	<p>*3 abonadas desde los 15 días hasta los 45 días máximo 50 días *Al inicio se aplica DAP, y la urea por lo general se aplica en las 3 ocasiones.</p>	<p>*Fumigación unos 11 días luego de sembrar a los 15 días abono completo (mezcla de algunos abonos), a los 30 días la urea. 3era aplicación urea con sulfato de amonio.</p>	<p>*Generalmente, 3 aplicaciones, Urea casi siempre, fósforo al inicio, potasio al final.</p>	<p>***</p>

<p>¿Qué opina usted sobre el uso abonos orgánicos como complementos en el uso de la producción del arroz?</p>	<p>*Son costosos por lo que es recomendable en grandes territorios.</p>	<p>*No ha aplicado *Chutre y Daule, El biol es bueno, algunos duplican o triplican *Alga azolla es buena.</p>	<p>*No son tan comunes* Alga marina se ha popularizado *Si se usa 100% orgánico disminuye la producción *Biol es efectivo y a veces más económico.</p>	<p>*Viables bajo ciertas condiciones del suelo *Bioles demoran mucho a pesar de que algunos son muy buenos. *Sin buen procesamiento puede perjudicar la planta.</p>
<p>¿Usted aplicaría un tratamiento y/o productos orgánicos para su producción de arroz?</p>	<p>*Suelen ser costoso *Desconocimiento de abonos orgánicos efectivos.</p>	<p>*Sí, a algunos amigos les ha resultado.</p>	<p>*Sí, pero no 100%.</p>	<p>*Muchas empresas ya fabrican, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos *Si pueden llegar a ser útiles.</p>
<p>¿Por qué cree que los productores de arroz no han adoptado este tipo de tratamientos aún?</p>	<p>*Falta de conocimiento *Falta de información.</p>	<p>*Inseguridad *Falta de información *Falta de ayudas.</p>	<p>*Porque no igualan a los fertilizantes. *Y aunque pueden ser como un suplemento, hay falta de información al respecto *Algunos no especifican en que suelos se especializan *Suelen ser costosos.</p>	<p>*Falta de información *Desconocimiento.</p>

<p>¿Qué esperaba usted en un tratamiento orgánico para que le resulte bueno y le genere ganancias?</p>	<p>*Tener alta producción *Poder duplicar los sacos de arroz por hectárea.</p>	<p>*Buena cosecha * De 70 a 80 sacos *Disminuir costos considerablemente.</p>	<p>*Relación costo beneficio *Mayor producción.</p>	<p>*Reducir mínimo un 50% los costos *Alrededor de \$900 por ha y más de 70 sacos.</p>
---	--	---	---	--

a. Opinión sobre el precio del arroz

En general, se ha apreciado que los pequeños productores de arroz consideran que los precios están demasiado bajos y que los insumos como fertilizantes están muy caros, por lo que no pueden obtener rentabilidad en la mayoría de los casos. Adicionalmente, la mayoría de los entrevistados concuerdan en que no ha habido la ayuda correspondiente por parte del Gobierno, ante el problema de sobreproducción de arroz y el contrabando.

b. Motivos por los que los fertilizantes han incrementado el precio.

Algunos de los entrevistados manifestaron tener desconocimiento acerca de estos temas y el por qué. Sin embargo, otros supieron entender la influencia del petróleo en la producción de estos, ya que, este insumo es importante no solo para la producción en las plantas, sino también al momento de utilizarlo en transportes o fletes.

c. Insumos más importantes

La mayoría de los entrevistados concordaron en la importancia del nitrógeno, mayormente encontrado y utilizado en la Urea; el fósforo, habitualmente utilizado al inicio del cultivo; y el potasio normalmente usado al final. Dentro de estos están compuestos como el fosfato diamónico (DAP) o los sulfatos.

d. Opinión sobre abonos orgánicos

Con respecto a este tipo de abonos, algunos entrevistados se expresaron mejor que otros.

Los abonos orgánicos suelen ser una muy buena alternativa bajo ciertas condiciones del suelo. Insumos como el Biol que, en ciertas ocasiones y con las combinaciones adecuadas con otros fertilizantes, pueden ser muy viables, sin embargo, conseguirlos puede tardar. Adicionalmente, algunos abonos orgánicos pueden ser muy costosos al menos que se consigan a gran escala. Se debe ser precavido con su uso, puesto que algunos suelos deben ser compatibles con ellos. Como recomendación por la gran mayoría, se prefiere o es mejor mezclar los abonos con fertilizantes inorgánicos y de manera especializada, ya que de usarse mal puede perjudicar a la planta y disminuir la producción.

e. Aplicarían estos tratamientos

Como fue expresado en el punto anterior, los entrevistados manifestaron que los aplicarían bajo ciertas condiciones. Lo más común es que, si el tratamiento le proporciona mayor producción a un costo significativamente menor, entonces sí lo utilizarían. No lo aplicarían en un 100% orgánico.

f. ¿Por qué no se utilizan mucho?

Se enfatizó en muchas ocasiones que los principales factores son la falta de conocimiento e información hacia el tema, ya que, por ejemplo, algunos son especializados en un tipo determinado de suelo y de no usarse correctamente podría perjudicar el cultivo.

Además, se expresó que los costos y la dificultad de conseguir algunos de ellos son otro factor que podría influir en la baja utilización.

g. Condiciones para que accedan a usar fertilizantes orgánicos.

Principalmente, su uso debería garantizar de alguna forma que puedan disminuir costos y aumentar la producción, ya que es la única manera en que pueden aumentar las ganancias debido a que el factor precio no lo pueden controlar mediante esta vía.

4.2 Diferentes tratamientos de la aplicación de abonos y fertilizantes químicos en la siembra de arroz

La aplicación de fertilizantes químicos juega un papel vital en la mejora del rendimiento del grano de arroz, el cual está considerado como una alternativa eficaz para abordar el problema de la seguridad alimentaria debido al aumento de la población. En los últimos años, la entrada de fertilizantes químicos está aumentando rápidamente y el N y el P se han usado en exceso en el cultivo de arroz, lo que ha provocado no solo contaminación ambiental sino también un aumento en los costos de producción.

Como resultado, una serie de problemas sobre la menor eficiencia en el uso de fertilizantes y la contaminación debido a la aplicación excesiva de fertilizantes han planteado ahora un desafío para los trabajadores agrícolas. Promover la eficiencia en el uso de fertilizantes y reducir su insumo tiene una implicación importante para impulsar los beneficios económicos y ecológicos.

Se han realizado numerosas investigaciones sobre los efectos de los fertilizantes de liberación controlada y la aplicación combinada de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en las características fisicoquímicas del suelo y el rendimiento de grano en el arroz (Castañeda, 2017).

La práctica de fertilización convencional implica la aplicación de fosfato, potasio y parte de los requerimientos de nitrógeno antes de plantar y el suministro de una o dos dosis de fertilizante N durante el crecimiento. Se utiliza el esparcimiento manual y el esparcimiento o la aspersión mecánica.

Uno de los métodos alternativos que se han encontrado es la práctica de la fertirrigación que permite mejorar la eficiencia del riego, reduce los costos de aplicación, mejora el crecimiento de las plantas y la absorción de nutrientes, limitando la pérdida de estos.

Una de las principales recomendaciones adoptadas en una reunión de La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en el año (2018) se refería a la importancia de la fertirrigación tanto en sistemas presurizados (riego por aspersión y goteo) como en riego superficial. Se demostró que la fertirrigación mejora la actividad general de las raíces, la movilidad de los elementos nutritivos y su absorción,

además, de reducir la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. La técnica de fertirrigación se utiliza principalmente con fertilizantes N y K. (Pando, 2020)

En las condiciones agrícolas, el nitrógeno se considera el factor más crítico en la producción de cultivos. Como resultado, la contaminación por nitrógeno del agua de drenaje alcanza un promedio de 1.5 ppm N en el área. Esta consecuencia es producto de la aplicación descontrolada e intensiva de fertilizantes nitrogenados y la filtración del nitrógeno fácilmente soluble a través de las prácticas de riego de superficie que suelen realizar los agricultores. Estas pérdidas de nitrógeno son un desperdicio económico sustancial y conlleva la contaminación del medio ambiente con nitratos. (Pérez, 2020)

La aplicación de fertilizantes a través del sistema de riego tiene varias ventajas:

- Los nutrientes se pueden aplicar en cualquier momento de la temporada y según los requerimientos de la planta.
- La colocación de nutrientes móviles como el nitrógeno se puede regular en el perfil del suelo por la cantidad de agua aplicada.
- Los nutrientes empleados están disponibles para una rápida absorción de las plantas.
- Los nutrientes se aplican uniformemente sobre el campo.
- Se minimizan los daños a los cultivos sobre la administración de fertilizantes.

No obstante, este sistema de riego viene acompañado de algunas desventajas:

- No se pueden utilizar materiales fertilizantes de menor costo.
- La colocación localizada de fertilizantes, como las bandas, no se puede lograr en un sistema de riego por aspersión, hasta cierto punto, se puede lograr con riego por goteo.
- La contaminación de la fuente de agua puede ser significativa si el sistema de inyección no está instalado o mantenido correctamente.

Para garantizar la seguridad alimentaria o lograr un mayor rendimiento de los cultivos, la tasa de aplicación de fertilizantes minerales P se ha incrementado drásticamente en los

últimos treinta años. El uso excesivo de fertilizantes minerales P, que se derivan de reservas finitas de roca fosfórica, amenaza la sostenibilidad de la producción de cultivos y también da como resultado una eutrofización generalizada del agua.

