



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACION

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo, como requisito
previo para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Manejo agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) mediante
Sistema Intensivo o SRI”

AUTOR:

Samuel Jonathan Junco Guaranda

TUTOR:

Mgs. Roberto Carlos Pauta Ríos

BABAHOYO- ECUADOR

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACION

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo, como requisito
previo para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Manejo agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) mediante
Sistema Intensivo o SRI”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Julio Goyes Cabezas, MBA

PRESIDENTE

Ing. Agr. Walter Reyes Borja, PhD

PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Marlon Pazos Roldan, MSc

SEGUNDA VOCAL

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado primeramente a Dios por haberme dado la perseverancia y sabiduría para culminar mi trabajo.

A mis padres Rosa Guaranda Tómalá y Luis Junco Vera que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para ser quien soy hoy en día, por darme consejos y motivarme siempre.

También a mi esposa Carolina Robledo Vite quien me acompaña siempre en los buenos y malos momentos, y a mi hijo Jeremías Junco Robledo quien es el motivo de haber logrado mi meta.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme permitido lograr una meta más en mi vida, a mis padres por sus esfuerzos cada día luchando en sus trabajos para ayudarme económicamente.

A mis hermanos (as) quienes siempre confiaron en mí y han estado a mi lado para darme los recursos necesarios para continuar con mis estudios y poder alcanzar mis objetivos.

También a la universidad que fue la que me brindó la oportunidad para poder prepararme profesionalmente, a cada uno de los Ingenieros que fueron los que me brindaron sus conocimientos, al Ingeniero Roberto Pauta Ríos quien fue mi tutor en este trabajo.

Finalmente, a mis amigos Carlos García, Tito López, Tylor Macías, Henry Viejo, Diego Chávez, Karla escobar, Bryan Vera, Marcelo Vera, Alvarado Rosero, Raíza Valencia, Ronny Monar, Ginger Cotto, a todos mis compañeros que estuvieron presente ayudándome en todo momento mil gracias.

La responsabilidad por los Resultados, Conclusiones y Recomendaciones del presente trabajo pertenecen única y exclusivamente al autor.

Samuel Jonathan Junco Guaranda

RESUMEN

El presente trabajo titulado "Manejo agronómico del cultivo de arroz mediante Sistema Intensivo o SRI" se fundamenta en un nuevo sistema de siembra el cual genera posibles soluciones para obtener altos niveles de productividad por unidad de superficie y a su vez se presenta amigable con el ambiente, pues consiste en el uso racional del agua para riego, menos contaminante ante la baja aplicación de agroquímicos, menos semilla, mayor aprovechamiento de la heliofania, etc., lo cual desemboca en el manejo del cultivo fuera de lo tradicional, catapultando al Sistema Intensivo de Cultivo de Arroz como una herramienta útil para el agro ecuatoriano. Y de esta manera generar nuevas metodologías para alcanzar máximas producciones con menos gastos en costos de producción.

Palabras claves: arroz, sistemas intensivos, producción, aprovechamiento, menos semillas.

SUMMARY

The present work entitled "Agronomic management of rice cultivation through the Intensive System or SRI", is based on a new sowing system which generates possible solutions to obtain high levels of productivity per unit area and in turn is environmentally friendly, because it consists of the rational use of water for irrigation, less polluting due to the low application of agrochemicals, less seed, greater use of heliophany, etc., which leads to the management of the crop outside the traditional, catapulting the Intensive System of Rice cultivation as a useful tool for Ecuadorian agriculture, and in this way generate new methodologies to achieve maximum productions with less expenses in production costs.

Key words: rice, intensive systems, production, use, fewer seeds.

INDICE GENERAL

ACTA FIRMA DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ACTA DE RESPONSABILIDAD DEL ESTUDIANTE.....	V
RESUMEN.....	VI
SUMMARY	VII
INDICE GENERAL.....	VIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO METODOLÓGICO.....	2
1.1 Definición del tema	2
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Justificación	3
1.4 OBJETIVOS.....	3
1.4.1 Objetivo General	3
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
1.5 Fundamentación teórica.....	4
1.5.1 La producción de arroz en el país	4
1.5.2 Generalidades del cultivo de arroz	5
1.5.3 Taxonomía del cultivo de arroz	6
1.5.4 Sistemas de siembra más comunes en el Ecuador	6
1.5.4.1 Sistema tradicional por trasplante	7
1.5.4.2 Sistema de siembra tradicional mediante la técnica de voleo	7
1.5.4.3 Sistema de Intensificación del cultivo de arroz (SRI)	8
1.6 Hipótesis	12
1.7 Metodología de la investigación	12

