



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE AGRICULTURA SILVICULTURA, PESCA Y**  
**VETERINARIA**  
**CARRERA DE AGROPECUARIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del Examen de carácter Complexivo,  
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito  
previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

“Uso de nuevas tecnologías para mejorar el rendimiento  
del cultivo de arroz en la zona de Los Ríos”.

**AUTOR:**

Renzo Rubén Peña Arias

**TUTORA:**

Lcda. Martha Uvidia Vélez, MSc

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2022

## RESUMEN

En el presente trabajo se realiza el estudio completo sobre la implementación de las nuevas tecnologías que ayudan a mejorar el rendimiento del cultivo de arroz específicamente en la Provincia de Los Ríos, se obtuvieron información clasificada donde se demuestra los beneficios para el agricultor arrocero de esta provincia, logrando de esta forma compara el cultivo tradicional y utilizando maquinarias especializada que incluyen dentro de la tecnología. Los métodos de investigación y recolección de información se efectúa un estudio completo para el uso de nuevas tecnologías guiándonos con el objetivo principal. Recordemos que el Arroz en el Ecuador forma parte del cereal más consumido por la población, por cuanto requiere mayor productividad y eficiencia en la calidad de sus semillas produciendo a gran escala y la calidad para las necesidades de la población. La nueva era en la agricultura y la vinculación con las nuevas tecnologías han permitido grandes avances en el mejoramiento del cultivo de arroz, cada uno de estos aparatos tecnológicos han sido incluidos con responsabilidades y sus respectivos procedimientos, de la forma en que debe ser agregada al campo arrocero, para facilitar la producción y manejo integral de la misma. Las nuevas tecnologías aportan grandes beneficios en el sector agropecuario específicamente en el cultivo de arroz, esto se demuestra con un arduo estudio que esta detallado en el presente documento, la misma que está respaldada por las diferentes citas bibliográficas utilizadas donde se evidencia el uso de estas tecnologías modernas que ahora también aportan al sector arrocero de la provincia de los Ríos

**Palabras claves:** Tecnología, Arroz, Semilla, Rendimiento.

## SUMMARY

In the present work a complete study on the implementation of new technologies that help to improve the yield of rice cultivation specifically in the province of Los Rios, classified information was obtained where the benefits for the rice farmer of this province are demonstrated, achieving in this way to compare the traditional crop and using specialized machinery that include within the technology. The methods of research and information gathering are carried out a complete study for the use of new technologies guiding us with the main objective. Recall that rice in Ecuador is part of the most consumed cereal by the population, as it requires higher productivity and efficiency in the quality of their seeds producing large-scale and quality for the needs of the population. The new era in agriculture and the linkage with new technologies have allowed great advances in the improvement of rice cultivation, each of these technological devices have been included with responsibilities and their respective procedures, the way it should be added to the rice field, to facilitate the production and management of the same. The new technologies bring great benefits in the agricultural sector, specifically in rice cultivation, this is demonstrated with an arduous study that is detailed in this document, the same that is supported by the different bibliographic citations used where the use of these modern technologies that now also contribute to the rice sector in the province of Los Rios is evidenced.

**Key words:** Technology, Rice, Seed, Yield.

## INDICE GENERAL

RESUMEN .....	II
SUMMARY .....	III
1. CONTEXTUALIZACIÓN .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 Planteamiento del Problema .....	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos .....	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivo Especifico .....	5
1.5 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN .....	5
2. DESARROLLO .....	7
2.1 MARCO CONCEPTUAL .....	7
2.1.1 Generalidades del cultivo de arroz.....	7
2.1.2 Taxonomía.....	8
2.1.3 Morfología.....	8
2.1.4 Importancia económica y distribución geográfica .....	9
2.1.5 Mercado mundial del arroz .....	9
2.1.6 Mejora genética .....	10
2.1.7 Avances tecnológicos a nivel internacional y nacional para la optimización del riego en el cultivo del arroz .....	10
2.1.8 Tecnologías para la captación y almacenamiento de agua .....	10
2.1.9 Tecnologías de preparación de suelo cuando se cultiva arroz .....	11
2.1.10 Uso de drones para la fumigación en el cultivo de arroz .....	12
2.1.11 Tecnologías para ahorrar agua en el cultivo de arroz.....	12
2.1.12 La tecnología SICA.....	13

2.1.13	La tecnología GCRPS.....	13
2.1.14	Utilización de Sistemas Satelitales para la nivelación de campos arroceros.....	13
2.1.15	Condiciones de cultivo .....	14
2.1.16	Niveladoras láser para preparar los suelos.....	14
2.1.17	Arroceros aumentan uso de drones para fumigar.....	15
2.1.18	USO DE DRONES PARA LA FUMIGACIÓN EN EL CULTIVO DE ARROZ.....	15
2.1.19	Agricultura de precisión con drones para control de enfermedades en la planta de arroz.....	16
2.1.20	Tecnología de punta en el cultivo de arroz .....	17
2.1.21	INFLUENCIA DE LAS TECNOLOGÍAS DE PREPARACIÓN DE SUELO CUANDO SE CULTIVA ARROZ.....	17
2.1.22	TECNOLOGÍA DE RIEGO EN CULTIVO DE ARROZ.....	18
2.2	Hipótesis.....	18
2.3	MARCO METODOLOGICO .....	19
2.4	RESULTADO .....	19
2.5	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	20
3.	CONCLUSIONES.....	21
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	23

# 1. CONTEXTUALIZACIÓN

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L) es básico en la canasta familiar cerca de la mitad de la población mundial, posesionándose como el segundo cereal con mayor área cosechada también se estima que se cultivan actualmente en 113 países, el cultivo de arroz ha ido evolucionando paulatinamente y esto se debe a los avances tecnológicos donde está haciendo uso de ella, para optimar a cavidad su producción. (Ruiz 2014).

