



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Unidad Educativa a Distancia

Maestría en Agronegocios Sostenibles

“Fomento de desarrollo productivo y económico en el sector Guasimo sur del cantón Zapotillo provincia de Loja, mediante la implementación de tecnología agrícola en los cultivos de arroz.”

**Trabajo de Titulación previa a la
obtención del grado de Maestría en
Agronegocios Sostenibles**

AUTOR:

Ing. Eddie Leonardo García Abad

DIRECTOR:

Ing. María José Valarezo Ulloa, PhD.

Loja – Ecuador

2024



unl

Universidad
Nacional
de Loja

**Sistema de Información Académico
Administrativo y Financiero - SIAAF**

CERTIFICADO DE CULMINACIÓN Y APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Valarezo Ulloa María Jose**, director del Trabajo de Titulación denominado **Fomento de desarrollo productivo y economico en el Sector Guasimo Sur Cantón Zapotillo provincia de Loja**, mediante la implementación e tecnología agrícola en los cultivos de arroz, perteneciente al estudiante **EDDIE LEONARDO GARCIA ABAD**, con cédula de identidad N° 1104654189. Certifico que luego de haber dirigido el **Trabajo de Titulación** se encuentra concluido, aprobado y está en condiciones para ser presentado ante las instancias correspondientes.

Es lo que puedo certificar en honor a la verdad, a fin de que, de así considerarlo pertinente, el/la señor/a docente de la asignatura de **Titulación**, proceda al registro del mismo en el Sistema de Gestión Académico como parte de los requisitos de acreditación de la Unidad de Titulación del mencionado estudiante.

Loja, 22 de Diciembre de 2023



MARIA JOSE VALÁREZO
ULLOA

F)
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN



Certificado TIC/TT.: UNL-2023-001073

1/1
Educamos para Transformar

Autoría

Yo, **Eddie Leonardo García Abad**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional- Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula de identidad: 1104654189

Fecha: 22 de enero del 2024

Correo electrónico: eddie.garcia@unl.edu.ec

Teléfono: 593 96 811 0782

Carta de autorización por parte del autor para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación

Yo, **Eddie Leonardo García Abad**, declaro ser el autor del Trabajo de Titulación denominado **“Fomento de desarrollo productivo y económico en el sector Guasimo sur del cantón Zapotillo provincia de Loja, mediante la implementación de tecnología agrícola en los cultivos de arroz”**, como requisito para optar por el título de **Magister en Agronegocios sostenibles**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los veintidós días del mes de enero de dos mil veinticuatro.

Firma:

Autor: Ing. Eddie Leonardo García Abad

Cédula: 1104654189

Dirección: Zapotillo

Correo electrónico: eddie.garcia@unl.edu.ec

Teléfono: 593 96 811 0782

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Directora del Trabajo de Titulación: Ing. María José Valarezo Ulloa, PhD.

Dedicatoria

Dedico este trabajo de titulación, a Dios, por ser mi guía espiritual en este largo camino, gracias a él superé los momentos difíciles y me levanté para culminar con éxito.

A mi padre allá en el cielo y a mi madre aun a mi lado , por ser pilar fundamental en mi vida, por haberme traído a este mundo, inculcarme buenos valores y darme la mejor educación.

A mi esposa Paola Nicole Granda Erazo, por darme su fortaleza e inspiración. Por creer siempre en mí y decirme a diario que si podía lograrlo, este logro también es tuyo.

Eddie Leonardo García Abad

Agradecimiento

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi directora de tesis, Ing. María José Valarezo, PhD, por su guía, apoyo constante y paciencia durante todo este proceso. Agradezco también a mis compañeros, por sus valiosos aportes y sus ánimos en los momentos más difíciles.

No puedo dejar de reconocer el apoyo incondicional de mi familia, en especial de mis padres **Adalberto Edie García Álvarez (+) Marisol Abad Saguma**, a mis hermanas **Karla, Kalem, Liv** y de mi esposa **Paola Nicole Granda Erazo**, sin ellos este logro no hubiera sido posible.

Agradezco a la Universidad Nacional de Loja por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría en sus instalaciones y por dotarme de las herramientas necesarias para lograr este objetivo.

Finalmente, quiero dedicar este Trabajo de Titulación a todas aquellas personas que han creído en mi potencial y me han impulsado a seguir adelante en momentos de incertidumbre.

Eddie Leonardo García Abad.

¡Mil gracias!

Índice de contenidos

Portada.....	I
Certificado de culminación y aprobación del Trabajo de Titulación.....	II
Autoría.....	III
Carta de autorización.....	IV
Dedicatoria	V
Agradecimiento.....	VI
Índice de contenidos	VII
Índice de tablas:	X
Índice de Figuras:	XI
Índice de anexos:	XIII
1. Título.....	11
2. Resumen	12
Abstract.....	14
3. Introducción	16
3.1. Antecedentes.....	18
3.2. Problemática	19
3.3.2. Objetivos específicos	22
4. Marco Teórico.....	23
4.1. El arroz: Aspectos generales.....	23
4.1.1. Origen e historia	23
4.1.2. Morfología y taxonomía	23
4.1.3. Características nutricionales del arroz	25
4.1.4. Variedades de arroz	26
4.1.5. Categorías por forma del arroz	26
4.2. Requerimientos agro-ecológicos para el cultivo de arroz	28
4.2.1. Temperatura, radiación solar y precipitación pluvial	29

4.2.2.	Suelos y topografía del terreno.....	29
4.2.3.	Nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas de arroz.....	30
4.3.	Adaptación del arroz a los suelos inundados.....	32
4.4.	Métodos de siembra.....	33
4.4.1.	Métodos de siembra indirecta.....	33
4.4.2.	Método de siembra directa.....	34
4.5.	Enfermedades y plagas más comunes.....	35
4.5.1.	Barrenador del arroz (Chilo Supressalis).....	36
4.5.2.	Rosquillas (Spodoptera spp. y Mythimna spp.).....	36
4.5.3.	Pudenta (Eysarcoris ventralis).....	37
4.5.4.	Piricularia (Pyricularia grisea).....	37
4.5.5.	Malas hierbas.....	37
4.6.	Situación mundial, regional y nacional del cultivo de arroz.....	38
5.	Metodología.....	43
5.1.	Enfoque de la investigación.....	43
-	Enfoque cuantitativo.....	43
-	Enfoque cualitativo.....	43
5.2.	Tipo de investigación.....	43
-	Exploratoria.....	43
-	Descriptiva.....	43
5.3.	Metodología para el primer objetivo. Identificar las barreras existentes para la adopción de tecnologías agrícolas en el sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo.....	43
5.3.1.	Área de estudio.....	46
5.3.2.	Técnicas.....	47
5.4.	Metodología para el segundo objetivo. Desarrollar programas de nuevas tecnologías para los cultivos de arroz en el sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo.....	49
5.4.1.	Propuestas de cambio e inclusión de tecnología en el cultivo de arroz.....	49
5.4.2.	Análisis económico-financiero para la implementación de propuestas.....	49
5.4.3.	Ventajas y desventajas.....	50

5.5.	Metodología para el tercer objetivo. Proponer talleres de capacitación y asistencia técnica dirigidos a los agricultores para que conozcan las diferentes opciones de tecnología agrícola disponibles en el mercado, sus características, ventajas, costos y formas de uso.	50
6.	Resultados.....	51
6.1.	Resultados del primer objetivo. Identificar las barreras existentes para la adopción de tecnologías agrícolas en el sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo.....	51
6.2.	Resultado del segundo objetivo. Desarrollar programas de nuevas tecnologías para los cultivos de arroz en el sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo.	65
6.2.1.	Capacitación en sistemas informáticos.....	66
6.2.2.	Agricultura de precisión	69
6.2.3.	Sistema de posicionamiento global (GPS).....	72
7.	Discusión.....	78
8.	Conclusiones.....	81
9.	Recomendaciones.....	82
10.	Bibliografía.....	83
11.	Anexos.....	86

Índice de tablas:

Tabla 1. Producción y rendimiento de arroz a nivel nacional; **Error! Marcador no definido.**

Tabla 2. Superficie, según producción y ventas de arroz (en cáscara) por región y provincia (hectáreas, toneladas métricas) 2021; **Error! Marcador no definido.**

Tabla 3. Costos de producción de una hectárea de arroz, sin considerar costo de terreno
..... **Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. Matriz para detectar los problemas existentes en a arrocera del Sr. Juan Castillo
..... **Error! Marcador no definido.**

Índice de Figuras:

Figura 1. Taxomanía y morfología del arroz.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2. Nutrientes principales para el desarrollo de las plantas de arroz	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3. Elementos secundarios y menores. para el desarrollo de las plantas de arroz, de acuerdo a necesiades del ciclo	31
Figura 4. Pregerminación de la semilla de arroz	¡Error! Marcador no definido.
Figura 5. Ubicación geográfica sector Guasimo sur	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6. Técnica de cultivo de arroz inundado - preparación del suelo.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7. Arado y nivelación de suelo.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 8. Aplicación de fertilizantes en cultivos de arroz;	¡Error! Marcador no definido.
Figura 9. Control de malezas y plagas.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 10. Obtención de lechuguin	¡Error! Marcador no definido.
Figura 11. Cosecha de arroz	54
Figura 12. Secado de arroz	¡Error! Marcador no definido.
Figura 13. Pilado de arroz	55
Figura 14. Número de hectáreas cultivadas.....	58
Figura 15. Uso de tecnología.....	58
Figura 16. Mayor producción con uso de tecnología... ..	59
Figura 17. Impedimentos para uso de tecnología... ..	59
Figura 18. Los cultivos son rentables con la implementación de tecnología... ..	60
Figura 19. Las etapas del proceso productivo que requieren tecnología... Las etapas del proceso productivo que requieren tecnología... ..	60
Figura 20. La tecnología agraria ayuda a prevenir plagas y demás problemas en los cultivos.....	61
Figura 21. La implementación tecnológica genera mayor rentabilidad en la producción... ..	62
Figura 22. Ventajas de la implementación tecnológica en cultivos de arroz	63
Figura 23. Desventajas de la implementación tecnológica en cultivos de arroz... ..	63

Figura 24. Temas de capacitación necesarios.....	64
Figura 25. Tecnología agraria.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 26. Muestreo del suelo y del cultivo con GPS... ..	70
Figura 27. Tecnología agraria en los cultivos de arroz	72
Figura 28. Sistema de posicionamiento global GPS	¡Error! Marcador no definido.
Figura 29. Ubicación de la arrocera del Sr. Juan Castillo por medio del Sistema de posicionamiento global GPS	¡Error! Marcador no definido.
Figura 30. Dispositivos electrónicos	¡Error! Marcador no definido.
Figura 31. GIS	¡Error! Marcador no definido.

Índice de anexos:

Anexos 1. Modelo de la encuesta dirigida a los productores arroceros del sector Guasimo sur, cantón Zapotillo.	47
Anexos 2. Certificación de la traducción del abstract	83

1. Título

Fomento de desarrollo productivo y económico en el sector Guasimo sur del cantón Zapotillo provincia de Loja, mediante la implementación de tecnología agrícola en los cultivos de arroz.

2. Resumen

El presente trabajo de investigación se enfocó en las necesidades tecnológicas de los agricultores arroceros del sector Guasimo sur del cantón Zapotillo provincia de Loja, detectándose que cuentan con tecnología agrícola deficiente y obsoleta en la mayoría de casos.

A través del presente trabajo se pudo observar que la economía de los agricultores del sector Guasimo sur depende en gran medida del cultivo de arroz y la situación cada día se torna más precaria, debido al aumento de los costos de producción y al bajo precio de venta del quintal de arroz que ofrecen los dueños de apiladores y procesadoras que son sus principales compradores. Debido a esto, para los agricultores esta actividad deja de ser rentable, salvo el caso de poder producir con tecnología agrícola misma que impulsa métodos de cultivo más eficientes y sostenibles, ayudándoles a prosperar en la industria actual.

Dado esto se plateó como objetivo principal identificar las barreras para la adopción de tecnologías agrícolas en el sector Guasimo sur del cantón Zapotillo y desarrollar un programa de nuevas tecnologías para los cultivos de arroz conjunto a la propuesta de talleres de capacitación y asistencia técnica dirigidos a los agricultores para que conozcan las diferentes opciones de tecnología agrícola disponibles en el mercado, sus características, ventajas, costos y formas de uso.

Se realizó un estudio mediante la aplicación de la técnica de la encuesta y observación a los 15 agricultores de arroz del sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo, detectándose que son conscientes de la necesidad de implementar tecnología en sus plantaciones pero lo consideran inalcanzable por su elevado costo, aunque están conscientes de los beneficios que conllevaría tenerla, los arroceros precisan capacitación en implementación tecnológica agraria, en detección de plagas, y en un menor porcentaje también requieren capacitación en sistemas de administración de calidad y control de calidad.

Con el firme propósito de aminorar la fragilidad del pequeño productor de arroz del sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo, se planteo realizar la aplicación de prácticas eficientes a través de innovaciones tecnológicas que ayuden a desarrollar este proyecto arrocero. Ya que al ejecutarlo se prioriza sobre todo la seguridad para el personal, para el suelo, el cultivo, todo esto logrado, mediante la aplicación de prácticas eficientes que

permiten la reducción en el uso de agroquímicos protegiendo a su vez el suelo y la flora del sector.

Los sistemas de información son primordiales para optimizar los procesos y actividades de la producción arrocerá del sector, por tal razón se prioriza la necesidad de implementar un software y adicional a este cambio tecnológico es apremiante la implementación de planes de capacitación que comprendan: capacitación en sistemas informáticos, agricultura de precisión y sistemas de posicionamiento global, para que los agricultores del Guasimo Sur confirmen los datos en tiempo real de sus cultivos y tomen las decisiones más acertadas para su crecimiento económico.

Al realizar este estudio se determinó que, según el criterio de los arroceros del sector Guasimo Sur, la banca pública dificulta los créditos para la adquisición de esta tecnología, incumpliendo su principal objetivo que es fomentar la inversión en la agricultura por ser esta el motor productivo del país.

Palabras Clave: Desarrollo productivo, implementación, tecnología agraria, cultivos de arroz.

Abstract

This research work focused on the technological needs of rice farmers in the southern Guasimo sector of the Zapotillo canton, province of Loja, detecting that they have deficient and obsolete agricultural technology in most cases.

Through this work it was observed that the economy of the farmers in the southern Guasimo sector depends largely on the cultivation of rice and the situation becomes more precarious every day, due to the increase in production costs and the low sales price of the quintal of rice offered by the owners of stackers and processors who are its main buyers. Due to this, for farmers this activity is no longer profitable, except in the case of being able to produce with agricultural technology that promotes more efficient and sustainable cultivation methods, helping them to prosper in the current industry.

Given this, the main objective was to identify the barriers to the adoption of agricultural technologies in the southern Guasimo sector of the Zapotillo canton and develop a program of new technologies for rice crops together with the proposal of training and technical assistance workshops aimed at farmers so that they know the different agricultural technology options available on the market, their characteristics, advantages, costs and ways of use.

A study was carried out by applying the survey and observation technique to 15 rice farmers in the Guasimo Sur sector of the Zapotillo canton, detecting that they are aware of the need to implement technology in their plantations but consider it unattainable due to its high cost. Although they are aware of the benefits that would entail having it, rice farmers require training in agricultural technological implementation, in pest detection, and in a smaller percentage they also require training in quality management systems and quality control.

With the firm intention of reducing the fragility of the small rice producer in the Guasimo Sur sector of the Zapotillo canton, it was proposed to implement efficient practices through technological innovations that help develop this rice project. Since when executing it, safety for the personnel, for the soil, for the crop is prioritized above all, all of this achieved through the application of efficient practices that allow the reduction in the use of agrochemicals, protecting the soil and the flora of the environment sector.

Information systems are essential to optimize the processes and activities of rice production in the sector, for this reason the need to implement software is prioritized and

in addition to this technological change, it is urgent to implement training plans that include: training in systems computing, precision agriculture and global positioning systems, so that farmers in Guasimo Sur can confirm the real-time data of their crops and make the best decisions for their economic growth.

When carrying out this study, it was determined that, according to the criteria of the rice farmers in the Guasimo Sur sector, the public bank makes it difficult to obtain credit for the acquisition of this technology, failing to fulfill its main objective, which is to promote investment in agriculture because it is the productive engine from the country.

Keywords: Productive development, implementation, agricultural technology, rice crops.

3. Introducción

La producción agrícola mundial actual tiene una tasa de crecimiento promedio de 1.8% en comparación con el 3% en la década de 1960 y, por lo tanto, a un ritmo menor que el crecimiento demográfico. El Banco Mundial ha demostrado que en Sudamérica el aumento anual de alimentos debe alcanzar el 4%, es decir, más del doble de la cifra actual para lograr la seguridad alimentaria. Esto se puede lograr a través de un progreso significativo, mediante el desarrollo e implementación tecnológico que juega un papel clave en el desarrollo del sector agrícola, (Pellizzi, et al., 2002)

La agricultura en Ecuador es una ocupación importante, con más del 60% de su población que depende de ella directa o indirectamente para su sustento. Proporciona la mayor parte del empleo, los ingresos y los alimentos para la población en rápido crecimiento, así como el suministro de materias primas para las industrias. (BIRF, 2016)

En Ecuador, la industria arrocera utiliza 5,1 millones de hectáreas de producción agrícola; el 26,92% de esta superficie está reservada para cultivos transitorios y barbechos. Entre los cultivos intermedios, el arroz se ha convertido en el cultivo principal, obteniendo la superficie total en 2021 de 340.281 hectáreas (ha) registrando un aumento del 8,76 %. El cultivo de arroz se concentra casi por completo en las zonas costeras; la superficie total cultivada en las provincias mencionadas para la investigación es: Guayas 60,14%, Los Ríos 30,45%, Loja 4,23% y el resto de las provincias 5,18% (MAG, 2021)

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (2021) la producción de arroz en cáscara en la industria arrocera en el año 2019 fue de 1.1 millones de toneladas, en el año 2020 fue de 1.3 millones de toneladas y en el año 2021 1.5 millones, lo que representó un aumento. Sin embargo, la situación del desarrollo de la producción en otros años es muy diferente a la de 2019; esto se ha reducido en aproximadamente un tercio.