CAPÍTULO II: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	14
2.1 Desarrollo del caso	14
2.3 Situaciones detectadas	15
2.4 Soluciones planteadas	15
2.5 Conclusiones	16
2.6 Recomendaciones	17
BIBLIOGRAFÍA	18

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.), es el cereal de mayor consumo en el Ecuador, a pesar de la importancia que posee como alimento básico se puede decir que sus sistemas de producción son poco tecnificados, sistematizados e ineficientes, así: el rendimiento promedio por unidad de superficie del cultivo a nivel del país es (3,7 Mg·ha⁻¹), (MAGAP 2014) lo cual es relativamente menor en su relación al rendimiento promedio en países hermanos (5,8 Mg·ha⁻¹ y 6,87 Mg·ha⁻¹ , en Perú y Colombia, específicamente), (INEC 2011). Vale indicar que, en los últimos años, problemas de tipo fitosanitarios, además de ataques de insectos y de virus (*Hydrelia* sp, *Pomacea canaliculata*, entre otros) han ocasionado pérdidas de alrededor del 8% del área sembrada (SRI-Rice 2015).

Por lo tanto, la tendencia actual es mejorar los métodos de manejo para aumentar la producción por unidad de superficie, lo cual conlleva a continuar con el uso de labranzas adecuadas, en este ámbito se viene investigando el reemplazo de los sistemas tradicionales de producción por el "Sistema Intensivo del Cultivo de Arroz" , SICA (siglas en español) – SRI (siglas en inglés) (Turmel, 2011), lo cual fue desarrollado entre los años 1983 a 1984 por el científico y técnico Henry de Laulanié y finalmente ejecutado por primera vez en la región de Madagascar, localidad ubicada en África, pero a partir del año 2000 de forma rápida se amplió hacia todo el país y a su vez a todo el continente. Años más tarde la aplicaron en el continente Asiático y Americano, en este último continente se hicieron pruebas en los países tales como Cuba, Haití y Ecuador y a su vez hubieron países que adoptaron ese sistema de siembra los cuales fueron Ecuador, Perú, Costa Rica, Haití, Brasil y Honduras (Burhan 2017).

El SRI o SICA es promovido por la Oxfam de Australia y a su vez dirigida por agencias gubernamentales y siete ONG (Kunnathadi 2015), por lo general se observa que el SRI genera nuevas perspectivas en la agricultura moderna pues vale indicar que las alternativas agroecológicas que ofrece se fundamentan en métodos y densidades de siembra, disminución considerable

del uso de semillas, reducción de labranzas, ahorro significativo de agua y fertilizantes, menos uso de pesticidas, mejora en cuanto a la cantidad y diversificación biota del suelo lo cual se refleja en el rendimiento por unidad de superficie (Wu 2015).

CAPÍTULO I: MARCO METODOLÓGICO

1.1 Definición del tema

Manejo agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) mediante Sistema Intensivo o SRI.

En el cultivo de arroz al ser un producto agrícola útil para la alimentación humana se requieren de nuevas técnicas de manejo para obtener mayor producción por unidad de superficie y aquella es la importancia del sistema SICA la cual es detallada en este trabajo.

1.2 Planteamiento del problema

La producción de tipo convencional del cultivo de arroz hace que este requiera de abundante agua, pero conseguirla en calidad y en cantidades necesarias es cada vez más complejo para los pequeños productores. Además de esto el cultivo de arroz se ve también afectado por la maximización de la continuidad e intensidad de las sequías o inundaciones. Otro aspecto negativo para considerar es el impacto biofísico del cambio climático, el cual conlleva al aumento en tipos y ocurrencias de plagas y enfermedades, específicamente especies de tipo invasivas. Vale indicar que la producción de este cultivo se ve sometida por factores no climáticos como es el mal precio en el mercado al no tener un precio oficial ya sea en invierno o en verano. Todas estas razones tienen consecuencias altamente devastadoras para la subsistencia de los pequeños productores (INIAP 2016).

Por tal motivo, el propósito de este estudio es poder brindar posibles soluciones ante esta temática que es concerniente al buen cuidado o manejo

que se le debe dar al cultivo de arroz, partiendo incluso desde el ámbito ecológico.