El estiércol orgánico, que tiene un contenido relativamente alto de P, ha sido considerado como una enmienda ideal para proporcionarle al suelo de este elemento. La aplicación de abono orgánico tiene efectos positivos en el enriquecimiento de la capacidad de nutrientes, el aumento de la materia orgánica del suelo y el ajuste del pH del suelo, etc. Con base en las interacciones de la materia orgánica con el P del suelo y los efectos fisicoquímicos indirectos sobre las propiedades del suelo, la aplicación de estiércol puede ofrecer un mayor rendimiento de los cultivos. (Rosado, 2020)

Sin embargo, se sugiere que dichos efectos dependan en gran medida del tipo de abono orgánico, las tasas de aplicación combinadas de fertilizantes inorgánicos, las condiciones del suelo, los sistemas de siembra de cultivos y el clima.

La aplicación excesiva de fertilizantes fosfatados inorgánicos o abono orgánico sobre la remoción del suelo puede trasladarse a los cuerpos de agua por infiltración, lixiviación o escorrentía, lo que lleva a la eutrofización del medio acuático. El estiércol orgánico puede aumentar el P solubilizado al disminuir la fuerza de adsorción en las partículas químicas del suelo, lo que resulta en un mayor potencial de pérdidas de fósforo en comparación con el uso de fertilizantes químicos.

Al tener interacciones cercanas con las redes de agua, los sistemas de producción de arroz proporcionan una fuente crítica de pérdida de fósforo al medio ambiente. Los riesgos de pérdidas por escorrentía de fósforo se han evaluado con base en prácticas de manejo convencionales. Sin embargo, aún no se ha informado sobre el efecto de la aplicación de abono orgánico a largo plazo sobre el potencial de pérdida de P en el sistema de cultivo de arroz. (Zambrano, 2020)

El aumento del rendimiento en el arroz se puede hacer a través de mejorar la productividad en las zonas expuestas a estrés de inmersión, que se considera como la principal limitación de estos cultivos. El área de los centros de producción de arroz, que se localizan principalmente en las zonas bajas, sería extremadamente vulnerable a la

creciente posibilidad de inundación. La sumersión de estrés en las plantas obstaculiza el crecimiento de los cultivos y la producción.

Un reciente estudio realizado por la Universidad de los Llanos comparó los efectos del fertilizante orgánico (raigrás italiano y Bokashi) y químico sobre el crecimiento, el rendimiento y la calidad del grano del arroz en diferentes densidades de siembra. El raigrás italiano se incorporó al suelo como abono verde. (Castañeda, 2017)

Para medir el rendimiento y sus componentes, se eligieron 30 cerros para cada tratamiento, se recolectaron granos de arroz de cada cerro para evaluar la calidad del grano y evaluar las estructuras de acumulación, usando un microscopio electrónico de barrido.

El peso de 1000 granos, el número de panículas por m² y el rendimiento de grano fueron más altos con una densidad de plantación alta que con una densidad de plantación normal. Sin embargo, la alta densidad de siembra disminuyó el número de panículas por colina y el número de espiguillas por panícula. También mejoró el contenido de amilosa del grano de arroz. La observación con microscopio electrónico de barrido reveló que el tratamiento con fertilizantes químicos marcó los cuerpos proteicos y sus rastros en los amiloplastos. (Bonilla M. , 2020)

Los problemas de contaminación del mundo y de seguridad alimentaria han obligado a la gente a regresar a los sistemas agrícolas respetuosos del medio ambiente para reducir las amenazas a la salud humana que plantean los sistemas de cultivo inorgánicos. Los efectos adversos de los fertilizantes químicos en el suelo y el medio ambiente limitan su uso en sistemas de agricultura sostenible.

El uso continuo de estos suministros químicos también puede conducir a la acumulación de metales pesados en los tejidos vegetales que compromete el valor nutricional y la calidad del fruto, además, de causar la lixiviación de nutrientes y la destrucción de las características físicas del suelo.

Los fertilizantes químicos llevan menos tiempo en descomponerse y esta condición hace que liberen rápidamente los nutrientes y generen el crecimiento de las plantas; sin embargo, estos químicos producen a largo plazo una disminución en materia orgánica

del suelo, el aumento de la acidez, y la producción de alimentos que pueden causar daños a humanos. (Aviles, 2019)

Además, tales fertilizantes disminuyeron la calidad del grano de arroz mediante el aumento de contenido de amilosa y de la proteína en el endospermo del grano de arroz.

El abono verde y su incorporación en el suelo reducen la dependencia de los fertilizantes químicos y deben ser considerados como una práctica de manejo del suelo, manteniendo su materia orgánica. Este tipo de abonos se ha convertido en una estrategia muy importante como una alternativa de bajo costo y el tratamiento de un suelo sostenible.

Otro de los abonos orgánicos más comunes es aquel de origen animal, existen con y sin tratamiento. El abono de origen animal sin tratamiento es aquel que no suele tener intervención, por ejemplo, el estiércol. Es decir, hace referencia a que este abono en sí no tiene contacto o tiene contacto mínimo con el producto una vez aplicado. En algunos casos este tipo de tratamientos son evaluados y estudiados por la Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA). Por otra parte, los abonos orgánicos de origen animal con tratamiento reciben un trato especial para reducir los microorganismos que pueden causar daño a la salud. (ACHIPIA, 2017)

Otro tipo de compuesto orgánico importante a tener en consideración son los de tipo Biol (de tipo estiércol de animal). Los cuales se clasifican en B1, B2 y B3, representando respectivamente Biol con estiércol de bovino, de cuy y de cerdo. En un estudio aplicado sobre el riego y cultivo de moras, se evidenció que el más eficiente es el de tipo B2 o Biol con estiércol de cuy, pero con una aplicación cada 14 días. Estos produjeron los mejores resultados en términos de un aumento de los cultivos y un mejor desarrollo de las plantas. (Toalombo Yumbopatin, 2013)

Con respecto a fertilizantes utilizados en los cultivos, los fertilizantes nitrogenados en conjunto con encapsuladoras son una alternativa bastante útil para ayudar a que cultivos como el arroz no pierdan propiedades importantes; por ejemplo, elementos como el Calcio (Ca), Magnesio (Mg), y Azufre(S). Los encapsuladores orgánicos han ido ganando incluso más importancia durante los últimos años. (Calderón, 2015)

4.3 Fertilizantes Minerales y abonos orgánicos:

Son fertilizantes inorgánicos que contienen por lo menos un compuesto químico y son fundamentalmente necesarios para la planta. Por lo general, estos insumos suelen ser una mezcla entre fertilizantes orgánicos e inorgánicos, dependiendo de las necesidades de la planta y las condiciones del suelo, su aplicación permite optimizar el desarrollo y crecimiento de la planta del arroz. (Calderón, 2015)

Los fertilizantes inorgánicos, como ya se mencionó anteriormente, suelen ser utilizados con la finalidad de proveer de los nutrientes necesarios a la planta para desarrollarse correctamente. De hecho, estos fertilizantes son más utilizados que los orgánicos, ya que tienen una función más específica y delimitada para ayudar al desarrollo óptimo de los cultivos y sembríos en general.

Los minerales, los cuales son parte de fertilizantes inorgánicos, se clasifican en: mineral simple, mineral complejo y mineral especial. Los minerales simples son mayormente expuestos por macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio. Aquí encontramos los abonos nitrogenados como nitrato de calcio, nitrato de magnesio, nitrato de amónico, sulfato amónico, etc. Los abonos fosfatados y también los abonos potásicos son el sulfato o cloruro potásicos, etc.

Por otro lado, los minerales complejos son producto de la combinación de 2 o más (los 3) minerales simples que son los macronutrientes. Aquí las combinaciones de estos minerales suelen derivar en: Abono PK, Abono SPK, Abono SP, etc.

En el caso de los minerales especiales, estos son aquellos que cumplen con alta solubilidad o de alta concentración de contenido de aminoácidos, determinado por el respectivo ministerio (Calderón, 2015).

Para complementar, también existen los abonos orgánicos más comunes utilizados en la agricultura, como lo son el estiércol, el guano, compost (material obtenido de material vegetal y otra materia orgánica sometido a compostaje), turba, extractos húmicos (útiles para desbloquear minerales, fijan nutrientes, activan la flora microbiana, favorecen la flora radicular), residuos (animales como vegetales), etc.

También, existen métodos adicionales de combinación entre abono orgánico y mineral u otras variables. Por un lado, están las mezclas orgánico-mineral, que están compuestas por uno o más de los macronutrientes mencionados y los abonos orgánicos. Además, existen las enmiendas que, muy aparte de funcionar como abonos, tienen la finalidad de mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, normalmente, son útiles para corregir el pH o enmendar la calidad de suelos salinos. De esta manera, existen enmiendas minerales y orgánicas. Algunos ejemplos en este sentido son enmiendas de azufre, de calcio o de yeso (Calderón, 2015).

Otros tipos de fertilizantes que se pueden clasificar más por su uso o utilidad son los correctores de carencias, los cuales aportan por lo general varios micronutrientes para prevenir deficiencias en la planta o cultivo. Los fertilizantes de lenta liberación son aquellos que suministran gradualmente de nutrientes a la planta. Así mismo, existen los abonos foliares, los cuales se usan como complemento del abonado de fondo y aportan con micronutrientes.

Por último, se tienen los fertilizantes sólidos o líquidos o incluso gaseosos. Los abonos sólidos están más relacionados con formas cristalinas, gel, macro granuladas, pastillas, etc. Una de las principales diferencias con los líquidos es que estos últimos suelen tener mayor alcance al momento de ser esparcidos en el terreno. Dentro de los fertilizantes gaseosos únicamente se aplica el amoníaco anhidro, aunque para su comercialización y transporte se suele transformar inicialmente a líquido (Calderón, 2015).

4.5 Evaluación y análisis de métodos

La aplicación de un método específico depende de muchos factores externos como el estado del suelo, su salinidad, el clima, etc. Dependiendo de estos factores, algunos métodos suelen ser mejores que otros. Sin embargo, en base a lo revisado, se pueden extrapolar los métodos con mejor aplicación y usabilidad a nivel general.