El proceso de producción puede ser el mismo, pero no se obtiene el mismo nivel de rendimiento debido a la influencia de factores climáticos; la realidad es que en la provincia del Guayas es posible realizar dos o tres ciclos de producción de arroz en las regiones tecnificadas, mientras que en la provincia de Los Ríos solo es frecuente un ciclo por año por falta de maquinaria. Con el fin de mejorar el proceso de producción en la

industria nacional del arroz, se han tomado una serie de medidas para contribuir al aumento de la producción, que incluyen: subsidios de precios al productor basados en recursos, préstamos formales para la producción de arroz, precio mínimo de sustentación y el Programa Nacional de almacenamiento, con el objetivo de ayudar a los productores tanto en la fijación de precios como en el almacenamiento durante los períodos de sobreproducción. La producción de arroz se realiza durante todo el año en forma escalonada y en ciertas zonas, se siembra hasta tres ciclos en el año; en el 2019 la superficie sembrada a nivel nacional fue de 261.770 hectáreas y en el 2020 fue de 315.023 hectáreas, es decir que aumentó al igual que la superficie cosechada en el 2020 se generó un incremento de 55.603 hectáreas; la producción se concentra en la provincia del Guayas con el 65,84% (INEC, 2021)

La producción es estacional, y se ha encontrado que el país tiene zonas donde se cultiva arroz hasta en tres ciclos. El ciclo más importante es la producción de verano, que se inicia con la siembra en abril y mayo y la recolección en agosto y septiembre, cuando se produce cerca del 50% de la producción anual. El segundo ciclo de siembra más importante es en diciembre y enero, cuando se obtiene el 30% del rendimiento. Existe un tercer ciclo en el 8 que se planta con sólo riego programado en el último trimestre del año. Durante el verano las provincias con mayores rendimientos son Guayas y Los Ríos, y dadas las condiciones agroclimáticas, en esta época se realizan dos campañas de siembra para la primera cosecha en septiembre y la segunda vez en los primeros días de enero. Este mes comienza a cultivar la tierra y sembrar semillas según el ciclo invernal. En las demás provincias la producción de arroz está relacionada con el ciclo de cultivo de invierno y la temporada de siembra se extiende hasta febrero dependiendo de las precipitaciones (Marin, et al., 2021)

En suma, la agricultura renovada transmuta en varias direcciones al mismo tiempo. Puesto que al hacer uso de las nuevas tecnologías el sector agrícola tiende a aumentar el rendimiento de los cultivos mediante una mejor planificación y gestión más ingeniosa. (BIRF, 2016)

3.1. Antecedentes

La tecnología utilizada en la producción de arroz a principios del siglo XX, era muy rudimentaria y deficiente debido a la escasa disponibilidad de semillas que se adaptaran a las condiciones agroecológicas del país, así como también por el desconocimiento y el escaso uso de fertilizantes y maquinaria agrícola para realizar las labores de preparación de suelos, siembra y cosecha. Aunque se indicaba que 2.000 kilos de arroz por hectárea era una “cosecha normal” este debió ser el rendimiento de agricultores experimentados y en áreas de siembra pequeñas. (Saenz & Blanco, 2011)

La influencia de cambios tecnológicos provenientes del exterior comenzó a impulsar la sustitución de arados de palo por arados metálicos, la siembra al voleo por un sistema de siembra mecánico en surcos que utilizaba una cantidad de semilla fija lo cual a la vez permitía sembrar de 2 a 3 hectáreas con un solo operario e incrementar la densidad de siembra. (Saenz & Blanco, 2011)

La tecnología agrícola posee características que impulsan métodos de cultivo más eficientes y sostenibles, ayudando a los agricultores a prosperar en la industria actual. Prácticas probadas en la productividad de los campos mediante imágenes de satélite y programas informáticos específicos para la agricultura, forman parte de la tecnología agrícola encargada de lograr su desarrollo. (BIRF, 2016)

La tecnología se abre paso en el cultivo de arroz; el uso de drones para la fumigación, así como la nivelación a láser de sus terrenos, son parte de las prácticas que se masifican entre los productores de arroz, especialmente, de las zonas costeras del país. La expectativa es ser cada vez más eficientes y reducir costos, para no verse afectados por temas comerciales, como la creciente importación de arroces más baratos que reciben subsidios en sus países de origen y que hacen caer los precios internos. (Ortiz, 2019)

Más allá de las demandas que exigen los productores agrarios al gobierno de turno, los arroceros están buscando la forma de ser más eficientes a través de las herramientas que ofrece la tecnología, como son las aplicaciones de fertilizantes y agroquímicos, vía drones. Además de realizar una aplicación homogénea, sin descuidar ningún área, el dron,

que baja hasta 70 cm al ras del suelo, puede discriminar las hojas que muestren algún grado de infección y aplicar una dosis mayor. Al igual que en los equipos de aplicación fitosanitaria, los drones pueden hoy manejar diferentes boquillas para el rociado y así optimizar la atomización. Incluso el aire que producen las hélices permiten una mejor penetración por la potencia con la que son lanzadas las gotas. (Ortiz, 2019)

Como resultado de la era de la información, hay más formas de utilizar la tecnología en la agricultura que nunca. Las empresas agrícolas confían en la tecnología agrícola para mejorar la gestión de los campos, que es sólo una de las muchas formas en que las innovaciones han cambiado la (BIRF, 2016)

3.2.Problemática

El arroz (*Oryza sativa* y *Oryza glaberrima*) es un cereal básico en la alimentación humana, siendo de fundamental importancia en la dieta de más de la mitad de la población mundial, especialmente en los países en vías de desarrollo. (SOS, 2020)

El arroz es uno de los principales alimentos en la dieta de la población ecuatoriana, según la Corporación de Industriales Arroceros del Ecuador un ecuatoriano consume entre 43 y 45kg. de arroz al año, debiéndose considerar que en los últimos meses del 2020 el consumo llegó a los 50kg por individuo. En el país, las provincias que lideran, tanto la producción como la venta de arroz son Guayas y Los Ríos. Las pérdidas de cultivos de arroz en el Ecuador sobre todo en el año 2019 se han dado por inundaciones como principal causante, sin embargo, en años pasados las plagas fueron las mayores causantes de extensas pérdidas en el sector arrocero. (Sanchez, et al., 2020)

Ecuador no realiza actividades de comercio exterior representativas respecto al arroz, sin embargo, se exporta e importa arroz semiblanqueado o blanqueado, descascarillado y partido. El principal destino de las exportaciones ecuatorianas de arroz entre 2010 y 2020 es Colombia con el 77,9% del total, ya para el 2020 los únicos países de destino, además de Colombia, han sido Italia, Estados Unidos, y España en cantidades insignificantes. (Sanchez et al, 2020)

En la provincia de Loja, específicamente en los cantones de Macará y Zapotillo se producen cantidades considerables por hectárea, superando a la media a nivel nacional que es de 110 quintales por hectárea, en su mayor parte los agricultores disponen entre dos a cuatro hectáreas de cultivo de arroz, los métodos para sembrar la gramínea se agrupan en dos sistemas, siembra directa y siembra por trasplante. (Fierro, 2022)

Los agricultores en estas zonas fronterizas, generalmente realizan dos siembras en el año. Una siembra se la actúa en la época lluviosa en el mes de enero y la otra siembra se la actúa en época de verano en el mes julio y agosto, siendo muy cotizada la producción, por su calidad y rendimiento, característica asociada a la capacidad lumínica en el sector, es decir que en estos cantones existen más de 8 horas luz, lo cual influye en el proceso de la fotosíntesis y por ende en mejorar su rendimiento. (Fierro, 2022)

En estos cantones aproximadamente unas 2.500 hectáreas están destinadas al cultivo de arroz, en donde varios productores y cultivadores producen alrededor de 130.000 quintales al año. Pese a que la economía de los agricultores fronterizos depende en gran medida del cultivo de arroz, la situación de costos de producción preocupa notablemente, debido al alza de precios de los fertilizantes y agroquímico; y al bajo precio de venta del quintal de arroz que ofrecen los dueños de apiladores y procesadoras, los principales compradores de la gramínea. (Fierro, 2022)

Ante esta situación, no existen medidas para garantizar un precio justo. Los pequeños productores afirman que, si la situación no mejora, muchos dejarían de producir la gramínea, puesto que solo sería rentable para los productores que tienen su propia maquinaria, afirmando que sólo les quedaría como rentabilidad el trabajo de las máquinas. (Fierro, 2022)

Además, la incorporación y desarrollo de la tecnología agrícola en el cantón Zapotillo, es relativamente bajo ya que solo el 70% de las unidades agropecuarias utiliza maquinaria agrícola, el 10% utiliza riego tecnificado y el 80% utiliza fertilizantes químicos, siendo las principales causales de esta deficiencia tecnológica la escasa

información, la falta de recursos financieros, la deficiente capacitación, entre otros. (Analytics, 2023)

Considerando el antecedente, se plantea como alternativa de solución a este grave problema el proyecto de Fomento de desarrollo productivo y económico en el sector Guasimo sur del cantón Zapotillo provincia de Loja, mediante la implementación de tecnología agrícola en los cultivos de arroz.

3.2.1. *Pregunta problema*

1. ¿Es económicamente rentable la implementación de tecnología agrícola en los cultivos de arroz en el sector Guasimo sur del cantón Zapotillo de la provincia de Loja?
2. El trabajo conjunto entre los asesores agrícolas, productores de arroz y los gestores tecnológicos, permitirían el crecimiento de la industria arrocera en el sector Guasimo sur del cantón Zapotillo.
3. ¿Es posible que los agricultores arroceros puedan ahorrar tiempo, esfuerzo, personal y reducción de la cantidad de productos químicos a través de la optimización y automatización de tecnología agropecuaria en las operaciones agrícolas y las actividades de campo?

3.3. Objetivos

3.3.1. Objetivo general

Desarrollar un programa de implementación de nuevas tecnologías como modelo de producción innovador, competitivo y generador de rentabilidad en los cultivos de arroz del sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo.

3.3.2. *Objetivos específicos*

- Identificar las barreras para la adopción de tecnologías agrícolas en el sector Guasimo sur del cantón Zapotillo.
- Desarrollar un programa de nuevas tecnologías para los cultivos de arroz en el sector Guasimo sur del cantón Zapotillo.
- Proponer talleres de capacitación y asistencia técnica dirigidos a los agricultores para que conozcan las diferentes opciones de tecnología agrícola disponibles en el mercado, sus características, ventajas, costos y formas de uso.

4. Marco Teórico

4.1.El arroz: Aspectos generales

El arroz es un cereal y un alimento indispensable para una dieta sana y equilibrada. Está presente en prácticamente todas las cocinas del mundo. Es el segundo cereal más cultivado en todo el mundo después del maíz; sin embargo, es el de mayor importancia y más consumido por la especie humana. El origen de la domesticación del cultivo del arroz se ha debatido bastante, si bien es seguro que proviene de Asia, el origen dentro de este continente se debate entre dos gigantes: China y Japón . (Febles, 2018)

Pero se ha comprobado que el origen de su domesticación proviene del sur de China. Estudios morfológicos ubican claramente la transición del arroz en este país y la evolución de la recolección al cultivo doméstico del cereal. (Febles, 2018)

En los comienzos, la recolección de arroz era básica para la supervivencia del pueblo, los cambios en el suelo muestran que la recolección cambió tiempo después para convertirse en el cultivo de las familias chinas. Poco tiempo después de comenzar a cultivar arroz, las familias descubrieron nuevas variedades de este cereal que podían también cultivar y consumir. (Febles, 2018)

4.1.1. Origen e historia

El cultivo del arroz comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a sus tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo. (Ruhi, 2020)

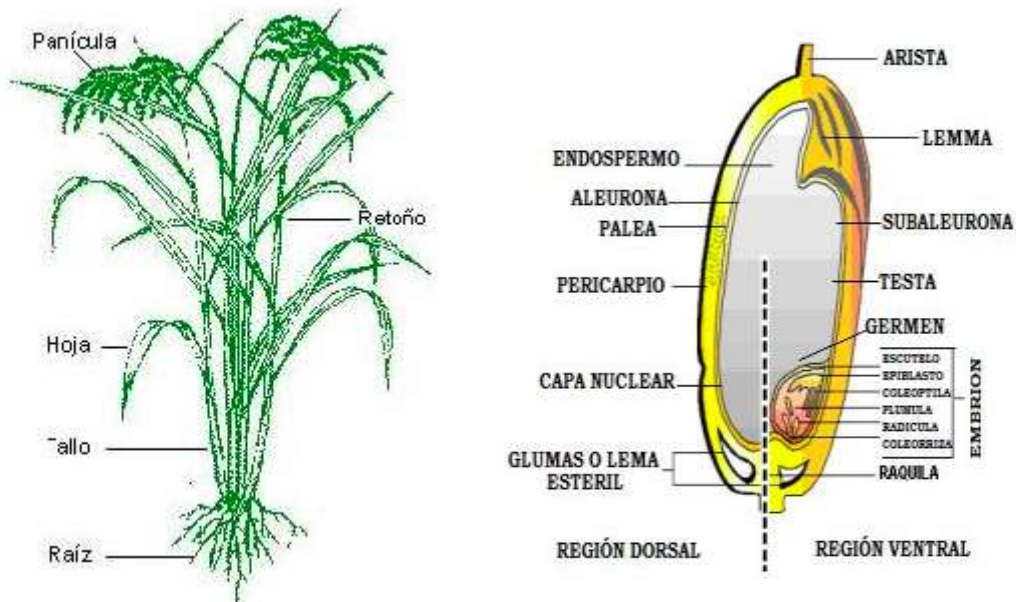
4.1.2. Morfología y taxonomía

El arroz (*Oryza sativa*) es una monocotiledónea perteneciente a la familia *Poaceae*. A continuación, se presenta la clasificación taxonómica del cultivo de arroz: (Viva, 2019). El esquema de una planta de arroz se presenta en la Figura 1.

- Reino: *Plantae*
- Subreino: *Tracheobionta*
- División: *Magnoliophyta*
- Clase: *Liliopsida*
- Sub-clase: *Commelinidae*
- Orden: *Poales*
- Familia: *Poaceae*
- Sub-familia: *Bambusoideae*
- Tribu: *Oryzeae*
- Género: *Oryza*
- Especie: *Oryza sativa L.*

Figura 1.

Taxomanía y morfología del arroz



Nota. La Figura 1. Presenta la taxomanía y morfología del arroz.

- **Raíces:** Las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales.

-**Tallo:** El tallo se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudoso, glabro y de 60-120 cm. de longitud.

-Hojas: Las hojas son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos.

-Flores: Son de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración.

-Inflorescencia: Es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemmas estériles, la raquilla y el flósculo.

-Grano: El grano de arroz es el ovario maduro. El grano descascarado de arroz (cariósido) con el pericarpio pardusco se conoce como arroz café; el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el arroz rojo. (Ruhi, 2020)

4.1.3. Características nutricionales del arroz

El arroz blanco es un alimento rico en carbohidratos y bajo en grasas y proteínas. Además de ser una excelente fuente de energía, es perfecto para personas con problemas cardíacos debidos a su bajo nivel en sodio y colesterol. (SOS, 2020)

Para analizar de una forma sencilla el valor nutricional del arroz blanco, vamos a tomar como medida 100 gramos de arroz, lo que corresponde a ½ puño de nuestra mano. 100 gramos de arroz blanco corresponden a 130 kilocalorías. (SOS, 2020)

Carbohidratos. En 100 gramos de arroz blanco encontramos un total de 28,2 gramos de carbohidratos.

- **Minerales.** En 100 gramos de arroz blanco encontramos un total de 0,28 gramos de minerales como sodio, calcio, hierro, fósforo y potasio.

- **Proteínas.** En 100 gramos de arroz blanco encontramos un total de 2,7 gramos de proteínas.

- **Grasas.** En 100 gramos de arroz blanco encontramos un total de 0,3 gramos de grasas.(Sos, 2020)

4.1.4. Variedades de arroz

El consumo de arroz y por tanto el comercio está diferenciado por los tipos de arroz y por la calidad de los mismos. Se consideran los siguientes tipos de arroz:

De grano largo de perfil índica: este a su vez se clasifica de acuerdo al porcentaje de granos partidos y el que sean o no aromáticos. Este tipo de arroz representa el 85% del comercio mundial de arroz, incluyendo aproximadamente del 10-15% de arroces aromáticos (tipos jazmín y basmatil), 35-40% de arroces de alta calidad (menos del 10% de granos partidos) y del 30-35% de arroces de baja calidad. (Science, 2017)

De grano medio/corto de tipo japónica: el comercio de este tipo de arroces representa solamente una cuota del 15%. (Science, 2017)

El comercio mundial del arroz durante los próximos 15 años (de 18 millones en 1996 a 21 millones en 2010), se estima que incrementará a razón de una tasa anual de 1.11%, tasa significativamente inferior a la actual (8.82%) y refleja el hecho de que el impacto mayor de la liberalización comercial mundial ya surtió efecto. (Science, 2017)

4.1.5. Categorías por forma del arroz

Clasifican a los granos de arroz en las siguientes categorías:

4.1.5.1. Clasificación del arroz por tamaño

- Extra largo: largo de grano $> 7,5$ mm
- Largo: largo de grano varía de 6,61 a 7,50 mm
- Grano medio: largo de grano varía de 5,51 a 6,60 mm
- Corto: largo de grano $< 5,5$ mm Relación largo/ancho
- Delgado: relación largo/ancho $> 3,0$
- Medio: relación largo/ancho entre 2,1 y 3,0 'Bold': relación largo/ancho entre 1,1 y 2,0 Redondo: relación largo/ancho $< 1,0$ (Paredes, et al, 2020)

4.1.5.2. Clasificación del arroz por su forma

Por su variedad botánica o de origen, encontramos dos tipos de arroz: índico (granos largos, finos y firmes) o japonico (granos más gruesos y cortos). Así, podemos definir los tres tipos de arroz más comunes que encontramos en el mercado: grano largo, medio o corto. (Chovi, 2022)

- Arroz Largo

Dentro de los tipos de arroz de grano largo encontraríamos el arroz Basmati, el arroz jazmín o el arroz Ferrini.