1.3 Justificación

Por los motivos expuestos es necesario indicar que el Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz (SICA) o SRI, es una tecnología o sistema de cultivo que posee beneficios y altos rendimientos, ya que fundamentalmente se basa en el uso de menos cantidades de agua durante el período de crecimiento o vegetativo, además un mayor distanciamiento entre las plantas y también sólo se utiliza una planta por postura ahorrando de esta manera material de siembra; los trasplantes se los realiza con plántulas de una edad no mayor de 20 días después de su germinación, encontrándose el más óptimo entre los 8 y 12 días después de la germinación.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Conocer el manejo agronómico del cultivo de arroz mediante Sistema Intensivo o SRI

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar las ventajas de aplicar el SRI en cultivo de arroz.
- Determinar las diferencias en cuanto al manejo tradicional del cultivo de arroz frente al SRI.

1.5 Fundamentación teórica

1.5.1 La producción de arroz en el país

INEC (2016), indica que el arroz es cultivado en casi el 100% de las regiones del país. Lo cual es sostenido en la encuesta de superficie y producción agropecuaria, estos datos indican que en el año 2015 en la región Litoral o Costa la siembra de arroz representó el 99,5% de todo el país y tuvo una producción del 92,3% del total de la producción nacional de arroz, siendo dos provincias el motor para este resultado: el Guayas y Los Ríos con un 71,9% y 23,3% de la producción total (MAGAP 2017).

Siendo la provincia del Guayas la de mayor producción, posee la mayor cantidad de UPAs, presentando el 47,2% de total en todo el país, incluido los pequeños productores. Vale indicar que el total de producción de arroz en el Guayas equivale al 60% de la producción del país, esto es entre los años 2011 – 2015. Es necesario indicar que en todo el país en cuanto a la cadena de variación de superficie sembrada y de la producción, se observa que a partir del año 2011 hubo un incremento en cuanto al área de siembra a un 14,2%, manteniéndose ese auge hasta el 2017 que fue donde decreció al 8,3% , pero en cuanto a productividad se observó un aumento significativo en relación a la primera década del nuevo siglo, pues en el año 2011 se obtuvo 889.015 toneladas lo cual fue ascendiendo en el 2015 hasta llegar a 1'187.135 toneladas, pues durante esos 5 años se determinó un 33,6% de incremento en la producción (MAGAP 2017).

La producción de arroz manifiesta una curva estadística de forma creciente, aunque no sea constante, pero se sobreentiende el nivel de importancia de este producto para la canasta básica de los ecuatorianos, lo cual se lo considera como una estrategia importante en cuanto al desarrollo nacional y social, incluyendo además lo niveles de producción agrícola, considerando que no en todos los sectores del país existe una igualdad en

cuanto a productividad y cantidad de hectáreas sembradas, por lo tanto es indispensable estudiar ciertos factores que atentan en contra del sistema de producción del arroz.

1.5.2 Generalidades del cultivo de arroz

En cuanto al cultivo de arroz, *hay vestigios de que* se inició a sembrar hace alrededor de 10,000 años en varias regiones húmedas de Asia tropical y sub-tropical. El arroz se ha constituido como el alimento básico para más de la mitad de la población mundial y a su vez tiene el segundo lugar en relación a la superficie cultivada (Baraja 2019).

El inicio del cultivo tuvo lugar en China, en la zona baja y alta, pero también existen evidencias que fue en la india donde se cultivó desde su inicio. Se cree que hubo muchas rutas o vías por donde se propagó el cultivo partiendo desde Asia hacia el resto del planeta donde se cultiva (Campo 2013).

El género *Oryza* está comprobado que posee 23 especies, pero de ellas solo 2 son cultivada, la primera es la *Oryza sativa*, de origen asiático y la segunda es la *Oryza glaberrima*, originaria de la delta del río Níger, ubicado en África, las demás 21 especies son consideradas silvestres. Vale indicar que dentro de la *Oryza* sobresalen 3 subespecies, fundamentadas en sus situaciones geográficas: Indica, *Javánica* y Japónica. En Ecuador y en las demás regiones tropicales y subtropicales, se siembra la especie tipo Indica debido a su valor culinario (Morgado 2013).

El Programa de Arroz en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP inició sus trabajos científicos con “La introducción, evaluación y selección de material genético procedentes del IRRI- Filipinas y de CIAT- Colombia”. Por lo cual desde 1971 con el lanzamiento de las variedades INIAP 2 e INIAP 6, se inició la generación de variedades mejoradas que han conseguido establecerse en el país (Carbo 2019).