En Ecuador el arroz es un cultivo semiacuático propio de la región Costa, en razón de las facilidades climáticas y geográficas que la región ofrece. Los productores de la gramínea se encuentran concentrados en las provincias de Guayas y Los Ríos. Según la encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (2009) dichas provincias concentran el 61 y 34 %, respectivamente, del total de la producción anual del país, el 5 % restante corresponde al resto de provincias costeñas y a los valles cálidos de las provincias de la Sierra y la Amazonía.(Degiovanni et al. s. f.)

Distintos agricultores afirman que esta actividad se centra especialmente en las dos provincias antes mencionadas, en la actualidad un cierto porcentaje hace uso de nuevos implementos tecnológicos que les han facilitado el avance y producción de la misma, es ahí donde también se obtuvo identificar la problemática que enfrentan los agricultores arroceros.

La tecnología ha avanzado de forma sorprendente, buscando abastecer las necesidades del ser humano en las diferentes áreas, en la agricultura se ha visto implemento de estos medios tecnológicos, en los diferentes cultivos demostrando así el rendimiento y los buenos resultados que se han logrado a bases de la misma. Remontando con un hecho histórico es factible plasmar como antes la agricultura clásica, no se utilizaba ningún tipo de medio tecnológico, por lo mismo generaba mayor gasto económico para el agricultor, pero gracias a los años de estudios por adicionar la tecnología en esta área, se obtuvo buenos resultados entre ellos tenemos

la aparición de tractores, maquinas cosechadoras y poco a poco avanzando en tecnología como en la actualidad utilizar drones para realizar algunas funciones como el riego de fungicida, herbicidas, o sistemas computarizados donde puede observar la estadía del suelo, sus nutrientes y demás acciones que son significativos en este sector. (Mota 2014)

En el presente trabajo se busca establecer un estudio en base al rendimiento del cultivo de arroz, en ella se vincula las tecnologías utilizadas como medio de producción, de la misma forma se agrupa fuentes de estudios realizados en Ecuador especialmente en la provincia de los Ríos.

## 1.2 Planteamiento del Problema

El arroz en la actualidad como se ha mencionado es uno de los cereales mayormente consumidos en los hogares no solo en el Ecuador si no en el resto del mundo, pero ahora radica muchos componentes que deben tener en cuenta especialmente los agricultores que se dedican a este sector de la producción de arroz, debe estar en constante cambio y observación sobre sus cultivos, como utilizar un buen suelo, controlar las plagas, utilizar semillas que sean certificadas, los fertilizantes etc. Cada productor es consciente que las nuevas tecnológicas han sido y están siendo muy rentables para ellos puesto que permite efectividad, mayor rendimiento del arroz, recordemos que al ser un cereal muy consumido la producción avanza a mayor escala y en ella debe saber cómo cubrir estas necesidades.

Estudios efectuados se ha realizado que varios agricultores arroceros aun desisten del uso de tecnologías en sus actividades, por lo que a dado paso a generar la problemática que ocasiona el no uso de tecnología como es: poco rendimiento en la producción, bajo niveles de ganancias por que requieren mayor cantidad de persona para sus actividades, menos rendimientos de la calidad del arroz que cultivan entre otras.

Es considerable que todavía en el Ecuador y en otros países existan agricultores que no usen tecnología, puesto que están acostumbrados por el cultivo tradicional, el no querer cambiar y hacer uso de las nuevas tecnologías esta ha implicado que su producción sea menos rigurosa y más costosa, por lo tanto, trae problemas consigo, a diferencia de los que si hacen uso de la producción tecnológica que ha demostrado mayor rendimiento en los cultivos.

### **1.3 Justificación**

El aporte de las nuevas tecnologías en los cultivos a demostrados grandes rendimientos, quizás en Ecuador el índice de productores que hacen uso de estas tecnologías son muy bajas, esto se debe como antes mencionamos por la falta de conocimiento, el miedo, temor de invertir en algo que les será muy útiles, es por ello que este trabajo está diseñado con la mentalidad de demostrar que estos implementos tecnológicos son adecuados para el uso de los cultivos de arroz, la misma que se debería utilizar constantemente, primero porque nos ayuda a evitar gastos en mano de obra un claro ejemplo y demostrados es que quizás para una hectárea de arroz para el riego de fungicidas se necesita 3 o 4 personas que lo realizan en un horarios extenso, puesto que si se hace uso de los nuevos drones se lo puede ejecutar con mayor facilidad en un plazo de corto tiempo, y así sucesivamente se podría demostrar que son mecanismos de ayuda para el agricultor y poder cultivar arroz de mayor calidad y sin perder parte de sus áreas como suele pasar con el cultivo tradicional.

La sociedad dedicada al cultivo de arroz con estos implementos, ayudan a solventar un cultivo de mayor calidad estableciendo estos datos reales y controlados de sus cultivos, es por ello que este trabajo está diseñado con este propósito.