La Tabla 4.2 muestra una puntuación aproximada de algunos abonos orgánicos y algunos fertilizantes minerales o no orgánicos.

Tabla 4.2 Ventajas y desventajas de principales compuestos

Abono orgánico	Importancia, usabilidad /10	Ventajas vs desventajas /10	Total
Biol B1, B2, B3(estiercoles)	8	8	16
Compost o guano (residuos)	8	6	14
Extractos húmicos	8	7	15
Fertilizantes no orgánicos			
Sulfato de amonio	9	9	18
Fosfato de amonio	7	8	15
Nitrato de amonio	6	7	13
Urea	8	8	16
Potásicos	7	6	13

Nota: Valores asignados en base a usabilidad e importancia hallada en entrevistas y literatura.

Como se puede observar, dentro de los abonos orgánicos, tanto los estiércoles B1, B2 y B3 como los extractos húmicos son bastante eficientes e importantes. A pesar de que los compost, residuos orgánicos o el guano también aportan con los nutrientes esenciales como los son el nitrógeno, potasio y azufre; los abonos como el Biol, específicamente el de tipo B2 (estiércol de cuy) aplicados cada 22 días, tienen rendimientos significativos al suministrarlos en cultivos específicos. En un estudio, los rendimientos que se encontraron utilizando este tipo de fertilizante fueron del 1100% (Toalombo Yumbopatin, 2013).

Una desventaja que tienen los compost es que su uso no resulta tan favorable para el presente estudio, ya que, en primer lugar, el guano no es tan abundante en el Ecuador como lo es, por ejemplo, en países como Perú. En suma, los fertilizantes B1, B2 y B3, en general suelen ser más fáciles de aplicar y encontrar que los extractos o ácidos húmicos que también son excelentes fertilizantes (Mendoza, 2019); esto debido a la abundancia de animales como el cuy, cerdo, o bovino. (Toalombo Yumbopatin, 2013).

No obstante, a pesar de que los abonos orgánicos tienen grandes ventajas, también tienen sus problemas; uno de esos inconvenientes es que, aparte de emitir malos olores,

se descomponen lentamente en los nutrientes que son requeridos. Este tipo de tratamientos que usan estos fertilizantes, normalmente, requieren de mucho esfuerzo, trabajo e inversión si no son aplicados y controlados correctamente, ya que pueden contaminar el suelo o zonas cercanas a él. (Mendoza, 2019)

En contraste, están los fertilizantes inorgánicos o minerales, estos tampoco están exentos de tener limitaciones como, por ejemplo, el hecho de que algunos podrían ser más costosos si se los adquiere al por menor; no obstante, son mucho más económicos cuando se quiere usar en grandes cantidades (compras al por mayor), puesto que estos por lo general son producidos en masa, lo que reduce los costos considerablemente. Los fertilizantes no orgánicos con mayor importancia y ventajas son los nitrogenados. Estos tienen la principal función de aportar en un mayor porcentaje de nitrógeno. Este mineral es fundamental para el correcto desarrollo de la vegetación (Pigna, 2014). Es importante considerar que este tipo de fertilizantes nitrogenados son más eficientes en temperaturas templadas y no tan altas, lo que lo hace un candidato aceptable en la mayoría de las ciudades en el Ecuador. Dentro de los principales insumos usados y analizados están la urea y el sulfato de amonio.

El sulfato de amonio contiene una importante fuente de nitrógeno y azufre, lo que mejora la calidad del aire del lugar, además, es compatible con otros fertilizantes aplicables, lo cual es muy importante dado que el sector y las condiciones ambientales pueden requerir algún otro tipo de insumo específico. (Arrmaz, 2020)

Se podría concluir o intuir que una combinación ideal a tener en cuenta sería el sulfato de amonio (componente nitrogenado) en una posible combinación con B2 (estiércol de cuy), el cual resultó ser una opción importante.

4.5.1 Contraste de Tratamientos Especializados

Otros tratamientos mixtos pueden llegar a ser incluso más efectivos, especialmente, cuando se trata una finalidad específica; por ejemplo, un suelo con un Ph elevado, un clima determinado, etc. En ese sentido se comparan factores que pueden presentar

ventaja con el tratamiento propuesto en el presente estudio y otros tratamientos populares y efectivos.

La *Tabla 4.3* muestra ciertos factores y beneficios específicos de algunos tratamientos, incluyendo el propuesto en la presente investigación. El método de Biol B2A3, fue escogido para este análisis, ya que fue el mejor dentro de los 3 tipos principales de Biol descritos por Toalombo Yumbopatin (2013).

El Biol B2 es estiércol de cuy y la connotación A3 hace referencia al tiempo de aplicación que es cada 21 días. La principal desventaja del estiércol de cuy son los altos costos en los que se podría incurrir en caso de no tener criaderos; sin embargo, de contar con estos, sería una alternativa muy viable debido a todas las ventajas que este conlleva. Los costos expresados en la *Tabla 4.3* no corresponden a costos al por mayor, pues la investigación de donde se obtuvieron los datos no realizó plantaciones a gran escala, además de que fue realizado en la Sierra, en donde hay mayor abundancia de cuyes; es así que es poco realista pensar en que los costos, así se adquieran al por mayor, serían lo suficientemente bajos (Toalombo Yumbopatin, 2013).

Con respecto al método de encapsuladores orgánicos con fertilizantes azufrados, dentro de los 3 tipos, el nitrógeno Yara Amidas + ekotron, en donde ekotron es un encapsulador orgánico, fue el compuesto con mayores beneficios, siendo mejor que combinaciones que mezclan los compuestos como el Nitropac y el N-35, con el ekotron y el fossil sheell (otras encapsuladoras). El compuesto Amidas + ekotron tiene mejores resultados en términos de rendimientos de cultivo por kg/ha, además, de superar en utilidad económica a las otras mezclas y de acelerar los días de floración. (Bustamante & Murillo, 2018)

Por el contrario, el humus de lombriz (compuesto orgánico) tiene la ventaja de que, utilizado y aprovechado correctamente, puede evitar el uso de ciertos fertilizantes químicos (Bonilla L. C., 2021) (Bustamante & Murillo, 2018). Este tipo de abono orgánico puede conseguirse en supermercados y en ciertas tiendas en línea; sin embargo, unas de las principales desventajas es que en la provincia del Guayas es más complicada su adquisición, además, se tendría que incurrir en costos adicionales, para preparar criaderos, ya que esto disminuiría las ganancias (Conde, 2017). No obstante, podría ser una buena alternativa como fertilizante orgánico, puesto que, favorece muchas propiedades del suelo.

Como se puede evidenciar en la *Tabla 4.3*, los principales inconvenientes con los componentes de estos tratamientos son la facilidad de acceso y los costos; esto se debe a que, por ejemplo, hay provincias donde se obtienen materiales de manera mucho más fácil, y que, para ciertos tratamientos orgánicos, suele ser preferible tener criaderos para abaratar los costos a corto y largo plazo.

En este sentido, el análisis finalmente se efectuaría entre el tratamiento propuesto y el definido como convencional, ya que existen varias similitudes entre estos; esto se debe a que comparten algunos de los mismos químicos y compuestos. Una de las principales diferencias entre estos métodos radica en el DAP (Fosfato diamónico), el cual es parte del tratamiento convencional inorgánico. Otra gran diferencia es que, luego de haber tenido acercamiento con profesionales en la industria de los fertilizantes, se ha desarrollado una fórmula balanceada que ha pasado pruebas para verificar su funcionalidad. A este producto se lo denominó Agricomplex, que es parte del tratamiento planteado y es el compuesto que hace que esta alternativa sea mixta, pues contiene elementos orgánicos en su composición.

Agricomplex está compuesto por nitrógeno en un 14,8%, fósforo en un 7,6% y potasio en un 6,7%. Adicionalmente, contiene minidosis menores al 0,05% de algunos aminoácidos como: ácido glutámico, serina, histidina, alanina o tirosina; y algunos otros compuestos menores al 1% como: leucina, lisina y metionina. Respecto a materia orgánica se pueden destacar fitohormonas, algas marinas, ácidos húmicos y fúlvicos. Este producto es recomendado para todo tipo de cultivos y ayuda prevenir mayormente desórdenes fisiológicos, además, como fungicida afecta la permeabilidad celular de los patógenos, provocando la ruptura de la pared e impidiendo la germinación de esporas; y como bactericida provoca la destrucción de la pared celular bacteriana.

La combinación de los elementos en el tratamiento propuesto resultó ser casi igual de eficiente, pero mucho menos costoso que el convencional, así también, con la misma facilidad de obtención de materiales en el territorio de la provincia del Guayas.