El INIAP ha creado variedades y tecnologías nuevas en cuanto al manejo, habiendo colaborado al mejoramiento del cultivo. Las variedades que se han obtenido son superiores en gran escala en comparación a las tradicionales en cuanto a su precocidad, resistencia y tolerancia a enfermedades, ataque de insectos plagas y presenta además un alto rendimiento por unidad de superficie, las variedades INIAP 11, INIAP 12 e INIAP 14 son las que han sobresalido del resto (Elgegren 2016).

El cultivo de arroz como en todas las especies vegetales para su óptimo desarrollo y nutrición, requiere de una cantidad necesaria y oportuna de nutrientes, los cuales deben ser brindados desde el suelo a través de una fertilización balanceada (Ecologismo 2013).

1.5.3 Taxonomía del cultivo de arroz

Según Chiriboga (2013), el arroz tiene la siguiente taxonomía:

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Bambusoideae
Tribu:	Oryzeae
Género:	Oryza
Especie:	Oryza sativa, L.

1.5.4 Sistemas de siembra más comunes en el Ecuador

En cuanto a los sistemas de siembra los más aplicados son dos: el método al voleo y el de trasplante; por aquella razón el Ministerio de Agricultura

(GARCIA 2014), en el análisis correspondiente al primer cuatrimestre indica que los agricultores arroceros siembran utilizando los dos métodos.

(Ordeñana 2018), se puede decir que según el método de siembra se determina que el 47% de agricultores a nivel del país usan el método al voleo, mientras que el 35 % del resto de agricultores aplica el método por trasplante y es así como el 18% de agricultores a nivel nacional aún conserva como tradición el método primario mediante espeque ya que son parcelas de pequeñas áreas, las cuales son factibles para trabajar de esta manera. Las zonas o provincias que registran los rendimientos por unidad de superficie más altos son las zonas donde persiste el método de siembra mediante trasplante.

1.5.4.1 Sistema tradicional por trasplante: En cuanto al sistema tradicional de trasplante, las semillas de arroz son pre-germinadas primeramente sumergiéndolas en agua por un lapso ininterrumpido de 24 horas y sometiéndolas a calentamiento posteriormente por otras 24 horas en sacos de material de yute, preferentemente en un ambiente cálido y oscuro con una temperatura >25°C. Los pasos a seguir después del tratamiento de pre-germinación, las semillas que han pre germinado son sembradas respectivamente en semilleros de manera tradicional. (“Kunnathadi 2015”)

Las plántulas por lo general son trasplantadas después de 25 días de iniciado el semillero. Como recomendación se trasplantan 6 plántulas por cada sitio a una distancia de 25 cm entre plantas y 25 cm entre calles. Durante el proceso de trasplante las parcelas como regla deben tener una lámina de agua de 20mm, incluyendo además un intervalo de 15 días entre riego y riego, hasta que el fruto tenga el 90% de llenado, posteriormente las piscinas permanecerán secas hasta llegar la cosecha (Maqueira 2012).

1.5.4.2 Sistema de siembra tradicional mediante la técnica de voleo: *En este sistema de siembra* las semillas de arroz son pre-germinadas sumergiéndolas mas no solo mojándolas, en agua por un lapso exacto de 24 horas y a su vez después de esto incubándolas por un tiempo de 24 horas en sacos de material de yute sometiéndolas a un ambiente cálido y oscuro con una temperatura de >25°C. Después

del tratamiento aplicado para la pre germinación, las semillas son esparcidas uniformemente y de forma manual en las parcelas a una densidad de 90 Kg de semilla por hectárea, después de la siembra de tipo al voleo, el suelo se debe mantener a capacidad de campo, no inundado, esto se realiza hasta que las plantas tengan una altura de 10 cm; llegado a este punto las piscinas son necesarias que se mantengan con una lámina de agua de 3 mm. Cuando las plántulas alcanzan una altura de 15 cm, las piscinas por recomendación se deben mantener con inundación con una lámina de alrededor a 20 mm hasta que los granos posean el 90% de su llenado fenológico, posteriormente a las piscinas se les retira el agua y por lo cual se deben mantener secas hasta la cosecha. (SRI-Rice. 2015)