El uso de nuevas tecnologías en la agricultura es importante primera trae beneficios para el agricultor, aportando menos inversión y mayor ganancia a ella se suma la calidad del arroz que puede mejorarlo bajo las nuevas tecnologías, se busca acotar con fuente de información sobre lo importante que es la tecnología en la actualidad dentro de la agricultura.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Estudiar el manejo de nuevas tecnologías para mejorar el rendimiento de cultivo de arroz

### **1.4.2 Objetivo Especifico**

- ✓ Identificar las causas que impiden el uso de medios tecnológicos, en el cultivo de arroz.
- ✓ Determinar metodologías para la difusión de nuevas tecnológicas en el cultivo de arroz.

## **1.5 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

En el presente trabajo se desarrolla una línea de investigación en el ámbito agropecuario, y las nuevas tecnologías empleadas como métodos de ayuda del cultivo de arroz especificando una provincia como lo es de los Ríos , a ella se agrega las sub líneas que son la tecnología en el rendimiento y mejoramiento del cultivo de arroz, recordemos que en la actualidad ya se hace muy concurrentemente el uso de medio tecnológicos para ayuda en diferentes campos, y este trabajo se lo vincula con la agricultura específicamente del arroz.

Basando el tema con los dominios y las líneas de investigación de la FACIAG, el presente estudio de caso se vincula con el Desarrollo agropecuario, agroindustrial y sustentable, puesto que se asocia por la implementación de la tecnología como método de mejoramiento en el cultivo de arroz, es por ello es na forma de implementación de recursos agropecuarios en el campo del cultivo de arroz,

Entre las sub líneas de investigación del presente estudio de caso se establecer como la agricultura sostenible y sustentable, es la que más se asemeja al presente puesto que con tribuye a la agricultura en una producción de mayor calidad a base de implementos tecnológicos que facilitan al agricultor arrocero, para obtener semillas de mayor calidad y rentabilidad en la misma.

## 2. DESARROLLO

### 2.1 MARCO CONCEPTUAL

#### 2.1.1 Generalidades del cultivo de arroz

El arroz (*Oryza sativa*) es una gramínea cuyo origen se remonta a la edad media en Asia concretamente del sur China, consumido principalmente por personas de estratos socioeconómico alto, esta planta que viene siendo cultivada hace 7000 años puede lograr los 6 pies de altura, es familia de la avena, rica en nutrientes y minerales la Riboflavina, Retinol, Calcio, Magnesio, Fosforo y Carbohidratos. (Mendoza 2019).

Los orígenes del arroz no se han podido establecer con precisión, pero parece ser que el arroz africano (*O. glaberrima*), cuyo centro de diferenciación estuvo situado en el delta del río Níger, empezó a cultivarse hace más de 3.500 años. El arroz asiático (*O. sativa*) es el más extendido y se domesticó hace más de 6.000 años en las laderas meridionales del Himalaya. Las variedades utilizadas en la presente tesis pertenecen a esta especie. (Romero 2021)

Existen más de 2.000 variedades de arroz cultivadas en el mundo, aunque en el banco de germoplasma del instituto internacional de investigación del arroz (IRRI, por sus siglas en inglés) en Filipinas se conservan alrededor de 83.000 variedades. Las diferencias varietales (UNCTAD, 2006) se refieren a morfología de la planta y del grano, calidad del grano, resistencia al encamado, precocidad, ahijado, resistencia y tolerancia a los factores bióticos (arvenses, plagas y enfermedades) y abióticos (frío, sequía, acidez del suelo, carencias en elementos minerales, etc.) y productividad o rendimiento en grano.

El ciclo de la planta de arroz puede variar de 3 a 6 meses, dependiendo de la variedad y del ambiente en el que se desarrolla. Según la duración del ciclo se distinguen variedades de ciclo corto, medio y largo (Correa, 2011). Aunque tolera condiciones extremas, su cultivo es más favorable en zonas muy calurosas y húmedas. Las temperaturas de germinación son: mínima: 10- 12°C, óptima: 28-30°C, máxima: 40-45°C. (Gárgano 2018)

### 2.1.2 Taxonomía

El arroz (*Oryza sativa*) es una planta monocotiledónea, que posee la siguiente taxonomía:

Reino: Plantae (Phytae)

Filo: Tracheophyta

Subfilo: Angiospermae

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Oryzoideae

Tribu: Oryzeae

Género: *Oryza* (Degiovanni et al. s. f.)

### 2.1.3 Morfología

- **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. (Estrada 2018)

#### 2.1.4 Importancia económica y distribución geográfica

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. (Estrada 2018)

#### 2.1.5 Mercado mundial del arroz

Debido a las características del mercado mundial del arroz, este contribuye a la volatilidad de los precios. Por tanto, se consideran los siguientes aspectos en el mercado internacional del arroz: destacan las pequeñas cantidades comercializadas respecto a las cantidades producidas o consumidas, por ello pequeños cambios en la producción o en el consumo de alguno de los principales productores/consumidores o países compradores vendedores, puede dar lugar a un gran impacto sobre el volumen puesto en el mercado y, por tanto, sobre los precios.

Otro aspecto para destacar es el alto grado de concentración entre los exportadores de arroz en el mundo. Ya que el 85% de la exportación procede de 7-9 países, por tanto, variaciones de las ofertas de las existencias de arroz, debidas a la climatología, por ejemplo, repercute finalmente sobre los precios.(Agricultura. El cultivo del arroz. 1ª parte. s. f.)

