



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TEMA

**Evaluación del uso de metodologías de agricultura de precisión
mediante el *Software SF* en el cultivo del arroz en el cantón Santa Lucía**

AUTOR

Jerryn Shuang Ruiz Hagó

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO AGROPECUARIO**

TUTOR

Ing. Triana Tomala Ángel, M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

Marzo, 2020



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente Trabajo de Titulación, fue realizado en su totalidad por **Ruiz Hagó Jerryn Shuang**, como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero Agropecuario**.

TUTOR

Ing. Triana Tomala Ángel, M.Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Franco Rodríguez, John Eloy, Ph.D.

Guayaquil, a los 5 días del mes de marzo del año 2020



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Ruiz Hagó Jerryn Shuang

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Evaluación del uso de metodologías de agricultura de precisión mediante el *Software SF* en el cultivo del arroz en el cantón Santa Lucía**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 5 días del mes de marzo del año 2020

AUTOR

Ruiz Hagó Jerryn Shuang



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

Yo, Ruiz Hagó Jerryn Shuang

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Evaluación del uso de metodologías de agricultura de precisión mediante el *Software SF* en el cultivo del arroz en el cantón Santa Lucía**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 5 días del mes de marzo del año 2020

AUTOR

Ruiz Hagó Jerryn Shuang



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Titulación “**Evaluación del uso de metodologías de agricultura de precisión mediante el Software SF en el cultivo del arroz en el cantón Santa Lucía**”, presentada por el estudiante **Jerryn Shuang Ruiz Hagó**, de la carrera de **Ingeniería Agropecuaria**, obtuvo el resultado del programa URKUND el valor de 0 %, considerando ser aprobada por esta dirección.

URKUND	
Documento	RUIZ HAGÓ, J UTE B 2019 TT.doc (D63748020)
Presentado	2020-02-11 08:38 (-05:00)
Presentado por	ute.fetd@gmail.com
Recibido	noelia.caicedo.ucsg@analysis.urkund.com
	0% de estas 32 páginas, se componen de texto presente en 0 fuentes.

Fuente: URKUND-Usuario Caicedo Coello, 2020

Certifican,

Ing. John Franco Rodríguez, Ph.D
Director Carreras Agropecuarias
UCSG-FETD

Ing. Noelia Caicedo Coello, M.Sc.
Revisora – URKUND

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a Dios por todo su amor, tu bondad y por permitirme tener con salud a mis padres ya que son mis motores principales para cumplir cada propósito de vida. Durante todos estos años han sido simplemente únicos por cada oportunidad que se me permite de corregir un error, para empezar de nuevo día a día.

El desarrollo de trabajo de titulación no lo puedo adscribir como una tarea fácil sin embargo agradezco a cada aporte de las personas que se comprometieron de manera colaborativa, a mi estimado amigo, a los agricultores encuestados, a los colaboradores de la empresa Horizonte Agro y a todos aquellos que estuvieron presente la mayor parte de la realización, con decencia y respeto acotaron con ideas clara a este trabajo.

Le doy gracias a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, que durante toda esta etapa de aprendizaje me permitió finalizar mis estudios en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

Al Ing. Triana Tomala Angel, M.Sc., Tutor de trabajo de titulación por su orientación.

Ing. Agrop. Noelia Caicedo Coello, M.Sc. Coordinadora de titulación de las Carreras Agropecuarias.

Ing. Agrop. Paola Pincay Figueroa, M.Sc. Coordinadora de las Carreras Agropecuarias.

Gracias a Dios por protegerme de lo que creí que quería y por bendecirme con lo que no sabía que necesitaba.

DEDICATORIA

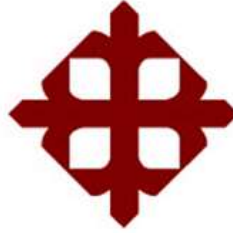
El presente trabajo investigativo se lo dedico principalmente a Dios, por permitirme continuar la carrera, por inspirarme cada mañana y darnos fuerza para cosechar uno de los frutos más deseados por el ser humano.

A mis padres por sus sacrificios y amor durante toda la etapa de vida estudiantil, gracias al esfuerzo diario de ustedes hemos logrado llegar a culminar y convertirnos en lo que somos. Que altivez y privilegio es tenerlos a ustedes como padres.

A mis hermanos por ser el mayor de todos ellos y que sigan el ejemplo de que todo lo que nos fijamos como meta lo podemos lograr.

A mi primo hermano Santiago Hagó Navarrete en especial se lo dedico en su ausencia física este gran reto que ambos nos propusimos desde nuestra niñez ya que por casualidad de la vida se nos adelantó y en este momento descansa en los brazos de nuestro creador.

A nuestros docentes de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, por habernos preparado competitivamente a lo largo del proceso de nuestra formación profesional.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

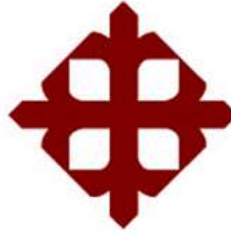
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Triana Tomala Ángel, M.Sc.
TUTOR

Dr. Franco Rodríguez, John Eloy, Ph.D.
DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Noelia Carolina Caicedo Coello, M.Sc.
COORDINADORA DE UTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CALIFICACIÓN

Ing. Triana Tomala Ángel, M.Sc.
TUTOR

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	2
1.1	Objetivos	3
1.1.1	Objetivo general	3
1.1.2	Objetivos específicos	3
1.2	Hipótesis	4
2	MARCO TEÓRICO	5
2.1	Origen del cultivo de arroz	5
2.2	Taxonomía	6
2.3	Importancia del arroz	6
2.4	Requerimientos Edafoclimáticos	7
2.4.1	Temperatura	7
2.4.2	Precipitación	8
2.5	Requerimiento del cultivo	8
2.6	Variedades más cultivadas de arroz en el Ecuador	9
2.7	Variedad de INDIA SFL-11	9
2.7.1	Variedad INIAP - 7	10
2.7.2	Variedad INIAP - 011	10
2.7.3	Variedad INIAP - 12	10
2.7.4	Variedad INIAP - 415	10
2.7.5	Variedad INIAP - 14	10
2.7.6	Variedad INIAP - 15	11
2.7.7	Variedad INIAP - 16	11
2.8	Plagas y enfermedades del cultivo de arroz	11
2.9	Extensiones de cultivos de arroz en el Ecuador	12
2.10	¿Cómo se define la Agricultura de Precisión?	13
2.10.1	Aplicaciones electrónicas de tecnologías	14
2.10.2	Monitoreo de rendimiento y mapeo	14
2.10.3	Componentes y ventajas del monitor de rendimiento	14
2.10.4	Características del Software <i>Smart Fertilizer Management</i>	15
2.10.5	Software de aplicación <i>Smart Fertilizer Management</i>	15
2.10.6	Funcionalidades y direcciones del Software <i>Smart Fertilizer Management</i>	16

2.10.7 Ventajas y Desventajas del Software Smart Fertilizer Management.....	16
3 MARCO METODOLÓGICO.....	18
3.1 Ubicación del ensayo.....	18
3.1.1 Características climáticas y pedológicas.	18
3.2 Materiales	18
3.2.1 Material vegetativo.....	18
3.2.2 Equipos.....	18
3.2.3 Materiales.	19
3.3 Metodología	19
3.4 Tratamientos en estudio.....	19
3.5 Análisis estadístico.....	20
3.6 Hipotesis estadística	20
3.7 Nivel de significancia.....	21
3.8 Variables a evaluar	21
3.8.1 Número de macollo por m ²	21
3.8.2 Altura de planta.....	21
3.8.3 Longitud de espiga (cm).	21
3.8.4 Número de granos por espiga.	21
3.8.5 Granos vanos por espiga (%).	21
3.8.6 Granos manchados por espiga (%).	22
3.8.7 Peso de 1 000 granos (g).	22
3.8.8 Rendimiento Kg/ha.	22
3.8.9 Análisis económico.	22
3.8.10 Manejo mediante el software.	22
3.8.11 Manejo técnico tradicional	23
3.9 Manejo del ensayo	24
3.9.1 Preparación de Suelo.	24
3.9.2 Siembra.	24
3.9.3 Riego.	24
3.9.4 Control de maleza.....	24
3.9.5 Aplicación de fertilizantes convencionales vs el uso del Software <i>Smart Fertilizer</i>	25
3.9.6 Cosecha.	25
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26

4.1 Encuestas realizadas a los agricultores de la zona	26
4.1.1 ¿Usted maneja su predio con agricultura orgánica o convencional? ..	26
4.1.2 ¿Conoce lo que es agricultura de precisión?	27
4.1.3 ¿Cuántas hectáreas usted siembra?	28
4.1.4 ¿Usted realiza análisis de suelo previo a la siembra?	28
4.1.5 ¿Utiliza variedades de semillas certificadas?.....	29
4.1.6 ¿Usted aplica fertilizantes edáficos?.....	29
4.1.7 ¿Qué fertilizantes aplica en el ciclo del cultivo?.....	30
4.1.8 ¿Cuantas veces aplica fertilizantes en el ciclo del cultivo?	30
4.1.9 ¿Cuántos sacos de fertilizantes aplica por ciclo?	31
4.1.10 ¿Cuál es su rendimiento por hectárea?	32
4.2 Resultado de Variables	33
4.2.1 Número de macollo m ²	33
4.2.2 Altura de planta.....	35
4.2.3 Longitud de espiga (cm)	37
4.2.4 Número de grano por espiga (%).....	39
4.2.5 Grano vano/espiga (%).....	41
4.2.6 Grano manchado por espiga (%)	43
4.2.7 Peso de 1 000 granos	45
4.2.8 Rendimiento kg/ha.....	47
4.2.9 Comparación de nutrientes con el manejo de agricultura de precisión vs el manejo técnico tradicional bajo análisis de suelo.....	49
4.2.10 Análisis económico.....	50
4.2.11 Comparación del análisis de costo de producción de las tablas 11 y 12 en los métodos establecidos.....	52
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
5.1 Conclusiones	54
5.2 Recomendaciones	55

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del arroz	6
Tabla 2. Condiciones climáticas del Cantón Santa Lucía.....	18
Tabla 3. Promedio de número de macollos evaluadas, variedad INDIA SFL-11	34
Tabla 4. Promedio de Altura de plantas (cm) evaluadas, variedad INDIA SFL-11	36
Tabla 5. Promedio de longitud de espiga evaluadas en la variedad INDIA SFL-11	38
Tabla 6. Promedio de número de grano/espiga evaluadas, variedad INDIA SFL-11	40
Tabla 7. Promedio de grano vano/espiga (%) evaluadas en la variedad INDIA SFL-11	42
Tabla 8. Promedio de grano manchado/espiga evaluadas en la variedad INDIA SFL-11	44
Tabla 9. Promedio de Peso 1 000 granos evaluadas en la variedad INDIA SFL-11	46
Tabla 10. Promedio de Rendimiento kg/ha evaluadas en la variedad INDIA SFL-11	48
Tabla 11. Costo de producción del cultivo de arroz por el método del manejo bajo el software Smart Fertilizer.	51
Tabla 12. Costo de producción del cultivo de arroz por el método del manejo técnico tradicional.....	53

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Mapeo de finca con el software Smart Fertilizer.....	23
Gráfico 2. Manejo del predio mediante agricultura orgánica o convencional.....	26
Gráfico 3. El agricultor conoce sobre la agricultura de precisión	27
Gráfico 4. Número de hectáreas por productor o agricultor	28
Gráfico 5. Porcentaje de agricultores que realizan análisis de suelo	28
Gráfico 6. El agricultor usa variedades de semillas en sus cultivos	29
Gráfico 7. El agricultor aplica fertilizantes edáficos en sus cultivos.	29
Gráfico 8. Qué tipo de fertilizantes aplica en su cultivo.....	30
Gráfico 9. El número de veces que aplican fertilizantes los productores	31
Gráfico 10. Cuántos sacos aplica el agricultor por ciclo o etapa fenológica	31
Gráfico 11. Cuál es el rendimiento por hectárea de cada productor	32

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se efectuó en el verano del año 2019 bajo los requerimientos nutricionales del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) se desarrolló con el material genético de India SFL - 11 el cual se concretó dos tipos de métodos experimentales de agricultura: bajo el manejo técnico tradicional y el manejo del software *Smart Fertilizer* en el Cantón Santa Lucía. En base al estudio realizado los objetivos planteados fueron: Determinar las fertilizaciones bajo los requerimientos del cultivo en la unidad experimental, comparar las recomendaciones nutricionales del Software con el manejo técnico tradicional del cultivo de los agricultores locales y realizar un análisis de los costos de fertilización en base al manejo técnico del productor vs la fertilización que demanda el software probado. Las variables que se estimaron son: número de macollo/m², altura de planta, longitud de espiga (cm), número de grano por espiga (%), grano vano por espiga (%), grano manchado por espiga (%), peso de 1 000 granos, rendimiento kg/ha. Conforme a los resultados indican que en el número de macollo/m² se apreció un mejor macollo en el manejo del software, en la altura de planta consecutivamente se aclaró que el mayor crecimiento se da bajo el método tecnológico de precisión, en número de grano/espiga, peso de 1 000 granos y rendimientos de kilogramos por hectárea fueron resultados altamente significativos bajo el manejo del software en comparación del método convencional utilizando el mismo material genético. En base a lo evaluado sobre el análisis económico se concretó que en las unidades experimentales de una hectárea estudiadas se afirma que como utilidad de producción del cultivo bajo el método sobre el manejo del software *Smart Fertilizer* fue de USD 1 630.30 por consiguiente en el manejo técnico tradicional se logró un valor estimado de USD 1 340.00.