1.5.4.3 Sistema de Intensificación del cultivo de arroz (SRI)

En lo relacionado al (SICAs), que significa "Sistemas Intensivos de Cultivo de Arroz", Esta metodología de siembra equivale al trasplante de plántulas con 8 días ddg hasta como máximo 15 días ddg, en cuanto a nivel poblacional consistiendo en bajas densidades de siembra y con un tipo de riego intermitente. (SRI-Rice 2015) este método denominado SICA tuvo su origen a principios de la década de los 80, siendo su continente de origen África específicamente en la isla de Madagascar, esto sucedió cuando el sacerdote católico Henri de Laulanie, miembro de la congregación jesuita, laboró junto a los agricultores de esa región durante 34 años en los sistemas agrícolas específicamente en el cultivo de arroz, ya que este cultivar es un alimento totalmente básico en Madagascar. Durante esta época Laulanie colaboró con los agricultores en mejorar su producción sin depender mucho de insumos externos en razón de que los agricultores de Madagascar poseían recursos económicos muy limitados, y es así como este sacerdote ayudó a las familias de Madagascar a superar la pobreza que es tan común en esa región. Existen

informes de que con el SICA se han obtenido producciones de alrededor de 10 Tm/ha, con el mismo manejo fenológico que los sistemas ya sea de trasplante y voleo.

En el transcurso del año 1994 el Instituto Internacional de la Universidad de Cornell dirigido a la Alimentación, la Agricultura y el Desarrollo (CIIFAD) con sede en Ithaca, NY, el investigador Tefy Saina inició ciertos análisis con los agricultores de Madagascar en conjunto con el CIIFAD para poder determinar medidas relacionadas al tipo de agricultura de roza, tumba y quema, que a duras penas lograba una productividad de 2 Tm/ha e incluso bajo condiciones de riego. Para poder evitar la tala de bosques y también la reducción de ecosistemas debido a la expansión de la frontera destinada a la agricultura se idearon diferentes estilos de SICA para que los agricultores tengan mejores niveles de cosechas en menores áreas de superficie (Poelman 2014).

El SICA es un método o técnica de siembra que básicamente consiste en la colocación de las plántulas en el terreno, como se ejecuta de forma muy temprana (8 días de germinación), el trasplante es ágil y rápido debido a que se ubican las plántula en una base o plancha para que estén de forma cómoda y sencilla en la mano del sembrador , vale indicar que se coloca solo una planta por espacio permitiendo que la siembra se haga ligera y a su vez saludable para el trabajador y la planta en razón de que en esta etapa no se aplican agroquímicos, ayuda a disminuir los niveles en cuanto a las densidades de siembra y de esta manera se logran mayores números de macollos por cada planta, por lo tanto se obtienen mayor número de panículas que promueven a una mejor producción (FAO 2016).

Y de esta forma mejora las condiciones del suelo a mediante el enriquecimiento con materia de origen orgánico y sobre todo lo más importante ya que reduce y controla la utilización del agua en el cultivo ya que se hacen riegos de tipo intermitentes, ayudando así a disminuir la aplicación de recursos hídricos (AGROECOLOGIA 2017), teniendo a estos principios como fundamentos, se puede decir que los agricultores si logran adaptarse a las técnicas recomendadas del SICA, dando respuestas positivas a las condiciones socioeconómicas y agroecológicas. Las adaptaciones se hacen

constantemente para dar oportunidad a los cambios referentes al clima, disponibilidad de mano de obra, acceso a los insumos agrícolas, a las condiciones del suelo y control de agua. Vale indicar que los fundamentos del SICA se han puesto en práctica en el cultivo de arroz de secano y otros cultivos, como mijo y legumbres, el trigo, la caña de azúcar; demostrando un mayor nivel de productividad por unidad de superficie en las prácticas actuales en plantaciones convencionales. Es necesario indicar que cuando los principios SICA se usan a otros cultivos, toma el nombre de Sistema de Intensificación de Cultivos (GARCIA 2014)

De acuerdo al sistema tradicional del cultivo de arroz este es trasplantado a tierra definitiva partiendo de los 20 hasta los 30 días, cuando las plántulas poseen vigorosidad y están aptas para sobrevivir, agrupándose en grupos de 3 o más plántulas por sitio, con la finalidad de que 1 o 2 logran la madurez completa (Chiriboga 2013).

La técnica o sistema de manejo que lleva el nombre de Sistema Intensivo de Cultivo de Arroz (SRI por sus siglas en inglés) fue creada en Madagascar por el técnico en agricultura Henri de Laulaníe entre 1983 y 1984, lo cual lo hizo con un pequeño grupo de productores, este sistema requiere de menor cantidad de semillas, también menos agua para riego y sobre todo una buena nivelación de terrenos, esta última opción resulta ser una limitante en nuestro país (J. Angel 2016).