Estos arroces de la variedad índica tienen gran cantidad de almidón (hasta un 20% de su composición) y tras la cocción presentan granos sueltos, firmes y elásticos. En general los arroces largos se utilizan para ensaladas y en muchos platos de la cocina asiática. (Chovi, 2022)

- Arroz Corto

Entre los arroces de grano corto destacan el arroz Arborio o el Vialone Nano.

Ambos tienen una forma casi esférica y se adhieren entre sí con facilidad, quedando compactos a temperatura ambiente.

Como puedes imaginar este tipo de arroces son perfectos para elaborar sushi o risottos, siendo el Arborio la mejor opción para estos últimos. (Chovi, 2022)

- Arroz Medio

Los arroces de grano medio tienen en torno a un 15% de amilosa en su composición y, tras la cocción, de ellos se obtiene un grano blando y un poco pegajoso. Entre este tipo de arroces destacan las variedades Carnaroli y bomba.

Éste último, por su capacidad de absorber bien los líquidos y de no pasarse ni romperse, es el más utilizado por los maestros arroceros. (Chovi, 2022)

4.1.5.3. Clasificación del arroz por color/aroma/textura

Arroz según color, aroma o textura

A veces elegir un arroz u otro depende de si queremos aportar a nuestro plato un aroma o unas texturas concretas. En ese caso debemos atender a los distintos tipos de arroz clasificándolos según su color, aroma o textura. Así, podemos clasificar entre tres tipos de arroz: (Chovi, 2022)

- **Arroces aromáticos**

Muchas de las variedades de arroz de grano largo son también aromáticas y tras su cocción desprenden aromas perceptibles.

Entre los más utilizados y comunes destacan el arroz jazmín y el arroz thai, que es el más usado en la cocina india y para la elaboración del famoso arroz pilaf turco. (Chovi, 2022)

- **Arroz glutinoso**

También conocido como arroz mochi este es uno de los tipos de arroz más usados en platos dulces ya que tras la cocción queda un poco pegajoso.

Los arroces con mango y coco típicos de la cocina tailandesa o los Sticky Rice (por ejemplo de plátano y naranja) se realizan también con esta variedad arrocera. (Chovi, 2022)

- **Arroces pigmentados**

Muy útiles si quieres dar un toque de color a tu guarnición. El llamado arroz parbolizado o arroz oro se caracteriza por su color amarillento y porque absorbe menos agua, así que aguanta bien ser recalentado.

Dentro de los arroces pigmentados también podemos hablar de los que tienen tonos morados o rojos.

Entre ellos destacaremos el arroz venere, un arroz integral de color negro. (Chovi, 2022)

4.2. Requerimientos agro-ecológicos para el cultivo de arroz

Para una mayor productividad, el arroz requiere de temperaturas relativamente altas y de suficiente radiación solar, así como de un suministro suficiente de agua, durante toda la temporada de desarrollo del cultivo que varía de 3 a 5 meses.

4.2.1. Temperatura, radiación solar y precipitación pluvial

Afectan directamente los procesos fisiológicos de la planta de arroz, que de una u otra manera inciden en la producción de grano e indirectamente en la presencia de plagas y enfermedades del cultivo. Aparte de lo anterior los suelos deben ser aptos para el cultivo, con características que permitan una adecuada retención de agua y disponibilidad de nutrientes. Temperatura y radiación solar: La temperatura no solo afecta el crecimiento, sino que también el desarrollo de la planta de arroz. Para el cultivo del arroz, las temperaturas críticas están por debajo de los 20° C y por arriba de los 32° C. Se considera que la temperatura óptima para la germinación, el crecimiento del tallo, de las hojas y de las raíces, está entre los 23 y 27 o C. Con temperaturas superiores a estas, la planta de arroz crece más rápidamente, pero los tejidos son demasiados blandos, siendo entonces más susceptibles a los ataques de enfermedades. Por otra parte, las temperaturas bajas influyen desfavorablemente en la diferenciación de las células reproductivas y por tanto causan una alta esterilidad de las espiguillas, esto es muy determinante en la etapa del “embuchamiento” a los 14-7 días antes de la emergencia de la panícula o de la floración del cultivo. Un tiempo lluvioso, con alta nubosidad y con bajas temperaturas perjudican la polinización y por tanto causan un alto porcentaje de esterilidad de las espiguillas, resultando en una baja producción de grano. Por otra parte, tanto en los trópicos como en la zonas templadas, la producción de grano es primariamente determinada por la incidencia de radiación solar. Con la información anterior, se asume que el arroz en nuestro país, se puede cultivar desde 0, hasta los 800 metros sobre el nivel del mar, durante el ciclo de primera y sembrando en los meses de mayo, junio y la primera quincena de julio. (Discua, 2003)

4.2.2. Suelos y topografía del terreno

El cultivo de arroz como tal, requiere de suelos con alto contenido de arcilla, que son los suelos que retienen y conservan la humedad por más tiempo. Los suelos cuya proporción de arcilla está balanceada con el contenido de arena y limo (suelos francos) y

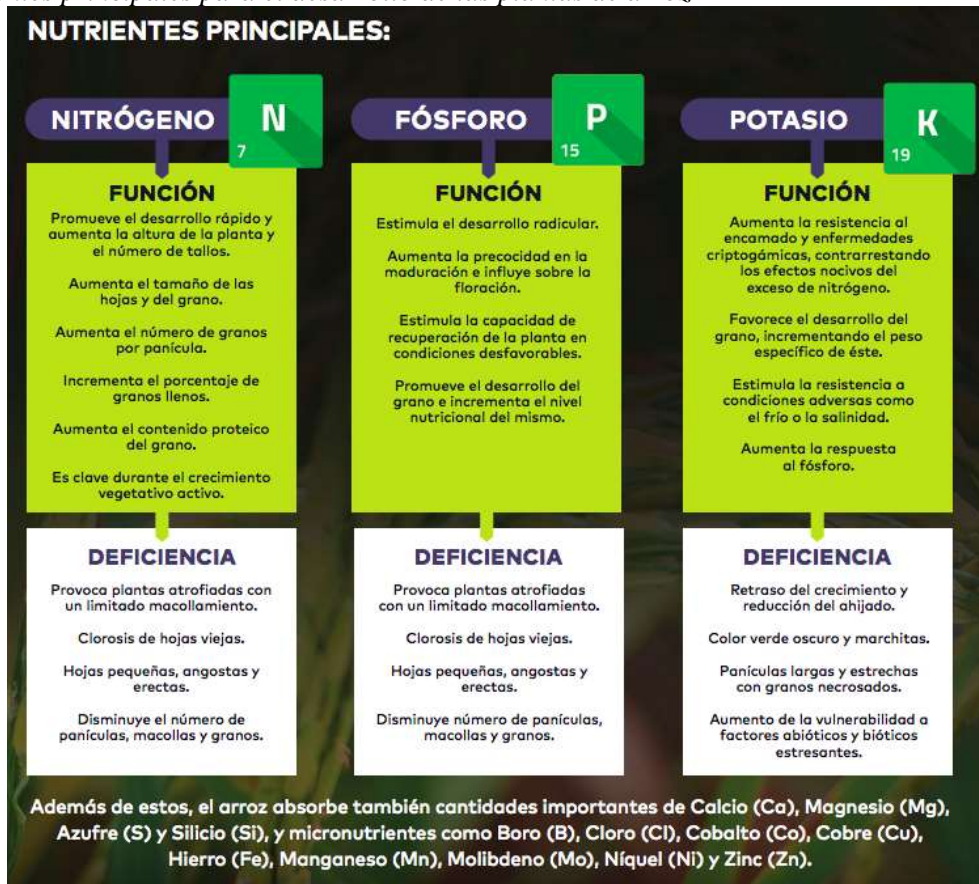
que son aptos para otros cultivos, todavía garantizan buenas cosechas de arroz. Sin embargo, en estas condiciones se hace necesario contar con abundante agua de lluvia, o con la infraestructura necesaria para suplir riego al cultivo en períodos críticos de baja precipitación pluvial o sequía. En relación con la topografía del terreno es necesario disponer de suelos planos para producir arroz; ya que generalmente en el cultivo de arroz en su mayoría se utiliza maquinaria. Desde luego, que el manejo del cultivo y el manejo de agua (si se dispone de riego), será más fácil y menos costosa en aquellos suelos con menores pendientes. Cuando se construye infraestructura para riego, las melgas deben nivelarse bien, con pendientes que no sobrepasen el 1/1000 aunque es preferible nivelar a cero. (Discua, 2003)

4.2.3. Nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas de arroz

La adecuación del suelo para que haya una mayor absorción de humedad y una mayor eficiencia en el uso del agua de riego es fundamental para garantizar una alta eficiencia de la fertilización. De acuerdo con este antecedente, la planta de arroz requiere de una cantidad de nutrientes esenciales para completar su ciclo de vida como las demás plantas, donde el carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O) son tomados del aire, el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), considerados como elementos mayores son tomados del suelo, sin embargo, la mayoría de nuestros suelos son deficientes de ellos y, por consiguiente, hay necesidad de aplicarlos como fertilizantes. También se tienen los elementos secundarios como el calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), además de los elementos menores o micronutrientes como el hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), manganeso (Mn) y boro (B). Igualmente existen otros elementos importantes para el cultivo de arroz como silicio (Si) y molibdeno (Mo). (Figura 2) (Gonzalez, 2021)

Figura 2.

Nutrientes principales para el desarrollo de las plantas de arroz



Nota: La Figura 2. Presenta los nutrientes principales para el desarrollo de las plantas de arroz, datos obtenidos por estudiante en (Redagricola, 2018)

Figura 3.

Elementos secundarios y menores. para el desarrollo de las plantas de arroz, de acuerdo a necesidades del ciclo



Nota: la Figura 3. Presenta los Elementos secundarios y menores para el desarrollo de las plantas de arroz, de acuerdo a necesidades del ciclo, datos obtenidos por estudiante en (Redagricola, 2018).

4.3. Adaptación del arroz a los suelos inundados

Los suelos inundados ofrecen un ambiente único para el crecimiento y nutrición del arroz, pues la zona que rodea al sistema radicular, se caracteriza por la falta de oxígeno. Por tanto, para evitar la asfixia radicular, la planta de arroz posee unos tejidos especiales, unos espacios de aire bien desarrollados en la lámina de la hoja, en la vaina, en el tallo y en las raíces, que forman un sistema muy eficiente para el paso de aire. (Infoagro, 2020)

El aire se introduce en la planta a través de las estomas y de las vainas de las hojas, desplazándose hacia la base de la planta. El oxígeno es suministrado a los tejidos junto con el paso del aire, moviéndose hacia el interior de las raíces, donde es utilizado en la respiración. Finalmente, el aire sale de las raíces y se difunde en el suelo que las rodea, creando una interfase de oxidación-reducción. (Infoagro, 2020)

4.4. Métodos de siembra

En el cultivo del arroz se utilizan varios métodos de siembra, que dependen de las facilidades que tenga el productor y del área a sembrar. Se identifican dos métodos: Siembra directa (con semilla seca o pre-germinada) y siembra indirecta o por trasplante. En el método directo con semilla seca, la siembra se efectúa en hileras, al voleo: A mano, con sembradoras y avión. En suelos fangueados la siembra con semilla pre germinada se realiza al voleo: A mano o con avión. (Reyes, 2006)

4.4.1. Métodos de siembra indirecta

1. **Siembra con chuzo o con barreta** En este tipo de siembra es difícil la utilización de máquinas o bueyes, acá se siembra con barreta y en cada orificio se coloca entre 5 a 10 granos de semilla con una distancia de 30 centímetros cuadrados entre los orificios. Se debe considerar no depositar muchas semillas en un solo orificio para que la planta tenga un macollamiento adecuado. Debemos tener en cuenta en este tipo de siembra la cantidad de 100 libras de semillas por manzana. (Moran, 2021)
2. **Siembra en surcos con tracción animal.** La siembra de arroz en surcos utilizando bueyes se practica en varias zonas del país, principalmente por pequeños y medianos productores. La tracción animal en la agroecología implica una relación estrecha con el animal, el entorno y el trabajo. Contar con un compañero de trabajo de naturaleza diferente a la nuestra, con instintos, necesidades y miedos distintos, y con capacidad de aportar una fuerza muy superior a la que puede ejercer el ser humano de forma natural, requiere ciertos conocimientos y experiencia, pero proporciona a las fincas agrícolas la posibilidad de trabajar el suelo y llevar a cabo las tareas de cultivo y transporte interno con eficacia, calidad y comodidad. En muy pocas décadas, se ha llevado al borde de la extinción todo el conjunto de prácticas y conocimientos del trabajo con animales con objetivos agrícolas, de desembosque y de transporte, así como todo el conocimiento que incluyen estas tradiciones. Trabajar con animales exige perseverancia, conocimiento y responsabilidad, este tipo de siembra con este método es tan bueno como la siembra mecanizada, ya que muchos productores han logrado disminuir la distancia entre los surcos de siembra. Se recomienda surcar a una distancia de 30 centímetros y depositar la semilla a chorro corrido o en posturas, para

luego tapparla en los surcos. Con este método se recomienda utilizar de 120 a 150 libras de semilla por manzana. (Ruhi, 2020)

- 3. Siembra al voleo con semilla seca.** La siembra al voleo se puede hacer a mano, con máquinas voleadoras manuales, acopladas al tractor o con avión. Una vez distribuida la semilla en el suelo, se da un pase de rastra para tapparla y reducir el daño de aves y otros animales. La profundidad a la que se coloca la semilla dentro del suelo, no debe ser mayor de cinco centímetros. Con este método la siembra es más rápida, sin embargo, la germinación no es uniforme debido a que la semilla queda colocada a diferentes profundidades, además del daño por los pájaros al consumir la semilla que no se logró tappar adecuadamente. Con este método se recomienda utilizar entre 180-220 libras de semilla por manzana. (Reyes, 2006)

- 4. Siembra mecanizada en surcos.** En este método de siembra se utilizan sembradoras que son implementos halados por tractor, las cuales depositan la semilla a chorro corrido a distancias que pueden variar de 15 a 30 centímetros, según el implemento o sembradora utilizada. Para la siembra de arroz con sembradora, se requiere de suelos bien preparados, para permitir una adecuada y uniforme distribución de la semilla. Las ventajas de este método de siembra, es por la rapidez y la uniformidad tanto en la distribución como en la colocación de la semilla a una determinada profundidad, lo que resulta en una germinación uniforme. Un aspecto muy importante, cuando se usa una sembradora con tractor, es que ésta se debe calibrar antes de iniciar la siembra para lograr una eficiente distribución y dosificación de la semilla. Con este sistema se recomienda utilizar entre 150-180 libras de semilla de buena calidad por manzana. (Reyes, 2006)

4.4.2. Método de siembra directa

- 1. Pregerminación de la semilla de arroz,** la semilla debe pregerminarse antes del voleo como se visualiza en la figura 4 y para ello hay que remojarla en agua por 24 horas y luego, dependiendo de las condiciones climáticas, someterla a un abrigo cubriéndola con restos de cosecha o cascarilla de arroz por otras 24 a 48 horas. Se le debe voltear por lo menos una vez para uniformizar la pregerminación. (Bartra, 2013)

Figura 4 .

Pregerminación de la semilla de arroz



Nota. La Figura 4. Presenta la pregerminación de la semilla del arroz

2. Siembra al voleo con semilla pregerminada.

La siembra al voleo por su rapidez y bajo costo es una de las formas de siembra más común y adoptada por un gran número de arroceros, comparándola con la siembra por surco o de trasplante. En la siembra al voleo se puede utilizar semillas secas, húmedas y pregerminadas, de acuerdo como se haya preparado el suelo y la disponibilidad de agua; se la puede realizar a mano, con máquina esparcidoras en forma manual con tractor o avión. La cantidad de semilla utilizada es mayor que la utilizada en surcos. (Huacon, 2014)

4.5. Enfermedades y plagas más comunes

Las plagas y problemáticas más importantes que afectan al cultivo de arroz, teniendo en cuenta en la fase del cultivo en la que nos encontramos son: Chilo Supressalis o Barrenador del arroz, Rosquillas (*Spodoptera* spp. y *Mythimna* spp.), Pudenta (*Eysarcoris ventralis*), Piricularia (*Pyricularia grisea*) y malas hierbas (Colas, Gramíneas anuales y malas hierbas de hoja ancha). (Certis, 2016)

4.5.1. Barrenador del arroz (*Chilo Supressalis*)

En la época en la que estamos (principios de agosto) nos encontramos con el segundo vuelo de adultos, origen de las larvas de segunda generación que se han desarrollado durante la floración y espigado del arroz.