Tabla 4.3 Comparación de tratamientos

Tratamiento	Tipo	Descripción	Facilidad de acceso a materiales	Adaptabilidad y favorecimiento al suelo	costo por hectárea en dólares
Tratamiento propuesto	Mixto	Compuesto por urea, silicato de calcio, silicio en polvo, producto Agricomplex, muriato de potasio y sulfato de amonio.	Los componentes dentro del tratamiento son todos de fácil acceso en la provincia del Guayas.	Incrementa la disponibilidad de micronutrientes en el suelo, otorga resistencia a enfermedades.	\$236
Tratamiento convencional Guayas	Mineral o inorgánico	Compuesto por urea, sulfato, muriato de potasio, DAP (Fosfato diamónico, y una aplicación foliar.	Facilidad de acceso a materiales en la provincia del Guayas.	Incrementa la disponibilidad de micronutrientes en el suelo, ofrece resistencia a enfermedades	\$413
Humus de lombriz	Orgánico	Lixiviados de compost o soluciones de humus. Disminuye los costos y la dependencia de los fertilizantes químicos.	Se puede conseguir en supermercados o en tiendas en línea, sin embargo, suelen ser más abundante y vendido en otras provincias a precios más económicos. Aumenta la fertilidad natural del suelo.	Recupera suelos agotados y no es tóxico para las plantas, animales ni humanos. Mejora las propiedades físicas del suelo. Sirve como fertilizante foliar cuando se diluye, ayuda a combatir y resistir contra plagas.	\$722.89
Amidas +ekotron	Orgánico	Rentables fuentes de nitrógeno y calcio para impulsar el crecimiento y la productividad. Encapsulador orgánico rico de	En la provincia del Guayas, en lugares como Samborondón, se puede obtener el nitrógeno Yara amida, y encapsuladores orgánicos como ekotron, se lo	Maximiza la fertilidad del suelo y aumenta los procesos de crecimiento y rendimiento.	\$800.9

		sustancias orgánicas humificadas, de ácidos húmicos y fúlvicos.	pueden encontrar en tiendas como Tecniriego.		
Biol B2A3	Orgánico	Estiércol de cuy, aplicación cada 21 días. Resultado de un proceso de fermentación anaeróbica de restos orgánicos animales.	Este material es mucho más económico de conseguir en la Sierra. No es muy fácil de encontrar en internet y supermercados.	Promueve actividades fisiológicas del suelo. Sirve como fertilizante foliar cuando se diluye, ayuda a combatir y resistir contra plagas.	\$500

Fuente: Entrevistas y literatura relacionada expuesta

4.6. Análisis Económico

4.6.1 Contraste de costos contra el tratamiento tradicional

En la *Tabla 4.4* se muestra de una forma más específica los costos asociados de los materiales y cómo estos son menores en el tratamiento propuesto al usar otra combinación incluyendo el uso de Agricomplex. La urea resultó ser de los componentes más costosos de conseguir, por esta razón, al disminuir la cantidad requerida por hectárea (en el tratamiento propuesto), también se logra disminuir significativamente los valores asociados. Adicionalmente, otros compuestos que también resultan caros se lograron reducir o eliminar, este es el caso del sulfato de potasio, que es una unidad menos que en el tratamiento convencional, e incluso la eliminación de la aplicación foliar, que representa \$100 del costo total. Compuestos como el silicato de calcio o el silicio en polvo son igual de efectivos y mucho más económicos.

Tabla 4.4 Tratamiento propuesto y tratamiento convencional con productos químicos

TRATAMIENTO PROPUESTO CON FERTILIZANTES ORGÁNICO MINERAL			TRATAMIENTO TRADICIONAL CON FERTILIZANTES QUÍMICOS		
Solución para cubrir 1 hectárea de tierra - Suelos con ph 5.5 - 6.5					
Elemento	Precio Unitario	Precio Total	Elemento	Precio Unitario	Precio Total
Urea (2 Sacos)	\$ 52.00	\$ 104.00	Urea (4 Sacos)	\$ 52.00	\$ 208.00
Silicato de Calcio (2 Sacos)	\$ 8.00	\$ 16.00	Sulfato de Amonio(2 Saco)	\$ 30.00	\$ 60.00
Silicio en Polvo (2 Sacos)	\$ 8.00	\$ 16.00	Muriato de Potasio (2 Saco)	\$ 45.00	\$ 90.00
Producto Agricomplex* (1 Galón)	\$ 25.00	\$ 25.00	DAP (1 Saco)	\$ 55.00	\$ 55.00
Muriato de Potasio (1 Saco)	\$ 45.00	\$ 45.00	Aplicación Foliar	\$ 100.00	\$ 100.00

Sulfato de Amonio (1 Saco)	\$ 30.00	\$ 30.00			
TOTAL		\$ 236.00	TOTAL		\$ 413.00

Nota: Un saco equivale a un quintal

Fuente: Entrevistas a expertos

4.6.2 Beneficios Ambientales

El uso o la implementación de fertilizantes orgánicos tiene una incidencia directa en la salud del suelo y del medio ambiente del sector. Como ha sido expuesto por parte de los entrevistados expertos en el tema, los fertilizantes inorgánicos, a pesar de tener muchos beneficios para la cosecha correspondiente, también puede tener incidencia en la naturaleza y afectar las propiedades naturales del suelo.

Por esta razón siempre es recomendable seguir incrementando el uso de abonos orgánicos en cierta proporción. Como es de conocimiento en el área, aplicar 100% abonos orgánicos no suele ser redituable en términos de costos ni de rendimiento de los cultivos. A pesar de esto, muchos suelos se benefician de abonos orgánicos, por tanto, de tener las condiciones ideales de terreno, ambiente, financieras, y de sector, puede ser una opción muy beneficiosa para todos los involucrados.

4.6.3 Proyección de la Empresa AGRIJALT, utilizando el tratamiento propuesto

Para determinar la viabilidad del uso del tratamiento planteado, se realizó un escenario hipotético para una empresa que empezaría a usarlo. Para esto, se comparan 2 flujos proyectados de dicha empresa, pero utilizando diferentes tratamientos (La data pudo ser obtenida hasta el 2020).

En el primer flujo se partió del supuesto de que la empresa usó un tratamiento convencional o tradicional para su flujo; y para el segundo, se utilizó el tratamiento propuesto. Dado que la empresa es considerada de tamaño grande, la cantidad de hectáreas que la empresa dispone para sus cultivos son aproximadamente 400. Sin

embargo, dado que los costos son proporcionales a las hectáreas, el análisis serviría para cualquier empresa con N cantidad de hectáreas.

Para aproximar los valores del flujo de caja, se utilizaron los estados financieros de la empresa (SRI, 2020). No se espera de momento que los costos bajen o disminuyan considerablemente, dada la incertidumbre del sector petrolero y de los costos de los fertilizantes. No obstante, se espera que los ingresos disminuyan en un 1,4% cada año en promedio, debido al decrecimiento que ha habido en la industria agrícola. (ASOBANCA, 2020)

El valor tomado como inversión en el flujo de caja planteado, no fue en maquinaria o equipo, sino la posible inversión en fertilizantes del año siguiente. En este caso, en el periodo cero, se invirtió para los cultivos del año siguiente y así sucesivamente. Con esto se pudo calcular la TIR del flujo de caja.

En el caso del Valor Presente Neto o VAN, se necesitó obtener la tasa de descuento, para esto se partió de que no existe financiamiento externo, sino solo propio, al momento de realizar alguna inversión correspondiente. De esta manera, se tomó como base el Modelo de Valoración de Activos Financieros (CAPM), donde se utilizó la Tasa Pasiva provista por el Banco Central del Ecuador como Tasa Libre de Riesgo, y una tasa de rendimiento esperado del 13%. Adicional, se tomó como referencia el valor de la β de la industria agrícola recuperado de la página del profesor Damodaran (encuéntrese en <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>).

Tabla 4.5 Flujo de caja de la empresa utilizando un tratamiento convencional

Flujo de la empresa con un tratamiento convencional						
Periodo	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
Ingresos Totales		1'332.833,3	1'314.173,6	1'295.775,2	1'277.634,3	1'259.747,5
Costos de venta		184.783,13	184.783,13	184.783,13	184.783,13	184.783,13
Costos relacionados a producción		521.503,6	521.503,6	521.503,6	521.503,6	521.503,6
Fertilizantes o abonos		251.138,1	251.138,1	251.138,1	251.138,1	251.138,1
Otros costos relacionados		270.365,5	270.365,5	270.365,5	270.365,5	270.365,5
Costos fijos operativos		296.524,3	296.524,3	296.524,3	296.524,3	296.524,3
Gastos administrativos		10.023,4	10.023,4	10.023,4	10.023,4	10.023,4
Depreciación		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Intereses		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Utilidades antes de PaT e IR		319.998,9	301.339,2	282.940,8	264.799,9	246.913,0
15% PaT		47.999,8	45.200,9	42.441,1	39.720,0	37.037,0
Utilidad antes de impuesto		271.999,0	256.138,3	240.499,6	225.079,9	209.876,1
Impuesto a la renta		81.599,7	76.841,5	72.149,9	67.524,0	62.962,8
Utilidad neta		190.399,3	179.296,8	168.349,7	157.555,9	146.913,2
Inversión	-251.138,1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Depreciación		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Capital de trabajo	-11.899					11.899,0
Inversión en maquinaria y equipos		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Amortización		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Valor de desecho		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Flujo de caja	-263.037,1	190.399,3	179.296,8	168.349,7	157.555,9	158.812,2
Tasa de descuento	12,93%					
TIR	62%					
VAN	\$432.881,97					

Tabla 4.6 Flujo utilizando el tratamiento propuesto

Flujo de la empresa con tratamiento propuesto						
Periodo	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
Ingresos Totales		1'332.833,3	1'314.173,6	1'295.775,2	1'277.634,3	1'259.747,5
Costos de venta		184.783,13	184.783,13	184.783,13	184.783,13	184.783,13
Costos relacionados a producción		510.605,5	510.605,5	510.605,5	510.605,5	510.605,5
Fertilizantes o abonos		240.240,0	240.240,0	240.240,0	240.240,0	240.240,0
Otros costos relacionados		270.365,5	270.365,5	270.365,5	270.365,5	270.365,5
Costos fijos operativos		296.524,3	296.524,3	296.524,3	296.524,3	296.524,3
Gastos administrativos		10.023,4	10.023,4	10.023,4	10.023,4	10.023,4
Depreciación		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Intereses		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Utilidades antes de PaT e IR		330.896,9	312.237,3	293.838,8	275.698,0	257.811,1
15% PaT		49.634,5	46.835,6	44.075,8	41.354,7	38.671,7
Utilidad antes de impuesto		281.262,4	265.401,7	249.763,0	234.343,3	219.139,4
Impuesto a la renta		84.378,7	79.620,5	74.928,9	70.303,0	65.741,8
Utilidad neta		196.883,7	185.781,2	174.834,1	164.040,3	153.397,6
Inversión	-240.240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Depreciación		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Capital de trabajo	-11.899					11.899,0
Inversión en maquinaria y equipos		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Amortización		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Valor de desecho		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Flujo de caja	-252.139	196.883,7	185.781,2	174.834,1	164.040,3	165.296,6
Tasa de descuento	12,93%					
TIR	68%					
VAN	\$469.996,97					

4.6.3.1. Análisis de flujos

Dentro de los principales ejes de análisis, se puede visualizar que el VAN del segundo proyecto (utilizando el tratamiento propuesto) es mayor que el del primero por más de \$30.000.