Al ser el SICA una técnica innovadora las plántulas son trasplantadas cuando poseen dos hojas verdaderas y de manera individual, con la consiguiente disminución en costos por semillas. En cuanto a la distancia en el trasplante es de 0,25 x 0,25 m hasta los 0,50 x 0,50 m (16 y 9 plantas/m²). En el país vecino Perú se lo está logrando resultados positivos en cuanto al incremento de la producción por unidad de superficie (INIAP 2015).

El SICA consiste en la formación interna que conlleva de por sí la planta de arroz para poder generar más brotes, raíces y granos en su estructura

fenométrica y a su vez esto es aprovechable para obtener este potencial realizando el trasplante tempranamente y al considerar ciertos factores para un crecimiento excelente.

Estos principios no son otra cosa que un conjunto de prácticas iniciales, como lo es el trasplante cuidadoso y riguroso de plantas jóvenes poniendo una por sitio, sin la necesidad de agua estancada durante la etapa de desarrollo vegetativo, aplicación de compost, deshierbe temprano y constante (INIAP 2016).

Existen dos fundamentos básicos:

- Plántulas jóvenes y suficiente oxigenación en las raíces, lo que condujo a plantas más robustas con espigas pesadas. El trasplante realizado a los 10 días después de la germinación requiere de buen drenaje del campo el (Fainstein 2013).
- El método SICA puede ser acoplado de la manera que valla conforme circunstancias de siembra (para la realización en siembra directa los fundamentos deben ser modificados, aun no existiendo trasplante, el método podría aplicarse).
- No se requiere comprar algún nuevo insumo.
- Los resultados aplicando correctamente el SICA pueden ser espectaculares: plantas robustas, panículas más cargadas.
- El sistema radicular presenta un mejor desarrollo.
- Incremento muy notable de producción por unidad de superficie.
- Alto ahorro de semillas y por lo general el 80% del área aplicada para semillero puede ser cambiada a la producción.
- Grandes oportunidades de tipo educacional: pues este sistema permite que la gente vea el crecimiento de las plantas más cuidadosamente y pensar en las prácticas agrícolas.
- El SICA demuestra mejor método para el mejoramiento de la producción de semillas, pues se puede generar alrededor de 4.000 granos por semilla.

- Ahorro satisfactorio de agua para riego, pues cerca del 1/3 a 1/2 de los volúmenes tradicionales.
- Se disminuye significativamente la toxicidad en el suelo, en razón de la oxigenación: sobre todo el ciclo del Nitrógeno.

1.6 Hipótesis

H (o) Existe deficiente información científico-técnica, investigaciones y estudios sobre el Sistema Intensivo del Cultivo de Arroz (SICA) en relación a los sistemas de manejo tradicionales en Ecuador.

H(a) Existe suficiente información científico-técnica, investigaciones y estudios sobre el Sistema Intensivo del Cultivo de Arroz (SICA) en relación a los sistemas de manejo tradicionales en Ecuador.

1.7 Metodología de la investigación

El estudio realizado bajo el título " Manejo agronómico del cultivo de arroz mediante Sistema Intensivo o SRI ", fue ejecutado con relación al consensuado ordenamiento, colección y revisión de investigaciones científicas o papers, realizadas exclusivamente en el cultivo de arroz, refiriéndose directamente a las labores culturales que se realizan en dicho cultivo.

El ordenamiento esquemático del contenido de la investigación se lo realizó entre los meses de agosto y septiembre del año en curso. El método empleado se fundamentó en el análisis de respuestas de forma objetiva, lo cual

colaboró en facilitar la extracción de respuestas en libros, blogs y publicaciones científicas en alto nivel. Con esta calidad de información se consideró válida la información, para que de esta manera el peso técnico, académico y científico de la misma sea útil.

El material guía para la recolección de información científica que se utilizaron fueron publicaciones de alto impacto regional e internacional (Q4, Scopus, Scielo, Latindex y Copernicus), por lo cual se consideró que estén dentro de los cinco a diez últimos años de ser publicadas y a la vez su procedencia, evitando así revistas en línea de tipo depredadoras. Para este documento técnico se consideró tomar medidas de orden específico para marcar un correcto formato sobre las citaciones bibliográficas, las cuales son:

1. Revisión de la literatura
2. Adopción de una perspectiva o enfoque teórico
3. Elaboración del documento.

CAPÍTULO II: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Desarrollo del caso

El presente trabajo titulado “Manejo agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) mediante Sistema Intensivo o SRI” el cual es basado en el análisis técnico, relacionado entre la agricultura y el cuidado del ambiente, será expuesto vía online ante el tribunal de profesionales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Km 7 ½ vía Babahoyo – Montalvo.