Síntomas: Para detectar la posible presencia del Barrenador del arroz es importante realizar labores de observación. El síntoma más común en las plantas en estado vegetativo es la aparición de la hoja central completamente seca, enrollada en vertical sobre sí misma, así como un amarillamiento de las zonas en las que las larvas se están alimentando. Para las plantas en estado de floración/maduración, el síntoma es la aparición de la espiga de color blanco con el pecíolo erguido, ya que al no haber desarrollado los granos no pesa y no se inclina. La presencia de esta plaga es muy desigual, puede darse en un campo y el contiguo no. Sin embargo, son más propicios para su aparición cultivos colindantes con lagunas o mar. (Certis, 2016)

4.5.2. Rosquillas (*Spodoptera spp.* y *Mythimna spp.*)

Síntomas: Los primeros daños de las rosquillas se localizan, normalmente, en los márgenes o lindes de los arrozales y zonas con mayor densidad de siembra. Posteriormente, éstas se pueden encontrar, en el interior de las parcelas, en rodales, comiendo masa foliar tanto de las malas hierbas como del arroz. (Certis, 2016)

Tratamientos: Tanto para el control del Barrenador como de las Roquillas, desde Certis recomendamos el uso Confirm® 240 LV. Es un insecticida formulado a base de *Tebufenocida* 247 g/l y preparado de forma autosuspensible, que le confiere resistencia al lavado. Actualmente se emplea en tratamientos aéreos y terrestres. Confirm® 240 LV es un producto excelente para emplearlo en programas de Manejo Integrado de Plagas en cultivo de arroz. Además es un producto totalmente compatible con el medio ambiente y la fauna auxiliar. Se ha demostrado que tiene una alta selectividad con organismos útiles, manteniendo poblaciones naturales de insectos auxiliares. Presenta muy baja toxicidad sobre peces y algas y no muestra efectos adversos para vertebrados terrestres ni pájaros. (Certis, 2016)

4.5.3. Pudenta (*Eysarcoris ventralis*)

Síntomas: Se ha observado ya su presencia en rabo de gato (*Polypogon spp.*) de las lindes, en focos y también sobre el cultivo de arroz. Los adultos eligen parcelas con presencia de rabo de gato con espigas maduras, de las cuales se alimentan. Es importante eliminar las poblaciones de rabo de gato de las orillas e interior de las parcelas, ya que de esta manera evitamos que la primera generación de Pudenta se complete y pase al arroz próximo. (Certis, 2016)

4.5.4. Piricularia (*Pyricularia grisea*)

Síntomas: Las condiciones favorables para el desarrollo de esta enfermedad son temperaturas medias entre 15°C-28°C y humedad relativa media superior al 93% durante más de 10 horas seguidas. Es muy importante la detección precoz de las primeras manchas para llevar a cabo una correcta estrategia de protección del cultivo. (Certis, 2016)

4.5.5. Malas hierbas

Las más importantes en la época en la que nos encontramos, y por lo tanto a las que mayor atención habrá que prestar, son la plántula de cola (*Echinochloa spp.*) y las gramíneas anuales (*Paspalum distichum*), aunque los tratamientos para su control ya han finalizado. Sin embargo, es importante conocer la evolución y desarrollo de estas malas hierbas en nuestros arrozales, con el fin de poder controlarlas a tiempo. A la hora de realizar tratamientos herbicidas contra ellas es importante tener en cuenta varios factores, siendo los principales que las plantas de arroz tengan al menos 3 hojas, ya que se puede producir fitotoxicidad en el cultivo y que las colas no superen el estado de inicio de ahijado, ya que disminuiría notablemente la eficacia del herbicida empleado. Por otro lado, destacar la presencia moderada-alta de malas hierbas de hoja ancha (*Alisma plantago-aquatica*, *Bergia capensis*, *Ammannia coccinea* y *Lemna gibba*) y ciperáceas (*Scirpus spp.* y *Cyperus difformis*) aunque ya han finalizado los tratamientos contra estas especies, tras observarse poblaciones altas sobre el cultivo de arroz. (Certis, 2016)

4.6. Situación mundial, regional y nacional del cultivo de arroz

El arroz es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, aunque es el más importante del mundo si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha. A nivel mundial, el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo si se considera la superficie cosechada, pero si se considera su importancia como cultivo alimenticio, el arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales. Además de su importancia como alimento, el arroz proporciona empleo al mayor sector de la población rural de la mayor parte de Asia, pues es el cereal típico del Asia meridional y oriental, aunque también es ampliamente cultivado en África y en América, y no sólo ampliamente sino intensivamente en algunos puntos de Europa meridional, sobre todo en las regiones mediterráneas (Tabla 1). (Certis, 2016)

Tabla 1.
Producción y rendimiento de arroz a nivel nacional

País	Producción (tm)	Rendimiento (kg/ha)
Mundo	592.873.253	3.863
China	190.389.160	6.241
India	135.000.000	3.027
Indonesia	51.000.000	4.426
Vietnam	32.000.000	4.183
Bangladesh	29.856.944	2.852
Tailandia	23.402.900	2.340
Myanmar	20.000.000	3.333
Japón	11.750.000	6.528
Brasil	10.940.500	3.010
Filipinas	12.500.000	3.205
U.S.A.	8.692.800	6.963

Rep. de Corea	7.270.500	6.880
Colombia	2.100.000	4.773
Perú	1.664.700	5.549
Venezuela	737.000	4.913

Nota. La Tabla 1. Presenta la Producción y Rendimiento de Arroz a nivel mundial

Entre los países que producen más de un millón de toneladas al año figuran Cambodia (3.5 millones), Irán (2.6), Corea del Norte (2.1), Laos (1.6), Madagascar (2.4), Nepal (3.6), Nigeria (3.2), Pakistán (6.5) y Sri Lanka (2.7). (Infoagro, 2020)

El progreso de la tecnología agrícola está intrínsecamente ligado al auge de los centros urbanos y al intercambio comercial. Los nuevos avances tecnológicos siempre han predominado en este campo. No obstante, el crecimiento de la tecnología agrícola es algo relativamente reciente, pues la producción agrícola se basó en gran medida en la subsistencia y se caracterizó por una escasa productividad hasta principios del siglo XIX. Esta época, conocida como “agricultura 1.0”, está marcada por la invención del arado y el uso generalizado de la tracción animal. La agricultura 2.0 comenzó a finales del siglo XX con la introducción de maquinaria mecánica, como los tractores. Más tarde, la tecnología agrícola experimentó una serie de ciclos de desarrollo activo a medida que el ritmo del progreso tecnológico aumentaba enormemente. (Sergieieva, 2023)

El uso de insumos como fertilizantes y pesticidas puede reducirse con la ayuda de software agrícola avanzado. Otra ventaja es que la tecnología agrícola ayuda a reducir contaminantes nocivos, como el dióxido de carbono. Esto ha sido posible gracias a la racionalización del proceso de producción agrícola y a la eliminación de pasos innecesarios. Además, la mecanización de los procesos mejora la productividad y la eficiencia de la industria agrícola en todos los ámbitos, incluidas la siembra, la cosecha y la distribución. (Sergieieva, 2023)

Ecuador, al igual que muchos países que se encuentran en el subdesarrollo, debe buscar alternativas que contribuyan a generar riquezas, lo cual favorece al progreso y desarrollo del país. Dentro de las alternativas, se ve en la agricultura un factor preponderante para poder alcanzar esta meta. Nuestro país es privilegiado por las diferentes zonas climáticas que posee, lo cual hace posible que se puedan cultivar y producir una gran variedad de productos agropecuarios. La tecnología ha avanzado de

manera agigantada a nivel mundial en muchas áreas, dentro de las cuales se incluye también a la agronomía; En el Ecuador la agricultura se ha desarrollado desde hace mucho tiempo, pero este avance no se ha podido evidenciar de la manera en la que se debería. Es importante indicar las grandes ventajas que podemos obtener al utilizar dichas tecnologías en las diferentes etapas de producción, las mismas que favorecen en gran medida al fortalecimiento de la matriz productiva y del tan anhelado sueño de desarrollo nacional del país. En Ecuador como se visualiza en la tabla 2, el arroz es el alimento principal en la dieta de la población, su producción conjuga trabajo, tierra y agua, siendo una actividad relevante dentro del ámbito agrícola en diferentes provincias del país. (Mendoza, 2019)

Tabla 2.

Superficie, según producción y ventas de arroz (en cáscara) por región y provincia (hectáreas, toneladas métricas)

Región y Provincia		SUPERFICIE (Has.)		PRODUCCIÓN (Tm.)	VENTAS (Tm.)
		Sembrada	Cosechada		
TOTAL NACIONAL		342.967	340.281	1.504.214	1.446.282
REGIÓN SIERRA		17.676	16.305	52.395	52.119
REGIÓN COSTA		323.230	321.915	1.444.055	1.386.866
REGIÓN AMAZÓNICA		2.061	2.061	7.764	7.297
REGIÓN SIERRA					
Azuay	SOLO				
	ASOCIADO				
Bolívar	SOLO	11	11	50	50
	ASOCIADO				
Cañar	SOLO	1.896	1.896	3.844	3.792
	ASOCIADO				
Carchi	SOLO				
	ASOCIADO				
Cotopaxi	SOLO				
	ASOCIADO				
Chimborazo	SOLO	6	6	42	42
	ASOCIADO				
Imbabura	SOLO				
	ASOCIADO				
Loja	SOLO	15.763	14.391	48.458	48.234
	ASOCIADO				
Pichincha	SOLO				
	ASOCIADO				
Tungurahua	SOLO				
	ASOCIADO				
Santo Domingo de los Tsáchilas	SOLO				
	ASOCIADO				

REGIÓN COSTA

El Oro	SOLO	2.361	2.361	10.205	10.205
	ASOCIADO				
Esmeraldas	SOLO				
	ASOCIADO				
Guayas	SOLO	204.874	204.646	940.566	910.673
	ASOCIADO				
Los Ríos	SOLO	104.165	103.133	451.589	428.889
	ASOCIADO	485	485	621	621
Manabí	SOLO	11.285	11.229	41.009	36.477
	ASOCIADO	61	61	66	
Santa Elena	SOLO				
	ASOCIADO				
REGIÓN AMAZÓNICA					
Morona Santiago	SOLO				
	ASOCIADO				
Napo	SOLO	95	95	134	97
	ASOCIADO				
Orellana	SOLO	208	208	742	379
	ASOCIADO				
Pastaza	SOLO				
	ASOCIADO				
Sucumbios	SOLO	1.759	1.759	6.888	6.821
	ASOCIADO				
Zamora Chinchipe	SOLO				
	ASOCIADO				

Nota. La Tabla 2. Presenta la superficie, según producción y ventas de arroz (en cáscara) por región y provincia (hectáreas, toneladas métricas) 2021.

En la provincia de Loja, específicamente en los cantones de Macará y Zapotillo se producen cantidades considerables por hectárea, superando a la media a nivel nacional. Los agricultores en estas zonas fronterizas, generalmente realizan dos siembras en el año, siendo muy cotizada la producción, por su calidad y rendimiento. (Fierro, 2022)

Desde hace muchos años la provincia de Loja se ha caracterizado por ser productora de arroz, posee alrededor de 2.200 hectáreas aproximadamente, divididas en 1.200 en el cantón Zapotillo y 1.000 en el cantón Macará, con una producción que oscila de 120 a 140 quintales por hectárea. (Placencia, 2021)

La calidad de la producción de arroz en la Provincia de Loja es única, por tener uno de los factores indispensables en calidad, que es la capacidad lumínica, que viene a ser las horas sol que puede llegar a tener un determinado producto en su fase de producción, por lo tanto, al desarrollarse en dos cantones considerados como unos de los

mayores en tener horas sol como lo es Macará y Zapotillo, su calidad es óptima y de preferencia en el consumo local y nacional. (Placencia, 2021)

Pese a que la economía de los agricultores fronterizos depende en gran medida del cultivo de arroz y de otros productos agrícolas, la situación de costos de producción preocupa notablemente, los pequeños productores afirman que, si la situación no mejora, muchos dejarían de producir la gramínea, puesto que solo sería rentable para los productores que tienen su propia maquinaria, afirmando que sólo les quedaría como rentabilidad el trabajo de las máquinas. (Sánchez, et al., 2020)

Cabe enfatizar que la incorporación y desarrollo de la tecnología agrícola en el cantón Zapotillo, es relativamente bajo ya que solo el 70% de las unidades agropecuarias utiliza maquinaria agrícola, el 10% utiliza riego tecnificado y el 80% utiliza fertilizantes químicos, siendo las principales causales de esta deficiencia tecnológica la escasa información, la falta de recursos financieros, la deficiente capacitación, entre otros. (ANALYTICS, 2023)

Ante este panorama, el uso de la tecnología agrícola se presenta como una oportunidad para mejorar las condiciones de vida de los agricultores arroceros del sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo y evidentemente así, aumentar la competitividad del sector.

5. Metodología

5.1. Enfoque de la investigación

Para el desarrollo del proyecto se tubo 2 enfoques: cualitativo y cuantitativo

- **Enfoque cuantitativo**, mediante el cual obtuvimos la información requerida y tabulada a través de las encuestas, mismas que fueron aplicadas a los 15 productores arroceros del sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo. Las preguntas se diseñaron con base en el marco conceptual y las variables de interés del estudio. Se utilizó para tal efecto un software estadístico para procesar y analizar los datos obtenidos.
- **Enfoque cualitativo**, en base al método científico el enfoque cualitativo, permitió a través de las técnicas de la observación y la entrevista, obtener información de los involucrados en el proyecto, para luego analizar su contenido y poder sacar las conclusiones.

5.2. Tipo de investigación

La presente investigación es de dos tipos exploratoria y descriptiva:

- **Exploratoria**

Mediante la aplicación de encuestas a los 15 arroceros del sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo, para conocer la situación actual de los cultivos de arroz.

- **Descriptiva**

Permitió indagar las características del proyecto de manera sistemática e interpretar la información recopilada mediante diferentes técnicas.

5.3. Metodología para el primer objetivo. *Identificar las barreras existentes para la adopción de tecnologías agrícolas en el sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo.*

Información que se obtuvo mediante visitas al sitio, a través de información bibliográfica y mediante la aplicación de encuestas a los 15 productores arroceros del sector, misma que permitió conocer la situación real por la que atraviesa el sector arrocero

de Guasimo Sur.

Se indagó en el proceso productivo del arroz que conlleva desde la preparación del suelo, uso de agua de riego, fertilización, cosecha, costos de producción y el análisis de los problemas, estos fueron:

1. Preparación de suelo

Esta depende de la técnica de siembra a utilizar, ya sea arroz inundado como ocurre en la mayoría de las veces, para cultivos en secano o para “arroz voluntario”. La preparación del terreno en húmedo es un poco más laboriosa que la que se realiza en seco, su costo y uso se justifica ya que con ellas es posible el control de malezas, que disminuyen el valor del producto. Un inconveniente en su utilización es que, en zonas cálidas, donde el agua es un factor limitante es difícil disponer de los volúmenes de agua necesarios para inundar y fanguear. (Bermudez, 2006)

- Aradura
- Reforzamiento de bordos
- Planchado y nivelación
- Cruzado
- Cerrado de poza
- Batido

2. Uso de agua de riego

- Preparación de almácigo
- Remojo de la semilla
- Germinación
- Almaciguera
- Transporte
- Voleo
- Transplante

3. Fertilización, control de malezas y plagas

Para garantizar la salud de los cultivos y un aumento del rendimiento de las cosechas, es necesario realizar la fertilización en el cultivo de arroz en el momento justo y con la dosis adecuada así como también el manejo integrado de las malezas y plagas mediante el uso de diferentes métodos para minimizar su impacto negativo, lograr mejor producción del arroz, disminuir costos y preservar el ambiente. La aplicación de un herbicida por sí sola no es suficiente para lograr disminuir las malezas. (Adama, 2021)

4. Cosecha

La cosecha del arroz, que consiste en separar los granos de la planta, es una fase esencial del proceso de cultivo. El momento de la cosecha tiene un impacto significativo, tanto en la cantidad como en la calidad de la cosecha. Normalmente se cosecha cuando los granos han alcanzado su tamaño y madurez. (Kogut, 2023)

5. Costos de producción del cultivo de arroz

La mayor parte de los costos de producción del cultivo de arroz son considerados variables, entre los cuales podemos clasificarlos en mano de obra, materia prima, maquinaria y equipos. Dentro de los costos fijos se consideran los costos administrativos, gastos financieros y el alquiler del terreno de ser el caso. (Quijije, et al, 20019)

6. Análisis y determinación de problemas u oportunidades

Uno de los principales desafíos que enfrenta la producción de arroz es el cambio climático. Las temperaturas crecientes y los eventos climáticos extremos hacen que cada vez sea más difícil cultivar arroz en muchas regiones. Las inundaciones y las sequías pueden dañar o destruir los cultivos, y el aumento del nivel del mar está amenazando las zonas de cultivo costeras. Para hacer frente a esto, los agricultores deben adoptar prácticas adaptadas al clima, como el desarrollo de variedades resistentes a las sequías e inundaciones y la implementación de sistemas de riego que conserven el agua. (Inhedge, 2023)

Otro gran desafío de la producción de arroz es la escasez de agua. El arroz es un cultivo que requiere grandes cantidades de agua, lo que puede ser un problema en regiones donde los recursos hídricos ya están sobreexplotados. Para superar este obstáculo, es necesario utilizar tecnologías y prácticas ahorradoras de agua, como el riego preciso y el secado alterno, y promover variedades eficientes en el uso del agua. (Inhedge, 2023)

A pesar de estos desafíos, existen oportunidades para mejorar la producción de arroz. Una de ellas es el uso de tecnologías de agricultura de precisión, como drones, sensores e imágenes satelitales, para mejorar la gestión de cultivos, aumentar los rendimientos y reducir el uso de agua. Otra oportunidad es el uso de la ingeniería genética para crear variedades de arroz más resistentes y productivas, lo cual puede contribuir a mejorar la seguridad alimentaria ante el cambio climático. (Inhedge, 2023)

5.3.1. Área de estudio

Para cumplir con los objetivos establecidos, se realizó en el cantón zapotillo sector Guasimo Sur, una encuesta a los 15 agricultores arroceros del mencionado lugar.