### **2.1.6 Mejora genética**

El rendimiento mundial del arroz para 1996 fue de 2.52 Tm/ha, se proyecta que para el año 2010 el rendimiento será de 2.87 Tm/Ha, un incremento anual de 0.93 %. Incremento un poco optimista si consideramos que el incremento en los últimos 6 años fue de 0.68%, la base para ese rendimiento "optimista" proyectado responde básicamente al desarrollo e incremento en el uso de variedades mejoradas (Correa 2011)

Los programas de mejora genética se basan en la producción de plantas de arroz dihaploides, mediante el cultivo de anteras de plantas obtenidas a partir de cruzamientos previos. El empleo de líneas haploides incrementa la eficiencia de selección de caracteres de origen poligénico y facilita la detección de mutaciones recesivas. El cultivo in vitro continuado de líneas de cultivo de anteras origina variaciones génicas, en este caso denominadas gametoclonales, que han dado lugar a nuevas variedades de arroz (Morfología de la Planta de Arroz s. f.)

### **2.1.7 Avances tecnológicos a nivel internacional y nacional para la optimización del riego en el cultivo del arroz**

La agricultura es una actividad económica fundamental en países en desarrollo como Colombia, toda vez que es la principal fuente de empleo y generación de ingresos para el sector rural. A nivel mundial, más de 330 millones de hectáreas cuentan con instalaciones de riego. La agricultura de regadío representa el 20 % del total de la superficie cultivada y aporta el 40 % de la producción total de alimentos en todo el mundo

### **2.1.8 Tecnologías para la captación y almacenamiento de agua**

Tradicionalmente las fuentes de agua provienen de quebradas, ríos o lagunas, esto implica que estas fuentes mantengan caudales permanentes y en especial su

flujo al final del verano de cada año y así poder definir su uso para fines de consumo humano y productivo.

Otros sitios de captación incluyen nacientes, manantiales, ojos de agua o chagüites y pozos superficiales. Actualmente las técnicas de captación, más utilizadas en zonas secas son la recolección de agua de lluvia, de escorrentía y la extracción de aguas subterráneas; estas técnicas tienen como complemento, el establecimiento de estructuras de almacenamiento (El agua en la agricultura s. f.)

### **2.1.9 Tecnologías de preparación de suelo cuando se cultiva arroz**

Inicialmente en el cultivo del arroz se aplicaban cuatro tecnologías de preparación

- Seco
- Seco Desinfección
- Seco Fangueo
- Fangueo Doblaje

Argumentación del por qué se emplean diferentes tecnologías: Preparación del suelo en seco: En esta tecnología se debe lograr una estructura granular donde el 95 % de los terrones tengan diámetros inferiores a 5 cm, que representa el óptimo para facilitar el primer riego y la germinación de la semilla. Se realiza fundamentalmente en el período seco del año y es la tecnología recomendada para los suelos arenosos (ligeros); el agua no interviene en el proceso

Seco desinfección: Es una variante de la tecnología anterior, específica para la desinfección de los campos que presentan mezclas varietales, fundamentalmente de arroces rojos; el agua interviene al concluir la preparación

Seco fangueo: Esta se realiza igual que la anterior, incluye el fangueo como última actividad. Esta tecnología se emplea en aquellos suelos que presentan desórdenes nutrimentales y para aquellos otros campos donde el proceso se inició en seco y por una causa u otra recibieron agua

El Instituto de Investigaciones del Arroz (IIA) propuso una nueva tecnología de preparación de suelos para aquellos campos que una vez cosechados permanecían un tiempo en barbecho; a esta tecnología se le denominó Fangueo Directo (20),

donde el agua también está presente desde el inicio del proceso de preparación. (Ruiz s. f.)

#### **2.1.10 Uso de drones para la fumigación 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.

Más allá de las demandas que exigen los productores agrarios al gobierno de turno (ver recuadro), 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.

En la actualidad, el rendimiento promedio de arroz es de 8.1 t/ha, pero si se analiza por zonas, este resultado puede ser bastante dispar. Así, se puede observar que Arequipa es la zona con mayor productividad al alcanzar las 13.7 t/ha, mientras la menos productiva es la selva baja con 3.5 t/ha. Habría que acotar que en gran parte de Piura y la selva existen dos campañas productivas por año a diferencia del resto donde solo es posible una. (La tecnología se abre paso en el cultivo de arroz 2019).

#### **2.1.11 Tecnologías para ahorrar agua en el cultivo de arroz.**

En cuanto al arroz aeróbico, se destaca el arroz bajo riego por aspersión. En la transición de arroz aeróbico a arroz en condiciones anaeróbicas, se encuentra el sistema intensivo del cultivo del arroz (SICA), el sistema de producción de arroz con suelo cubierto (*Ground Cover Rice Production System, GCRPS*), el arroz cultivado en Suelo Saturado (SS) o con intermitencia en el riego (IR), donde se pueden utilizar tecnologías para alternar la humedad y el *secado (Alternate Wetting Drying, AWD)*, politubos con múltiple entrada de agua (*Multiple Inlet Rice Rrrigation, MIRI*) e hidrotenedores, además de técnicas para la eficacia del riego inicial y para la fertilización nitrogenada. En el arroz bajo inundación, se resaltan técnicas de riego con: 1) diques rectos (DR); 2) pendiente cero en el terreno; 3) diques en contorno a curva nivel (DC); y 4) riego corrido diseñado con contornos bajo la experticia del operario. En la concesión de la agricultura como un proveedor de servicios

ecosistémicos, aparece la agroforestería, la rizipiscicultura y la agroecología.(González B y Alonso 2016)