El análisis de este trabajo bibliográfico se realizó basado netamente en las diferentes regiones arroceras del país, el cual se encuentra situado en el noroeste de América del Sur, limitando al norte y nordeste con Colombia, al sudeste y sur con Perú y al oeste con el Océano Pacífico. Su territorio continental se encuentra entre las coordenadas geográficas 1°28'N y 5°01'S de latitud y los 75°11' y 81°00'W de longitud, vale indicar que el Ecuador es

altamente cacaotero pues posee las condiciones agroclimáticas necesarias y específicas para desarrollar el cultivo de arroz a nivel comercial nacional e internacional.

2.3 Situaciones detectadas

En vista a lo analizado se detectó que en lo referente al SICA las posibles problemáticas de su implementación radican netamente en la siembra, las siguientes situaciones son:

- Temor en los productores arroceros a la implementación de nuevos sistemas de siembra como lo es el SICA, debido a más comodidad o seguridad aplicando sistemas tradicionales.
- Debido al método de siembra de una o dos plántulas por sitio el trasplante toma más tiempo y aumenta la mano de obra, por lo que hay un aumento en el costo de producción.
 - Mayor porcentaje de germinación de malezas debido a que la siembra en SICA posee mayor distancia de lo tradicional y por aplicarse de 1 a 2 plántulas por sitio.
 - Extremo cuidado después del trasplante mediante el Sistema SICA en razón de que al existir 1 o 2 plantas por sitio, estas pueden ser víctimas del ataque de insectos, lo cual reduciría drásticamente el nivel poblacional por unidad de superficie.
- El SICA funciona con terrenos totalmente nivelados, lo cual es adverso a los suelos de nuestro país, y al nivelarlos se generan gastos que afectan al bolsillo del pequeño agricultor, no obstante, en el sistema tradicional este no es un problema.

2.4 Soluciones planteadas

En base a las situaciones detectadas se plantea:

- Se deben realizar días de campo, charlas y motivar vínculos con la sociedad por parte de la Universidad Técnica de Babahoyo en las zonas arroceras, para socializar conocimientos que colaboren con la motivación de la implementación del SICA.
- Mediante estudios de tesis de pregrado en zonas arroceras poder esclarecer con evidencias científicas y técnicas los beneficios que genera aplicar el SICA, pues vale indicar que, aunque la mano de obra aumente durante la siembra los beneficios en productividad son satisfactorios compensando el costo de producción.
- La integración de las múltiples técnicas benéficas y la precisión en el manejo de las malezas con medios preventivos, biológicos-alelopáticos, mecánicos y químicos, incluso bioherbicidas, como se ha demostrado en varios estudios, mantienen al SICA-SRI como un sistema innovador de gran potencial.
- Aplicación de agroquímicos que colaboran con el control de insectos plagas y a su vez al existir disminución del índice poblacional en el cultivo, se pueden hacer resiembras en razón de que el trasplante se lo hace a los 10 días después de germinación, existiendo suficiente material para reemplazo hasta los 20 a 25 días.
- Es necesario indicar que la nivelación del terreno es un factor preponderante en el SICA, pero al realizar la nivelación se podrá brindar efectos positivos al momento de aplicar este sistema, así como aumento de la productividad por unidad de superficie, lo cual se verá reflejado también en las futuras cosechas, de tal modo que se recuperará la inversión hecha en la nivelación.

2.5 Conclusiones

En base a lo analizado en la revisión bibliográfica se concluye:

- Plántulas jóvenes y suficiente oxigenación en las raíces, lo que condujo a plantas más robustas con espigas pesadas. El trasplante realizado a los 10 días después de la germinación requiere de buen drenaje del campo.
- El método SICA puede ser acoplado de la manera que valla conforme circunstancias de siembra (para la realización en siembra directa los fundamentos deben ser modificados, aun no existiendo trasplante, el método podría aplicarse).
- No se requiere comprar algún nuevo insumo.
- Los resultados aplicando correctamente el SICA pueden ser espectaculares: plantas robustas, panículas más cargadas.
- El sistema radicular presenta un mejor desarrollo.
- Incremento muy notable de producción por unidad de superficie.
- Alto ahorro de semillas y por lo general el 80% del área aplicada para semillero puede ser cambiada a la producción.
- Grandes oportunidades de tipo educacional: pues este sistema permite que la gente vea el crecimiento de las plantas más cuidadosamente y pensar en las prácticas agrícolas.
- El SICA demuestra mejor método para el mejoramiento de la producción de semillas, pues se puede generar alrededor de 4.000 granos por semilla.
- Ahorro satisfactorio de agua para riego, pues cerca del 1/3 a 1/2 de los volúmenes tradicionales.
- Se disminuye significativamente la toxicidad en el suelo, en razón de la oxigenación: sobre todo el ciclo del Nitrógeno.