El estudio se efectuó en el sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo, ubicado al sur de la parroquia Zapotillo, tiene una extensión de 1500 hectáreas aproximadamente, cuenta con clima calido seco, su temperatura oscila enre los 24 y 30 °C. En la Figura 5 se muestra la ubicación geográfica del Barrio Guasimo Sur

Figura 5.
Ubicación geográfica sector Guasimo sur





Nota. La Figura 25. Presenta la ubicación geográfica del sector Guasimo Sur, Coordenadas: 4°23'11"S 80°14'37"O / -4.38636, -80.2436 <https://www.google.com/maps/@-4.4165651,-80.3777592,12.15z?entry=ttu>

5.3.2. Técnicas

Revisión bibliográfica. permitió recopilar la información necesaria para la elaboración del marco teórico, en la que se basó para el desarrollo del presente proyecto de investigación.

Encuestas. La técnica que se utilizó fue aplicada a 15 productores arroceros del sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo, para recopilar información sobre los requerimientos tecnológicos necesarios para el desarrollo y fomento económico del sector arrocero.

Anexo 1

Modelo de la encuesta dirigida a los productores arroceros del sector Guasimo sur, cantón Zapotillo.

Estimado señor (a) reciba un atento y cordial saludo, en calidad de estudiante de la Maestría en Agronegocios Sostenibles de la Universidad Nacional de Loja me dirijo a usted de la manera más comedida para que se digne contestar la siguiente encuesta con el objeto de recabar información para determinar la demanda de tecnología agraria (arroceras) en el sector Guasimo sur del cantón Zapotillo. La información es confidencial y será manejada exclusivamente por el investigador

1. ¿Cuántas hectáreas de arroz tiene?

2. ¿En su cultivo de arroz, hace uso de tecnología?

Sí

No

3. ¿Si utiliza tecnología agraria en sus cultivos, a mejorado su producción de arroz?

Si

No

4. ¿Qué factores le impiden utilizar tecnología de punta en su arrocera?

Falta de capacitación

Costos

Inseguridad

Falta de planes de financiamiento

Otros

5. ¿Es consciente que, con la implementación de nuevas tecnologías en sus cultivos de arroz, su producción le sería más rentable?

Si

No

6. ¿En qué etapas del proceso de producción, implementaría tecnología agraria?

Preparación de suelo

Uso de agua de riego

Fertilización, control de malezas y plagas

Cosecha

Costos de producción

Otros

7. ¿Sabía Ud. que la tecnología agraria le ayuda a prevenir plagas y demás problemas en sus cultivos?

Si

No

8. ¿Es consciente que, con la implementación tecnológica y programas de capacitación en sus cultivos, obtendría mayor rentabilidad en su producción?

Si

No

9. ¿Qué ventaja considera Ud. le brindaría la implementación tecnológica en sus cultivos de arroz?

10. ¿Qué desventaja considera Ud. le ocasionaría la implementación tecnológica en sus cultivos de arroz?

11. ¿En qué temas considera necesario se desarrollen programas de capacitación?

Implementación tecnológica

Detección de plagas

Control de calidad

Sistemas de control

Sistemas de administración de calidad

Normas de calidad

Normas de bioseguridad

Otros

5.4. Metodología para el segundo objetivo. *Desarrollar programas de nuevas tecnologías para los cultivos de arroz en el sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo.*

Se diseñaron programas de capacitación en tecnología agraria, para el mejoramiento y desarrollo de la calidad y manejo eficiente de los costos. Además, se indagó en el conocimiento de herramientas de apoyo como guías de Implementación de Buenas Prácticas Agrícolas, Sistemas de Control Interno y Sistemas de Administración de la Calidad.

Las capacitaciones se realizarán con material de apoyo como: documentos impresos y audiovisuales, los mismos que serán actualizados constantemente para facilitar su uso por parte de los productores y poder contribuir de manera efectiva al mejoramiento de la producción de arroz y el buen manejo de su empresa.

El programa de nuevas tecnologías para cultivo de arroz tiene tres ejes:

5.4.1. Propuestas de cambio e inclusión de tecnología en el cultivo de arroz

Considerando las necesidades de los productores arroceros de sector Guasimo Sur en cuanto al ámbito tecnológico, se desarrollaron programas de capacitación en base a la información otorgada por ellos mediante la encuesta, y así se determinan las áreas de mayor desconocimiento.

5.4.2. Análisis económico-financiero para la implementación de propuestas

Con la aceptación de los agricultores al cambio tecnológico, se desarrollan

programas de capacitación, cuyos costos están supeditados al desarrollo del contenido, utilización de tecnología y posterior difusión de la misma.

5.4.3. Ventajas y desventajas

Desde el punto de vista operativo se encuentran múltiples razones para considerar las nuevas tecnologías como un aliado en la producción de arroz.

Actualmente los arroceros del sector Guasimo Sur, realizan sus cultivos de tal manera que les genera un alto costo, puesto que no poseen información detallada de sus etapas de producción. Información que con el uso y aplicación de la tecnología agraria para el sector arrocero la podría manejar en su totalidad y en tiempo real. Logrando así, la optimización de tiempo, mejor manejo de costos en todo el proceso, ahorro en mano de obra, evitar el desperdicio de materiales, entre otros.

5.5. Metodología para el tercer objetivo. Proponer talleres de capacitación y asistencia técnica dirigidos a los agricultores para que conozcan las diferentes opciones de tecnología agrícola disponibles en el mercado, sus características, ventajas, costos y formas de uso.

Al desarrollar el proyecto se identificó la necesidad de los productores arroceros del sector Guasimo sur, los mismos que precisan de un apoyo amplio y práctico para evolucionar hacia la sostenibilidad y manejo profesional de la producción de la gramínea.

Para la capacitación de los arroceros del sector contaremos con equipo de apoyo, capacitación y asistencia técnica, mismo que será conformado por agrónomos, profesionales representantes de la empresa proveedoras de insumos y de tecnología agropecuaria, los cuales cuentan con amplia experiencia en el tratamiento de soluciones efectivas para el desarrollo de los productores arroceros del sector Guasimo sur.

6. Resultados

6.1.Resultados del primer objetivo. *Identificar las barreras existentes para la adopción de tecnologías agrícolas en el sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo*

El estudio se efectuó en el sector Guasimo Sur, ubicado al sur de la parroquia Zapotillo, tiene una extensión de 1500 hectáreas aproximadamente, cuenta con clima calido seco, su temperatura oscila enre los 24 y 30 °C. En la Figura 4 se muestra la ubicación geográfica del Barrio Guasimo.

6.1.1 Proceso de cultivo de arroz en el sector Guasimo sur del cantón Zapotillo

Según los arroceros del sector Guasimo sur del cantón Zapotillo, la técnica utilizada por ellos en sus cultivos es la del cultivo de arroz inundado como se muestra en la figura 6, Este método según los agricultores es el ideal por el clima calido existente en el sector, mismo que implica controles minuciosos del nivel del agua en los campos, puesto que el arroz preciza de condiciones específicas de humedad para crecer de manera óptima.

Figura 6.

Técnica de cultivo de arroz inundado - preparación del suelo



Nota. La Figura 6. Presenta la preparación del suelo para la técnica de cultivo del arroz inundado

Previamente al cultivo del arroz, según la información otorgada por los agricultores arroceros, se realiza la preparación del suelo mediante el arado profundo para romper el suelo y mejorar la aireación como se visualiza en la Figura 7, y la nivelación del terreno es primordial para asegurar el drenaje y que el agua se distribuya uniformemente. En este proceso de arado se utiliza el tractor como parte tecnológica.

Figura 7.

Arado y nivelación de suelo



Nota. La Figura 7 muestra el arado y nivelación del suelo para el cultivo del arroz

Además precizan la importancia de la incorporación y aplicación de fertilizantes según el requerimiento del suelo y del cultivo, esto es para mejorar su calidad y producción. El control adecuado de malezas y plagas es fundamental manifiestan los agricultores para así garantizar el éxito del cultivo y lograr la producción planificada. Como se muestran en las Figuras 8 y 9 estos procesos se realizan de forma manual sin utilización de tecnología, misma, que con su uso lograría optimizar este fase de la producción de arroz.

Figura 8.

Aplicación de fertilizantes en cultivos de arroz



Nota. La Figura 8. Presenta la aplicación de fertilizantes en los cultivos de arroz

Figura 9.

Control de malezas y plagas



Nota. La Figura 9 muestra el control de malezas y plagas en los cultivos de arroz

Como parte del proceso de cultivo del arroz nos manifiesta un agricultor de sector Guasimo sur, se coloca la semilla en un área de terreno fangoso previamente preparado para este fin, con la finalidad de obtener el lechuguin y su posterior trasplante en las pozas listas para el efecto. Toda esta actividad se la desarrolla manualmente. Como se observa en la Figura 10.

Figura 10.
Obtención de lechuguin



Nota. La Figura 10 muestra la obtención de lechuguin para los cultivos de arroz

La cosecha del arroz como se observa en la Figura 11, se realiza al cuarto mes de haberse iniciado el proceso de siembra, consiste en separar los granos de la planta con una cosechadora de arroz, una vez obtenido el grano inicia la fase de secado visualizado en la figura 12, en esta etapa se coloca los granos de arroz con cascara en tendales expuestos al sol por un periodo de tiempo de 4 a 5 semanas hasta lograr que el producto seque al 100% y posteriormente inicia la etapa de pilado misma que consiste en separar la corteza del grano de arroz, es decir, a partir de este momento el arroz estará listo para la venta. En esta última fase en la cosecha es en donde se utiliza tecnología mediante una máquina cosechadora de arroz.

Figura 11.
Cosecha de arroz



Nota. La Figura 11. Presenta la cosecha de arroz

Figura 12.
Secado de arroz



Nota. La Figura 12. Presenta el proceso de secado de arroz

Figura 13.
Pilado de arroz



Nota. La Figura 13. Presenta el pilado de arroz

En cuanto a los costos de producción, los agricultores manifestaron que estos están integrados por la mano de obra, materia prima, el costo de la maquinaria y equipo, no consideran alquiler del terreno porque estos son propios, los costos de producción de una hectárea de arroz se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3.*Costos de producción de una hectárea de arroz, sin considerar costo de terreno*

Descripción	Unid. de Medida	Cant.	Cost. Unit.	Total
Preparación del suelo				
Arado	Hora	3	\$50.00	\$150.00
Fanguero	Hora	3	\$50.00	\$150.00
Siembra				
Semilla	46 Kg	1.5	\$79.65	\$119.48
Trasplante	Tareas	20	\$20.00	\$400.00
Control de malezas				
Queen hervizona	1000cc 1500	1	\$49.50	\$49.50
Rifit	1 lt	2	\$14.90	\$29.80
Deshierba	Jornal	5	\$20.00	\$100.00
Aplicación	Jornal	2	\$20.00	\$40.00
Fertilización				
DAP	Saco 50 Kg	2	\$48.22	\$96.44
Soli-k	Saco 50 Kg	3	\$46.00	\$138.00
Nitromag	Saco 50 Kg	3	\$32.00	\$96.00
Urea	Saco 50 Kg	10	\$26.75	\$267.50
Sulfato de Amonio	Saco 50 Kg	5	\$22.50	\$112.50
Isabion	1 lt	2	\$17.51	\$35.02
Citokin	1 lt	1	\$26.00	\$26.00
Cumplidor	1 lt	1	\$11.50	\$11.50
Poro-zinc	1 kg	1	\$9.50	\$9.50
Potasio	1 lt	1	\$18.00	\$18.00
Aplicación	Jornal	6	\$20.00	\$120.00
Control de Insectos				
Engeo	250 cc	1	\$19.50	\$19.50
Volian flexi	200 cc	1	\$27.50	\$27.50
Curatron	500 cc	1	\$9.00	\$9.00
Control de Enfermedades				
Phiton	250 cc	1	\$9.75	\$9.75
Taspa	250 cc	1	\$19.50	\$19.50
Atajo	500 cc	1	\$18.50	\$18.50
Riego				

Manejo de Riego y cuidado	Ciclo	1	\$480.00	\$480.00
Cosecha				
Cosecha con maquinaria	Quintal	192	\$4.25	\$816.00
Costo total				\$3,368.99
Ingreso				\$0.00
Venta de arroz pelado	Quintal	130	\$42.00	\$5,460.00
Total (Ingreso - Costo de producción)				\$2,091.02

Nota. La Tabla 3. Presenta el costo de producción de una hectárea de arroz.

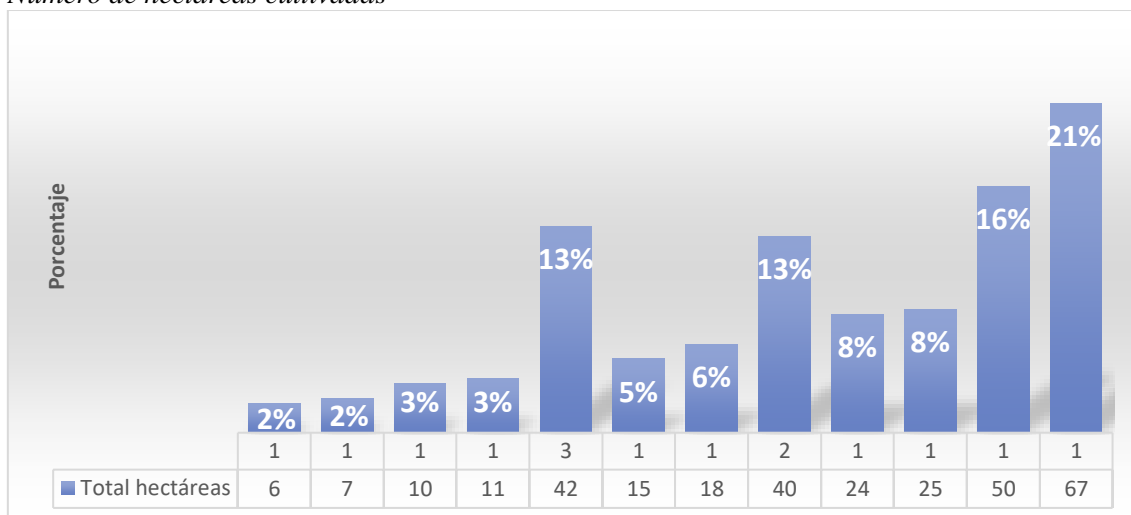
Como se puede evidenciar, la utilización de tecnología agraria en los cultivos de arroz del sector Guasimo sur existe en un porcentaje reducido ya que solamente se lo utiliza en los procesos de arado y cosecha, esto como resultado de los deficientes planes de financiamiento por parte de la banca estatal, que como entidad encargada de fomentar el desarrollo económico del sector agrícola no cumple con su función asignada.

Con la construcción del canal de riego en el cantón Zapotillo la producción agrícola en la zona mejoró sustancialmente y el cultivo de arroz fue uno de los beneficiados, ya que se cuenta con el líquido vital durante todo el año. Adicional a esto, existen oportunidades para mejorar la producción de arroz como es el uso de tecnologías de agricultura de precisión, para mejorar las tareas de cultivo, incrementar el rendimientos y disminuir el uso de agua.

La investigación se fundamentó en la encuesta como técnica de investigación, la cual fue aplicada a los 15 agricultores arroceros del sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo, cuyos resultados permiten conocer los requerimientos tecnológicos de este sector productivo. Y por ende será la base para determinar la factibilidad del proyecto.

Para la primera pregunta: *¿Cuántas hectáreas de arroz cultiva?* Los resultados obtenidos y descritos en la Figura 14 muestran que en el sector Guasimo Sur existen 315 hectáreas cultivadas de arroz.

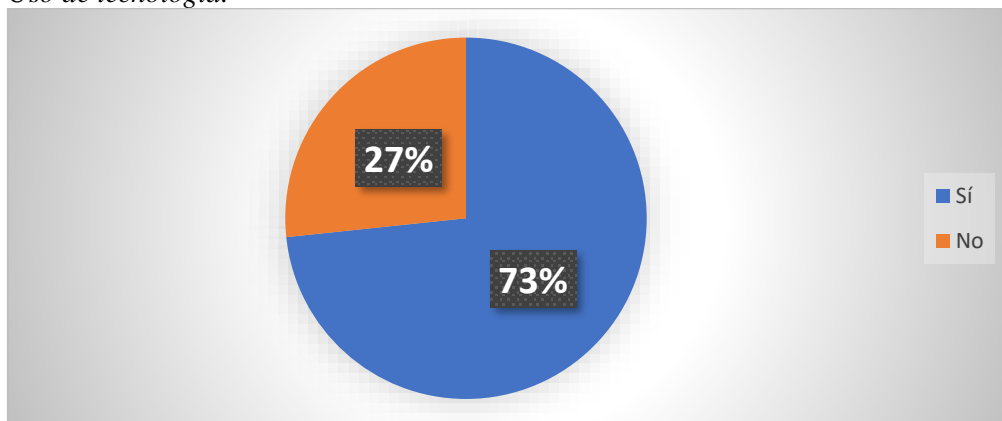
Figura 14.
Número de hectáreas cultivadas



Nota. La Figura 14. Presenta el porcentaje de hectáreas cultivadas de arroz en el sector Guasimo Sur

Para la segunda pregunta: *¿En su cultivo hace uso de tecnología?* Los resultados obtenidos y descritos en la Figura 15 muestran que en el sector Guasimo Sur el 73% de los agricultores hacen uso de tecnología, muy por el contrario el 27% no la utilizan.

Figura 15,
Uso de tecnología.