Adicionalmente, también se puede observar una TIR mayor, aunque solo por 8%. Cabe recalcar que, las TIR en estos proyectos, han salido considerablemente elevadas debido a que no se ha invertido un valor descomunadamente grande como suele ser en otro tipo de planificaciones en donde se invierte en maquinaria, equipos, edificios, etc. Por esta misma razón, el periodo de recuperación es muy rápido, siendo en el año número 2 en donde se recobra por mucho la inversión realizada en el periodo cero.

Debido al tipo de proyecto y por lo mencionado anteriormente, para el presente estudio, el índice con mayor viabilidad y el más adecuado es el VAN (Valor Actual Neto), concluyendo que el uso del tratamiento propuesto presenta un mejor flujo.

4.7. Análisis FODA

Para entender el impacto que tendría el presente estudio, se procedió a realizar un análisis FODA, enfocado o especificado hacia el agricultor arrocero pequeño/mediano que haría uso del producto fertilizante mixto propuesto en la Provincia del Guayas.

Para dicho análisis se plantearon listas con los aspectos más relevantes:

Fortalezas:

- Calidad del producto final
- Bajo costo
- Gran producción
- Facilidad de acceso a insumos

Debilidades:

- Bajo poder de negociación con los agricultores

- Baja influencia del agricultor pequeño/mediano en la industria
- Personal poco calificado para nuevos tratamientos
- Bajo poder de financiamiento
- Bajo nivel de ventas
- Falta de planeación y control sobre la producción
- Falta de conocimiento
- Falta de información

Oportunidades:

- Constante crecimiento de la industria
- Alta demanda de productos
- Ayudas del gobierno
- Posibles financiamientos adecuados para apoyar a los agricultores

Amenazas:

- Fuerte competencia
- Más aumento de precios de insumos
- Posibles conflictos externos que hagan subir el precio del combustible
- Bajo crecimiento de la industria
- Interferencia e influencia de grandes empresas en el precio de insumos y del arroz.

Tabla 4.6 Análisis FODA

Fortalezas	Oportunidades
Calidad	Crecimiento de la industria
Costo	Demanda de producto
Producción	Colaboración y apoyo del gobierno
Acceso	Financiamiento en el sector

Debilidades	Amenazas
<p>Poder de negociación</p> <p>Influencia en la industria</p> <p>Personal calificado</p> <p>Conocimiento e información sobre abonos orgánicos</p> <p>Mal control de la producción</p>	<p>Competencia</p> <p>Precios de insumos</p> <p>Bajo crecimiento de la industria</p> <p>Influencia de grandes empresas</p>

Fortalezas en contraste con debilidades:

El tratamiento propuesto cumple con todas las características necesarias para ser de calidad, tienen los elementos esenciales como lo son el nitrógeno, presente en la urea, fosfatos y potasio. Adicionalmente, la mezcla propuesta hace que los costos por hectárea sean considerablemente bajos en comparación con otros métodos o productos.

Las fortalezas o ventajas pueden ayudar a solucionar o sobrellevar las debilidades de un pequeño/mediano agricultor. Por ejemplo, la facilidad de acceso a los materiales y el bajo costo ayudarán a enfocar inversiones en aspectos relacionados a las debilidades, es así como, se puede contratar personal más calificado, invertir en tecnología e innovación y adquirir mejores procesos de producción aparte de los fertilizantes. Estos aspectos pueden también aumentar la capacidad de negociación de los agricultores.

Oportunidades en contraste con amenazas.

De la misma manera, las oportunidades que se presentan a los agricultores deberían ser correctamente aprovechadas por los pequeños/medianos arroceros. Entre estas, las posibles ayudas del gobierno. De igual forma, en la actualidad, debido al problema de los precios y de la insatisfacción de los agricultores, las instituciones financieras están poco a poco ayudando y brindando opciones a este sector. Esto puede ser de gran utilidad si se sabe aprovechar, puesto que, se puede realizar una inversión más grande y por tanto tener mejores resultados, lo que a su vez favorece a toda la industria, creando un ambiente más atractivo.

Un mayor financiamiento y ayuda enfocado en los agricultores más pequeños colaborará a que las amenazas se disipen o disminuyan, ya que estos estarán más preparados para competir, podrán invertir en tecnología más adecuada y las decisiones de grandes empresas no tendrán tanta influencia.

CONCLUSIONES

- Respecto al Objetivo #1 donde se buscaba entender la percepción del agricultor sobre los abonos orgánicos y luego del análisis cualitativo de las entrevistas semiestructuradas a especialistas en el tema, se evidenció una falta de información referente a este tipo de tratamientos alternativos y la poca credibilidad que se les tiene como métodos de fertilización de cultivos.
- En relación al Objetivo #2 que consistía en evaluar el desarrollo integral del cultivo del arroz con base a la aplicación de materia orgánica, se evidenció que el método ideal no puede ser: ni 100% orgánico porque resultaría muy costoso, ni 100% químico porque afectaría al rendimiento de los cultivos. Por lo que el tratamiento alternativo debía ser una combinación entre ambas. Además, se conoció que, durante el proceso de cultivo del arroz, los elementos más importantes para su nutrición son los nitrógenos, potasios, y fósforos. Algunos de ellos en diferentes formas y elementos compuestos, dependiendo de las circunstancias.
- De acuerdo al Objetivo #3 donde se pretendía realizar el análisis a los diferentes tratamientos de aplicación de abonos y fertilizantes químicos, se evidenció que el tratamiento propuesto resulta ser más conveniente y una mejor alternativa a un tratamiento convencional; porque su adopción en una empresa productora de arroz o un pequeño agricultor promete buenos rendimientos a menores costos que los métodos tradicionales.
- Acorde al Objetivo #4 donde se analizaba económicamente la propuesta mediante una relación costo-beneficio, se demostró que la aplicación tratamiento alternativo

representó hasta un 57% de reducción de costos de producción en comparación con los tratamientos tradicionales.

- Conforme al Objetivo #5 y mediante la proyección del flujo de caja para una empresa en un periodo de 5 años, se demostró que el tratamiento propuesto ofrece mejores resultados en términos de márgenes de ganancia, puesto que el método es menos costoso para la producción del arroz. El VAN del flujo de caja adoptando el tratamiento propuesto resultó ser mayor al flujo de caja donde se sigue utilizando los tratamientos tradicionales de fertilización.
- Como conclusión general; el tratamiento propuesto, incluyendo el uso de la fórmula balanceada Agricomplex PREMIUM, es aplicable por cualquier empresa o grupo de agricultores productores de arroz debido a la versatilidad de sus componentes y elementos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda para este tipo de proyectos en los que se analiza insumos utilizados para un tratamiento, utilizar como referencia el VAN, y contrastarlo con un escenario en donde se utilizaría otro método, ya que factores como la TIR o el Payback podría exagerarse debido a los componentes que requieren su fórmula.
- Además, se recomienda que los especialistas en abonos y tratamientos alternativos orgánicos realicen campañas de difusión de información relevante sobre este tipo de productos de fertilización del cultivo del arroz, resaltando sus beneficios ambientales y económicos para los agricultores. De esta forma, se logra una mejor percepción del productor arrocero sobre este tipo de tratamientos.
- Es importante también hacer un esfuerzo para que el gobierno contribuya con leyes que ayuden a la disminución de los costos relacionados a los fertilizantes, además de buscar nuevas formas para reducir los fletes, ya que, debido a alza de los combustibles, suele tener una incidencia considerable en los precios

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHIPIA, & S. (2017). *Uso y Manejo de Abonos Orgánicos*. 8. Obtenido de armaz:
<https://armaz.com/es/industrias/fertilizante/sulfato-de-amonio/>
- ASOBANCA. (2020). *Sector Real - PIB - Industrias*. Banco Central del Ecuador.
Obtenido de <https://datalab.asobanca.org.ec/datalab/resources/site/index.html#>
- Aviles, C. (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. (*Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2019*).
- Bonilla, L. C. (2021). Evaluación de dos variedades de rábano (*Raphanus sativus* L .) cv . Crimson giant y cv . Champion INIAF con y sin aplicación de lixiviado de humus de lombriz en la localidad de Sapecho , Palos Blancos. 24–29.
- Bonilla, M. (2020). La productividad agrícola más allá del rendimiento por hectárea: Análisis de los cultivos de arroz y maíz duro en Ecuador. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*.
- Bustamante, G. L., & Murillo, A. M. (2018). Comportamiento agrónomo del cultivo del arroz a la aplicación de encapsuladores orgánicos en la zona de babahoyo. 58. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3447>
- Calderón, J. (2015). Evaluación del impacto ambiental por uso inadecuado de fertilizantes químicos en cultivo de maíz de la Parroquia el Anegado. Propuesta De Manejo Ambiental. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/26466>
- Castañeda, M. (2017). Uso de fertilizantes y compuestos orgánicos en dos variedades de arroz seco (*Oryza sativa*). *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*.
- Català, M. (2017). Fertilización del arroz con gallinaza, una alternativa en alza. *Dialnet*.
- Conde, K. G. (2017). Aplicación de solución de humus de lombriz en dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en la estación experimental de Patacamaya-La Paz. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 74–81. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182017000100010