2.6 Recomendaciones

En base a lo expuesto se recomienda:

1. Realizar vínculos con la colectividad por parte de la Facultad de Ciencias Agropecuarias para socializar conocimientos técnicos y científicos que colaboren con el desarrollo agrícola del sector arrocero.
2. Realizar días de campo que se relacionen con la importancia de las labores culturales agrícolas del SICA.
3. Ejecutar tesis de pregrado sobre manejo agrícola del cultivo de arroz basados en nuevos sistemas de siembra.

BIBLIOGRAFÍA

- AGROECOLOGIA, ENCICLOPEDIA.(2017) *Vida, recursos naturales y ecología*. Terranova.
- Angel. (2016)«The U2U corn Growing Degree Day tool: Tracking corn growth across the US Corn Belt .» *Climate Risk Managment*,: 15, 73-81.
- Baraja, Edgar. (2019).*Resultados de contaminantes químicos en suelos*. Quevedo: UTEQ. 20p
- Burhan, Otto Ordeñana. (2017). *Rice - Arroz*. Guayaquil: Magdalena.
- Campo. (2013).*Gestión Adecuada de los Envases Usados de Agroquímicos*. http://campolimpio.org.pe/new_site/que-es-el-triple-lavado (último acceso: 30 de Enero de 2020).

- Carbo, Avellán Suanny. (2019). *Economía del cacao*. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Chiriboga, Manuel.(2013) *Auge y crisis de una economía agroexportadora*. Quito: Salvat. Est.p
- Contreras, Carlos.(2012). *El sector Exportador de una Economía Colonial: La costa del Ecuador 1760-1830*. Quito: UTPL.
- Ecologismo. *Gestión de residuos*. 03 de Julio de 2013. <http://www.ecologismo.com/2010/09/29/que-es-la-gestion-de-residuos/> (último acceso: 30 de Enero de 2020).
- Elgegren, Mariela. (2016). El arroz y sus diferentes manejos Revista de la Sociedad Química del Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*: 10-15.
- Fainstein. (2013). *Manual para el cultivo de rosas en latinoamérica*. Ecuador: Ecuaooffset.
- FAO. (2016):*Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rome, Italy: FAOSTAT.
- INIAP.(2015) *Manual de cultivo de cacao para la amazonia ecuatoriana*. Estación Experimental Central de la Amazonía. Denaref: Manual Técnico N°76. 25p.
- Kunnathadi, M., Abraham, C., Thomas, C. G., & Girija, T. (2015)«Comparative evaluation of SRI with conventional system in the irrigated rice tracts of Kerala.» *Journal of Tropical Agriculture*: 53(1),:8–16.
- M.A.G. (2015) *agrocalidad.gob.ec*. 16 de Noviembre de. <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/inocuidad/manuales-aplicabilidad/manual-aplicabilidad-cacao-nuevo.pdf>.
- . «Agrocalidad.gob.ec.» (2014). Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/inocuidad/manuales-aplicabilidad/manual-aplicabilidad-cacao-nuevo.pdf> (último acceso: 27 de Agosto de 2019).
- MAGAP. *Informe Situacional de la Cadena del Arroz*. (2017). http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/Comercializacion/Buletines/arroz/arroz_2014_1.pdf.
- Maqueira, L., Torres, W., Díaz, G., & Torres, K. (2012)«Efecto del sistema intensivo del cultivo arrocero (SICA) sobre algunas variables del

crecimiento y el rendimiento en una variedad de ciclo corto.» *Cultivos Tropicales*: 28(2): 59–61.

Ordeñana, Otto. (2018). *Arroz*. Guayaquil - Ecuador: Malena. 25p

Poelman, M. (2014). *Mejoramiento genético de las cosecha*. México: Versión española por Nicolás Sánchez D. Limusa. 34p

SRI-Rice. *System of Rice Intensification - Ecuador*. 2015.
<http://sri.cals.cornell.edu/countries/ecuador/index.html>.