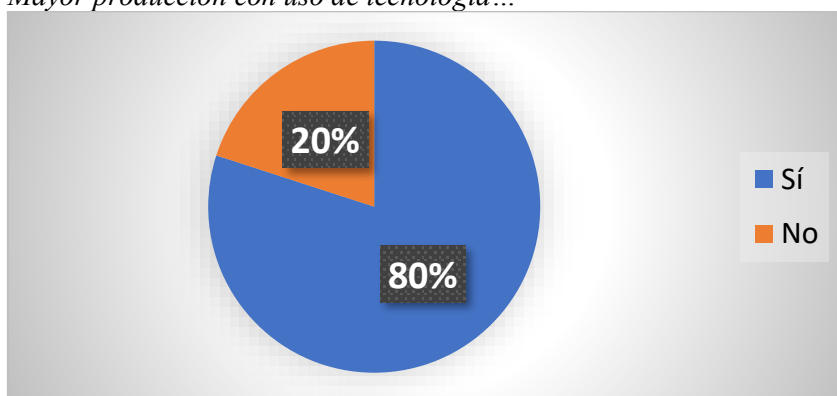


Nota. La Figura 15. Presenta el porcentaje de uso de tecnología en cultivos de arroz

Para la tercer pregunta: *Si utiliza tecnología agraria en sus cultivos, ¿ha mejorado su producción?*. Los resultados obtenidos y descritos en la Figura 16, muestran que del 100% de encuestados el 80% admite que con la tecnología se logra mayor productividad arroceras esto representa a 12 de los encuestados y solamente 3 agricultores es decir el 20% dijo que no

Figura 16

Mayor producción con uso de tecnología...

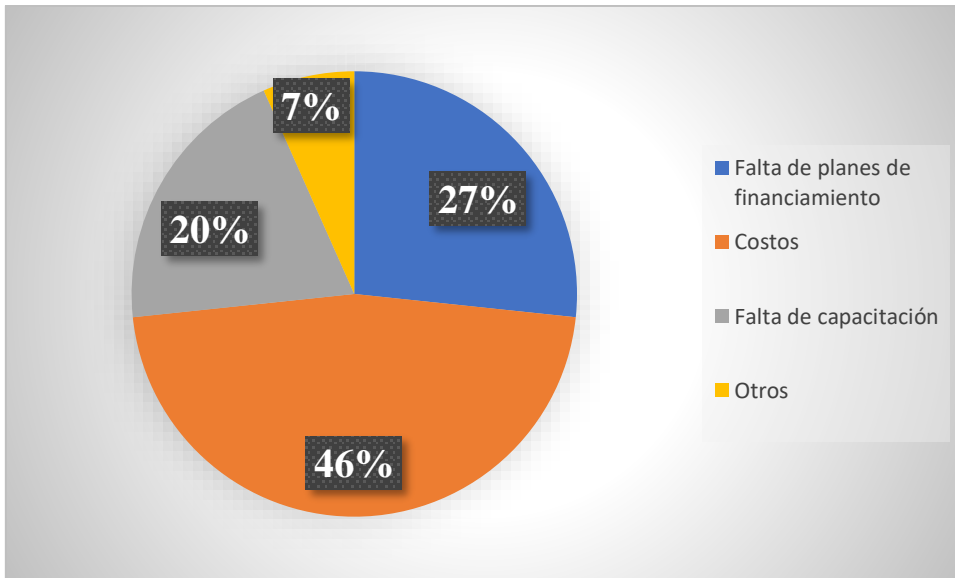


Nota. La Figura 16. Presenta el porcentaje del logro de mayor producción con uso de tecnología

Para la cuarta pregunta: *¿Qué factores le impiden utilizar tecnología de punta en su arroceras?*. Los resultados obtenidos y descritos en la Figura 17, muestran que, el mayor impedimento para el uso de tecnología agraria de punta de acuerdo al criterio de los encuestados, es 46% por costos elevados de los equipos, 27% por la falta de financiamiento, así como también el 20% por la falta de capacitación en el tema.

Figura 17.

Impedimentos para uso de tecnología...

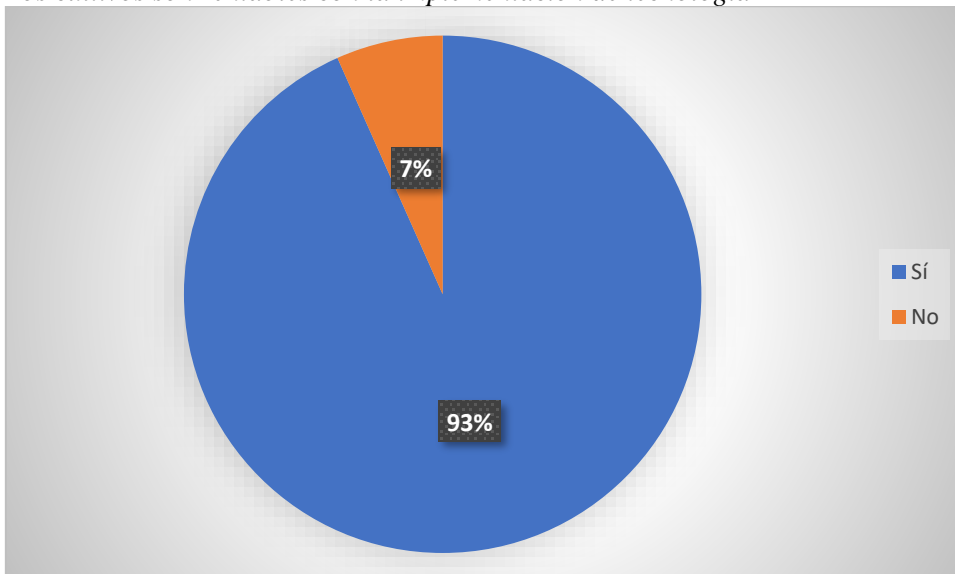


Nota. La Figura 17. Presenta porcentaje de los impedimentos para el uso de tecnología

Para la quinta pregunta: *¿Es conciente que con la implementación de nuevas tecnologías en sus cultivos de arroz, su producción le sería más rentable?*. Los resultados obtenidos y descritos en la Figura 18, muestran que, de los 15 encuestados, 14 opinan que con la implementación tecnológica sus cultivos lograrán mayor rentabilidad, es decir el 93% y solamente el 7% opina lo contrario.

Figura 18

Los cultivos son rentables con la implementación de tecnología



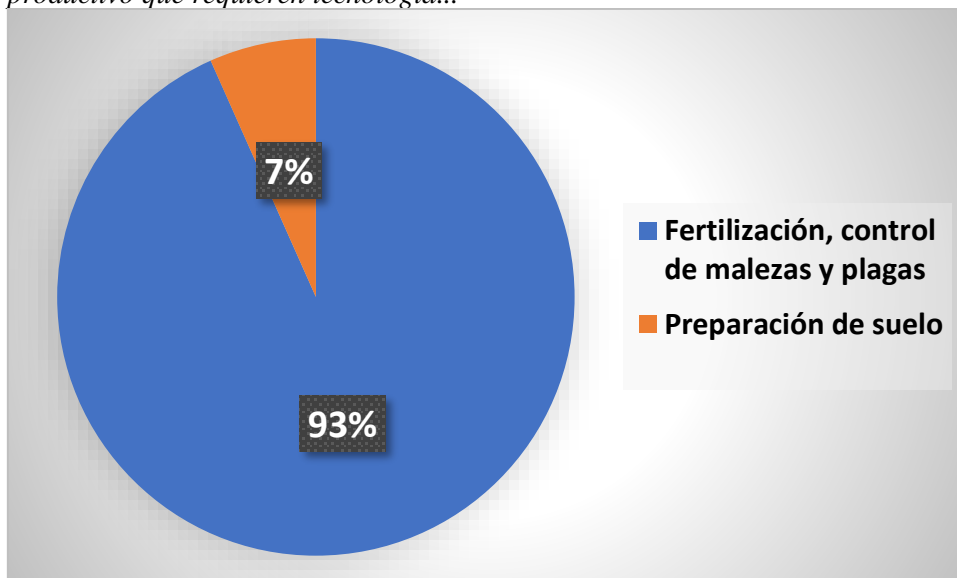
Nota. La Figura 18. Presenta el porcentaje de cuan rentables son los cultivos con la implementación de tecnología

Para la sexta pregunta: *¿En qué etapas del proceso de producción, implementaría tecnología agraria?*. Los resultados obtenidos y descritos en la Figura 19, muestran que,

el 7% de los encuestados opinó que requieren tecnología en el proceso de preparación de suelo, mientras que por su lado el 93%, es decir los 14 restantes lo necesitan en el proceso de fertilización, control de malezas y plagas.

Figura 19

Las etapas del proceso productivo que requieren tecnología... Las etapas del proceso productivo que requieren tecnología...

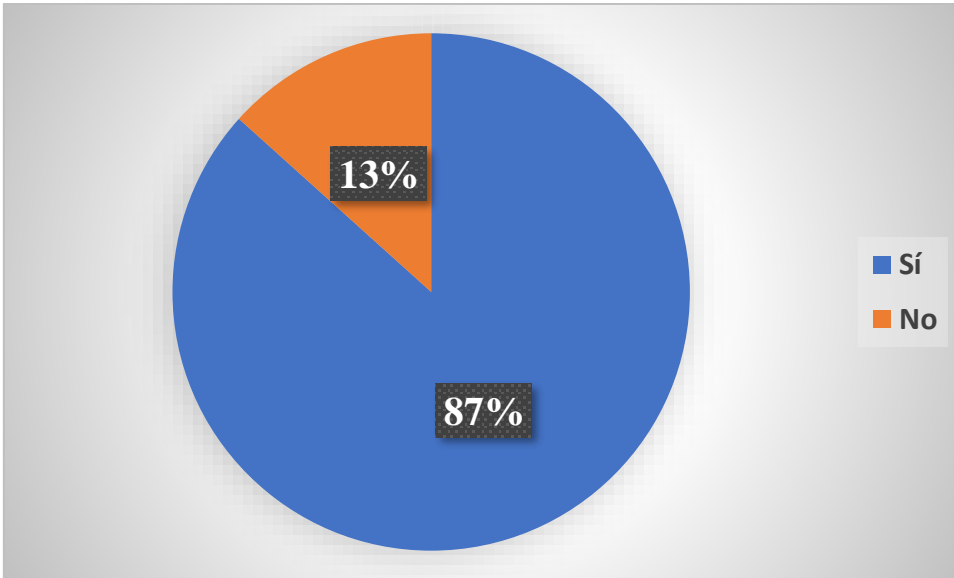


Nota. La Figura 19. Presenta las Etapas del proceso productivo que requieren tecnología

Para la séptima pregunta: *¿Sabía usted que la tecnología agraria le ayuda a prevenir plagas y demás problemas en sus cultivos?*. Los resultados obtenidos y descritos en la Figura 20, muestran que, El 87% coincide que con el uso de la tecnología agraria adecuada se pueden prevenir las plagas y demás problemas de los cultivos de arroz, y el 13% opina que no.

Figura 20

La tecnología agraria ayuda a prevenir plagas y demás problemas en los cultivos...

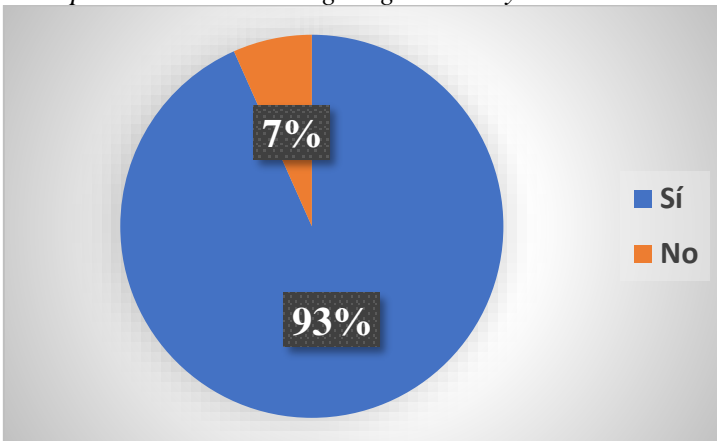


Nota. La Figura 20. Presenta el porcentaje que el uso de tecnología ayuda a prevenir plagas y problemas de cultivos

Para la octava pregunta: *¿Es conciente que con la implementación tecnológica y programas de capacitación en sus cultivos, obtendría mayor rentabilidad en su producción?*. Los resultados obtenidos y descritos en la Figura 21, muestran que, el 93% de los productores arroceros del Guasimo Sur, es decir 14 de ellos estiman que implantando tecnología en sus cultivos, lograrían mayor rentabilidad en su producción.

Figura 21

La implementación tecnológica genera mayor rentabilidad en la producción...

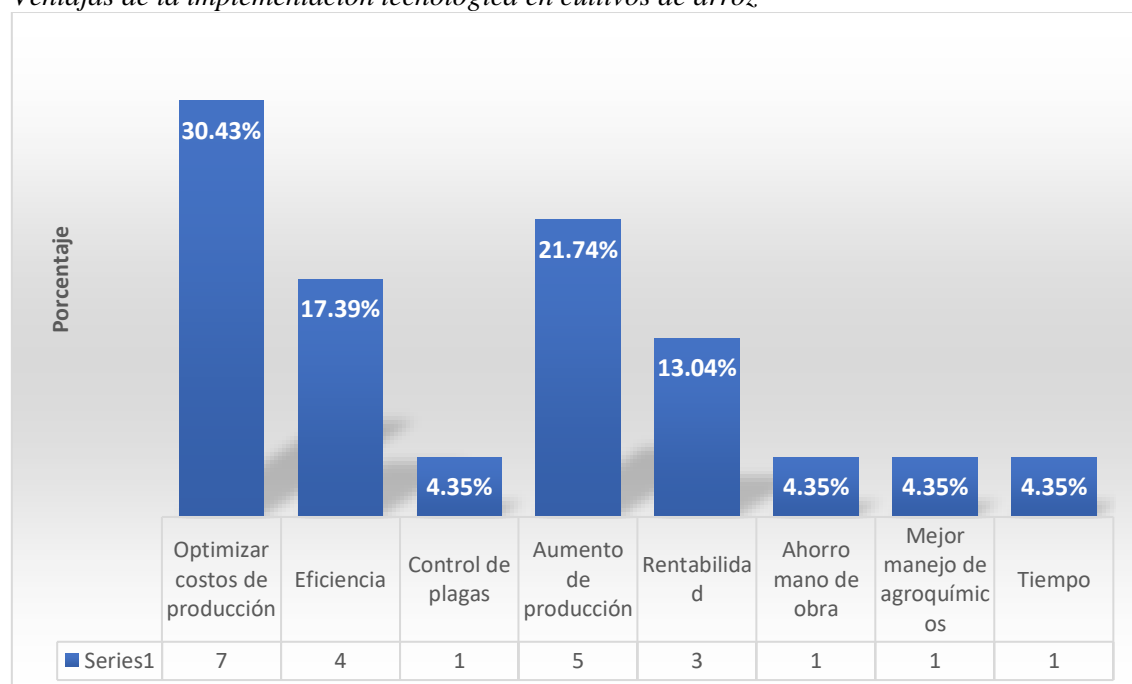


Nota. La Figura 21. Presenta que la implementación tecnológica genera mayor rentabilidad en la producción.

Para la novena pregunta: *¿Es conciente que con la implementación tecnológica y programas de capacitación en sus cultivos, obtendría mayor rentabilidad en su producción?*. Los resultados obtenidos y descritos en la Figura 22, muestran que, de entre las ventajas de implantar tecnología agraria en el sector, el 30.43% considera que optimizarían los costos de producción, lo cual generaría según el 21.74% de los encuestados aumento en su producción, mayor eficiencia, generaría rentabilidad y algunos otros factores positivos para el productor arrocero.

Figura 22

Ventajas de la implementación tecnológica en cultivos de arroz

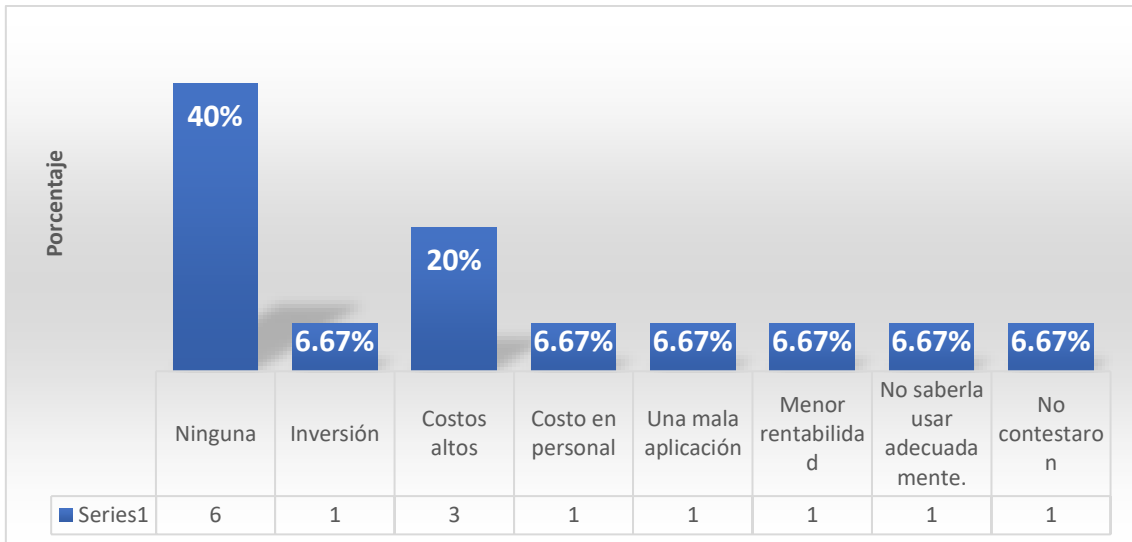


Nota. La Figura 22. Presenta porcentaje de las ventajas de la implementación tecnológica en cultivos de arroz

Para la décima pregunta: *¿Qué desventaja considera Ud. le ocasionaría la implementación tecnológica en sus cultivos de arroz?*. Los resultados obtenidos y descritos en la Figura 23, muestran que, el 40% de los agricultores no considera el uso de la tecnología como desventaja, lo que si persive el 20% es que adquirirla conlleva costos altos y con porcentajes menores iguales opinan que es mucha inversión, que tendrían menor rentabilidad, que no saben usarla, entre otros.