Palabras clave: Software *Smart Fertilizer*, Arroz, Material vegetativo, Fertilización, Precisión, Análisis

ABSTRACT

This research work was carried out in the summer of the year 2019 under the nutritional requirements of the rice crop (*Oryza sativa* L.) was developed with the genetic material of India SFL - 11 which two types of experimental methods of agriculture were concreted: under the traditional technical management and management of the Smart Fertilizer software in the Santa Lucia Canton. Based on the study carried out, the objectives set forth were: To determine the fertilizations under the requirements of the crop in the experimental unit, to compare the nutritional recommendations of the Software with the traditional technical management of the cultivation of the local farmers and to carry out an analysis of the fertilization costs in based on the technical management of the producer vs the fertilization demanded by the tested software. The variables that were estimated are: number of tiller / m², plant height, spike length (cm), number of grains per spike (%), empty grain per spike (%), grain stained per spike (%), weight of 1 000 grains, yield kg / ha. According to the results they indicate that in the number of macollo / m² a better macollo was appreciated in the management of the software, in the height of plant consecutively it was clarified that the greater growth occurs under the technological method of precision, in number of grain / spike, weight of 1 000 grains and yields of kilograms per hectare were highly significant results under the management of the software compared to the conventional method using the same genetic material. Based on the evaluation of the economic analysis, it was specified that in the experimental units of one hectare studied, it is stated that as a crop production utility under the Smart Fertilizer software management method, it was USD 1 630.30; consequently in the traditional technical management an estimated value of USD 1 340.00 was achieved.

Keywords: *Smart Fertilizer Software, Rice, Vegetative material, Fertilization, Precision, Analysis.*

1 INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.), pertenece a las semillas mas propagadas a nivel global - comercial como medio de alimento para las poblaciones, en las divisiones territoriales del continente Asiático, se efectúa la determinación en aumento hacia la producción agrícola del cultivo del arroz de manera general en cada País que se adapten a las condiciones agroclimáticas siendo complementaria hacia nuevas tácticas de la agricultura (Fernández, 2017). En conjunto a Latinoamérica y parte fraccionales de las costas caribeñas se efectuaron que los rendimientos de productividad total se identificaron en la periferia de 28.5 MMt además un 3 % del 2014 (FAO, 2015).

El cultivo de la gramínea se desarrolló en sus comienzos en el Guayas, Los Ríos, Manabí y Esmeraldas, las piladora se asentaron principalmente en los cantones de Daule, Naranjito y Milagro. En base a la productividad de este cultivo el país obtiene sin número modificaciones el cual el agricultor y/o productor se ven afectados en el beneficio por falta de rendimiento, mediante esto ocasionó que el campesino llegase a pensar que la diseminación del arroz no sería un negocio útil en aquellos tiempos, sin embargo la tarifa de los fertilizantes y el valor establecido de la venta del arroz pilado no suplían la utilidad que debería obtener el agricultor. Bajo las estadísticas se determinó que los productores simbolizan más de 80 000 hectáreas en distintos cantones del Ecuador, el productor optimizo su costo de producción disponiendo a sus lotes con material vegetativo reciclado (Sampedro, 2017).

El uso del software *Smart Fertilizer management* es un cumulo de ideas neo tecnológicas que permiten realizar una versatilidad en el tiempo y espacio en conjunto a los rendimientos agrícolas en base al aspecto de enriquecer de manera nutricional los cultivos carácter eco-amigable, de esta forma se ejecutan tres aspectos principales del sistema de precisión:

identificar las afectaciones en base al rendimiento, estudiar el efecto variable en concordancia con las medidas y la obtención de datos que se manifiestan de esas medidas de tal forma pueden ser empleadas para transformar el método del sistema de los cultivos convencionales, optimizamos recursos e ampliar nuestras utilidades y conservar nuestro ecosistema (Bonilla et al., 2015).

Actualmente los sistemas agrícolas se han desarrollado hacia nuevas transformaciones técnicas de prácticas productivas fundamentado en optimización de recursos, disminuir el costo de producción, mayor rendimiento al momento de cosechar la gramínea de esta manera se beneficia el agricultor recibiendo información válida y de esta manera el mismo pueda realizar una toma de decisión en el momento que requiera aplicar manejos especializados para generar fertilizaciones nutricionales balanceadas en cultivos (Pérez, Ramírez y Suárez, 2001).

Con base en lo expuesto el trabajo de investigación propone los siguientes objetivos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

- Evaluar el uso del software *Smart Fertilizer* con la aplicación tecnológica en agricultura de precisión, para mejorar los rendimientos productivos del cultivo del arroz en el cantón Santa Lucía

1.1.2 Objetivos específicos.

- Determinar los requerimientos de fertilización del cultivo en el área experimental.
- Comparar las recomendaciones de fertilización del Software con el manejo técnico tradicional del cultivo de los productores locales.

- Determinar los costos de la fertilización técnica tradicional vs fertilización con el manejo del software probado.

1.2 Hipótesis

Con la aplicación del *software SF (Smart Fertilizer)* aumenta los rendimientos del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)

H1: Existe una diferencia significativa entre la media del método de manejo del software y la media del método del manejo técnico tradicional.

Ho: No existe una diferencia significativa entre la media del método de manejo del software y la media del método del manejo técnico tradicional.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Origen del cultivo de arroz

El arroz es la gramínea que es considerada con mayor número de plantaciones en el mundo, posee características agronómicas de suma importancia para el ser humano, satisface la carencia nutricional básica para más del 50 % de los habitantes a nivel global. Esencialmente este alimento se obtuvo de materiales genéticos vegetativo de Asia hace 10 siglos atrás. De acuerdo con Carreres (1989), indica que la gramínea (*Oryza sativa* L.) se produjo en el Sureste Asiático, por encima de todo se desarrolló en la India y en la península de Indochina.

La poaceae fue diseminada en el Sureste de Asia de India hasta China, inclusive se introdujera a Corea, técnicamente este fue un enlace para lograr su aceptación en el mercado de Japón. Se manifiesta que desde China la gramínea fuera introducida directamente a Filipinas, donde afirma que este material genético se viene produciendo durante miles de años a.c. Tocagni (1985), quien declaró que esta gramínea es perteneciente de África tropical, posteriormente se trasladó al Continente Asiático el cual se adaptó climáticamente de tal manera que se piensa en India e Indochina como centros de distribución.

De acuerdo con Grist (1982), determina que no se encuentra establecido con precisión desde cuando llegó la poaceae al Hemisferio Occidental. Otros de manera formal afirman que el navegante Cristóbal Colón trajo semillas en su segundo viaje del año 1493, sin embargo lastimosamente estas semillas no germinaron.

2.2 Taxonomía

Arias (2017), aporta sobre la clasificación taxonómica del cultivo de arroz de la siguiente manera:

Tabla 1. Clasificación taxonómica del arroz
(*Oryza sativa* L.)

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Bambusoideae
Tribu:	Oryzeae
Género:	<i>Oryza</i>
Especie:	<i>Sativa</i>

Fuente: Arias, 2017

Elaborado por: El Autor

2.3 Importancia del arroz

Oryza sativa L. plasma la importancia de esta poaceae como fuente principal de suplementación alimenticia, mediante el cual procede de la conciencia que los sistemas productivos de arroz son esencial para la seguridad alimentaria, para atemperar la pobreza y acrecentar los medios de permanencia (FAO, 2004).

Durante los rangos establecidos se comprueba en base a las extensiones que fundamentalmente se trasplantan y el número de personas que se alimentan de su propia cosecha. De manera general el arroz se encuentra clasificado en el puesto número 2, posterior al trigo mediante el cual se determina las extensiones (Herrera, C 2018).

El cultivo de arroz es una de las gramíneas que proporciona un mayor índice de calorías por hectárea comparados a diversos cultivos. A grosso modo alrededor del mundo el sector campesino se beneficia de empleo, cabe recalcar que el cereal todavía es ampliamente cultivado en África y en América, y no sólo de manera extensivamente sino intensivamente en varias partes de Europa meridional, principalmente en los territorios mediterráneos (Solorzano, 2019).

Actualmente en el país prevalece en desarrollar actividades agropecuarias y principalmente si es producción para consumo interno que justifique las necesidades locales, zonales y nacionales. Esta gramínea tiene importancia económica y social, la superficie cultivada en el año 2013 fue de 414 096 hectáreas, con 93.94 % en las provincias de Guayas y Los Ríos. La cadena genera una traslación económica que supera a los 146 millones de dólares el cual se inicia con el productor, luego el acopiador rural, pilador y/o agroindustrial, los comerciantes mayorista y minorista y al final el consumidor (Viteri y Zambrano, 2016).

2.4 Requerimientos Edafoclimáticos

2.4.1 Temperatura.

El arroz es un cultivo que requiere de características climáticas críticas especialmente se encuentran en ciertos casos con temperatura por debajo de 20 °C y superiores a 30 °C, sin embargo este evento varía de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). En el momento, tiempo y espacio que el material vegetativo se introduce climas tras 20 °C en la etapa fenológica de floración, por lo regular infiere a un alto porcentaje de esterilidad. Comúnmente se atribuye a efectos causados por temperaturas bajas durante la noche, en consecuencia a las temperaturas altas se logra contrarrestar el efecto de la noche (Andrade y Hurtado, 2007).

2.4.2 Precipitación.

Según Kung (1971), el arroz no solo se cultiva con sistema de riego, también en zonas bajas con alta precipitación, en láminas de aguas profundas y en condiciones de secano (lluvia estacional y suelo bien drenado). En los terrenos bajos, las plantas de arroz están propensas a daños debidos a la sumersión en los sistemas de inundación; en cambio en las zonas altas no pueden tolerar los efectos de la sequía, que se manifiestan con frecuencia.

También se informa que la precipitación fuerte puede agudizar el volcamiento de las plantas del cultivo de arroz, a causa de las hojas largas y cargadas de humedad son pesadas y cuando tienden a juntarse, hacen inclinar a la planta (Kung, 1971).

2.5 Requerimiento del cultivo.

Según Márquez (2010), el arroz (*Oryza sativa* L.) requiere para germinar un mínimo de 10 a 13 °C, estimando su temperatura óptima entre 30 y 35 °C. La semilla de arroz indica que si asciende los 40 °C no es posible que se germine. Para conservarse en un desarrollo óptimo bajo las características agronómicas necesarias se requiere obtener un mínimo de 7 °C, el cual se examina impecable en los 23 °C.

El cultivo se desarrolla rápidamente, sin embargo los tejidos se hacen inconsistentes, siendo más vulnerables a los ataques de enfermedades. Incluso el cuaje de la panícula es predominada por las características climáticas del medio (Quito, 2017).

“Se realiza un análisis el cual indica que el arroz requiere al menos 1 200 milímetros de agua bien divididos durante el ciclo del cultivo es suficiente para lograr buenos rendimientos, lo cual se ajusta a terrenos con un alto contenido de arcilla que retienen y conservan la humedad por mayor tiempo. El arroz requiere de fuentes de macronutrientes como

Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S), y micronutrientes como Boro (Bo), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo), Zinc (Zn). El Nitrógeno como compuesto es un elemento que cuando se encuentra en exceso produce un crecimiento vegetativo y provoca el deterioro de la floración” (De la fuente Román Caicedo de la UTE A 2018 y Mosquera 2015, p. 29).

2.6 Variedades más cultivadas de arroz en el Ecuador.

De acuerdo con el Programa Nacional de Arroz desde el año 1971 se han entregado 13 tipos de variedades de arroz procedente de diferentes orígenes, sin embargo las que mayormente se han cultivado a lo largo del tiempo en el Ecuador. Los materiales genéticos más utilizados en nuestro medio son: INIAP 7, INIAP 11, INIAP 12, INIAP 415 de origen (CIAT) 9, INIAP 14 (Filipino), INIAP 15 (Boliche) INIAP 16 (Celi, 2012).

2.7 Variedad de INDIA SFL-11.

Según INDIA (2016), se aconseja como parte técnica un análisis de suelo para comprender sus necesidades de nutrientes. El porcentaje de germinación es de 90 %, en su ciclo llega a desarrollar una altura de 126 cm, el nivel de macollamiento intermedio, su ciclo de vida es de 127-131 días, rendimiento del cultivo de 6 a 8 tn/ha, desgrane intermedio, peso promedio de 1 000 granos en cáscara es de 29 g, índice de pilado 67 %, posee como característica grano largo descascarado de 7.5 mm, centro blanco ninguno.

INDIA SFL-11 es una semilla de arroz certificada cuyas características la hacen ideal para el agricultor que busca una excelente calidad y rendimiento en sus cultivos. La siembra es realizada por trasplante, según las condiciones climáticas. En las fertilizaciones edáficas se utilizan sacos de 50 kg y el riego se lo hace cada 131 días en verano y en invierno cada periodo de 122 días (PRONACA, 2013, p. 2).

2.7.1 Variedad INIAP - 7.

Este material genético de INIAP - 7 muestra volcamiento en la época de cosecha, particularmente, cuando se realizan siembras al boleo. Es por esto que se propone como sugerencia que se emplee de 150 a 170 libras de semilla por hectárea y se cosecha en época oportuna (INIAP, 2012).

2.7.2 Variedad INIAP - 011.

Según Palacios, Baquero e INIAP (2012), la variedad de INIAP – 011 presenta como una característica agronómica que se manifiesta produciendo sin la aplicación de fertilizantes entre 60 y 70 quintales por hectárea en cascara en el momento en que se siembra en suelos pantanosos, negros y aluviales. Este revela un promedio de equivalentes basados en datos numéricos: 40-42 quintales por hectárea en grano.

2.7.3 Variedad INIAP - 12.

Andrade (2012), este tipo de variedad de planta aporta con un buen vigor vegetativo, la altura a la que es cosechada varía entre 9 a 107 cm, hojas erectas, angostas, pubescentes, y presentan un color verde oscuro, la hoja bandera siempre predomina por encima de la panícula, muestra panículas cuya longitud varían entre 20 a 26 cm, numero de grano por panícula entre 95 a 194. El rendimiento de INIAP-12 bajo seco y riego es igual estadísticamente al de INIAP-11, pero superior al de INIAP-415.

2.7.4 Variedad INIAP - 415.

El material vegetativo de INIAP-415 posee un alto rendimiento de 8.8 a 13.87 t/ha; la planta dispone una altura de planta de 105 a 125 cm, su rango promedio como ciclo vegetativo 118 a 130 días (INIAP, 2010).

2.7.5 Variedad INIAP - 14.

La clase genética de filipino obtiene sus altos rendimientos que son similares a INIAP 11 e INIAP 12, sin embargo manifiesta una moderada

resistencia a la hoja blanca, tiene resistente al acame. Esta es una variedad prematura de grano largo con una alta resistencia a piricularia o quemazón (INIAP, 1999).