- Gallardo, S. (2020). Propuesta para la producción y comercialización de fertilizantes orgánicos para gramíneas, usando cascarilla de arroz, en la Provincia del Guayas . (*Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas*).
- González, M. (2020). Uso de fertilizantes orgánicos para la mejora de propiedades químicas y microbiológicas del suelo y del crecimiento . *Dialnet*.
- Iglesias, C. (2020). Principales enfermedades que afectan al cultivo del arroz en Ecuador y alternativas para su control. *Revista Científica Agroecosistemas*.
- López, P. (2020). La agricultura orgánica: fertilizantes orgánicos en el cultivo de arroz en Colombia . (*No. Doc. 21390*) CO-BAC, Bogotá).
- Lorenty, R. (2020). Evaluación de fertilizantes nitrogenados y mejoradores orgánicos en el cultivo de arroz *Oryza sativa* L., en el cantón Samborondón . (*Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil*).
- Mendoza, Y. (2019). *Beneficios De Los Fertilizantes, Usos, Riesgos Y Mucho Más*. Obtenido de Deagronomía.com: https://deagronomia.com/agronomia/beneficios-de-los-fertilizantes/#facilidad_de_uso
- Orrala, P. (2020). Respuesta del cultivo de arroz *Oryza sativa* L., a la aplicación de dos fertilizantes orgánicos en condiciones de campo. (*Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil*).
- Pando, L. (2020). Siembra directa: una alternativa para mejorar la sustentabilidad del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el Perú. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*.
- Pérez, M. (2020). 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. *Espacios*.
- Pigna, M. (2014). *Los fertilizantes nitrogenados y su aplicación*. Obtenido de Infotopo: <https://www.infotopo.com/exteriores/jardin/los-fertilizantes-nitrogenados-y-su-aplicacion>
- Quijije, B. (2020). Costo, volumen y utilidad del cultivo de arroz, cantón Samborondón (Ecuador). *Revista Espacios*.
- Ricetto, S. (2020). Estrategias para minimizar el consumo de agua del cultivo de arroz en Uruguay manteniendo su productividad. *Agrociencia (Uruguay)*.
- Rosado, M. (2020). Uso de la fertilización orgánica edáfica en el cultivo del arroz (*Oryza Sativa*) en el Ecuador . (*Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2020*).

SRI. (2020). *Estados Financieros Empresa AGRIJALT*.

Toalombo, M. (2013). Aplicación de abonos orgánicos líquidos tipo biol al cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth). (*Bachelor's thesis, Ambato: UTA, 2013*).

Zambrano, M. (2020). Efectos de la aplicación de tres abonos orgánicos comerciales en las características agronómicas y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) . (*Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ*).

Zerpa, J. (2019). Efecto del uso de quitosano en el mejoramiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L. variedad sd20a). *Revista de investigación agraria y ambiental*.

ANEXOS

Preguntas de la Entrevista Semiestructurada

1) ¿Qué opina ud. del precio del arroz en Ecuador, o por qué el precio del producto es barato y resulta no tan atractivo para el productor?	Se busca comprender el panorama que tienen los productores agrícolas/agricultores acerca de la situación actual de precio del arroz
2) Sabía que el costo de los fertilizantes ha ido en incrementado desde mediados del 2021, ¿Conoce los motivos por lo que ha ocurrido esta situación?	Se busca entender si el entrevistado tiene conocimiento sobre las causas por las que los fertilizantes, en especial el úrea, han sufrido constantes incrementos
3) ¿Qué elementos cree que son los más importantes e indispensables que deben suministrar a la planta para el buen rendimiento del cultivo del arroz?	Se pretende saber qué nutrientes/elementos son indispensables para el buen desarrollo de la planta del arroz y el nivel de importancia de cada uno de ellos
4) ¿Qué ha escuchado o qué opina ud. del uso de bioles, enmiendas orgánicas y humus como complementos en el proceso de producción de arroz?	Identificar qué conocimiento tiene el entrevistado sobre tratamientos orgánicos alternativos al uso exclusivo de fertilizantes químicos (úrea, sulfato, DAP)
5) ¿Ud. recomendaría o aplicaría un tratamiento orgánico para el desarrollo en la producción del arroz? ¿Por qué?	Conocer la percepción del entrevistado sobre los tratamientos orgánicos y qué tan viables los ven
6) Sabía que los tratamientos orgánicos en el cultivo del arroz otorgan notables resultados a bajos costos, sin embargo ¿Por	Conocer los detalles por los que los productores/agricultores a nivel general prefieren el uso tradicional de

<p>qué cree que los productores de arroz no adoptan este tipo de tratamientos en comparación a el método tradicional de usar sólo fertilizantes químicos (úrea, sulfato, DAP)?</p>	<p>fertilizantes químicos y aún no optan por tratamientos orgánicos</p>
<p>7) ¿Qué resultados esperaría ud. para que un tratamiento orgánico en el cultivo del arroz le resulte atractivo y así poder implementarlo en su producción? (en términos de cosecha, etc)</p>	<p>Se pretende comprender lo que busca un productor/agricultor en un tratamiento orgánico para que sea considerado beneficioso para su cultivo y considerarlo una opción alternativa a los métodos tradicionales de fertilización</p>

Transcripción de Entrevistas

Entrevista 1

Entrevistado 1, edad 42 años, tiene más de 10 años de experiencia en el sector de agricultura, específicamente en el cultivo y producción del arroz y cacao, residente de la ciudad de Milagro.

¿Qué opina usted del precio del arroz actualmente en el Ecuador?

Bueno, prácticamente nosotros estamos sembrando a pérdida porque sembramos arroz, pero no hemos obtenido alguna rentabilidad, precisamente hoy por hoy el arroz está demasiado barato y los insumos están muy caros. Prácticamente desde que iniciamos la siembra este año todas las cosas han subido desde movilizarnos de nuestras casas a nuestros cultivos tenemos que gastar en gasolina y eso nos cuesta un poco más.

¿Este tipo de inconvenientes que me comenta desde cuándo se han evidenciado?

Con este nuevo gobierno y el anterior estos problemas se han intensificado, no han hecho nada para ayudar al pequeño agricultor, se ve que han descuidado la parte agrícola. En otros gobiernos anteriores nos apoyaban con semillas, urea, fertilizantes,

fungicidas, herbicidas, teníamos esa ventaja además de que el precio del arroz tenía un precio ya establecido.

Sabemos que el costo de los fertilizantes ha sufrido un incremento recientemente, ¿Conoce los motivos por los que esto ha ocurrido?

La verdad exactamente no se el principal motivo por el que haya subido tanto, pero sí a nosotros nos ha perjudicado bastante porque antes se compraba la urea a \$21 hoy por hoy la urea está por 48-50 dólares y el precio del arroz está en \$23 osea que prácticamente tenemos que obtener dos sacos de arroz para por lo menos comprar un saco de urea.

Respecto a los insumos que son indispensables en el desarrollo del arroz, ¿Cuáles son los elementos más importantes que se le debe suministrar a la planta?

Para que la planta tenga un buen desarrollo lo primero que se necesita es el DAP (Fosfato Diamónico), la urea, el sulfato de zinc, abonos completos además de complementar con insecticidas para evitar la plaga y también herbicidas para evitar que crezca la maleza.

Desde la siembra del arroz hasta la cosecha, ¿cuántas aplicaciones de estos elementos se realizan?

Se realizan 3 abonadas desde los 15 días hasta los 45 días máximo 50 días, al inicio se suministra el DAP ya que viene siendo un abono más completo además de urea, zinc y magnesio, en la segunda aplicación se utiliza más la urea con el sulfato y potasio, y en ocasiones otro abono para el amacollo del arroz; y al final se suministra sólo la urea para que la planta esté más preparada.

Debido a los problemas anteriormente descritos varios productores de arroz han estado implementando alternativas orgánicas para contrarrestar los efectos negativos de los precios del arroz y los insumos, ¿Qué opina usted sobre el uso abonos orgánicos como complementos en el uso de la producción del arroz?

La verdad he revisado en Internet y he alcanzado a ver que por ejemplo en la ciudad de Yaguachi existen ingenieros que cargan productos orgánicos que son buenos, contacté

con ellos pero no llegamos a cerrar alguna compra porque nos dijeron que sólo trabajan en producciones de más de 10 hectáreas además de que sus productos si serán algo caros. Sin embargo, en los ensayos que ellos presentan veo que tienen una buena producción de arroz, pero inician con todos esos productos desde la primera aplicación. Por otra parte en Daule también he notado que están utilizando estos productos y también una técnica con la cual ellos preparan la tierra, siembran la mata y coger luego la soca lo cual ahorra un poco los gastos en la producción.

¿Usted aplicaría un tratamiento y/o productos orgánicos para su producción de arroz?

Ahorita como la urea está demasiada cara y escaza, si yo tuviera una persona que me dijera estos productos son así orgánicos, son buenos pues yo haría un ensayo para ver la forma de encontrar una rentabilidad en nuestras siembras y ventas. La última cosecha que tuvimos no obtuvimos ganancia alguna. Por lo que si existe un método con insumos orgánicos que me ayudaran a tener una buena producción entonces sí estoy dispuesto a tomar ese tratamiento.

Por lo visto usted tiene conocimiento de otro tipo de tratamientos en la siembra del arroz como los que usan en Daule o Yaguachi según lo que comenta, sin embargo ¿Por qué cree que los productores de arroz no han adoptado este tipo de tratamientos aún?

Precisamente porque no se han encontrado a las personas idóneas que nos ofrezcan otro tipo de tratamientos o productos que nos ayuden en nuestra producción, veo una falta de información en el medio; también las personas no querían dejar la técnica tradicional pero en vista de la situación actual creería que ahorita los agricultores sí se atreverían a arriesgarse para obtener algún tipo de rentabilidad, mucho se está invirtiendo.

¿Qué esperaría usted en un tratamiento orgánico para que le resulte bueno y le genere ganancias?