Figura 23

Desventajas de la implementación tecnológica en cultivos de arroz...

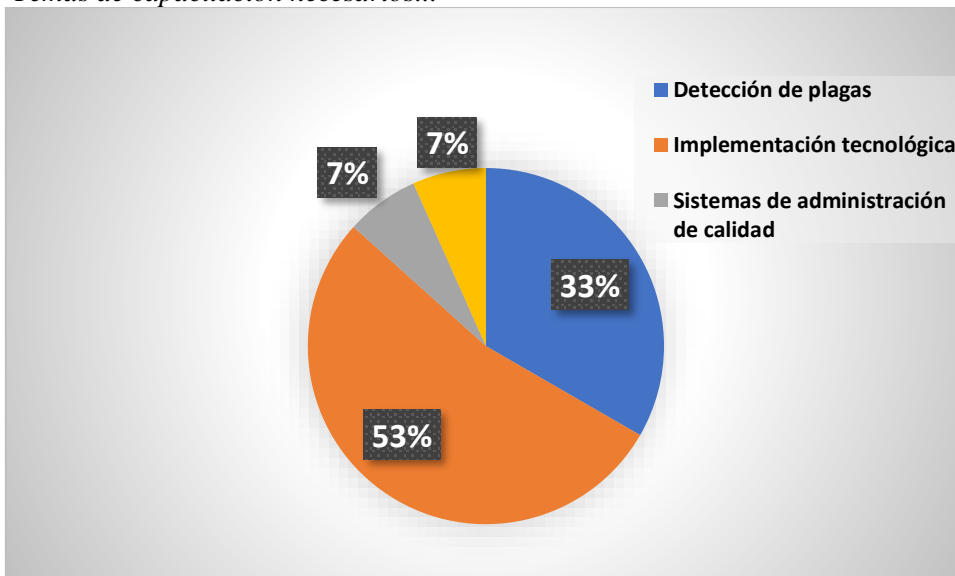


Nota. La Figura 23. Presenta porcentaje de las desventajas de la implementación tecnológica en cultivos de arroz

Para la décimo primer pregunta: *¿En qué temas considera necesario se desarrollen programas de capacitación?*. Los resultados obtenidos y descritos en la Figura 24, muestran que, El 53% estima necesario, ser capacitados en implementación tecnológica agraria, por su lado también el 33% precisa preparación en detección de plagas, y con porcentajes de 7% cada uno requieren capacitación en sistemas de administración de calidad y control de calidad.

Figura 24

Temas de capacitación necesarios...



Nota. La Figura 24. Presenta porcentaje de los temas de capacitación necesarios

6.2. Resultado del segundo objetivo. Desarrollar programas de nuevas tecnologías para los cultivos de arroz en el sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo.

Aunque resulte difícil de aceptarlo, los agricultores arroceros del sector Guasimo sur del cantón Zapotillo carecen de programas informáticos que les ayuden a llevar el registro exacto de todo su proceso productivo, con lo único que cuentan algunos de ellos es con respaldos en excel para registrar las compras y ventas, siendo que, los sistemas de información en el sector arrocero son primordiales para optimizar los procesos y actividades que antes tomaban algunos días, los programas informáticos y su incorporación en los cultivos de arroz, por su parte, son una alternativa ideal para resolver problemas con el menor esfuerzo y tiempo posible.

Tener un software en el cual los agricultores del sector Guasimo sur, puedan confirmar datos de sus cultivos, y a través de estos tomar decisiones, les ayudaría a solucionar en gran parte los desafíos actuales que conciernen a los agricultores de Guasimo sur, como son:

- La falta de respuestas rápidas ante las plagas y enfermedades de los cultivos
- Recolección de información de campo de forma manual
- Controlar y erradicar plagas y enfermedades de las plantas
- Fomentar gestión ambiental

Al insertar este cambio tecnológico, se lograría el crecimiento económico en el grupo de arroceros del sector Guasimo sur del cantón Zapotillo, en vista de que ellos actualmente no utilizan procesos relacionados con innovaciones tecnológicas, se ha desarrollado tres planes de capacitación los mismos que comprenden:

1. Capacitación en sistemas informáticos
2. Agricultura de precisión
3. Sistema de posicionamiento global (GPS)

Con el firme propósito de aminorar la fragilidad del pequeño productor de arroz del sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo, se planteo realizar la aplicación de prácticas eficientes a través de innovaciones tecnológicas que ayuden a desarrollar este proyecto

arrocero. Ya que al ejecutarlo se prioriza sobre todo la seguridad para el personal, para el suelo, el cultivo, todo esto logrado, mediante la aplicación de prácticas eficientes que permiten la reducción en el uso de agroquímicos protegiendo a su vez el suelo y la flora del sector.

6.2.1. Capacitación en sistemas informáticos

6.2.1.1. Propuestas de cambio e inclusión de tecnología en el cultivo de arroz.

Es importante contar con esta solución informática para tener control del personal que labora en la arrocera, lo que permitirá contar con cifras exactas del costo de mano de obra utilizada en la producción del arroz, se podrá controlar los egresos, además este sistema podrá ayudar para la obtención de reportes, que permitan al propietario del negocio manejar cifras reales de todo lo generado en la empresa.

El software a desarrollar incluye los siguientes módulos necesarios para la automatización del sistema:

- Módulo de Seguridad y mantenimiento de la página.
 - Registro de usuarios del sistema
 - Registro de proveedores
 - Registro de clientes
 - Seguridad del sistema
 - Mantenimiento de la página
- Módulo de Producción
 - Registro de lotes de terreno
 - Registros de insumos y materiales
 - Compras de insumos y materiales
 - Control y registro de cantidad de cosecha
 - Control de químicos para fumigación
 - Preparación de terreno
 - Registro de riego
 - Registro de fumigación
 - Registro de Fertilización

- Registro de trabajador
- Pagos de jornaleros
- Control de costos de producción
- Compra de materiales
- Venta de cosecha
- Módulo de administrador
 - Correo con información de los pagos
 - Correo con información de la producción
- Módulo de reportes
 - Informes de clientes
 - Informes de proveedores
 - Informes de inventario
 - Informes de trabajadores
 - Informes de pagos
 - Informe de ingresos
 - Informe de egresos
 - Informe de producción
 - Informe de cada ciclo de producción
 - Informe de cultivos
 - Informe y estadística del rendimiento de mano de obra
 - Informe y estadística de uso de insumos y materiales por lotes
 - Informe y estadística de uso de insumos y materiales por cultivos
 - Informes financieros

Para desarrollar el software y automatizar las arroceras de los usuarios, se diseñó la matriz para localizar los problemas existentes como se visualiza en la tabla 4, tomando como guía los módulos necesarios para la automatización del sistema. En base a los datos obtenidos en la matriz, se detectó la falta de control ya que en la mayoría de actividades no llevan registros. Lo cual evidencia la necesidad de automatización y uso de la tecnología para lograr ser eficientes, aprovechar los recursos, minimizar costos, generar mayor productividad y por ende lograr mayor rentabilidad en la producción.

Tabla 4.

*Matriz para detectar los problemas existentes en las arroceras del Sector Guasimo Sur
Ficha Informativa de procesos*

(Matriz para detectar problemas existentes en la arrocera)

Propietario:

Agricultor arrocero sector Guasimo Sur cantón Zapotillo

Actividad	Si	No	Observación
Módulo de Seguridad			
· Registro de usuarios del sistema		X	
· Registro de proveedores			Algunos
· Registro de clientes	X		
· Seguridad del sistema		X	
· Mantenimiento de la página		X	No tiene pagina web
Módulo de producción			
· Registro de lotes de terreno		X	
· Registros de insumos y materiales			Algunos
· Compras de insumos y materiales	X		
· Control y registro de cantidad de cosecha	X		
· Control de químicos para fumigación			No se tiene stock
· Preparación de terreno	X		
· Registro de riego			Ya se sabe cuando hacerlo
· Registro de fumigación			Ya se sabe cuando hacerlo
· Registro de Fertilización			Ya se sabe cuando hacerlo
· Registro de trabajador		X	
· Pagos de jornaleros			Se paga los sábados
· Control de costos de producción			No detalladamente
· Compra de materiales	X		
· Venta de cosecha	X		
Módulo de administrador			
· Correo con información de los pagos		X	
· Correo con información de la producción		X	
Módulo de reportes			
· Informes de clientes		X	No pedimos antecedentes
· Informes de proveedores		X	No pedimos antecedentes
· Informes de inventario			En ocasiones
· Informes de trabajadores		X	Son conocidos
· Informes de pagos	X		
· Informe de ingresos	X		
· Informe de egresos			Algunos
· Informe de producción			No detalladamente
· Informe de cada ciclo de producción		X	
· Informe de cultivos		X	

· Informe y estadística del rendimiento de mano de obra	X
· Informe y estadística de uso de insumos y materiales por lotes	X
· Informe y estadística de uso de insumos y materiales por cultivos	X
· Informes financieros	No detalladamente

Nota. La tabla 4. Presenta la Matriz para detectar los problemas existentes en la arrocera

6.2.2. Agricultura de precisión

Es un procedimiento sistematizado de la actividad agrícola que brinda mecanismos tecnológicos como: Uso de GPS, sistemas de control, sensores, robótica, drones, vehículos autónomos, hardware, telemática y software, desarrollando para los agricultores procesos en sus cultivos a través de tecnologías, volviéndolo competitivo.

Figura 25.
Tecnología agraria



Nota. La Figura 25. Presenta demo de utilización de tecnología agraria en los cultivos de arroz

La figura 25, Corresponde a una estrategia de administración que utiliza tecnología de la información y las comunicaciones para recolectar datos útiles desde distintas fuentes con el fin de apoyar decisiones asociadas a producción de cultivos. Esto abarca:

- **Gestión Sitio-Específico de Cultivos.** Consiste en realizar la gestión correcta, en el lugar indicado y en el momento oportuno.
- **Agricultura de Precisión.** Consiste en automatizar la gestión Sitio-Específico de Cultivos usando las TICs

6.2.2.1. ¿Qué le puede brindar esta tecnología a los usuarios?

Si los usuarios logran implementar la agricultura de precisión en sus arrozceras, podrán contar con datos que les permitan tomar decisiones acertadas para el desarrollo efectivo de su producción.

- **Recopilar información**

Humedad del suelo: ideal para las arrozceras del sector 60%

Conductividad eléctrica: los parámetros son: baja 0,8 mS/cm hasta 3 mS/cm

Luminosidad: ideal en el cantón Zapotillo sector Guasimo sur

Radiación fotosintética: ideal en el cantón Zapotillo sector Guasimo sur

Caudales de riego: ideales con la existencia del canal de riego

- **Interpretar información**

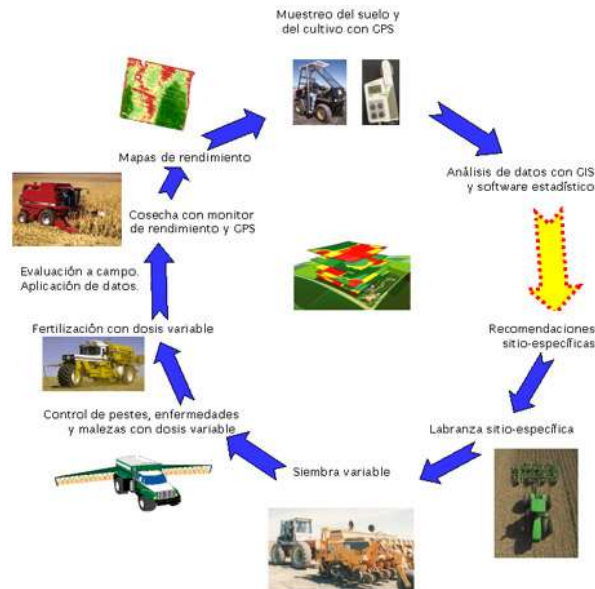
Los datos obtenidos a través de los sensores son analizados mediante herramientas estadísticas y matemáticas para convertir esta información en conocimiento útil y rentable para el propietario de la arrozera

- Aplicar información específica de las explotaciones
- Transforma datos e información en conocimiento y rentabilidad.
- Posibilita una gestión agronómica más eficaz
- Permiten aumentar la precisión de las labores y la eficiencia de los equipos
- Reducción de costos - reducción del uso de insumos.
- Mayores rendimientos con el mismo nivel de insumos.
- Mayor calidad en las cosechas debido a una mejor combinación de los requerimientos y los insumos aplicados.

Mediante las tecnologías que optimizan la producción agrícola, en forma precisa se logrará identificar los diferentes problemas que presenta el cultivo de manera específica. como se lo visualiza en la figura 26. Existen aplicaciones web que ayudan a solucionar estos problemas.

Figura 26.

Muestreo del suelo y del cultivo con GPS



Nota. La figura 26. Presenta muestreo del suelo y del cultivo con GPS en los cultivos de arroz

- **Datos a obtener:**

Mediante la aplicación de este tipo de tecnología en la agricultura, es posible para el productor arrocero obtener información de fundamental importancia para que su producción logre gran rentabilidad. Información que detallo a continuación:

Adquisición de datos:

Imágenes satelitales:

Monitoreo y seguimiento fenológico del cultivo

Planificación. - análisis de productividad a través de una semaforización con colores se puede determinar las zonas

Delimitación de zonas de gestión-zonas de gestión obtenida

Operaciones inicio de temporada:

Preparación del suelo

Gestión de Cultivos:

Monitorear la salud del cultivo

Podemos detectar las alertas ante el problema

Tratamiento dirigido e indicado

Mantenimiento del cultivo al final de la temporada

Cosecha: Planificación, gestión y manejo de cosecha, indica el momento óptimo para cosechar mejorando de esta manera la producción.

Todo esto logrado con imágenes satelitales

- Factores que inciden en la aceptación de la agricultura de precisión
- Barreras para la adopción de la agricultura de precisión

Figura 27

Tecnología agraria en los cultivos de arroz



Nota. La figura 27. Presenta la tecnología agraria en los cultivos de arroz

6.2.3. Sistema de posicionamiento global (GPS)

El sistema GPS mostrado en la figura 28, permite localizar y ubicar en cualquier punto de una explotación, personas y objetos en tiempo real. La tecnología satelital permite grabar el recorrido del área a calcular, para luego informar en la pantalla del equipo el valor. La precisión obtenida por el sistema varía entre 5 y 20 metros.

Figura 28.

Sistema de posicionamiento global GPS



Nota. La figura 28. Presenta la aplicación del sistema de posicionamiento gloal en los cultivos de arroz

Figura 29.

Ubicación de la arrocera por medio del Sistema de posicionamiento global GPS



Nota. La figura 29. Presenta la ubicación de la por medio de GPS en el sector Guasimo sur

6.2.3.1. Composición del Sistema

- Monitoreo de rendimiento y mapeo

Componentes del monitor de rendimiento

1. Sensor de flujo de grano.
2. Sensor de humedad del grano.
3. Sensor de velocidad de avance.
4. Antena GPS.

Ventajas del monitor de rendimiento

- Muestreo intensivo de suelos

Consta de tres etapas:

1. Toma de muestras representativas de cada área considerada (guiado por un GPS).
2. Análisis en laboratorio e Interpretación de resultados.
3. Toma de decisión sobre el siguiente tratamiento del cultivo a realizar.

6.2.3.2. Percepción remota

- **Los Sensores.**

Se conoce como sensor cualquier dispositivo que permite convertir una magnitud física en una señal eléctrica que, posteriormente, puede manejarse para suministrar información o para ser tratada directamente por un ordenador.

- **Sensores necesarios para el monitor de rendimiento Instantáneo o de tiempo real.**

Estos monitores miden y graban los rendimientos sobre la marcha. Los datos necesarios para que trabaje un monitor son los siguientes:

1. Flujo de grano por unid. de tiempo.
2. Humedad del grano por unid. de tiempo
3. Velocidad de avance de la cosechadora.
4. Ancho de corte del cabezal.

6.2.3.3. Dispositivos electrónicos

Son pequeños dispositivos electrónicos visualizados en la figura 30, que se instalan en las máquinas agrícolas y envían la información misma que es almacenada, procesada y posteriormente representada en las pantallas.

Figura 30.
Dispositivos electrónicos



Nota. La figura 30. Presenta los dispositivos electrónico adaptados al tracto para tansmisión de datos en los cultivos de arroz

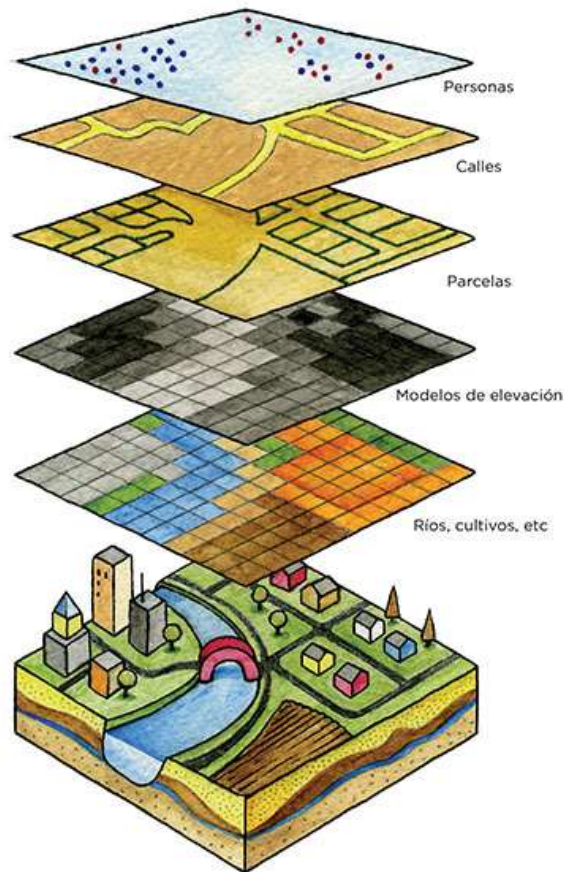
6.2.3.4. Redes de comunicación.