2.7.6 Variedad INIAP - 15.

El ciclo vegetativo es de 117 a 128 días, mantiene una altura de planta sobre los 89 a 118 cm, el rango promedio por número de panícula por planta es de 17 a 25, los granos llenos por panícula es de 145, como material vegetativo adquiere una longitud de grano sobre los 7.5 (mm), tiene un porcentaje promedio de grano entero al pilar de 67 %, como calidad culinaria es buena, moderadamente tolerable a la hoja blanca, muy resistente a la pyricularia grisea, (Andrade, Celi Heran, y Hurtado, 2012).

2.7.7 Variedad INIAP - 16.

La variedad INIAP – 16 exhibe como una de sus principales características buena calidad de grano (Molinería), tiene un tamaño del grano extra largo, sobresale por su amplio rango de adaptación y estabilidad en condiciones de secano, sin embargo bajo condiciones de riego, la adaptación y estabilidad conlleva un rendimiento moderado, es prematuro con su ciclo vegetativo se puede presentar entre los 106 a 120 días de siembra directa, resistencia a volcamiento, tolerancia a las principales plagas del cultivo (INIAP, 2014).

2.8 Plagas y enfermedades del cultivo de arroz.

El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) se desarrolla en ambientes húmedos y cálidos donde los insectos - plaga también ascienden y damnifican el cultivo. Más de 100 especies de insectos son consideradas plagas del arroz, sin embargo solamente 20 de ellas tienen una mayor importancia económica (Ou, 1973).

En Ecuador las plagas y problemáticas de enfermedades que afectan a la producción del cultivo de arroz tomando en cuenta los aspectos técnicos en cada fase reproductiva de la variedad que se desee trabajar nos encontramos con una amplia gama de insectos los cuales son: Barrenador del arroz (*Chilo Suppressalis*), Langosta (*Spodoptera* sp.), Chinche del arroz (*Eysarcoris ventralis*), Sogata (*Tagosodes orizycolus*), Hydrelia (*Hydrelia* sp.), Novia del arroz (*Rupella albinella*), enfermedades más frecuentes en dependencia de parámetros climáticos Piricularia (*Pyricularia grisea*), Helminthosporium (*Helminthosporium oryzae*) (Certis, 2016).

Estas especies atacan todas las partes de la planta de arroz en algún momento de su desarrollo y existen pocas variedades resistentes de arroz. Según Ou (1973), se conocen fuentes de resistencia genética a algunas plagas y se han llevado a cabo actividades de fitomejoramiento que han producido cultivares resistentes a varias de ellas.

2.9 Extensiones de cultivos de arroz en el Ecuador

El cultivo de arroz en su cosecha tiene un decremento del 2.21 %. La gramínea está localizada prácticamente en su totalidad de la Región Costa. Las provincias del Guayas y Los Ríos suman el 94.99 % de la extensión total cosechada de este producto. Se muestra que la provincia de Guayas, es la que más se dedica al cultivo de arroz, con una participación del 69.78 % a nivel nacional en superficie cosechada, de igual forma su producción sobresale a otras provincias que figura el 71.44 % de la producción total de la poaceae, sin embargo la provincia de Los Ríos, por su parte se enfoca el 25.98 % del área total cosechada y el 22.77 % de lo producido (Vergara, 2006).

Según Merelo y Solbrisa (2018), las superficies cultivadas en distintas provincias tal como lo indica la Encuesta de Superficie y

Producción Agropecuaria Continua: la provincia del Guayas cuenta con 247 101 has superficies cosechadas, Los Ríos tiene un total de 93 041 has cosechadas, en Manabí obtiene una producción de 9 125 has cosechadas, restos de provincias ratifica sobre una área total de 8 833 has cosechadas.

2.10 ¿Cómo se define la Agricultura de Precisión?

De acuerdo a Garcia y Flego (2008), efectúan que se debe realizar esta práctica bajo las cantidades balanceadas de fertilizantes inorgánicos con mucha exactitud al formular y en el lugar correcto. La utilización del producto tecnológico nos hace referencia a la información que se debe adecuar previo al manejo del cultivo y variables que se encuentran presentes dentro de un área determinada. La agricultura de precisión es el compromiso fundamental para el posicionamiento global (GPS), entre otros medios electrónicos para obtener referencias del cultivo.

Las ventajas principales de la agricultura de precisión que acontecen son: la distinción de los valores obtenidos en base a los ensayos lo cual permite ejecutar bajo el fraccionamiento de terrenos, pero del mismo conjunto, así mismo permite acoplarse empleando diferencias dentro de los mismos. En consecuencia, se obtiene la productividad de dos cultivos que pueden ser homogéneos pero la diferencia está en que el manejo correcto de los fertilizantes por cada área aplicada puede tomar como observación la reducción del algún nutriente lo cual resultar ser más preciso (Hidalgo y Valarezo, 2017).

El resultado se obtiene posterior a la realización de un mapa de rendimiento, habitualmente se efectúa bajo estos sistemas que examinan el tipo de insumo que sean compatible al momento de aplicarse y las dosis exactas, también se encuentran sincronizadas con la fecha de siembra. La tecnología es un asistente inteligente que incrementa los valores de la productividad (Agrometal, 2010).

2.10.1 Aplicaciones electrónicas de tecnologías.

AgroGps (2014), indica que las tecnologías que son usadas para el sector agrícola acceden a la base de datos de un ordenador cuyo sistema implica con exactitud el posicionamiento Global (GPS), sin embargo aprueba la geolocalización en cualquier punto del territorio, la plantación del área delimitada en tiempo real. El software satelital permite calcular el perímetro que se desea implementar el cultivo utilizando las coordenadas exactas, uno de los aspectos más importante es que el software tiene como finalidad medir las alturas de cada punto trazado en base al nivel del mar.

2.10.2 Monitoreo de rendimiento y mapeo.

Bongiovanni y Mantovani (2006), indica sobre el uso del monitoreo y mapeo de rendimiento como una alternativa exacta que detalla informaciones en cuanto al rendimiento del campo y ofrece el servicio de parámetros para evaluar y perfeccionar las causas de las bajas productividades existentes en las áreas del terreno y examina porque en otros lotes la productividad es más altas. El software tiene la ventaja de guardar registros sobre los campos, variedades, descargas, tiempos.

2.10.3 Componentes y ventajas del monitor de rendimiento.

Según Mantovani y Magdalena (2014), el uso de los monitores de rendimientos es utilizado para realizar la respectiva recolección de datos de tal manera se crean los mapas de rendimientos que permiten observar las necesidades con los siguientes factores esenciales: sensor de flujo de grano, sensor de humedad del grano, sensor de velocidad de avance, antena del GPS. En consecuencia una de las principales ventajas sobre el uso del monitoreo de rendimiento es facilitar una mejor regencia sobre lo que obtendrá en su cosecha expresado en kilogramos por hectárea.

2.10.4 Características del Software *Smart Fertilizer Management*.

El software *Smart Fertilizer* genera información precisa y sostenible sobre el uso de fertilizantes.

- Reune la información exacta de nutrientes de fertilizantes inorgánicos ideales para balancearlos al 100 % conjunto a sus tasas de aplicación.
- Optimiza los métodos de cultivos estos sean: campo abierto, fertirrigación, invernaderos, hidroponía.
- Facilita un calendario de aplicación de fertilizante de acuerdo a la etapa fenológica sincronizado a tu correo electrónico o notificación directamente celular.
- Se compone de características de los cultivos, datos precisos de campo y cuyo objetivo de rendimiento por hectárea.
- Los algoritmos únicos que utiliza este sistema son especializados para obtener un alcance equilibrado de nutrientes.
- Conformar una herramienta ardua para la deducción del análisis de suelo.
- Puede trabajar con cualquier tipo de fertilizante y optimiza los costos de producción.

2.10.5 Software de aplicación *Smart Fertilizer Management*.

El software *Smart Fertilizer* es una herramienta que permite describir y medir parámetros de campo en el sitio preciso a cada agricultor estos sean pequeños, medianos y grandes productores donde facilita el manejo de la fertilización de cada etapa fenológica del cultivo a un nivel profesional, que conlleva aumentar la productividad de sus cultivos e incrementar su dinero (Feng y otros, 2015).

2.10.6 Funcionalidades y direcciones del Software *Smart Fertilizer Management*.

Según *Smart Fertilizer* (2017), el software fundamentalmente realiza la gestión del manejo de fertilizaciones estas sean desde campo abierto hasta cultivos hidropónicos, el sistema de agricultura de precisión SSF calcula las fertilizaciones balanceadas adecuadas a la etapa fenológica del cultivo sincronizada al calendario de siembra hasta la cosecha, cuenta con las necesidades nutricionales del cultivo y analiza técnicamente bajo un breve análisis de suelo, análisis foliar de la planta y análisis de agua. El sistema de agricultura de precisión también aporta con balance de costo de producción para analizar el presupuesto y establecer una mejor administración a largo plazo.

2.10.7 Ventajas y Desventajas del Software *Smart Fertilizer Management*.

2.10.7.1 Ventajas.

Dentro de las ventajas mencionadas por (Bernardo, 2018) se describen las siguientes:

- Mejor desarrollo del cultivo este sistema permite que se encuentre los nutrientes disponibles en el momento que el cultivo los requiera
- Incorporación de nutrientes al suelo
- Aumentar su disponibilidad al cultivo
- Se logran altos rendimientos en un área limitada
- Mejora el control sobre el riego y fertilización

2.10.7.2 Desventajas.

Dentro de las desventajas mencionadas por (Guimarães, 2018) se nombran las siguientes:

- Toma de datos en campo, si la conexión de internet es inestable desafortunadamente no podemos hacer el mapeo preciso del campo
- Si se aplica de forma incorrecta tomara la fuente de nutrientes para que se desarrollen las malezas entrando en competencia con el cultivo.

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación del ensayo

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Finca de Horizonte Agro S.A, que está localizado en el km 55 a 700 metros del desvío de Laurel, del cantón Santa Lucía, provincia del Guayas. El predio geográficamente presenta la siguiente ubicación: 1.77 °S de Latitud Sur y 79.98 °W de Longitud Occidental y una altitud de 7 msnm.

3.1.1 Características climáticas y pedológicas.

De acuerdo a la Estación meteorológica Agrotrasbase (2011), las condiciones climáticas y pedológicas de la zona son las siguientes:

Tabla 2. Condiciones climáticas del Cantón Santa Lucía.

• Temperatura promedio anual:	25.80 °C
• Humedad Relativa:	86 %
• Precipitación anual:	2 229.5 mm
• Punto de rocío:	22 °C
• Heleofania:	1 080.5 hora
• Textura del suelo:	Franco arcilloso
• pH del suelo:	6.5
• Permeabilidad del suelo:	Buena

Fuente: Agrotrasbase, 2011

Elaborado por: El Autor

3.2 Materiales

3.2.1 Material vegetativo.

- Variedad INDIA SFL-11.

3.2.2 Equipos.

- Balanza
- Bomba de motor
- Bomba de mochila

- Laptop + Software Smart Fertilizer
- Marco de madera 1 m²

3.2.3 Materiales.

- Flexómetro
- Bitácora
- Mascarilla
- Machete
- Saquillos
- Marcador permanente

3.3 Metodología

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo con un alcance descriptivo y correlacional de tipo experimental y se aplicaran los métodos deductivos para el análisis e interpretación de resultados.

3.4 Tratamientos en estudio

Se utilizó la aplicación de agricultura de precisión SF y se comparó con el manejo técnico tradicional bajo el establecimiento del programa de fertilización en el cultivo del arroz variedad INDIA SFL - 11 en el cantón Santa Lucía.

Se establecieron dos parcelas experimentales de 1 ha el cual en una se aplicó el método de manejo técnico tradicional y en la siguiente área de 1 ha se estableció el manejo del *software Smart Fertilizer*. En cada parcela experimental se extrajeron muestras al azar de 1m² (1x1)

La unidad experimental es un área de una hectárea para la aplicación de cada uno de los tratamientos a contrastar. Se ha determinado un tamaño de muestras 34 unidades experimentales para la

recolección de los datos de las variables respuestas de muestras de acuerdo.

Utilizando la fórmula de cálculo de muestra para esta variable se ha calculado la población finita con un C.V 30 % y un error de muestreo prefijado del 10 % dado los costos involucrados en la ejecución del experimento hemos considerado apropiado planificar el ensayo para un 10 % de error de muestreo.

$N = 34$ para un error de muestreo prefijado del 10 % de la variedad INDIA SFL – 11 de acuerdo Sánchez (2019).

3.5 Análisis estadístico

El análisis estadístico de las diferencias de los rendimientos obtenidos por cada método se hizo mediante una prueba de T de Student y para realizar los análisis se utilizó el paquete estadístico InfoStat.

Las estadísticas descriptivas fue evaluada de la siguiente forma: promedio general, moda, límite superior e inferior, rango, desviación estandar, varianza y el coeficiente de variación de manera que nos permitió realizar la interpretación de los datos finales.

3.6 Hipotesis estadística

En efecto la prueba de T se define en la investigación bajo la siguiente hipótesis:

$$H_0: \bar{X}_1 = \bar{X}_2$$

$$H_1: \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$$

Donde \bar{X}_1 y \bar{X}_2 simboliza las medias de las variables correspondientes a cada método técnico del cultivo, así mismo H_0 y H_1 representan a las Hipotesis nula y Hipotesis alternativa.

3.7 Nivel de significancia

El valor que se efectuó para el nivel de significancia fue 5 % de probabilidades.

3.8 Variables a evaluar

3.8.1 Número de macollo por m².

Se procedió a contar y tomar apuntes sobre el número de macollos dentro del marco de madera de un metro cuadrado y tomar las 34 muestras requeridas en el área experimental donde se realizó la aplicación bajo el manejo técnico tradicional y en consecuencia las 34 muestras en el área experimental que se usa el software *Smart Fertilizer*.

3.8.2 Altura de planta.

Se efectuó la medición de la altura de planta en un metro cuadrado, se tomó de referencia la base de la planta hasta la punta de la hoja, considerando las áreas experimentales (MTT) y (SSF).

3.8.3 Longitud de espiga (cm).

Se procedió a medir la longitud de la espiga en cada muestra tomada al azar del marco de madera sobre el área útil, desde el nudo ciliar hasta el ápice de la panícula, excluyendo la arista, posterior a esta actividad se promedia.

3.8.4 Número de granos por espiga.

Se contó el número de granos por espiga existente tomando en cuenta las 34 muestras respectivas con el marco de madera al azar de tal manera sobre las áreas experimentales designadas.