### **2.1.12 La tecnología SICA**

Fomenta el trasplante de plantas no mayores a veinte días de germinadas, el empleo de una postura por nido, además de la implementación del fanguero (enlodar) para disminuir las cantidades requeridas de agua para riego con un excelente rendimiento (AA y WUE de 83% y 0.67 Kg/m<sup>3</sup> En Colombia, en el municipio de Purificación-Tolima, SICA produjo un 15,8% más de arroz por hectárea que en el SC (11).(El sistema intensivo de cultivo de arroz (SICA): Una opción inteligente 2019)

### **2.1.13 La tecnología GCRPS**

Implementada en los países del subtrópico, consiste en cubrir el suelo con una capa delgada de plástico y solo cuando el contenido de agua en el suelo cae por debajo de un valor determinado se aplica riego (12). Este sistema ayuda a conservar el calor, aliviar el estrés por las bajas temperaturas, reducir la evaporación y la filtración en la etapa de crecimiento, obteniendo en promedio un AA y WUE de 67.3% y 0.66 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente. La GCRPS también disminuye la contaminación ambiental, debido a la escasa aplicación de herbicidas debido a la película de plástico que impide la germinación y el desarrollo de arvenses, y es prometedora para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.(Gómez y Canales s. f.)

### **2.1.14 Utilización de Sistemas Satelitales para la nivelación de campos**

#### **arroceros**

#### **Kit de Topografía y diseño (Marca TOPCON).**

Se utilizó para realizar levantamiento topográfico, conocer las condiciones y características del área; así como obtener los mapas de diseño para la nivelación y trazado de los diques. Se compone de: dos estaciones base Hiper AG: una fija y otra móvil, Laptop de campo (Panasonic) con la instalación del software AgForm- 3D. (Mendoza et al. s. f.)

### **Kit de Nivelación Sistema 310 (Marca TOPCON).**

Se empleó para realizar la nivelación en el campo del tratamiento T3. Para el funcionamiento de equipo se requiere la obtención del mapa de diseño de nivelación creados con el kit de topografía. Se compone de: Estación base que recibe la señal y se conecta a las antenas RTK; una Consola X30 donde se muestran las zonas de corte y relleno para la guía del operador, Controlador MC-R3 y Antena PG A1. (Mendoza et al. s. f.)

#### **2.1.15 Condiciones de cultivo**

Preparación de suelos: En las tres variantes se utilizó la preparación de suelo en seco. En todos los casos, las primeras labores fueron similares, roturación, cruce (grada pesada o arado), alisamiento y mullido

Levantamiento topográfico: En los Tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, se usó el levantamiento topográfico con Tecnología Láser, que se denominará de referencia, de acuerdo a la metodología con el apoyo de una regla guía y una base fija Láser (emisor). En el Tratamiento T<sub>3</sub>, se empleó la Tecnología GNSS con el uso del Kit de Topografía y Diseño, marca TOPCON, acoplado al tractor BELARUS modelo 1025.2. En todos los tratamientos, al finalizar cada levantamiento se procedió a generar los mapas de diseño más apropiado y de mejor ajuste usando el software AgForm-3D. (Mendoza et al. s. f.)

Diseños de nivelación: Se realizó en los campos donde se niveló con Láser y GNSS.

#### **2.1.16 Niveladoras láser para preparar los suelos**

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) pondrá a disposición de los productores de arroz, que tienen entre una y diez hectáreas, el servicio gratuito de niveladoras láser para preparar los suelos.

Así lo anunció el ministro de Agricultura y Ganadería, Xavier Lazo Guerrero, quien este lunes socializó el servicio ante productores de la gramínea en la parroquia Taura, provincia del Guayas. Se trata de implementos para nivelación láser de suelos arroceros, de alta precisión, que permiten la preparación del terreno de manera más efectiva, oxigenando la tierra y activando los nutrientes que hacen posible cultivos más sanos y productivos.

Este servicio estará disponible para la próxima siembra de verano de la gramínea y podrá ser solicitado en las direcciones distritales del MAG en las provincias de Guayas, Los Ríos, Manabí y El Oro, productoras de arroz. El ministro dijo a los agricultores que el beneficio de usar estos implementos de precisión es el ahorro del agua y herbicidas, así como un mejor manejo de malezas, ya que el suelo se lo prepara de mejor manera para receptar estos productos. (Arroceros pueden acceder a niveladoras láser para preparar los suelos – Ministerio de Agricultura y Ganadería s. f.)

#### **2.1.17 Arroceros aumentan uso de drones para fumigar**

Según estudios de empresas que ofrecen este servicio, la fumigación y el riego son 50 veces más rápidos con estos equipos que con mochilas aspersoras. Gremios y productores tienen la opción de alquilar estos aparatos. Hasta hace unos años era difícil pensar en que un aparato de dos metros fumigue y fertilice los cultivos agrícolas en el país. La tecnología de los drones se veía como algo lejano.