Aparte de lo que es el desarrollo y amacollo de la planta, me interesa la parte de la producción. Me interesa tener una buena producción; así sea que el precio del arroz no esté tan elevado pero sí tenemos una buena producción de alguna manera nos salvaría,

no ganamos quizás en márgenes pero sí ganamos en cantidad. Con buena producción me refiero a obtener unos 70 – 80 sacos por hectárea porque actualmente solo conseguimos unos 40 sacos y al precio que está el arroz pues no obtenemos ganancia. Además podemos obtener ganancia si estos productos o insumos son menos costosos que los que usamos tradicionalmente.

Entrevista 2

Entrevistado 2, edad 51 años, tiene más de 20 años de experiencia en el cultivo y producción del arroz y cacao, residente de la ciudad de Milagro.

¿Qué opina usted del precio del arroz actualmente en el Ecuador?

Ahorita según los expertos que analizan el caso de que el precio del arroz es muy barato y los insumos están caros es problema de que hay mucha sobre producción del arroz aquí en el país, hay mucha producción y lo que se consume en el Ecuador pues no abarca todo lo que se produce; además de que entra principalmente arroz peruano como contrabando y eso nos tiene complicados a nosotros los agricultores. Actualmente no conviene sembrar arroz, peormente si el agricultor alquila un terreno no le queda nada de ganancia. El arroz que entra de otras partes afuera del país es un muy barato y eso realmente nos complica en el mercado.

Los precios de los fertilizantes, sobretudo el urea, han ido incrementando desde mediados del 2021, ¿Conoce los motivos de este incremento en el precio?

La urea ya venía teniendo un precio de \$23 que se mantenía pero ahora con el nuevo gobierno el precio ya está por encima de los \$50 entonces cómo nosotros podemos obtener ganancia comprando la urea a 50 y vendiendo el arroz a \$20. Antes el gobierno nos traía los insumos, los kits que se llamaban, tenían semillas, insecticidas, incluso productos orgánicos.

Hablando sobre nutrientes, ¿Qué elementos son los más importantes e indispensables que se deben suministrar en la producción del arroz para su buen desarrollo?

Desde el comienzo cuando se siembra a los 10-12 días se fumiga con herbicida para matar la maleza y a los 15 días viene la primera aplicada de los “abonos completos” que

viene mezclado muriato, sulfato, DAP, magnesio, fósforo entre otros en conjunto con la urea aunque no mucho en la primera aplicación; luego en la segunda aplicación a los 30 días se suministra urea, y en la tercera aplicación se utiliza más urea en combinación con sulfato de amonio; y en ocasiones una cuarta aplicación si el terreno carece de muchos nutrientes.

¿Ha escuchado o qué opina usted sobre el uso de productos o tratamientos orgánicos como complemento en la producción del arroz?

Sí he escuchado, no lo he aplicado, pero sí he escuchado. Con esto de los costos de los fertilizantes químicos y tanta plaga que existe estos nuevos productos además de ser orgánicos ayudan a combatir las plagas y la maleza. Ahorita en Churute unos amigos están aplicando bioles en su producción para disminuir un poco los costos de los insumos, les está yendo bien lo último que hablé con ellos. También en Limonal (Daule) en esas tierras salinosas antes se sacaban 20 sacos en producción pero con este tipo de productos han sacado hasta 60 sacos de arroz por hectáres. También he escuchado sobre el uso del alga azolla que es como un musgo con el que se hace el fangueo en el suelo y siembran el arroz pero a mata, ya con esta planta no se necesita echar más productos al arroz porque con el alga ya se desarrolla.

Luego de haberme comentado lo que están haciendo otras personas como alternativa en los tratamientos en el desarrollo del arroz ¿Usted aplicaría un tipo de tratamiento orgánico en su producción?

Ya viendo que amigos y compañeros están utilizando estos tratamientos y les está generando resultados pues tengo que hacer la prueba sino imagínese ahorita comprar urea y todos esos productos que están carísimos uno sale a pérdida. Así yo haga una buena producción de 70 sacos con los precios de los fertilizantes casi no hay ganancia en lo absoluto.

Entonces, ¿Por qué los productores aún no empiezan adoptar con más recurrencia este tipo de tratamientos orgánicos?

Hay una inseguridad porque los agricultores no ven otros tratamientos que se pueden usar y los resultados que traen, creo que hay una falta de información y expertos que nos puedan ayudar a encontrar otras soluciones. Sólo en ocasiones cuando ingenieros

del gobierno nos visitan y nos dan charlas pero es muy poco frecuente. Deberían haber más expertos que visiten los terrenos en las diferentes partes de la provincia para que estén más conscientes de los problemas que nos enfrentamos. Estoy seguro que ya sembrando así el arroz, cuidándolo con productos orgánicos y que la gente vea que da resultado entonces la gente tendrá que cambiar a estos tratamientos.

¿Qué esperaría usted en su producción con un tratamiento orgánico para que sea bueno y rentable?

Primero sacar una buena cosecha, me refiero a unos 70-80 sacos de arroz por hectáreas y sí utilizando estos productos orgánicos se gasta menos. Por ejemplo, yo estos últimos meses si he conseguido sacar más de 70 sacos, pero lo que pasa es que no he sacado ganancia y ese ha sido el mayor problema porque los insumos están caros. Si tenemos más ayuda del gobierno eso también sería muy bueno.

Entrevista 3

Entrevistado 3, edad 24 años, perteneciente a una familia de agricultores de la ciudad de Daule con una amplia experiencia en la producción de arroz.

¿Qué opina usted del precio del arroz actualmente en el Ecuador?

Bueno el precio actual del arroz en Daule está alrededor de los 25 dólares supuestamente existe un precio de sustentación de alrededor de 32 dólares eso podrías verificarlo igual pero no se respeta, el problema es que hay mucho arroz en Ecuador mucha gente siembra y la oferta es mayor a la demanda por ende el precio está tan bajo. Además del contrabando que es otro problema que afecta a los precios. Otro factor es que el dólar se encareció en relación a otras monedas y también hubo problemas con las exportaciones de arroz que no eran cifras enormes pero que igual quizás puede llegar a ser un factor ya que creo disminuyeron un 90% las exportaciones de arroz en relación a otros años. La UNA (Unidad Nacional de Almacenamiento) dejó de funcionar, ellos también como entidad del gobierno absorbían cantidades importantes de arroz. Y bueno el precio no se respeta por una falta de control también impulsada por un exceso de arroz ofertado en el mercado y para vender muchos productores preferirán así sea un precio

más bajo pero que les paguen enseguida ya que algunas piladoras grandes suelen dar cheques a fecha y muchos agricultores necesitan pagar ya sus deudas. Entonces el factor del precio en algunos casos quizás ni cubra los costos de producción si por algún factor climático o por los insumos usados no cubra el costo de la saca de arroz producida.

¿Conoce los motivos por los que el precio de los fertilizantes, en especial la urea, han sufrido incrementos recientemente?

Los motivos se basan en un problema logístico, es algo que se le va de las manos al gobierno los fertilizantes no gravan IVA y no sé si ICE tampoco, pero es un problema bastante complejo ya que los cs en algunos casos han pasado internacionalmente de 2000 hasta 14000 dólares trasladándose esos costos al fertilizante, algunas fábricas han cerrado también porque el costo del gas licuado ha subido lo cual le ha afectado a este sector de fertilizantes y por ende al consumidor que es el agricultor pasamos de algunos fertilizantes a un precio de 22 dólares a 53 dólares en la actualidad es mucho más del doble. Principalmente al urea que es 46% nitrógeno y es el fertilizante más volátil y necesario para la producción de arroz. Quizás mejorando la situación del sector logístico y los costos de la fabricación de estos insumos el precio se logre regular, pero es bastante complejo, incluso China ha aumentado su demanda de urea en los últimos años entonces en teoría sería una oferta limitada además de costos logísticos muy altos.

Hablando sobre nutrientes, ¿Qué elementos son los más importantes e indispensables que se deben suministrar en la producción del arroz para su buen desarrollo?

En la planta lo esencial que necesitas nitrógeno, fósforo y potasio. Durante todo el ciclo del arroz lo principal es el nitrógeno tanto así que si yo uso 9 sacos de fertilizante en promedio 6 serán de Urea o contendrán nitrógeno en su composición y por esto afecta tanto el precio al cultivo de arroz, el fósforo se necesita solo en la primera etapa del arroz por lo cual no se necesita en grandes cantidades y el potasio en la última etapa y aun así muchos suelos suelen tener buenas reservas de potasio. Es decir la mayor parte del fertilizante usado siempre será Urea y en relación al Urea, potasio y fósforo son menos volátiles por lo cual la planta lo asimila de mejor manera. Básicamente esa es la explicación en cuanto a nutrientes, y en cuanto a precios de los mismos si yo tenía un presupuesto por cuadra de 250 dólares con los precios actuales podría llegar a gastar

entre 400 o más dependiendo de los fertilizantes que decida usar ya que depende de varios factores entre ellos el cómo está el suelo actualmente.

¿Ha escuchado o qué opina usted sobre el uso de compost, humus, bioles, entre otros abonos orgánicos como complemento en la producción del arroz?

Sí he escuchado de personas que lo usan, no es tan común. El único insumo orgánico que quizá se ha popularizado bastante es el alga marina, empresas como QSI como Bayer entre otras han logrado producir este tipo de productos con este compuesto de extractos de algas. Estos ayudan a mejorar la absorción del nitrógeno y generan un mejor macollamiento de la planta, el verdor de las plantas también es distinto debido a la clorofila. Otras personas han usado otros tratamientos, pero si lo usan 100% orgánico te baja la producción. El uso de bioles me parece muy bueno, en cuanto a insecticidas no va a tener el mismo efecto ya que no los mata sino que los repelte, en cuanto a los nutrientes la asimilación es más lenta pero realizar un biol es mucho más económico que comprar algún insumo, lo considero una buena alternativa obviamente no depender únicamente de los bioles sino también combinar con algún compuesto químico.