3.8.5 Granos vanos por espiga (%).

Se tomaron las 34 muestras al azar del área respectiva al metro cuadrado, se tomaron en cuenta los granos vanos para ser promediados.

3.8.6 Granos manchados por espiga (%).

Se realizó las respectivas evaluaciones de acuerdo al conteo de los granos manchados por espiga tomados respectivamente al azar en un metro cuadrado de cada una de las dos áreas experimentales.

3.8.7 Peso de 1 000 granos (g).

Se realizó el conteo de los 1 000 granos de semilla de cada una de las 34 muestras tomadas de la unidad experimental, se pesaron en una balanza de precisión expresada en gramos

3.8.8 Rendimiento Kg/ha.

El rendimiento del grano se determinó consiguiendo la producción de cada área experimental y su peso transformado a kilogramos por hectárea.

3.8.9 Análisis económico.

Se realizó alcanzando los rendimientos y los costos del ensayo, se ejecutó un análisis económico justificado en los costos de las áreas experimentales con relación a su costo/beneficio.

3.8.10 Manejo mediante el software.

Con el manejo mediante el *software SF* realizamos la toma de datos específicos en campo, este software nos permitió ubicar el punto exacto geodésicamente sobre la unidad experimental en el cantón Santa Lucía. Para generar resultados más exactos mapeamos el área obteniendo la medida exacta de 1 hectárea, el cual se le aplicó un estudio de análisis de suelo previo a la siembra, en consecuencia una vez obtenido los resultados del análisis de suelo se procedió a ingresar los datos al software luego seleccionamos los nutrientes necesarios, estos incluyen: N, P, K, S, Mg, Zn, Mn, Cu, Ca, entre otros.

Realiza un breve análisis de cada nutriente acorde a lo efectuado en el sistema si se encuentra balanceado automáticamente arroja una notificación en verde que indica fertilización al 100 % es decir se encuentran apta para todas las etapas fenológicas, en algunos casos los nutrientes se encuentra al 80 % lo cual es imposible que el software finalice el último paso donde indica cuantos kilogramos por elemento se requiere por planta y en qué fecha deben ser aplicados los fertilizantes inorgánicos, también el sistema sincroniza al calendario de la fecha que se sembró enviándote una alerta a tu correo electrónico que semanas tienes aplicación en el cultivo.

Gráfico 1. Mapeo de finca con el software *Smart Fertilizer*



Fuente: Software SF, 2019

3.8.11 Manejo técnico tradicional

El manejo técnico tradicional fue realizado bajo condiciones tecnológicas local del productor o a su vez en algunos casos bajo un asesoramiento técnico comercial presencial o semipresencial, sin embargo realizan la práctica tal cual como se ha llevado a cabo durante muchos años, uno de los principales problemas en el momento de la cosecha son los rendimientos esto se debe a la mala práctica de fertilizaciones no adecuadas al tiempo exacto de cada etapa fenológica por ende el productor aplica lo que el técnico le recomienda sin antes

realizar un análisis de suelo previo a la siembra, sin embargo el agricultor lleva a cabo su fertilización basado en las siguientes concentraciones: Urea, Mop, Dap, S/A.

Se establece que en la apreciación de estos datos muchos de los agricultores aplican de dos a tres veces en todo el ciclo de cultivo, el cual influye mucho en sus rendimientos disminuyendo su utilidad.

3.9 Manejo del ensayo

3.9.1 Preparación de Suelo.

Esta actividad consiste en los pases de rastra en sentido contrario, posterior se procede a inundar el suelo para realizar la labor con un tractor adaptándole las gavias, de esta manera se garantiza la impermeabilidad del agua e impedimos la infiltración del mismo.

3.9.2 Siembra.

El método de siembra que se emplea es de trasplante utilizando semilla certificada de la variedad de INDIA SFL – 11, la cantidad que se usa de semilla es de 45 kg por hectárea.

3.9.3 Riego.

Se realizará bajo el tipo de riego por inundación de acuerdo con los requerimientos hídricos que necesiten por las etapas fenológicas del cultivo de arroz.

3.9.4 Control de maleza.

El control de maleza se realizó con frecuencia bajo fumigaciones de productos químicos y deshierba manual, posterior a 2 días de trasplantar se requiere una fumigación el cual se aplicaron en las siguientes dosis de dos litros de butachlor, un litro de Pendimentalin, 350 gramos de Checker, 300 gramos de caracolero a los 15 días requiere de la siguiente fumigación que son dos litros de compuesto arrocero, 250 cc

de verdugo, superior a las etapas del cultivo se puede realizar la fumigación a los 35 días con la siguiente dosis de un litro de Clincher o a su vez realizar la deshierba.

3.9.5 Aplicación de fertilizantes convencionales vs el uso del Software Smart Fertilizer.

Se realizaron fertilizaciones dependiendo las etapas fenológicas del arroz a los 15, 35, 50 y 70 días de ser trasplantado según el manejo técnico tradicional vs el uso del software SF que nos indica los requerimientos nutricionales necesarios que requiere por cada etapa del cultivo.

3.9.6 Cosecha.

La cosecha se ejecutó cuando el cultivo de arroz expuso su grado de madurez fisiológico en el área experimental.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

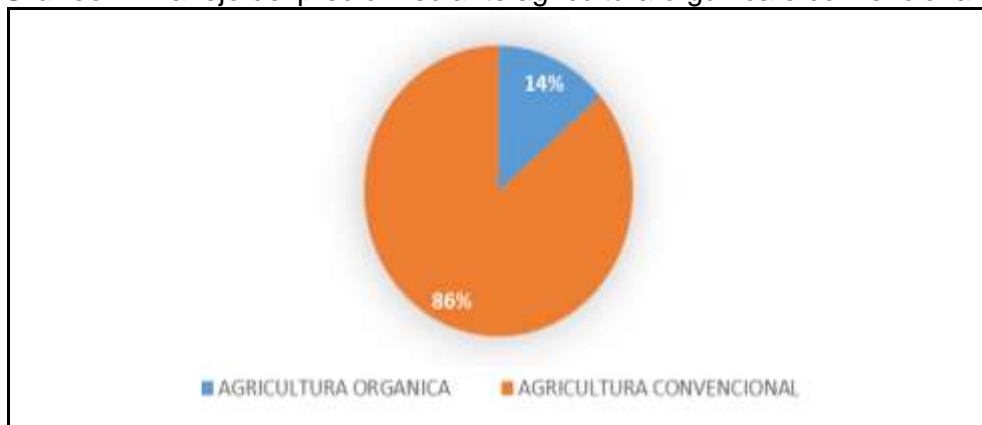
4.1 Encuestas realizadas a los agricultores de la zona

Se encuestaron a 51 agricultores de la zona del cantón Santa Lucía, se procedió a realizar 10 preguntas donde se efectuarón los siguientes datos.

4.1.1 ¿Usted maneja su predio con agricultura orgánica o convencional?

Se determinó que los agricultores y productores manejan sus cultivos bajo el método convencional por costumbres ancestrales, uno de los principales problemas por el que no realizan agricultura orgánica en el cultivo de arroz es el bajo rendimiento que obtienen en la cosecha, el precio del arroz se mantiene al mismo costo el cual no les genera ni un beneficio en su utilidad. El 14 % de los agricultores realizan agricultura orgánica por lo tanto el 86 % se mantiene en el manejo convencional.

Gráfico 2. Manejo del predio mediante agricultura orgánica o convencional



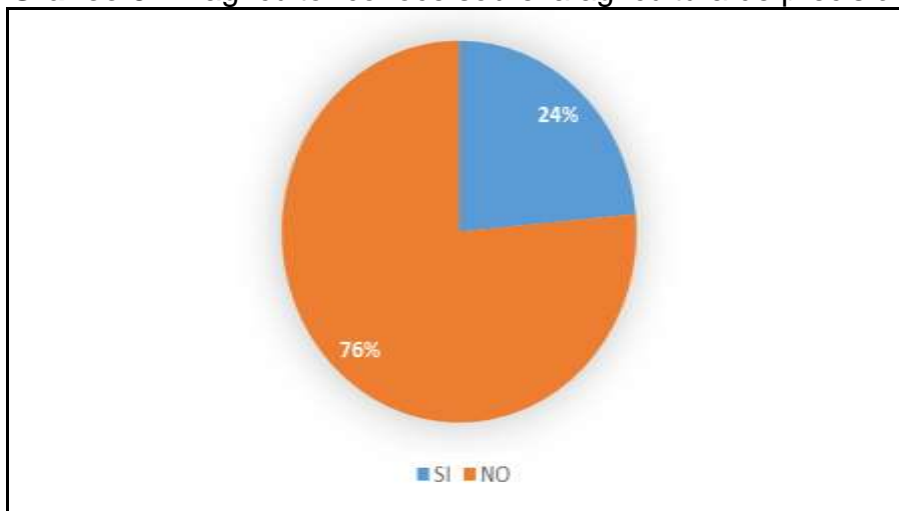
Elaborado por: El Autor

De acuerdo a Tyler (2007), la producción inorgánica técnicamente se emplea en fertilizantes químicos, en consecuencia los elementos orgánicos e inorgánicos deben estar en contacto para interactuar y restaurar los nutrientes, la fertilidad de las plantas y el suelo.

4.1.2 ¿Conoce lo que es agricultura de precisión?

El agricultor por falta de información no tiene noción sobre nuevas prácticas que se realizan como es la agricultura de precisión que se han logrado implementar en nuestro medio, al establecer las encuestas en campo se obtiene un porcentaje que indica el 76 % no tiene un enfoque sobre la neo tecnología mientras que el 24 % tenía conocimiento mediante anuncios en redes sociales.

Gráfico 3. El agricultor conoce sobre la agricultura de precisión



Elaborado por: El Autor

De acuerdo a Valero (2013), indica que la transformación de las nuevas tecnologías en nuestro medio cada vez son más importante para el agricultor, una de las características agronómicas principales de estos software de aplicación que constan de mapas de rendimientos tomando cada punto de la finca exacto, en consecuencia se ajusta a las necesidades de producción estas sean (Poaceae o Fabaceae) de esta manera se logra optimizar los recursos necesarios de las plantas nutricionalmente de forma más eficiente y económicamente rentable.

4.1.3 ¿Cuántas hectáreas usted siembra?

El número de hectáreas por productores encuestados mediante el cual los datos que obtuvimos fue de productores que cultivan 300 hectáreas, también se cuenta con agricultores inferiores a 1 hectárea.

Gráfico 4. Número de hectáreas por productor o agricultor

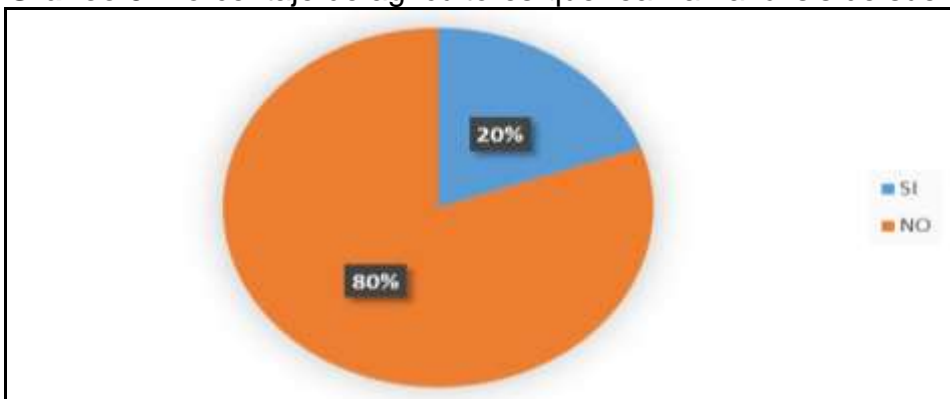


Elaborado por: El Autor

4.1.4 ¿Usted realiza análisis de suelo previo a la siembra?

Según los resultados que se interpretan en el gráfico 5 de los porcentajes de análisis de suelos por los agricultores del cantón Santa Lucía, en conclusión el 20 % de los productores si realizan análisis de suelo por lo que determinamos que el 80 % no realiza esta práctica por disminuir el costo de producción.

Gráfico 5. Porcentaje de agricultores que realizan análisis de suelo

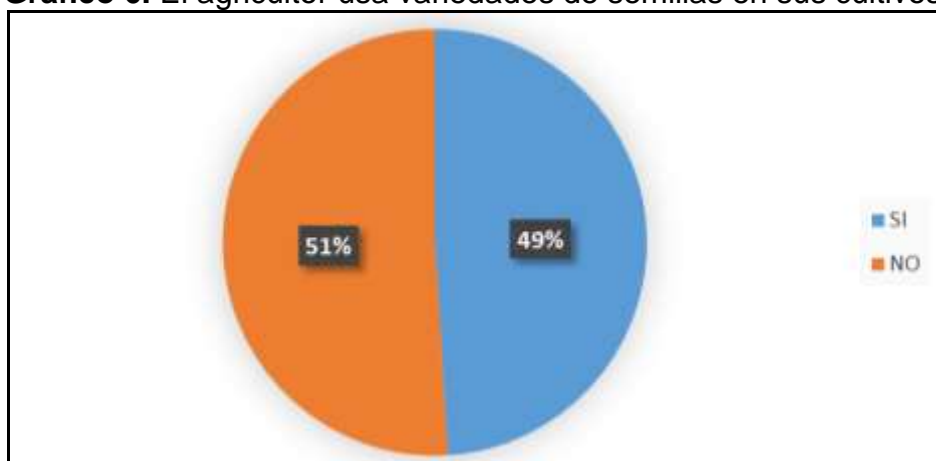


Elaborado por: El Autor

4.1.5 ¿Utiliza variedades de semillas certificadas?

En base a las encuestas aplicadas en el sector agrícola se obtuvieron resultados por parte de los agricultores sobre el uso de variedades de semillas en sus predios de producción el cual indicaron que el 51 % no utiliza un material de genético fijo porque al cosechar su producción proceden a preparar terreno en la misma semana y luego realizan la compra del semillero, el 49 % restante realizan la compra de la variedad de semilla en casas comerciales como Agripac e Interoc.