En la actualidad, ya es una alternativa para el agro. El uso de drones para actividades agrícolas se ha incrementado en un 80% desde 2020, año de la pandemia, según Backer Yáñez, de la empresa Ecuadrones, con más de siete años en el mercado nacional. (Arroceros, maiceros y bananeros aumentan uso de drones para fumigar s. f.)

#### **2.1.18 Uso de drones para la fumigación en el cultivo de arroz.**

Se logró determinar factores que hacen de los drones un vehículo más eficiente, dando beneficios para el agricultor, siendo aplicado en diferentes tareas de la producción agrícola; 2) El dron tiene ventajas en fumigación, en poco tiempo puede cubrir una hectárea (15 minutos), en cambio la bomba de motor necesita de un gran tiempo para poder cubrirla (6 horas), la bomba de motor requiere de 3 jornales para cubrir una hectárea, lo que eleva el costo de aplicación para una hectárea U.S.D. 36,00, en cambio el dron solo necesita la configuración de lugar que va a cubrir generando un gasto de U.S.D. 18,00, entre otra ventaja del dron es que cubre toda la hectárea uniformemente, la bomba de motor por diferentes circunstancias que pasan con el jornalero que la manipula quedan líneas sin fumigar, con la bomba de motor corremos el riesgo de intoxicarnos al tener contacto con la molécula del químico por acción del viento; y Económicamente si es factible el uso de drones, por hectárea

presentó una utilidad del 955,20 U.S.D. (85 % de rentabilidad), en relación a la bomba de motor, que presentó la menor utilidad con 660,56 U.S.D. equivalente a una rentabilidad 56,70 %.(Zamora s. f.)

### **2.1.19 Agricultura de precisión con drones para control de enfermedades en la planta de arroz**

La propuesta es utilizar un sistema con el cual se pueda observar los diversos espectros de colores en los cultivos, determinar durante su proceso de crecimiento si tiene o no afectaciones que perjudiquen su desempeño. El sistema se basa en detección de colores mediante una cámara especial de seguimiento.

El equipo que se utilizara está basado en una combinación de Arduino (figura 4) con un sensor de color (Pixy CMU Cam5), el cual tiene la función de reconocer colores, a su vez darles seguimiento a objetos y un dron encargado de movilizar el sensor a través del cultivo. Para la fabricación de nuestro equipo utilizamos los siguientes materiales:

- Placa Arduino UNO
- Cable de red
- Pixy CMUCam5
- Computadora
- Drone

El *software* necesario se resume en:

- Programa Arduino
- Driver para la placa Arduino.(Barraza et al. 2019)

### **La Trasplantadora De Arroz**

Una máquina trasplantadora de arroz de dos surcos (25 cm. de distancia cada uno), dirigida y empujada por una persona y que coloca los plantines a 25 cm. de

distancia dentro de la línea y a 5 o 6 cm. de profundidad. Con esta máquina el agricultor podrá trabajar sin agacharse y sin cargar el peso de los plantines que los llevará colocados sobre dos bandejas, como también realizará la labor en menor tiempo y sin consumo de energía fósil o animal. Por otro lado, se priorizó la sencillez del prototipo que posibilitará cambios y ajustes que se consideren necesarios en talleres locales sin necesidad de demasiada infraestructura.(Belle s. f.)

### **2.1.20 Tecnología de punta en el cultivo de arroz**

Vestidos con sus tradicionales botas y un sombrero para protegerse del sol, los trabajadores llegan a la zona de cultivo. Frente a ellos, los cientos de plantas de arroz se izan hacia la luz natural, toda el área sigue inundada. Desprovistos de azadones, abren el computador portátil mientras un pequeño grupo alista el dron robótico, comprueban que funcione sin problemas y, lo más importante, que sus rotores giren con potencia. Unos minutos después, tras establecer las instrucciones en el *software*, el robot vuela por encima del área sembrada de manera autónoma.

No se trata de un relato futurista que sucede a miles de kilómetros. Todo lo contrario: en mayo de 2017, un grupo de ingenieros de la Pontificia Universidad Javeriana llegó hasta los cultivos de arroz que el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) mantiene en Palmira (Valle del Cauca) y en Santa Rosa (Meta). Allí pusieron a prueba el dron autónomo para tomar imágenes espectrales y captar información meteorológica en el que han trabajado por cerca de un año.(Tecnología de punta en el cultivo de arroz | Revista Pesquisa Javeriana 2017)

### **2.1.21 Influencia de las tecnologías de preparación de suelo cuando se cultiva arroz.**

Inicialmente en el cultivo del arroz se aplicaban cuatro tecnologías de preparación (19): 1) seco 2) seco desinfección 3) seco fanguero 4) fanguero doblaje. Argumentación del por qué se emplean diferentes tecnologías:

Preparación del suelo en seco: En esta tecnología se debe lograr una estructura granular donde el 95 % de los terrones tengan diámetros inferiores a 5 cm, que representa el óptimo para facilitar el primer riego y la germinación de la semilla. Se realiza fundamentalmente en el período seco del año y es la tecnología

recomendada para los suelos arenosos (ligeros); el agua no interviene en el proceso.(Ruiz s. f.)