¿Recomendarías o aplicarías algún tipo de producto o tratamiento orgánico para el desarrollo de la planta del arroz?

Sí, yo lo recomendaría, pero no un tratamiento 100% orgánico porque como dije antes merma bastante la producción. Si en una cuadra (0.7056 ha) antes sacabas 40 sacos ahora con los tratamientos orgánicos baja a 25-30 sacos, pero eso depende bastante de suelo. Claro que con el tiempo puede que los rendimientos mejoren pero jamás igualarán a los de la fertilización edáfica. Me iría mejor por el tema de algas marinas, bioles que estimulen la planta para el crecimiento, ciertas enmiendas orgánicas para mejorar el suelo pero hasta ahí, un tratamiento 100% orgánico no.

Entonces, ¿Por qué los productores aún no empiezan adoptar con más frecuencia este tipo de tratamientos orgánicos?

Como ya lo mencioné estos tratamientos orgánicos no igualan a los resultados de la fertilización edáfica en su totalidad, pero sí lo veo como un complemento. Siento que también hay una escasez de información o dicha información no ha llegado al agricultor y en algunos casos ciertos insumos orgánicos no son económicos. He usado productos

a base de humus con dos compuestos (ácidos húmicos y ácidos fúlvicos) pero no han sido baratos, ya que algo orgánico tienes que usar en grandes cantidades. A esto mencionar que estos y otros insumos orgánicos no tienen en la ficha técnica el uso correcto de los productos e incluso no mencionan si se los puede utilizar en el arroz por lo que algunas personas lo usan y otras no. A esto súmale que productos orgánicos formales ya establecidos en el mercado tienen costos elevados.

¿Qué buscas en un tratamiento orgánico para que te resulte factible y rentable usarlo en tu producción?

Para mí lo primero es el costo, la relación costo-beneficio. Se supone que debe mantenerme la producción a un costo menor que con los fertilizantes químicos, o en su contraparte mantenerme mis costos actuales, pero teniendo un incremento en mi producción., que lo que yo vaya a invertir me resulte rentable. Si hablamos de números yo necesitaría estar sacando 7 y medio toneladas de arroz por hectárea (75 sacos) para que me resulte la producción. Que el producto en las primeras fases del arroz me de un poco más de macollamiento, lo que después resultaría en más espigas casi al final de la cosecha. En general, mayor producción y un menor costo que mi costo actual si es posible.

Entrevista 4

Entrevistado 4, edad 40 años, más de 15 años como experiencia en cultivos de ciclo corto, reside en San Juan (Los Ríos)

¿Qué opina usted del precio del arroz actualmente en el Ecuador?

El precio del arroz, aunque si bien depende mucho de la demanda y la oferta tampoco es para que esté demasiado bajo, ya que esto se debe principalmente a una falta de seriedad por parte de los gobiernos centrales y que tengan un mejor control en los precios del arroz, puesto que la saca de 250 libras está en 10 – 20 dólares, ¿Por qué en algunas tiendas está en 30 – 35 y hasta 40 dólares, aquí se ve una falta de ayuda hacia el agricultor. A esto súmale que tampoco hay un control o se respeta la entrada de arroz del extranjero ya sea de parte del sur como de parte del norte.

Sabía que el costo de los fertilizantes ha ido en incrementado desde mediados del 2021, ¿Conoce los motivos por lo que ha ocurrido esta situación?

En realidad, los costos se han incrementado más de un 50% solamente hablando de lo que es la urea, sin mencionar el DAP, muriato. Se sabe que por la situación militar e internas de China ha provocado el incremento del petróleo, combustible de los barcos, lo que ha subido los costos de la traída de los fertilizantes. También la falta de políticas del estado en poder subsidiar en algo estos insumos, cosa que hace que se busque nuevas alternativas en fertilizantes orgánicos de los que los agricultores conocen poco o casi nada.

¿Qué elementos cree que son los más importantes e indispensables que deben suministrar a la planta para el buen rendimiento del cultivo del arroz?

Nitrógeno, fósforo y potasio y realmente todos son importantes. Un elemento que falle o que esté en menos proporción dependiendo de la especie va a haber un fallo o disminución en la producción.

¿Qué ha escuchado o qué opina ud. del uso de bioles, enmiendas orgánicas y humus como complementos en el proceso de producción de arroz?

Respecto a esto, sí son viables pero siempre y cuando los suelos cumplan las condiciones. Por ejemplo, el humus combinado con fertilizantes, aún con los precios que están, es muy poco lo que vayan a incrementar de producción porque en realidad los suelos están careciendo de vida biológica. Los bioles dependen de la calidad y cómo es elaborado, pueden llegar a ser buenos el problema es que se demoran mucho, estamos hablando de entre 40 o 50 días para tenerlos. También estos compuesto orgánicos si no tienen un buen procesamiento pueden perjudicar a la planta, contaminar con elementos patógenos, generar maleza, por lo que hay que estar pendientes y alerta de la procedencia de estos abonos orgánicos.

¿Ud. recomendaría o aplicaría un tratamiento orgánico para el desarrollo en la producción del arroz?

Realmente ya hay muchas empresas que fabrican productos orgánicos, entre esos están los ácidos fúlvicos, ácidos húmicos, cada uno con su versatilidad. Hay productos a base de bioles que también son orgánicos aunque la mayoría son foliares. El tema es que

cuando uno aplica materia orgánica no hay quién ayude a degradar esa materia en el suelo. Por lo que sí se pueden llegar a generar buenos resultados.

Sabía que los tratamientos orgánicos en el cultivo del arroz otorgan notables resultados a bajos costos, sin embargo ¿Por qué cree que los productores de arroz no adoptan este tipo de tratamientos en comparación a el método tradicional de usar sólo fertilizantes químicos (úrea, sulfato, DAP)?

La mayoría de los agricultores no conocen del tema, unos por ignorancia y otros porque resisten a ese tipo de cambios porque a menudas veces han sido estafados y no han obtenido buenos resultados; todo esto evidencia una falta de información concreta y correcta que llegue a oídos de los agricultores y productores.

¿Qué resultados esperaría ud. para que un tratamiento orgánico en el cultivo del arroz le resulte atractivo y así poder implementarlo en su producción? (en términos de cosecha, etc)

Para que este tratamiento sea atractiva debería reducir por lo mínimo un 50% los costos en producción, porque ahorita la inversión está en 1800 por ha así que deberíamos bajarlo a 900 y que la producción esté por encima de lo 70 sacos para que justifique esa inversión.

Entrevista 5

Entrevistado 5, edad 48 años, más de 23 años como experiencia en cultivos de arroz reside en La Tronca.

¿Qué opina ud. del precio del arroz actualmente en Ecuador?

Yo opino que el precio del arroz se debe más a un tema político porque Ecuador es capaz de abastecer a todo el país con la producción de arroz sin embargo permiten el ingreso por la frontera de los países vecinos y eso es lo que daña el mercado aquí en nuestro país.

Sabía que el costo de los fertilizantes ha ido en incrementado desde mediados del 2021, ¿Conoce los motivos por lo que ha ocurrido esta situación?

Respecto al incremento de los fertilizantes pienso que se debe a que no están produciendo el fertilizante de la misma manera que antes, ya que actualmente se los realizan con procesos de producción menos contaminantes entonces es más costoso ahora.

¿Qué elementos cree que son los más importantes e indispensables que deben suministrar a la planta para el buen rendimiento del cultivo del arroz?

Inicialmente serían el fósforo utilizado en la masa radicular y es de acción lenta, tenemos el nitrógeno que es muy requerido en el proceso de la fotosíntesis, el potasio que va a repercutir al final en el peso del grano, el silicio, el calcio y microelementos como el magnesio.

¿Qué ha escuchado o qué opina ud. del uso de bioles, enmiendas orgánicas y humus como complementos en el proceso de producción de arroz?

El uso de enmiendas orgánicas es una muy buena alternativa ahora que los insumos están caros, incluso conozco a personas que ya han empezado a utilizar materia orgánica, bioles, humus de lombriz y obtienen buenos resultados con bajos costos de inversión.

¿Ud. recomendaría o aplicaría un tratamiento orgánico para el desarrollo en la producción del arroz?

Yo sí recomendaría el uso de materia orgánica ya que nosotros estamos probando actualmente especialmente el humus de lombriz y obtenemos muy buenos resultados, y aparte de eso no estamos contaminando el ambiente, no estamos metiendo químicos al suelo ni a la planta y son muy buenos productos que dan resultados a menores costos.

Sabía que los tratamientos orgánicos en el cultivo del arroz otorgan notables resultados a bajos costos, sin embargo ¿Por qué cree que los productores de arroz no adoptan este tipo de tratamientos en comparación a el método tradicional de usar sólo fertilizantes químicos (úrea, sulfato, DAP)?

Como vuelvo y digo está claro que existen productos orgánicos que dan buenos resultados, en mi caso por ejemplo. Sin embargo, el agricultor está acostumbrado a sus método tradicional, siempre ha aplicado urea y piensa que la urea es el que va a sostener

sus rendimientos y producción sin embargo el cultivo también necesita elementos orgánicos aparte del nitrógeno.

¿Qué resultados esperaría ud. para que un tratamiento orgánico en el cultivo del arroz le resulte atractivo y así poder implementarlo en su producción? (en términos de cosecha, etc)

El resultado esperado y más claro alcanzado porque nosotros ya hemos obtenido resultados aplicando tratamiento orgánico, son de 60 sacas por cuadra de arroz con el uso de humus orgánico. El tratamiento como lo hacemos consiste en dos litros de humus por hectárea y 4 aplicaciones más una ureada durante todo el ciclo.