Gráfico 6. El agricultor usa variedades de semillas en sus cultivos

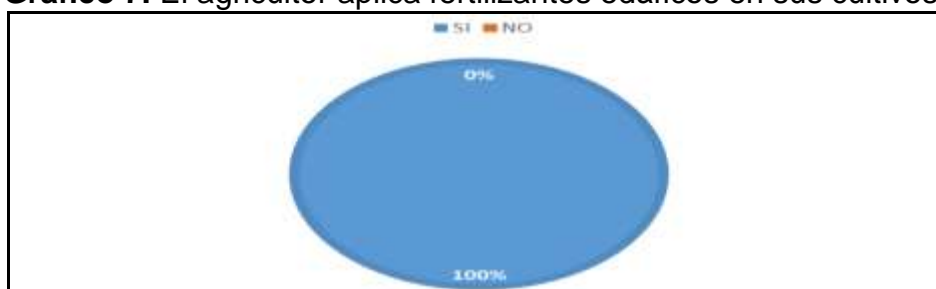


Elaborado por: El Autor

4.1.6 ¿Usted aplica fertilizantes edáficos?

En el análisis de la encuesta número 6 se efectuó que el 100 % de los pequeños, medianos, grandes productores emplean fertilizantes edáficos a sus cultivos.

Gráfico 7. El agricultor aplica fertilizantes edáficos en sus cultivos.

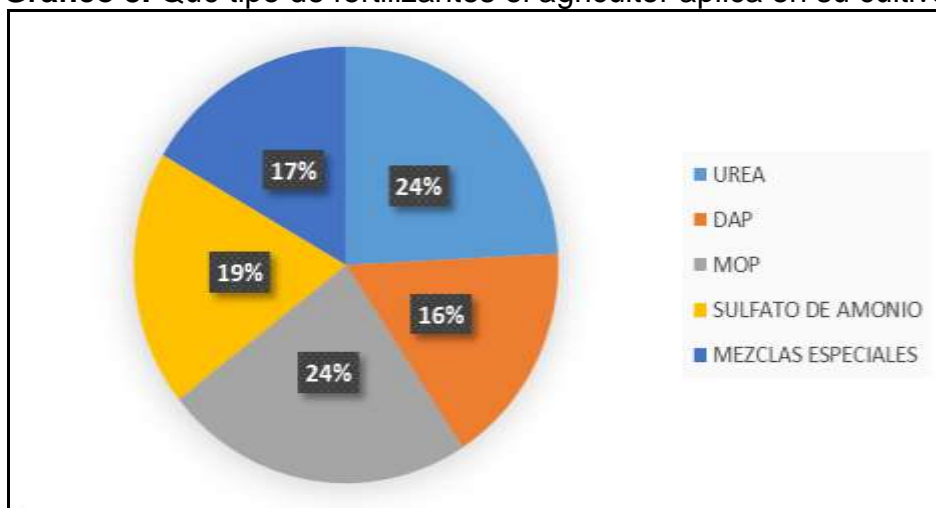


Elaborado por: El Autor

4.1.7 ¿Qué fertilizantes aplica en el ciclo del cultivo?

Se evaluó que la aplicación de fertilizantes en los 51 agricultores y productores realizan la fertilización acorde al manejo tradicional o a su vez mediante asesoría técnica de alguna determinada agencia agrícola más cercana los siguientes fertilizantes son usados en todo el ciclo del cultivo: Urea 24 %, Mop 24 %, Dap 16 %, Sulfato de Amonio 19 %, Mezclas especiales 17 %.

Gráfico 8. Qué tipo de fertilizantes el agricultor aplica en su cultivo



Elaborado por: El Autor

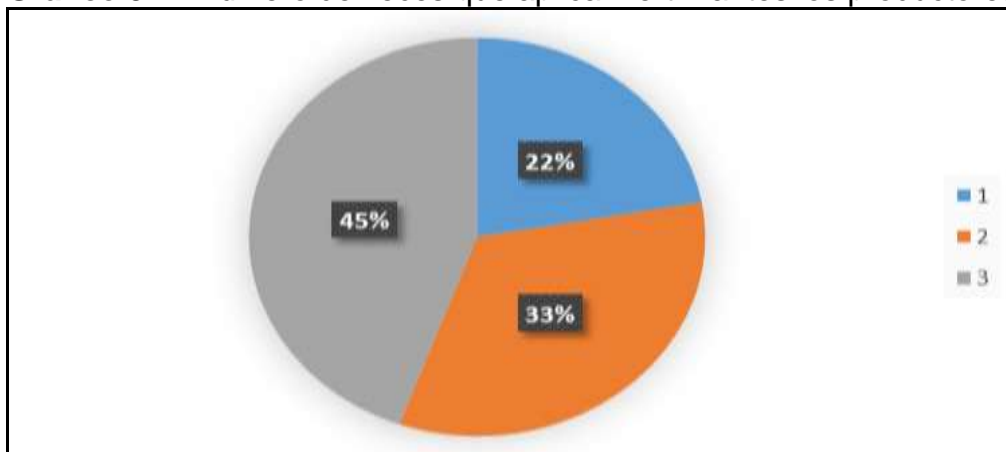
Cadillo et al. (2012), indican que los abonos que contienen 2 o 3 elementos los cuales son nitrógeno, fosforo y potasio para los productores es más atractivo obtener un fertilizante específico completo de micronutrientes y macronutrientes.

4.1.8 ¿Cuántas veces aplica fertilizantes en el ciclo del cultivo?

En cuanto al desarrollo del gráfico 9 se evaluó el número de veces que aplican fertilizantes los productores en el cantón de Santa Lucía, el 20 % de los agricultores fertilizan 4 veces en todo el ciclo del cultivo mientras que el 50 % aplican 3 veces los requerimientos nutricionales a sus cultivos. Debido al costo de producción y capital el 30 % de

agricultores fertilizan 2 veces el cultivo de arroz, sin embargo en las fumigaciones aplican bioestimulantes y foliares para fortalecer las plantas.

Gráfico 9. El número de veces que aplican fertilizantes los productores

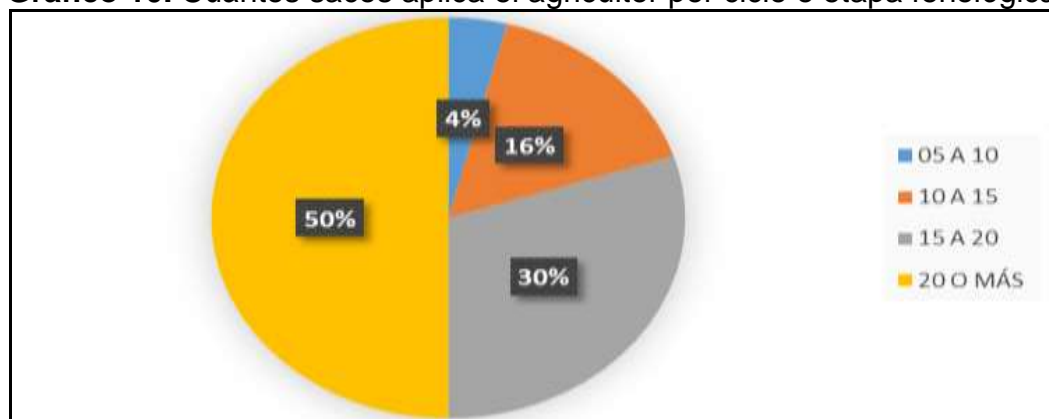


Elaborado por: El Autor

4.1.9 ¿Cuántos sacos de fertilizantes aplica por ciclo?

En base a los factores climáticos y al adecuado crecimiento y producción de esta poaceae se determinó que del 4 % de los agricultores aplican en todo el ciclo entre 5 - 10 sacos/ciclo de fertilizantes, el 20 % de los productores de mayores extensiones aplican entre 20 o más sacos/ciclo, en consecuencia el 30 % de los agricultores su fertilización total es de 15 - 20 sacos/ciclo, el 40 % de los agricultores realizan sus complementos inorgánicos alrededor de 10 - 15 sacos/ciclo.

Gráfico 10. Cuántos sacos aplica el agricultor por ciclo o etapa fenológica

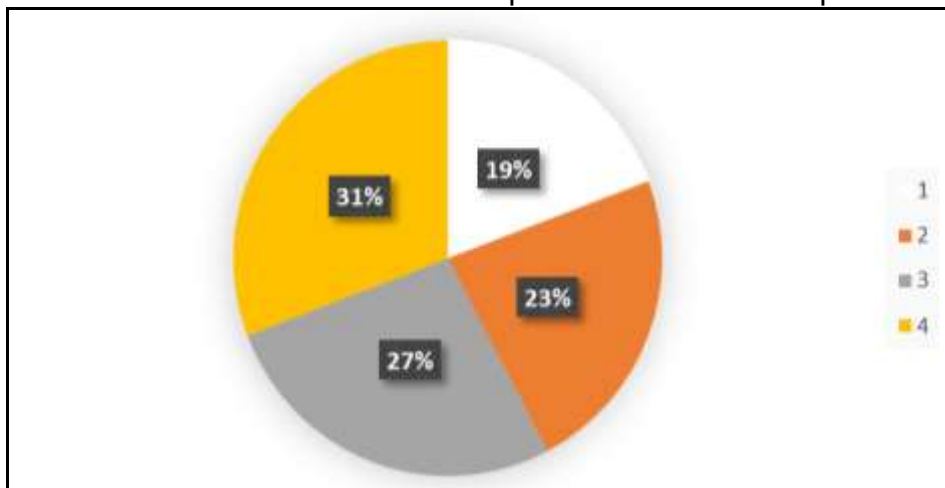


Elaborado por: El Autor

4.1.10 ¿Cuál es su rendimiento por hectárea?

Actualmente los productores de la gramínea tienden a cosechar en temporada de invierno 120 quintales por hectárea, sin embargo en temporada de verano 140 a 150 quintales por hectárea además de las consultas realizadas se obtiene los siguientes datos donde afirma que el 23 % obtiene en su cosecha 100 qq/ha, el 31 % alcanza un rendimiento de 120 qq/ha mientras que el 27 % de los agricultores obtienen un máximo de 140 qq/ha en comparación de los productores que realizan una fertilización balanceada y adecuada al ciclo que corresponde se determinó un rendimiento total de 160 qq/ha.

Gráfico 11. Cuál es el rendimiento por hectárea de cada productor



Elaborado por: El Autor

De acuerdo con Agrotendencia (2018), afirma que gracias a una fertilización adecuada en el arroz facilita principalmente el rendimiento del cultivo, así como fortalece los aspectos esenciales por ejemplo: activan sus mecanismos de defensa para oponerse a las plagas y enfermedades. Mientras que la decisión de incorporar componentes inorgánicos, que tipo y la cantidad de fertilizantes que se debe aplicar, depende muchas veces de la fertilidad residual o consecuencias naturales del suelo, el material vegetativo a emplear en el campo, la densidad de siembra, la

disponibilidad de agua del predio, entre otros factores agronómicos de la zona que se cultive.

4.2 Resultado de Variables

4.2.1 Número de macollo m².

Como se puede observar se presentan los siguientes resultados evaluados en la Tabla 3, mediante el manejo software SF se describen los datos del promedio general obteniendo un valor de 19.79, con una moda de 8 veces 22 macollos, alcanzando un límite superior de 22 e inferior de 16, con un rango de 6 macollos, se determina una varianza de 3.32 y una desviación estándar de 1.82 y un coeficiente de variación de 9.21 %.

El manejo técnico tradicional se recolectó los siguientes datos evaluados donde se muestra que el promedio general es de 13.21 y una moda de 9 veces 12 macollos, un límite superior 18 e inferior de 11 de esta forma se logra un rango de 7 macollos, cuya varianza es de 3.38 con una desviación estándar de 1.84 con un coeficiente de variación de 13.92 %.

Al realizar la prueba de T de Student se decreta un valor de 14.84, el cual fue altamente significativo a favor del método de manejo del *Software Smart Fertilizer*.

Tabla 3. Promedio de número de macollos evaluadas, variedad INDIA SFL-11

Nº Trat.	Método agricultura precisión	Manejo técnico tradicional
1	19	12
2	16	14
3	20	15
4	22	11
5	18	12
6	21	14
7	19	15
8	20	18
9	22	11
10	21	13
11	20	11
12	22	12
13	19	11
14	18	12
15	17	14
16	20	15
17	19	13
18	21	14
19	21	15
20	22	12
21	20	12
22	19	13
23	20	14
24	22	15
25	22	12
26	16	11
27	19	13
28	17	12
29	21	11
30	22	12
31	19	13
32	20	18
33	17	15
34	22	14
\bar{x} =	19.79	13.21
Moda =	22 (8 veces)	12 (9 veces)
Límite superior=	22	18
Límite Inferior=	16	11
Rango =	6	7
S²	3.32	3.38
S	1.82	1.84
CV (%)	9.21 %	13.92 %
		T cal.= 14.84**

** : Altamente Significativo

Elaborado por: El Autor

La toma de datos indica que los resultados de la variable evaluada responden al manejo del Software *Smart Fertilizer* el cual representa altamente significativa en comparación al manejo técnico tradicional que

recomienda la agencia agrícola al agricultor. La solución establece que se acercan a los resultados expresados por Arias et al. (2017), sin embargo en otro apartado mencionan que los fertilizantes que se encuentra balanceadas con respecto a los nutrientes son aprovechados eficientemente por las plantas, en consecuencia una plantación con sus características agronómicas establecidas y un excelente manejo nutricional hace que se origine una raíz prolongada y vigorosa la cual es capaz de conseguir agua y nutrientes a diferencia de una plantación que se encuentra limitado nutricionalmente (Palma, 2011).

4.2.2 Altura de planta.

En el análisis estadístico Tabla 4, se puede observar que el manejo mediante Software SF utilizando como material genético la variedad INDIA SFL - 11, se describen los siguientes resultados: el promedio fue de 124.85 cm; en la moda obtiene consecutivamente 10 veces 130 cm, con un límite superior de 140 cm y un límite inferior de 100 cm, con un rango de 40 cm. La determinación de la varianza es de 93.89, obteniendo una desviación estándar de 9.69 cm, su coeficiente de variación 7.76 %.

En los resultados de altura de planta se logra con el manejo técnico tradicional utilizando el mismo material genético, su promedio general fue de 110.21 cm, la moda indica que es 11 veces 110 cm, con un límite superior de 120 cm e inferior de 90 cm, expresa un rango de 30 cm. Se establece una varianza de 53.26 seguido de una desviación estándar de 7.30 cm y su coeficiente de variación 6.62 %.