Seco desinfección: Es una variante de la tecnología anterior, específica para la desinfección de los campos que presentan mezclas varietales, fundamentalmente de arroces rojos; el agua interviene al concluir la preparación. Seco fangueo: Esta se realiza igual que la anterior, incluye el fangueo como última actividad. Esta tecnología se emplea en aquellos suelos que presentan desórdenes nutrimentales y para aquellos otros campos donde el proceso se inició en seco y por una causa u otra recibieron agua

### **2.1.22 Tecnología de riego en cultivo de arroz**

Actualmente no existe un registro sistemático de las chacras de arroz que aplican diferentes tecnologías de riego y su superficie, que pudiera servir como la fuente de información de referencia para calcular este indicador. Si bien aún es incierto si esta medida será viable de implementar en las condiciones actuales del sector arrocero uruguayo, como ya fuera aclarado en la celda de información complementaria de esta ficha, en el caso de que pudiera implementarse sería deseable contar con un registro sistemático de la superficie sembrada de arroz en la que se aplican tecnologías de riego diferentes a la tradicional (inundación continua). (González B. y Alonso 2016)

## **2.2 Hipótesis**

El uso de Nuevas tecnologías ayuda a mejorar el rendimiento del cultivo de arroz en las zonas como Los Ríos, dando mayor rentabilidad y favoreciendo al agricultor arrocero.

El uso de Nuevas tecnologías no ayuda a mejorar el rendimiento del cultivo de arroz en las zonas como Los Ríos.

## **2.3 MARCO METODOLOGICO**

En el presente trabajo se utiliza diferentes métodos que ayudan a procesar mejor la información recopilada, por lo tanto se hace uso del método mixto cuantitativo y cualitativo para agrupar información tanto en bibliotecas virtuales, trabajos que tengan sementadas al tema planteado que son tesis, monografías, estudios de caso entre otros medios donde se pudo adquirí información y datos estadísticos que demuestran como está el uso de nuevas tecnologías insertadas en la Provincia de los Ríos especialmente en el Cultivo de arroz. Cabe recalcar que toda la información adjuntada y plasmada en la misma esta sintetizada bajo el método bibliográfico citado de acuerdo a las normas generales.

La información que ha sido elegida y redactada ha tenido que llevar un proceso, de análisis, síntesis, deducciones, con el objetivo de obtener información verificada y coherente, que ayuda a llegar a ser claro y directos frente al tema elegidos.

En el proceso se halla también los instrumentos utilizados que hicieron posible que se lograra la misma que son:

- Intenet
- Computadora, celular
- Biblioteca Virtual
- Cuadernos, esferos etc.

## **2.4 RESULTADO**

En el presente trabajo se logró obtener información con datos importantes que sirvieron de apoyo para comprender como la tecnología cumple un papel importante en el mejoramiento del cultivo de arroz a ello se suma que gracias los métodos de investigación se logró obtener información relevante.

En el cultivo de arroz varios agricultores todavía hacen uso de los medios tradicionales es por ello que no mejoran su rendimiento de la semilla, dando a entender que las nuevas tecnologías son importantes para el mejorar el cultivo trayendo consigo varios beneficios tanto en la semilla como en la parte económica para el agricultor.

Uno de los más comunes en el uso de tecnología son los drones que cumplen un papel importante en los cultivos por que permiten desarrollar con mayor eficiencia las fumigaciones, de la planta así mismo la alineación mediante laser y otras funciones más que ofrece las nuevas tecnologías.

Gracias a este trabajo se logró determinar la tecnología en que momento está presente como los desde la preparación del suelo, los riegos, los tratamientos del cultivo hasta el mejoramiento de la semilla con estas tecnologías, demostrando así el papel que cumple en los cultivos agrícolas específicamente en el arroz.

## **2.5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Se obtuvo buenos resultados lo que permitió identificar la problemática actual y lo importante que se ha vuelto las nuevas tecnologías en el cultivo de arroz, recordemos que el cultivo de arroz ya se realiza desde tiempos ancestrales claro que no con el uso de nuevas tecnologías que sirven de apoyo al cultivo y mejoramiento de la semilla de arroz

Los resultados que se obtuvieron fueron los esperados puesto que se concretó que se puede lograr mejor rendimiento con la utilización de estas nuevas tecnologías, pero también por otro lado en los agricultores de la provincia de los Ríos, debido a la falta de conocimiento tecnológico hacen poco uso de estos medios lo que minimizan la mayor rentabilidad del cultivo de semilla de buena calidad por el implemento en el cultivo de las nuevas tecnologías

### **3. CONCLUSIONES**

Relacionando todo el proyecto en base al tema planteado que se vincula con las nuevas tecnologías en el mejoramiento del cultivo de arroz se puede concluir que en el sector utilizado como sitio de estudio que es la provincia de los Ríos se logró afirmar que el uso de tecnología no está siendo ocupado al 100 % en los cultivos para el mejoramiento del arroz, cabe mencionar también que se logró identificar la problemática que es la falta de conocimiento de los agricultores arroceros, por otro lado se evidencia que las tecnologías como maquinarias, drones, riegos con sistema inteligentes, maquinarias de secados y cultivos, han sido insertado en el mercado pero muchos de los agricultores no lo usan por motivo de temor a ser una mala inversión.

La nueva tecnología debe ser insertada en los cultivos de arroz, dado que los estudios demostraron que en varios agricultores que han hecho uso de estos métodos tecnológicos han logrado obtener resultados favorables en sus cultivos aun mejoradas, ya que contiene mayor precisión, mayor rentabilidad y menor inversión.