Son las que transfieren la información receptada por los sensores en la maquinaria agrícola desde la arrocera, hasta el lugar en donde procesan la información misma que facilitará la toma de decisiones acertadas y efectivas.

6.2.3.5. Sistema de información geográfica (GIS).

Es un programa que almacena, recupera, analiza, y muestra los datos cartográficos del terreno en particular, no se representa como un dibujo sino como datos, como se visualiza en la figura 31.

Figura 31.
GIS



Nota. La figura 31. Presenta la aplicación de GIS en los cultivos de arroz

6.2.3.6. Dosis variable de fertilizantes y densidad de siembra variable

De acuerdo al mapa realizado por el GIS en base a los datos obtenidos, se ajusta la dosis de los insumos, una computadora tiene el registro del mapa y del GPS y envían la información al controlador del equipo y dosifican la cantidad de fertilizantes en la ubicación y tiempo real. De tal manera que en las arroceras al instalar esta tecnología en primer lugar prescindirían del personal de fumigación reduciendo el costo del personal, ahorro en los insumos y en menor tiempo.

6.2.3.7. Banderillero satelital

Es un sistema guiado por GPS usado para que el equipamiento siga una trayectoria determinada en el mapa de aplicación.

- Principales usos del banderillero satelital:
- Pulverización

- Apertura de surcos
- Aplicación de fertilizantes
- Cultivo
- Marcación de líneas para plantaciones en áreas extensas
- Beneficios del Banderillero satelital:

Beneficios y barreras de las tecnologías de la información y la comunicación TIC en la agricultura de precisión

El principal beneficio de la TIC es que se puede contar con información histórica como referencia para la toma de decisiones correctas en los cultivos, así como la utilización de las redes de comunicación ya no mantienen apartado al agricultor.

Siendo su principal desbenja el costo de inversión de los equipos y la poca o nula capacitación de los agricultores en este tipo de tecnologías agrarias

7. Discusión

Con el propósito de conocer las necesidades tecnológicas de los agricultores arroceros del sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo, la técnica de investigación utilizada para recolectar la información fue la encuesta. Para la aplicación de esta técnica fué necesario elaborar un diseño previo con cuestionamientos referentes al tema.

Establecidas, calificadas y ratificadas las preguntas de la encuesta y efectuadas las correspondientes plantillas en el programa informático GoogleForms, se dio inicio al proceso de encuesta electrónica. Este proceso consistió, primero, en hablar personalmente o por vía telefónica con los 15 agricultores arroceros y explicarles este proceso, posteriormente a cada uno de ellos se les envió vía WhatsApp la encuesta para ser aplicada.

La encuesta se estructuró con 11 preguntas, tuvo una duración de aproximadamente 5 minutos, la labor del encuestado era la de leer las preguntas y proporcionar las respuestas a cada una de ellas, obteniendo de esta forma la información necesaria para el desarrollo del proyecto. La muestra estuvo compuesta por 15 productores de arroz del sector Guasimo Sur, los cuales otorgaron información veraz de la realidad objeto del estudio.

Una vez realizadas las encuestas correspondientes, se procedió al análisis estadístico de los datos obtenidos en cada una de ellas, información que se detalla a continuación. Con los resultados obtenidos, se pudo determinar que en el sector Guasimo Sur existen 315 hectáreas cultivadas de arroz.

Los agricultores arroceros del sector Guasimo Sur en un 27% no hacen uso de tecnología, mientras que 11 de ellos es decir el 73% si la utilizan en su producción. El mayor impedimento para el uso de tecnología agraria de punta, de acuerdo al criterio de los encuestados, es 46% por costos elevados de los equipos, 27% por la falta de financiamiento, así como también el 20% por la falta de capacitación en el tema. De los 15 encuestados, 14 opinan que con la implementación tecnológica sus cultivos lograrán mayor rentabilidad, es decir el 93% y solamente el 7% opina lo contrario.

El 7% de los encuestados opinó que requieren tecnología en el proceso de preparación de suelo, mientras que por su lado el 93%, es decir los 14 restantes lo necesitan en el proceso de fertilización, control de malezas y plagas. Datos que se pueden contrastar en la Figura 9. El 87% coincide que con el uso de la tecnología agraria adecuada se pueden prevenir las plagas y demás problemas de los cultivos de arroz, y el 13% opina que no.

El 93% de los productores arroceros del Guasimo Sur, es decir 14 de ellos estiman que, implantando tecnología en sus cultivos, lograrían mayor rentabilidad en su producción. De entre las ventajas de implantar tecnología agraria en el sector, el 30.43% considera que optimizarían los costos de producción, lo cual generaría según el 21.74% de los encuestados aumentaron en su producción, mayor eficiencia, generaría rentabilidad y algunos otros factores positivos para el productor arrocero.

El 40% de los encuestados no considera el uso de la tecnología como desventaja, lo que si percibe el 20% es que adquirirla conlleva costos altos y con porcentajes menores iguales opinan que es mucha inversión, que tendrían menor rentabilidad, que no saben usarla, entre otros. Datos descritos en la Figura 13.

El 53% de los agricultores arroceros encuestados estima necesaria ser capacitados en implementación tecnológica agraria, por su lado también el 33% precisa preparación en detección de plagas, y con porcentajes de 1% cada uno requieren capacitación en sistemas de administración de calidad y control de calidad. Datos demostrados en la Figura 14.

Con la finalidad de minimizar el riesgo del pequeño productor de arroz del sector Guasimo Sur del cantón Zapotillo, se planteo la aplicación de prácticas eficientes de cultivo a través de innovaciones tecnológicas para que ayuden a acrecentar este proyecto arrocero. Todo esto logrado mediante la implementación de prácticas eficaces como los sistemas de información, primordiales para la optimización de los procesos y actividades en la producción arrocera del sector, por tal razón, se priorizó la necesidad de un software tecnológico y adicional a esto, es apremiante la instauración de planes de capacitación mismos que contienen: capacitación en sistemas informáticos para recopilar información como se lo visualiza en la tabla 4 , en agricultura de precisión mostrado en las figuras 25, 26, 27 y por último capacitación en sistemas de

posicionamiento global visualizado en las figuras 28, 29, 30, 31, de tal manera que los agricultores posean la información y datos de sus cultivos en tiempo real.

La tecnología agrícola, beneficia sobre manera a los agricultores arroceros del sector Guasimo sur del cantón Zapotillo, puesto que con la automatización y uso de la tecnología lograrán, obtener mayor eficiencia, aprovechar al máximo los recursos, minimizar costos, obtener mayor productividad, tomar decisiones acertadas, logro de mayor rentabilidad en la producción y por ende desarrollo en su crecimiento económico.

8. Conclusiones

Los cultivos del arroz en el sector Guasimo sur del cantón Zapotillo, se realizan de manera tradicional y con elevados costos de producción, ocasionando que el agricultor no logre la rentabilidad deseada. Pese a contar con tecnología esta es obsoleta e insuficiente para el proceso de producción agrícola de arroz, generando altos costos de mano de obra.

En su mayoría los agricultores desconocen el tipo tecnología que pueden utilizar en sus cultivos de arroz. Consideran que la adquisición de tecnología para aplicarla en su sector arrocero, es inalcanzable por su elevado costo, aunque están conscientes de los beneficios que conllevaría tenerla.

A su criterio las entidades financieras dificultan los créditos para la adquisición de esta tecnología con la excesiva tramitología, en sí, no sienten el apoyo del gobierno para su desarrollo.

Con la implementación de las innovaciones tecnológicas se pretende hacer uso de un software para optimizar los sistemas de información y mejorar los procesos y actividades en la producción arrocera, de manera tal, que los productores cuenten con información veraz y oportuna de sus cultivos en tiempo real. Lo cual les permite disminuir costos, lograr mayor productividad, tomar decisiones apropiadas, obtener mayor rentabilidad y por ende desarrollar económicamente.

Los agricultores del sector Guasimo Sur, precisan capacitación en implementación tecnológica agraria, en temas relacionados con: Sistemas informáticos, Agricultura de precisión y Sistema de posicionamiento global. Capacitación que se debe ofrecer de manera periódica.

9. Recomendaciones

Los productores de arroz del sector Guasimo Sur, realizan sus actividades agrícolas con desconocimiento de la tecnología que actualmente está diseñada para su óptimo desarrollo, por tal razón se recomienda:

La responsabilidad de todo agricultor es la de garantizar el éxito de sus cultivos, para lo cual debe adoptar métodos que minimicen los riesgos y garanticen una mayor producción.

Con la implementación de la tecnología agraria e inserción de este cambio tecnológico en el sector arrocero de Guasimo Sur, se logrará el crecimiento económico en el grupo de productores del sector, puesto que con la automatización y uso de la tecnología lograrán mayor eficiencia.

Para solucionar la carencia de conocimiento tecnológico aplicado en la agricultura, se recomienda capacitaciones periódicas a los productores de arroz del sector Guasimo Sur, con el firme propósito de desarrollar su conocimiento y por ende generen mayor rendimiento productivo y económico, los temas de capacitación son: Sistemas informáticos, Agricultura de precisión y Sistema de posicionamiento global.

Solicitar en lo posible a ONGs internacionales equipamiento tecnológico para cultivos de arroz.

Solicitar financiamiento para la tecnificación del sector arrocero de Guasimo Sur al BAN Ecuador, mediante línea de crédito con interés acorde a sus posibilidades.

10. Bibliografía

- Adama. (2021, septiembre 24). Manejo integrado de malezas en el cultivo de arroz: <https://www.adama.com/ecuador/es/actualidad-adama/manejo-integrado-de-malezas-en-el-cultivo-de-arroz>
- Bermúdez, D. G. (2006). Manejo agronómico del cultivo de arroz (oryza sativa L.) sembrado bajo riego en finca ranchos horizonte; cañas, Guanacaste, costa rica:
- BIRF. (2016). From Crises to Sustainable Development. En T. W. Bank, A long Term Perspective. Washington D. C.
- Calidad del grano de arroz: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68050/Capitulo%209.pdf?s equence=10&isAllowed=y>
- Certis, P. y. (3 de Agosto de 2016). www.certiseurope.es. Obtenido de <https://www.certiseurope.es/noticias/detalle/news/plagas-y-enfermedades-mas-importantes-en-el-cultivo-de-arroz>
- Chovi. (2022, Mayo 9). Tipos de arroz: <https://www.chovi.com/es/blog/nutricion/tipos-arroz/#:~:text=Por%20su%20variedad%20bot%C3%A1nica%20o,grano%20largo%20medio%20o%20corto.>
- Discua, N. R. (2003, Agosto). Manual cultivos de arroz: <https://dicta.gob.hn/files/2003,-Manual-cultivo-de-arroz,-L.pdf>
- El arroz, o. p.-s. (30 de Enero de 2018). www.instituciones.sld.cu. Obtenido de <https://instituciones.sld.cu/cis/2018/01/30/el-arroz-origen-propiedades-y-beneficios-i/Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development. Invited Overview Paper. Vol. IV. .>
- Febles, I. M. (2018, Enero 30). El arroz, origen, propiedades y beneficios: <https://instituciones.sld.cu/cis/2018/01/30/el-arroz-origen-propiedades-y-beneficios-i/>
- Fierro, N. (2022, Marzo 18). La odisea detrás de la producción de arroz: <https://dialoguemos.ec/2022/03/la-odisea-detras-de-la-produccion-de-arroz/>
- González, X. (2021, Diciembre 3). Red agrícola. <https://redagricola.com/claves-para-optimizar-la-fertilización-en-los-cultivos-de-arroz/#:~:text=De%20acuerdo%20con%20el%20experto,elementos%20mayo>

- res%20son%20tomados%20del
<https://obest.uta.edu.ec/wp-content/uploads/2020/12/Analisis-arroz-Ecuador-1.pdf> Bartra,
 L. G. (2013). Recomendaciones para el manejo de semilleros de arroz.
 Programa
- <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2837/Manejo%20agron%C3%B3mico%20del%20cultivo%20de%20arroz%20%28Oryza%20sativa%20L.%29%20osembrado%20bajo%20riego%20en%20finca%20Ranchos%20Horizonte%3B%20Ca%C3%B1as%20Guanacaste%20Costa%20Rica..p>
- <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>
 Huacon, J. G. (2014). Estudio de métodos y densidades de siembra en una línea promisorio de arroz en condiciones de secano. Universidad Técnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/69/T-UTB-FACIAG-AGR-000006.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Infoagro, E. c. (2020). www.infoagro.com. Obtenido de <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>
- Inhedge. (2023, Abril 3). Desafíos y oportunidades de la producción de arroz en el mundo: <https://www.linkedin.com/pulse/los-desaf%C3%ADos-y-oportunidades-de-la-producci%C3%B3n-arroz-en-el-mundo/?originalSubdomain=es>
- Kogut, P. (2023, Mayo 17). EOS Data Analytics. Cultivo del arroz: <https://eos.com/es/blog/cultivo-del-arroz/>
- Mendoza, F. I. (2019). La mecanización agrícola y su impacto en el desarrollo agropecuario del Ecuador: <https://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/sathiri/article/view/910>
- Moran, W. A. (2021). Diseño de Mecanismo de Fuerza para Automatizar la Siembra de Arroz. Universidad Cesar Vallejo - Perú.
 Nacional de Medios y Comunicación Técnica - INIA, Folleto N° 03 - 13.
- Paredes, M., Becerra, V., Donoso, G., & Loayza, K. (2020). www.biblioteca.inia.cl.
- Pellizzi, D., Fiala, M., & Pawlak, J. (2002). On the development of agricultural mechanization to ensure a long-term world food supply. En A. E. International:, Agricultural
- Quijije, B., Carvajal, S., García, K., & Cedeño Wilson. (20019, Marzo 4). Costos, volumen y utilidad del cultivo de arroz, cantón Samborondon:

- <https://www.revistaespacios.com/a19v40n07/a19v40n07p16.pdf>
- Redagricola. (2018). Nutrientes del arroz: <https://redagricola.com/?s=nutrientes+del+arroz>
- Reyes, M. d.-N. (2006). www.dicta.gob.hn. Obtenido de <https://dicta.gob.hn/files/2006,-Metodos-de-siembra-en-arroz,-F.pdf>
- Ruhi, P. D. (2020). Cultivar con Tracción Animal. <https://soberaniaalimentaria.info/numeros-publicados/75-numero-39/829-traccion-animal>
- Saenz, J. L., & Blanco, N. A. (2011). www.iice.ucr.ac.cr. Producción, Tecnología y Comercialización del Arroz en Costa Rica 1950-2005: https://iice.ucr.ac.cr/iice_libros/arroz.pdf
- Sánchez, A. E., Vayas, T. E., Mayorga, F. I., & Freire, C. I. (2020). El Arroz en Ecuador. <https://obest.uta.edu.ec/wp-content/uploads/2020/12/Analisis-arroz-Ecuador-1.pdf>
- Science, N. A. (2017). www.infoagro.com. El cultivo del arroz: <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>
- Sergieieva, T. a.-K. (14 de Junio de 2023). EOS DATA ANALYTICS. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/tecnologias-en-la-agricultura/>
- Sos, A. (2020). www.arrozsos.es. Valores nutricionales del arroz blanco: <https://www.arrozsos.es/novedades/valores-nutricionales-arroz-blanco-arrozsos/#:~:text=El%20arroz%20blanco%20es%20un%20alimento%20rico%20en%20carbohidratos%20y,nivel%20en%20sodio%20y%20colesterol>.
- Viva, A. d.-M. (2019). www.dspace.utb.edu.ec. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6140/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000195.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Wikifarmer, M. d. (2022). www.wikifarmer.com. Obtenido de <https://wikifarmer.com/es/manejo-de-nutrientes-en-cultivos-de-arroz-fertilización-de-la-planta-de-arroz/>

11.Anexos

Anexos 2

Certificación de la traducción del abstract

Loja, enero 22 del 2024

El suscrito, **Mario Andrés Soto Ruiz** con C.I: 1150898284 a petición de la parte interesada y en forma legal.

CERTIFICA:

Que el contenido *ABSTRACT*, del trabajo de titulación denominado **FOMENTO DE DESARROLLO PRODUCTIVO Y ECONÓMICO EN EL SECTOR GUASIMO SUR DEL CANTÓN ZAPOTILLO PROVINCIA DE LOJA, MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA AGRÍCOLA EN LOS CULTIVOS DE ARROZ**, bajo la autoría del *Ing. Eddie Leonardo García Abad* con *C.I. 1104654189*, estudiante de la *Maestría en Agronegocios Sostenible* de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la *Universidad Nacional de Loja*, está correctamente traducido al idioma inglés de un documento redactado en español, para lo cual se autoriza la impresión y presentación del mismo para los fines pertinentes.

Lo certifico en honor a la verdad y faculto al interesado hacer uso del presente en lo que estime conveniente.



Mario Andrés Soto Ruiz
C.I. 1150898284