Al verificar la prueba de T de Student, se dispuso un valor de 7.04, el cual representa ser altamente significativo a favor del manejo del Software *Smart Fertilizer Management* en la variedad INDIA SFL-11.

Tabla 4. Promedio de Altura de plantas (cm) evaluadas, variedad INDIA SFL-11

Nº Trat.	Método agricultura precisión	Manejo técnico tradicional
1	125.00	110.00
2	130.00	100.00
3	132.00	100.00
4	130.00	90.00
5	140.00	115.00
6	120.00	110.00
7	125.00	120.00
8	120.00	115.00
9	130.00	115.00
10	100.00	110.00
11	100.00	120.00
12	135.00	105.00
13	130.00	100.00
14	100.00	110.00
15	110.00	120.00
16	120.00	120.00
17	121.00	110.00
18	122.00	110.00
19	130.00	110.00
20	135.00	120.00
21	130.00	115.00
22	120.00	110.00
23	125.00	105.00
24	125.00	110.00
25	120.00	115.00
26	135.00	110.00
27	135.00	100.00
28	130.00	115.00
29	125.00	110.00
30	135.00	115.00
31	130.00	120.00
32	130.00	105.00
33	130.00	107.00
34	110.00	100.00
\bar{x} =	124.85	110.21
Moda =	(10 veces) 130.00 (5 veces) 125.00 (5 veces) 135.00	(11 veces) 110.00 (7 veces) 115.00 (5 veces) 100.00
Límite superior=	140.00	120.00
Límite Inferior =	100.00	90.00
Rango =	40	30
S²	93.89	53.26
S	9.69	7.30
CV (%)	7.76%	6.62 %
T cal.= 7.04**		

**: Altamente Significativo

Elaborado por: El Autor

En relación con el promedio de altura de plantas en el cultivo de arroz en la variedad de India SFL – 11 en su totalidad llega a permanecer constante a una altura de 126 cm, propio de sus características agronómicas cabe recalcar que cada agricultor busca variedades de semillas que se aclimaten al medio con una excelente calidad, que logren obtener altos rendimientos en cultivos bajo riego señala (González, 2016).

Según Muller y Elienberg (2004), afirman que las evoluciones agrícolas han ocasionado que la agricultura se vuelva inestable. La falta de conocimientos, la disminución de insumos y la falta de tecnología adecuada a cada sector, región o territorio.

4.2.3 Longitud de espiga (cm)

Los datos de longitud de espiga se encuentran expresados en la Tabla 5, donde se establece que el manejo del software SF obtuvo un promedio general de 36.79 cm, con una moda de cuatro veces 40, 38 y tres veces 30, se establece el límite superior de 45 y un límite inferior de 28 con un rango de 17 cm, se determina el resultado de la varianza con un valor de 23.44, una desviación estándar de 4.84, en su análisis cuenta con un coeficiente de variación 13.16 %.

El efecto que se estima en la longitud de espiga en el manejo técnico tradicional logro un promedio general que fue de 22.40 cm, la moda que más se repitió fue de ocho veces 20, el límite superior 30 e inferior 15 el cual establece un rango de 15 cm, la varianza fue de 16.09 y una desviación estándar de 4.01 obteniendo un coeficiente de variación de 17.91 %.

Al establecer la evaluación de la Prueba de T de Student, se determinó un dato del 13.35 % mediante el cual fue altamente significativo a favor del manejo del Software *Smart fertilizer management*.

Tabla 5. Promedio de longitud de espiga evaluadas en la variedad INDIA SFL-11

Nº Trat.	Método agricultura precisión	Manejo técnico tradicional
1	28	25
2	30	25.5
3	34	29
4	36	26
5	40	25
6	32	21
7	37	20
8	32	18
9	38	20
10	40	20
11	40	24
12	43	26
13	39	25
14	38	25
15	44	28
16	39	30
17	45	27
18	35	24
19	45	22
20	37	20
21	44	18
22	36	19
23	32	20
24	40	19
25	30	30
26	34	26
27	38	20
28	35	15
29	30	19
30	34	16
31	32	20
32	31	18
33	38	20
34	45	21
\bar{x} =	36.79	22.40
Moda =	40 (4 veces)	20 (8 veces)
Límite superior=	45	30
Límite Inferior =	28	15
Rango =	17	15
S²	23.44	16.09
S	4.84	4.01
CV (%)	13.16%	17.91%
		T cal.= 13.35**

** : Altamente Significativo

Elaborado por: El Autor

La longitud de la espiga, panícula y/o panoja es un revelador del volumen, a pesar de que permite cargar un sin número de granos, obtener

una mejor feracidad de las espiguillas. Los resultados que se establecieron en el estudio de Olmos (2006), afirman que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos de las variedades comerciales de cultivos de arroz se encuentra en el rango de 20 y 24 cm de longitud.

Quirós (2003), establece que es más significativo prestar interés a las variedades que obtengan un índice de macollo elevado con espigas cortas y índices de macollos reducidos con panojas largas de esta manera se toma en cuenta la restitución entre la longitud de espigas y número de hijos.

4.2.4 Número de grano por espiga (%).

Los siguientes resultados comprenden a la Tabla 6, del manejo del software SF se demuestran el promedio general del número de grano por espiga que es de 135.76 obteniendo una moda que fue de 4 veces 140 granos/espiga, un límite superior de 200 e inferior de 76, con un rango de 124 unidades. La varianza que se evaluó especifica un valor de 929.28, sin embargo el valor que determina la desviación estándar de 30.48 granos/espiga, especificando el coeficiente de variación que fue 22.45 %.

Durante el manejo técnico tradicional se evaluó el número de grano por espiga que obtuvo un valor de 102.88, una moda consecutivamente de seis veces 100 unidades y el límite superior de 160 y límite inferior de 76 con un rango de 84 granos/espiga. Se establece la varianza que fue de 339.93, con una desviación estándar de 18.44, y un coeficiente de variación que resulto de 17.92 %.

Al verificar los números de granos por espiga con la prueba de T de Student se manifiesta un valor de 5.38 el cual resulta que es un valor

altamente significativo a favor del manejo del software *Smart fertilizer management* evaluado en la variedad India SFL-11.

Tabla 6. Promedio de número de grano/espiga evaluadas, variedad INDIA SFL-11

Nº Trat.	Método agricultura precisión	Manejo técnico tradicional
1	140	77
2	160	90
3	200	100
4	170	100
5	130	76
6	140	105
7	100	118
8	108	130
9	112	112
10	114	100
11	150	90
12	100	87
13	150	95
14	125	84
15	130	100
16	125	77
17	140	124
18	137	135
19	90	160
20	120	97
21	100	86
22	95	99
23	130	102
24	180	92
25	105	130
26	200	123
27	115	114
28	160	115
29	150	105
30	180	100
31	165	87
32	167	98
33	140	90
34	88	100
\bar{x} =	135.76	102.88
Moda =	140 (4 veces)	100 (6 veces)
Límite superior	200	160
Límite inferior	76	76
Rango =	124	84
S²	929.28	339.93
S	30.48	18.44
CV (%)	22.45 %	17.92%
T cal.= 5.38 **		

** : Altamente Significativo

Elaborado por: El Autor

Se efectúa en diversas investigaciones sobre el número de granos por espiga, cabe recalcar que no todos los materiales genéticos se aclimatan en un determinado punto, zona o territorio esto quiere decir que no tienen una cantidad igual de granos por espigas, en consecuencia esta variable puede verse afectada por los cambios de temperaturas, mientras la temperatura sea alta a lo que el cultivo necesita de ello influye más la afectación específicamente en los granos llenos, Díaz, Morejón, Lucinda y Castro (2015), indican como factor primordial para lograr altos rendimientos es el número de granos llenos por espiga, y las limitaciones de características meteorológicas permitiría que se formen un mayor número de granos.

4.2.5 Grano vano/espiga (%).

En la Tabla 7, se determinan los valores de los granos vanos por espiga el cual representa al manejo del software SF, el primer valor que se define en el análisis es el promedio general 5.15 %, se presenta una moda repetitiva de cuatro veces los valores de 1; 6; 9 y un límite superior de 12 e inferior de 0, con un rango fue de 12 %. La determinación de varianza se estableció en base a los resultados donde se obtuvo el 11.10 %, con una desviación estándar que represento el 3.33 % y un coeficiente de variación de 64.73 %. En el manejo técnico tradicional expresa que el promedio general fue de 10.21 %, en los resultados de la moda se logra obtener un valor que fue tres veces 12 con un límite superior de 25 e inferior de 0, con un rango fue de 25 %. La varianza según el análisis de los resultados el cual fue 47.70 %. Al efectuar la desviación estándar fue de 6.91 %, se determinó el coeficiente de variación el cual fue de 67.70 %.

Al realizar la T calculada para verificar los números de granos vanos por espiga se declaró un valor altamente significativo de 3.85 el cual beneficia al manejo del software *Smart fertilizer management* en la

variedad de INDIA SFL-11 bajo las condiciones que se presentan en el campo.

Tabla 7. Promedio de grano vano/espiga (%) evaluadas en la variedad INDIA SFL-11

Nº Trat.	Método agricultura precisión	Manejo técnico tradicional
1	1	20
2	10	12
3	7	25
4	2	10
5	4	6
6	12	12
7	6	15
8	8	20
9	6	0
10	4	2
11	8	4
12	9	6
13	6	21
14	1	0
15	0	4
16	1	6
17	3	8
18	5	13
19	3	9
20	5	16
21	2	5
22	6	10
23	8	19
24	3	21
25	9	12
26	10	2
27	0	1
28	8	11
29	3	9
30	9	5
31	2	10
32	9	21
33	4	4
34	1	8
\bar{x} =	5.15	10.21
Moda =	(4 veces) 1	(3 veces) 12
Límite superior=	12	25
Límite Inferior =	0	0
Rango =	12	25
S²	11,10	47,74
S	3.33	6.91
CV (%)	64.73%	67.70%
		T cal.= 3.85**

** : Altamente Significativo

Elaborado por: El Autor

Arias (2017), indica que el problema de granos vanos por espiga se deba a efectos secundarios y/o problemas ambientales, de tal manera forma de gran importancia el uso de los requerimientos hídricos, nutricionales en esto se incluye las (fertilizaciones no balanceadas por parte del pequeño, mediano y grande productor) la luz solar y poca asimilación de nutrientes por parte del cultivo.

El material genético que se mantiene verde hasta la etapa fenológica de masa dura con hojas banderas totalmente de color verde es un excelente factor amigable que influye para obtener altos rendimientos de esta manera indica FAO, (2015).

4.2.6 Grano manchado por espiga (%)

Los resultados de los datos que se midieron en grano manchado por espiga se establecieron en la Tabla 8, el cual determina el método sobre el manejo del software SF, al establecer el promedio general fue de 2.97 %, su moda es consecutivamente 10 veces los valores de 2 teniendo un límite superior de 9 e inferior de 0, con un rango fue de 9 %. Se establece la varianza en base a los resultados que se obtuvieron el cual fue de 6.70 %, y una desviación estándar que represento el 2.59 % con un coeficiente de variación de 87.11 %.

Al desarrollarse el manejo técnico tradicional expresó que el promedio general fue de 7.26 %, la moda se logra obtener un valor repetitivo de cinco veces 9 con un límite superior de 17 y un límite inferior de 0, con un rango que se estableció del 17 %. La varianza se indicó según los resultados expresados en 25.47 %. La desviación estándar queda establecida cuyo valor fue de 5.05 % y el coeficiente de variación se efectuó al 69.47 %.

La prueba de T de Student demostró que los números de granos manchados por espiga se estableció el resultado altamente significativo

de 4.41 el cual le favorece al manejo del software *Smart fertilizer management*

Tabla 8. Promedio de grano manchado/espiga evaluadas en la variedad INDIA SFL-11

Nº Trat.	Método agricultura precisión	Manejo técnico tradicional
1	1	2
2	2	0
3	0	2
4	0	5
5	3	9
6	2	16
7	2	6
8	5	15
9	3	9
10	1	4
11	2	1
12	9	9
13	2	11
14	4	8
15	8	10
16	7	9
17	1	16
18	9	3
19	2	7
20	6	11
21	4	9
22	3	14
23	6	2
24	2	4
25	3	0
26	2	5
27	1	2
28	1	3
29	0	1
30	2	3
31	6	11
32	0	10
33	0	17
34	2	13
\bar{x} =	2.97	7.26
Moda =	(10 veces) 2	(5 veces) 9
Límite superior=	9	17
Límite Inferior =	0	0
Rango =	9	17
S²	6.70	25.47
S	2.59	5.05
CV (%)	87.11%	69.47%
		T cal.= 4.41**

** : Altamente Significativo

Elaborado por: El Autor

En los resultados que se encuentran expresados en los análisis estadísticos presentados en la Tabla 8, se observa que si obtuvo diferencias significativas en números de granos manchados por espiga. Dependiendo las afectaciones que se exprese en enfermedades, insectos

plagas que sean por cultivos vectores cerca de la unidad experimental y/o condiciones de campo el grano manchado es un enigma engorroso para todos los productores, no obstante con el manejo del software más las fertilizaciones balanceadas para cada etapa fenologica no se manifestó una población de granos manchados a una mayor progresión en comparación bajo el manejo técnico tradicional.

Méndez y Reyes (2009), afirman que el hongo causa la disminución de rendimientos y prospera el índice de granos manchados por espigas en el cultivo de arroz.

4.2.7 Peso de 1 000 granos

Los siguientes valores se determinan en el análisis de la Tabla 9, se evaluó los pesos de 1 000 granos el cual manifiesta principalmente al manejo del software Smart Fertilizer, se efectuó el promedio general de 38.68 g, mediante una moda de cinco veces el valor de 30 con un límite superior de 50 e inferior de 30, con un rango fue de 20 g. Se determinó la varianza que fue de 33.74 %, incluyendo una desviación estándar que represento el 5.81 y un coeficiente de variación de 15.02 %.

La determinación de los resultados en base al método manejo técnico tradicional efectuó que el promedio general fue de 31.32 g, en la moda se repitió seis veces 28, con un límite superior de 39 e inferior de 27, con un rango fue de 12 g. La varianza que se evaluó fue de 10.89. El resultado de la desviación estándar fue de 3.30 y con un coeficiente de variación que fue de 10.54 %.