### **4. RECOMENDACIONES**

Una vez realizado el presente trabajo establecido como tesina en esta carrera y tomado como estudio el tema titulado “Uso de Nuevas tecnologías para mejorar el rendimiento del cultivo de arroz en la zona de Los Ríos”, puedo manifestar y dar algunas recomendaciones que son:

- Se debe implementar charlas de capacitación por parte del MAG para dar a conocer las nuevas tecnologías en el cultivo de arroz.
- Insertar el uso de niveladora laser, en la producción arroceras que son empleadas para nivelar el suelo.
- En el sector arroceros, implementar el uso de drones para fumigar agroquímicos.
- Difundir el presente documento que contiene información importante que da a conocer las nuevas tecnologías como una alternativa rentable en el mejoramiento del rendimiento del cultivo de arroz.
- Uso de trasplantadora mecanizada autopropulsada para siembra de arroz.

- Uso de sensores de nutrientes, mediante el control adecuado y bajo la supervisión de profesionales.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

Agricultura. El cultivo del arroz. 1ª parte. 2022. (en línea, sitio web). Consultado 1 ago. 2022. Disponible en <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>.

Arroceros, maiceros y bananeros aumentan uso de drones para fumigar. 2022. (en línea, sitio web). Consultado 25 sep. 2022. Disponible en <https://www.primicias.ec/noticias/economia/sectores-arroz-maiz-banano-uso-drones-actividades-agricolas/>.

Arroceros pueden acceder a niveladoras láser para preparar los suelos – Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2022. (en línea, sitio web). Consultado 25 sep. 2022. Disponible en <https://www.agricultura.gob.ec/arroceros-pueden-acceder-a-niveladoras-laser-para-preparar-los-suelos/>.

Barraza, JA; Espinoza, EJ; Espinos, AG; Serracin, J. 2019. Agricultura de precisión con drones para control de enfermedades en la planta de arroz. *Revista de Iniciación Científica* 5:41-47. DOI: <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v5.0.2368>.

Belle, M. s. f. DISEÑO DE MÁQUINA TRASPLANTADORA DE ARROZ Página 1 (en línea). Consultado 25 sep. 2022. Disponible en [https://www.academia.edu/23546712/DISE%C3%91O\\_DE\\_M%C3%81QUINA\\_TRA SPLANTADORA\\_DE\\_ARROZ\\_P%C3%A1gina\\_1](https://www.academia.edu/23546712/DISE%C3%91O_DE_M%C3%81QUINA_TRA SPLANTADORA_DE_ARROZ_P%C3%A1gina_1).

Degiovanni, V; Berrío, LE; Charry, RE. s. f. Origen, taxonomía, anatomía y morfología de la planta de arroz (*Oryza sativa* L.). :25.

El agua en la agricultura. 2022. (en línea, sitio web). Consultado 1 ago. 2022. Disponible en <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture>.

El sistema intensivo de cultivo de arroz (SICA): Una opción inteligente. 2019. (en línea, sitio web). Consultado 25 sep. 2022. Disponible en <https://www.fontagro.org/es/blog/el-sistema-intensivo-de-cultivo-de-arroz-sica-una-opcion-inteligente/>.

Gárgano, C. 2018. Ciencia, Tecnología y Mercado: Investigaciones en Arroz en el INTA Argentino. *Journal of technology management & innovation* 13(1):75-83. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-27242018000100075>.

Gómez, IRO; Canales, IHD. s. f. Autora Br. Ana Teresita Zúniga Muñoz Asesores. :55.

González B, M; Alonso, AM. 2016. Tecnologías para ahorrar agua en el cultivo de arroz. Nova 14(26):63-78.

González B., M; Alonso, AM. 2016. Tecnologías para ahorrar agua en el cultivo de arroz. Nova 14(26):111. DOI: <https://doi.org/10.22490/24629448.1757>.

La tecnología se abre paso en el cultivo de arroz. 2019. (en línea, sitio web). Consultado 1 ago. 2022. Disponible en <https://www.redagricola.com/pe/la-tecnologia-se-abre-paso-en-el-cultivo-de-arroz/>.

Mendoza, AS; López, AG; Marrero, VMT; Agüero, JM; Okawa, RC; Alonso, JAV; Díaz, SR. s. f. Utilización de Sistemas Satelitales para la nivelación de campos arroceros (en línea). Revista Ingeniería Agrícola 10(2). Consultado 25 sep. 2022. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/5862/586263256009/html/>.

Morfología de la Planta de Arroz. s. f. :16.

Romero, MAC. 2021. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. :92.

Ruiz, M. s. f. Revisión bibliográfica INFLUENCIA DE LAS TECNOLOGÍAS DE PREPARACIÓN DE SUELO CUANDO SE CULTIVA ARROZ (*Oryza sativa* L.). :9.

\_\_\_\_\_. s. f. Revisión bibliográfica INFLUENCIA DE LAS TECNOLOGÍAS DE PREPARACIÓN DE SUELO CUANDO SE CULTIVA ARROZ (*Oryza sativa* L.). :9.

Tecnología de punta en el cultivo de arroz | Revista Pesquisa Javeriana. 2017. (en línea, sitio web). Consultado 25 sep. 2022. Disponible en <https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/tecnologia-de-punta-en-el-cultivo-de-arroz/>.

Zamora, JRN. s. f. DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS. :92.