La determinación de la prueba de T de Student es realizada para verificar los pesos de 1 000 granos mediante el cual declaró un valor altamente significativo de 6.42 el cual altamente significativo para el manejo del software, que influye en su gran parte sobre el rendimiento.

Tabla 9. Promedio de Peso 1 000 granos evaluadas en la variedad INDIA SFL-11

Nº Trat.	Método agricultura precisión	Manejo tecnico tradicional
1	45	28
2	32	29
3	30	30
4	46	29
5	50	28
6	46	30
7	36	37
8	42	35
9	40	33
10	31	28
11	44	32
12	45	39
13	42	33
14	39	28
15	37	30
16	38	32
17	30	36
18	47	36
19	40	31
20	41	28
21	45	34
22	39	29
23	37	32
24	39	36
25	40	35
26	30	32
27	38	30
28	39	28
29	40	27
30	31	31
31	30	27
32	32	30
33	44	27
34	30	35
\bar{x} =	38.68	31.32
Moda =	(5 veces) 30	(6 veces) 28
Límite superior=	50	39
Límite Inferior=	30	27
Rango =	20	12
S²	33.74	10.89
S	5.81	3.30
CV (%)	15.02%	10.54%
		T cal.= 6.42**

** : Altamente Significativo

Elaborado por: El Autor

Se indica que el peso de 1 000 granos es una de las variables principales que nos permite evaluar el rendimiento del cultivo expresado

en kg/ha, consecutivamente otra variable que se destina a ser imprescindible es el número de granos llenos por espiga según el material genético que se tenga en campo. Valero (2015), afirma que la medida de volumen de los granos largos y extra largo son los que especialmente influyen en un peso mayor mediante el cual oscila entre 25 y 35 gramos.

Sánchez (2019), establece que al realizar su prueba de T de Student el cual indica el coeficiente de variación 3.096 % a favor del material genético INDIA SFL-11 que efectuó ser un valor altamente significativo en comparación de la variedad INIA 512 - Santa Clara.

4.2.8 Rendimiento kg/ha

El análisis estadístico que se observa en la Tabla 9, mediante el cual queda evaluado el rendimiento de Kilogramos por hectárea que manifestó sobre el manejo del software SF donde se estableció el promedio general de 6048.68 kg/ha, con una moda de cinco veces 7 000 y un límite superior de 8 764 y con un límite inferior de 3 100, mediante el resultado se efectuó un rango de 5 664. La varianza fue de 2 308 381, insertando una desviación estándar que represento el 1 519.34 con un coeficiente de variación de 25.12 %.

Los resultados sobre el rendimiento de kg/ha que se obtuvieron en el método manejo técnico tradicional se efectuó que el promedio general fue de 4 009.35 en la moda consecutivamente se establece una estimación de tres veces 4 000, con un límite superior 6 500 de e inferior de 2 350, con un rango fue de 4 150 kg/ha. La varianza se estableció 1 348 694. Con una desviación estándar fue de 1 161.33 y con un coeficiente de variación que fue de 28.97 %.

Tabla 10. Promedio de Rendimiento kg/ha evaluadas en la variedad INDIA SFL-11

Nº Trat.	Método agricultura precisión	Manejo tecnico tradicional
1	6500	4930
2	5000	3000
3	7000	2350
4	5500	4670
5	7000	6000
6	4000	4500
7	3250	3478
8	6000	4000
9	6321	4090
10	7134	4550
11	8560	3010
12	3156	4007
13	7544	4580
14	8764	4000
15	6430	5230
16	6000	3000
17	7325	4670
18	7000	4000
19	6400	6500
20	5670	3542
21	4300	3550
22	8750	2378
23	6500	3690
24	7300	2403
25	5670	6400
26	3670	4500
27	7000	3040
28	5321	6500
29	3100	4630
30	4670	3250
31	6300	2890
32	6520	3550
33	7000	3050
34	5000	4380
\bar{x} =	6048.68	4009.35
Moda =	(5 veces) 7000	(3 veces) 4000
Límite superior=	8764	6500
Límite Inferior =	3100	2350
Rango =	5664	4150
S²	2308381	1348694
S	1519.34	1161.33
CV (%)	25.12%	28.97%
		T cal.= 6.22**

****:** Altamente Significativo

Elaborado por: El Autor.

La prueba de T de Student se realizó para los rendimientos de kilogramos por hectárea mediante el cual declaró un valor altamente

significativo de 6.22 el cual beneficia al manejo del Software SF en el material genético INDIA SFL - 11 demostrado en el cantón Santa Lucía.

Se establece que el método del manejo de Software *Smart Fertilizer Management* influye de carácter agronómico dando asistencia técnica sincronizada a los estados fenológicos del cultivo de arroz con el material vegetativo INDIA SFL-11, además se observó en referencia de las tablas de análisis estadístico como son: número de macollos por metro cuadrado, altura de planta, longitud de espiga, número de granos por espiga, entonces mediante a los resultados queda convalidado que es altamente significativo en comparación al manejo técnico tradicional.

4.2.9 Comparación de nutrientes con el manejo de agricultura de precisión vs el manejo técnico tradicional bajo el análisis de suelo.

El manejo de agricultura de precisión con el software *Smart Fertilizer* indica que el estudio del análisis de suelo recomendó el siguiente requerimiento nutricional para el cultivo de arroz

En resumen de la temporada bajo las unidades de fertilizaciones que el software recomendó aplicar Sulfato de cobre al 25 % 1.85 kg/ha, Sulfato de Zinc al 36 % 6.40 kg/ha, Urea 415 kg/ha con 250 g, Mop 400 kg/ha con 360 g, Dap 188 kg/ha con 370 g, Sulfato de manganeso 13 kg/ha con 73 g, Sulfato de magnesio 220 kg/ha con 550 g, Borax 2 kg/ha con 727 g, Sulfato de calcio 92 kg/ha con 917 g.

En el manejo técnico tradicional bajo el estudio del análisis de suelo técnico de campo recomendó que usaran las siguientes fuentes nutricionales para la gramínea.

En la aplicación de los fertilizantes que se emplearon con el técnico recomendó implementar los siguientes elementos Urea 250 kg/ha, Korn kali 100 kg/ha, Mop 150 kg/ha, Sulfato de magnesio 150 kg/ha, Dap 100 kg/ha en todo el ciclo vegetativo del cultivo.

Según Molina (2012), menciona que en la aplicación de diferentes combinaciones de N, P, K y S. El elemento principal en los ensayos fue el N dado que está bien fundamentado que este nutrimento es el más importante en la fertilización del cultivo. Se establecieron 4 dosis de N (0, 80, 120 y 160 kg.ha⁻¹ de N), 3 dosis de P (0, 40 y 80 kg.ha⁻¹ de DAP), 2 de K (0 y 50 kg.ha⁻¹ de MOP), y 2 de S (0 y 20 kg.ha⁻¹). La fertilización base cuando el elemento no fue variable o tratamiento fue de 120 kg.ha⁻¹ de N, 40 kg.ha⁻¹ de DAP, 50 kg.ha⁻¹ de MOP y 20 kg.ha⁻¹ de S. Como fuentes de nutrimentos se utilizó urea, sulfato de amonio, Triple superfosfato, DAP y Sulfato de potasio.

4.2.10 Análisis económico

Se establece el análisis económico de acuerdo a los costos de producciones del método bajo el manejo del software vs el manejo técnico tradicional el cual resulta de las tablas 11 y 12, cuyos ítems representan los gastos realizados en cada unidad experimental de una hectárea, para el análisis se evalúa significativo para el manejo mediante el software SF.

La determinación de los costos de producción en el cultivo de arroz mediante el manejo del software SF, se definen en cinco ítems principales de los siguientes rótulos. El costo de mano de obra se establece con un total de USD 215.00, semillas USD 60.00, fertilizantes USD 533.20, control fitosanitario químico USD 521.50, maquinarias, equipos y material tecnológico el valor de este ítem se estableció en USD 505.00. Con el uso del manejo del software obtuvo un costo de producción USD 1 834.70, mientras que en el método de manejo técnico tradicional su costo de producción total disminuye el valor USD 1 432.00, utilizando el mismo material genético INDIA SFL-11.

Tabla 11. Costo de producción del cultivo de arroz por el método del manejo bajo el software Smart Fertilizer.

COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA BAJO EL MANEJO DEL SOFTWARE SMART FERTILIZER MANAGEMENT EN EL CANTÓN SANTA LUCÍA.				
FECHA: ENERO 2020				
DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL EN DOLARES
COSTOS				
MANO DE OBRA				215.00
Limpieza de Muros y canales	2	Jornal	10	20.00
Arado, fanguado y siembra	3	Jornal	15	45.00
Resiembra	2	Jornal	15	30.00
Aplicación Herbicidas	2	Jornal	15	30.00
Aplicación Insecticidas	2	Jornal	15	30.00
Aplicación Fertilizantes	2	Jornal	15	30.00
Deshierba Manual	2	Jornal	15	30.00
SEMILLA				60.00
INDIA SFL - 11 (Certificada)	1	45 kg	60	60
FERTILIZANTE				533.20
UREA – 46 %	3	50 kg	20.00	60.00
Mezcla específica según el software SF	23.66	50 kg	20.00	473.20
CONTROL FITOSANITARIOS QUÍMICO				521.50
Control de Malezas (Pre-emergente)	2	Litro	25.75	51.50
Control de Malezas (Comp. Arroceros + Verdugo)	1	Litro	13	13.00
Control de Malezas (Desmanche)	1	Litro	57	57.00
Control de Plagas - Foliares + Bioestimulantes	20	Litro	20	400.00
MAQUINARIAS/EQUIPOS/MATERIAL TECNOLÓGICO				505.00
Arada + Rastra + Fanguado	3	Hora	20	60.00
Riego	1	Ha	100	100.00
Cosecha (Cosechadora)	105	90 kg	1.80	189.00
Transporte de Semilla	1	45 kg	1	1.00
Transporte Cosecha (Predio)	105	90 kg	0.50	52.50
Transporte Cosecha (Piladora)	105	90 kg	0.50	52.50
Software de agricultura precisión	1	Ha	50	50.00
TOTAL COSTOS				1 834.70

Elaborado por: El Autor

4.2.11 Comparación del análisis de costo de producción de las tablas 11 y 12 en los métodos establecidos.

Evaluando el análisis económico se deriva que en base a los rendimientos expuestos en las tablas 11 y 12 siendo la misma variedad con sus propias características agronómica se indica que en el método de manejo mediante el software *Smart Fertilizer* se consiguió un total de 210 qq/ha interpretado en (10 500 kg/ha); mientras que en el método del manejo técnico tradicional se obtuvo un total de 168 qq/ha (8 400 kg/ha). El precio por sacas que se estableció en este análisis económico USD 33.00. Se efectuó el análisis económico respectivamente al cultivo de arroz en la variedad de SFL-11, se determina una utilidad USD 1 630.30 mientras que en el método manejo técnico tradicional se logró una utilidad total de USD 1 340.00 dólares. Para determinar de una mejor manera el costo de producción se desglosó con el manejo del software y el manejo técnico tradicional bajo la evaluación sobre los resultados obtenidos de los costos de producción, costo de quintales, utilidades y rendimientos.

- Costo de producción por hectárea

Manejo del software *Smart Fertilizer* USD 1 834.70

Manejo técnico tradicional USD 1 432.00

- Rendimientos bajo los metodos de producción

Manejo del software *Smart Fertilizer* 210 qq/ha (10 500 kg/ha)

Manejo técnico tradicional 168 qq/ha (8400 kg/ha)

- Costo de quintales de arroz

El costo de arroz en cáscara en el mes de Diciembre 2019 fluctuó en USD 33.00 con un peso neto de 90 kilogramos.

- Utilidad de la producción del cultivo de arroz

Manejo del software *Smart Fertilizer*: USD 1 630.30

Manejo técnico tradicional: USD 1 340.00

Tabla 12. Costo de producción del cultivo de arroz por el método del manejo técnico tradicional.

COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTAREA BAJO EL MANEJO TÉCNICO TRADICIONAL EN EL CANTÓN SANTA LUCÍA.				
FECHA: ENERO 2020				
DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL EN DOLARES
COSTOS				
MANO DE OBRA				215.00
Limpieza de Muros y Canales	2	Jornal	10	20.00
Arado, fanguado y siembra	3	Jornal	15	45.00
Resiembra	2	Jornal	15	30.00
Aplicación Herbicidas	2	Jornal	15	30.00
Aplicación Insecticidas	2	Jornal	15	30.00
Aplicación Fertilizantes	2	Jornal	15	30.00
Deshierba Manual	2	Jornal	15	30.00
SEMILLA				60.00
INDIA SFL - 11 (Certificada)	1	45 kg	60	60
FERTILIZANTE				338.00
UREA - 46 %	5	50 kg	20.00	100.00
DAP - MAGNESIO – S/A GR - MOP.	10	50 kg	23.80	238.00
CONTROL FITOSANITARIOS QUÍMICO				421.50
Control de Malezas (Pre-emergente)	2	Litro	25.75	51.50
Control de Malezas (Comp. Arroceros + Verdugo)	1	Litro	13	13.00
Control de Malezas (Desmanche)	1	Litro	57	57.00
Control de Plagas - Foliares + Bioestimulantes	15	Litro	20	300.00
MAQUINARIAS/EQUIPOS/MATERIALES				397.50
Arada + Rastra + Fanguado	3	Hora	20	60.00
Riego	1	Ha	100	100.00
Cosecha (Cosechadora)	84	90 kg	1.80	152.50
Transporte de Semilla	1	45 kg	1	1.00
Transporte Cosecha (Predio)	84	90 kg	0.50	42
Transporte Cosecha (Piladora)	84	90 kg	0.50	42
TOTAL COSTOS				1 432.00

Elaborado por: El Autor

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Conforme a los datos evaluados en ambos metodos estudiados se llega a las siguientes conclusiones.

- Se determinó los requerimientos de fertilización del cultivo bajo el manejo del software Smart fertilizer realizando un análisis de suelo el cual complementó los datos ingresado para obtener una mayor precisión basado en los requerimientos nutricionales que necesitó el cultivo, de esta manera se consiguió un alto rendimiento en comparación del manejo técnico tradicional.
- Durante el proceso de las etapas fenológicas del cultivo bajo el manejo del software observamos que se utiliza para cada ciclo vegetativo una adecuada fertilización que estan compuestas por: (Urea, DAP, MOP, Sulfato de Amonio, Sulfato de Zinc 36 %, Sulfato de Magnesio, Sulfato de Manganeso, Sulfato de Cobre 25 %, Borax, Calcium Chloride), por efecto se obtiene un mejor rendimiento por sus óptimas fertilizaciones balanceadas al 100 % nutricionalmente para todas las etapas fenológicas, lo contrario el productor local normalmente fertiliza empíricamente de la siguiente manera (Urea, MOP, DAP, Sulfato de amonio, Sulfato de Magnesio).
- Se determina los costos de fertilización tradicional vs la fertilización con el manejo del software probado, efectuando este análisis donde se concluye que al momento de usar la fertilización técnica tradicional los costos disminuyen, pero las fertilizaciones no se encuentran balanceadas al 100 % y los rendimientos obtenidos son bajos, en estudio a la fertilización manejo del software se probó que los costos aumentan un 22 %.

5.2 Recomendaciones

En el fundamento expresado se recomienda que:

- Con lo aplicado en las encuestas y realizado el estudio mediante el Software SF el agricultor tenga una nueva opción para fertilizar de una manera adecuada y balanceada.
- El agricultor realice análisis de suelo para que obtenga un mejor conocimiento de sus características agronómicas presente en el suelo.
- El agricultor tenga las posibilidades de aplicar el método tecnológico e incrementar los rendimientos en nuevos materiales genéticos y otros cultivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfonso, R., Pérez, R., Ramírez, E., Rodríguez, S., & Suárez, E. (2001). IACuba 23 e IACuba 24, nuevas variedades de arroz de ciclo medio para bajos insumos de agua y fertilizantes con su agrotécnica de explotación. *Revista Cubana del arroz*, 3(1), 22-26.

AgroGps, (2014) Aplicaciones electrónicas y tecnologías de precisión Disponible en línea: <http://www.agro-gps.com.ar/> Recuperado el 02 de Enero del 2020

Agrotendencia, (2018) El cultivo de arroz Disponible en línea: <https://agrotendencia.tv/agropedia> Recuperado el 11 de Enero del 2020

Agrometal (2010) Agricultura de precisión en Argentina Disponible en línea: <https://www.agrometal.com> Recuperado el 02 de Enero del 2020

Andrade, F., Celi Heran, R., & Hurtado David, J. (9 de Abril de 2012). *INIAP*. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec>

Andrade, F., Quispe, M., Peñafiel, W., Calle, O., y Celi, R. (1994). Nueva variedad de arroz INIAP 12 de alto potencial de rendimiento, precoz, y alta calidad de grano. Guayaquil, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Boliche, Programa Nacional de Arroz. <http://repositorio.iniap.gob.ec>

Andrade, F., Quispe, M., Calle, O., Peñafiel, W., Castro, J., Garcia, B., y otros. (7 de Junio de 2012). *INIAP*. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec>

Arias Granda, O. B. (2017). Determinar los efectos de la aplicación de un fertilizante foliar y una hormona reguladora de crecimiento sobre el comportamiento en la variedad de arroz (*Oryza sativa* L.) INIAP 14

Bongiovanni, R., Mantovani, E., Best, S., & Roel, Á. (2006). *Agricultura de precisión: integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable*. Procisur/IICA.

Bonilla C., (2015). Cosechando los beneficios de la agricultura de precisión en un cultivo de arroz. En línea. Disponible en <http://www.scielo.edu.es> Recuperado el 18 de junio del 2019

Cadillo, Juan; Fraga, Evelyn; Liger, Belén; Llive, Freddy; Ramos, Jesús y Rosero, Gabriel. (2015, Abril). Vulnerabilidad y dependencia internacional de fertilizantes en el Ecuador. Ideas. https://ideas.repec.org/p/cpe/cpewps/2015_04.html

Carreres, X. 1989. Aporta que el arroz (*Oryza Sativa* L), se origina en Sudeste asiático, sobre todo en la india o península Indo china.

Celi, R. (2012). *INIAP*. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec>

Certis, (2016). Plagas y enfermedades más importantes en el cultivo de arroz. Recuperado de <https://www.certiseurope.es>

Díaz, S., Morejón, R., Lucinda, D., & Castro, R. (2015). Evaluación morfoagronómica de cultivares tradicionales de arroz (*Oryza sativa* L.) colectados en fincas de productores de la provincia Pinar del Río. Cultivos Tropicales,

- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Seguimiento del mercado del arroz. [Online]. 2015. Available at:[<http://www.fao.org>
- Fernández-Pastor, F., García-Chamizo, J., Nieto-Hidalgo, M., Mora-Pascual, J., & Mora-Martínez, J. (2016). Developing ubiquitous sensor network platform using internet of things: Application in precision agriculture. *Sensors*, 16(7), 1141.
- Feng, C., Lü, S., Gao, C., Wang, X., Xu, X., Bai, X. & Wu, L. (2015). "Smart" fertilizer with temperature-and pH-responsive behavior via surface-initiated polymerization for controlled release of nutrients. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 3(12), 3157-3166.
- García, E., & Flego, F. (2008). Agricultura de precisión. *Revista Ciencia y Tecnología*. Recuperado de <http://www.palermo.edu>.
- Grist, D. 1982. Arroz. 5ta ed. México. Ed. Continental S.A. 115, 261, 264 pág.
- González Mosquera, M. A. (2016). Evaluación agronómica de dos variedades de arroz *Oryza sativa* con fertilización nitrogenada y dosis de mejoradores orgánicos (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil).
- Guy, S. 2017. En línea Disponible en <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/pre-plant> Recuperado el 25 de Noviembre 2019.

- Haro Bazán, O. J. (2016). Evaluación comparativa en lotes comerciales de dos variedades de arroz, (*Oryza sativa* L.) sembradas en la zona de Mata de Cacao, provincia de Los Ríos
- Herrera Cadena, E. J. (2018). Análisis socio-económico del sector agrícola. Caso de producción de arroz en la provincia del Guayas.
- Hidalgo Lupera, S. E., & Valarezo Varela, C. D. (2017). *Diseño e implementación de un sistema de sensores WSN para agricultura de precisión utilizando DIGIMESH y modo API* (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2017).
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP. (2014). Variedad de arroz INIAP-16, nueva variedad para el agro ecuatoriano. Boletín divulgativo # 79. Estación experimental Litoral Sur. Guayas. 4p.
- INDIA, 2016. Características Agronómicas de la variedad SFL-11 Disponible en: <http://www.pronaca.com/site/principalAgricola.jsp?arb=1099&cdgPad=26 &cdgCat=7&cdgSub=8&cdgPr=753>.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Guayaquil (Ecuador). Estación Experimental Boliche. Programa de Arroz. (1999). Nueva variedad de arroz: INIAP 14 Filipino Mejorado.
- Mantovani, E. C., & Magdalena, C. (2014). Manual de agricultura de precisión. *Embrapa Milho e Sorgo-Livro científico (ALICE)*.
- Méndez, R.M.; Reyes, M. (2009). *Detección de Alternaria padwickii en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.)*. Reunión Anual de la Sociedad Americana de Fitopatología. División Caribe, 48, Ciudad de La

Habana (Cuba), 22-29 Septiembre 2008. Consultado 2 de Agosto 2013. Disponible en línea <http://agris.fao.org/agrissearch>

Merelo, V., & Solbrisa, A. (2018). Análisis De La Productividad Del Sector Arrocero Del Cantón Daule, Provincia Del Guayas. Período 2013-2017 (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Económicas)

Molina, E., & Rodríguez, J. H. (2012). Fertilización con n, p, kys, y curvas de absorción de nutrimentos en arroz var. Cfx 18 en Guanacaste. *Agronomía costarricense*, 36(1), 39-51.

Mosquera, M. (2015). Nutrición del Arroz. Guayaquil, Guayas, Ecuador: www.dspace.espol.edu.ec

Olmos, S. 2006. Apunte de morfología, fenología, ecofisiología, y mejoramiento genético del arroz. Cátedra de Cultivos II. Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE. Corrientes, Argentina. 12, p.

Palacios, E., & Baquero, W. (2 de Julio de 2012). Iniap. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec>

Palacios, E., & Baquero, W. (31 de Julio de 2012). INIAP. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec>

Palma, O. (2011). Determinación del potencial de rendimiento de grano de las variedades de arroz `INIAP 15´, `INIAP 16´, `F - 50´ Y `F - 21´ En presencia del bioestimulante orgánico razormin". Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería agronómica.

- PRONACA. (2013). India: Semillas de arroz. Variedad SFL-11. Recuperado de <http://www.pronacafoodservice.com>
- Román Caicedo, A. H. (2018). Evaluación del efecto del ozono sobre el control de la enfermedad manchado de grano en arroz (*Oryza sativa* L.) en el cantón Santa Lucía, provincia del Guayas.
- Sampedro H., (2017). Propuesta de estudio Agro socioeconómico de la adopción de semilla certificada de arroz en el cantón Yaguachi, Provincia del Guayas. En línea. Disponible en <http://repositorio.ucsg.edu.ec> Recuperado el 30 de mayo del 2019.
- Sánchez Albán, S. B. (2019). Evaluación agronómica de las variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) SFL-011 e INIA 512-Santa Clara en condiciones de riego.
- Smart Fertilizer, (2017) En línea Disponible en <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/pre-plant> Recuperado el 26 de diciembre del 2019.
- Solorzano Ponce, J. F. (2019). *Utilización de micorrizas arbusculares en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.), para tolerancia al estrés hídrico, en condiciones de invernadero* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2019).
- Tyler, M. (2007). Ciencia Ambiental: Desarrollo Sostenible, un enfoque integral. México: Publicaciones Thomson.
- Tocagni, H. 1980. El Arroz. Argentina. Ed. Albatros SRL. 8, 46, 50 Pág.

- Torres Mata, R. A. (2013). Evaluación Agronómica de cinco variedades de Arroz (*Oryza sativa* L) a dos distancias en Siembra Directa bajo el Sistema de Cultivo en Secano en la comunidad de Nushino Ishpingo del cantón Arajuno, provincia de Pastaza (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo)
- Váldez Rodríguez, J. J. (2015). Evaluación Morfo-Agronómica y productiva de ocho variedades de arroz (*Oryza Sativa* L.) en el recinto Los Cerritos, cantón Urdaneta, provincia Los Ríos (Bachelor's thesis, Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería Agronómica).
- Valero Ubierna, C. (2013). Agricultura de precisión: conceptos y situación actual. *Universidad Politécnica de Madrid, España.*
- Valero, J. (2015). Respuesta de cultivares de arroz a la fertilización con hierro y zinc, sobre su concentración en el grano, en la Amazonia ecuatoriana. (Tesis de grado. Universidad Técnica de Babahoyo). Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec>.
- Vergara, G. C. V. (2006). Área Agropecuaria y de recursos naturales renovables (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA)
- Viteri, G. I. V., & Zambrano, C. E. (2016). Comercialización de arroz en Ecuador: Análisis de la evolución de precios en el eslabón productor-consumidor. *Revista Ciencia y Tecnología*, 9(2), 11-17.

ANEXOS

ENCUESTAS PARA AGRICULTORES DE LA ZONA.

NOMBRE: _____

SEXO: _____

EDAD: _____

- 1) ¿Usted maneja su predio con agricultura orgánica o convencional?
A: Agricultura orgánica
B: Agricultura convencional

- 2) ¿Conoce lo que es agricultura de precisión?
A: SI
B: NO

- 3) ¿Cuántas hectáreas usted siembra?

- 4) ¿Usted realiza análisis de Suelo previo a la siembra?
A: SI B: NO

- 5) ¿Utiliza variedades de semillas certificadas?
A: SI B: NO

- 6) ¿Usted aplica fertilizantes edáficos?
A: SI B: NO

- 7) ¿Qué fertilizantes aplica en el ciclo del cultivo?
UREA MOP DAP S/A GR MEZCLAS ESPECIALES

- 8) ¿Cuántas veces aplica fertilizantes en el ciclo del cultivo?
1 2 3 4

- 9) ¿Cuántos sacos de fertilizantes aplica por ciclo?
5 - 10 10 - 15 15 - 20 20 O MÁS

- 10) ¿Cuál es su rendimiento por hectárea?
10 20 30 40 50 60 70 80

Figura 1. Unidad experimental cultivo de arroz (variedad INDIA SFL-11)



Fuente: El Autor

Figura 2. Desarrollo del cultivo de arroz a los 68 días



Fuente: El Autor

Figura 3. Inducción a la etapa fenologica del cultivo de arroz.



Fuente: El Autor

Figura 4. Fertilizante mezcla específica según el manejo software Smart Fertilizer Management.



Fuente: El Autor

Figura 5. Aplicación de fertilizante mezcla específica según el manejo del software *Smart Fertilizer Management*.



Fuente: El Autor

Figura 6. Etapa fenologica de maduración del grano



Fuente: El Autor

Figura 7. Etapa fenologica del arroz a los 92 días.



Fuente: El Autor

Figura 8. Trabajo en campo y recopilación de datos



Fuente: El Autor

Figura 9. Analisis de suelo de la propiedad Horagro S.A

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Telef: 052 791044 suatos@pichilingue.gub.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			PARA USO DEL LABORATORIO		
Nombre :	Horagro S.A		Nombre :	Horagro Agro S.A		Cultivo Actual :	Arroz	
Dirección :			Provincia :	Quevedo		N° Reporte :	5992	
Ciudad :	Santa Lucha		Cantón :	Santa Lucha		Fecha de Muestreo :	17/07/2019	
Teléfono :			Paroquia :			Fecha de Ingreso :	17/07/2019	
Fax :			Ubicación :			Fecha de Salida :	23/07/2019	

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		mg/100ml					ppm						
	Identificación	Area		NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B			
94830	Lote 1		5,9	Ar	RC	54	5	8	0,22	14	6,2	13	3,7	10,8	386	36,0	0,31
94831	Lote 1		5,4	Ar	RC	21	3	0,24	12	3,3	12	4,4	10,5	335	50,9	0,41	

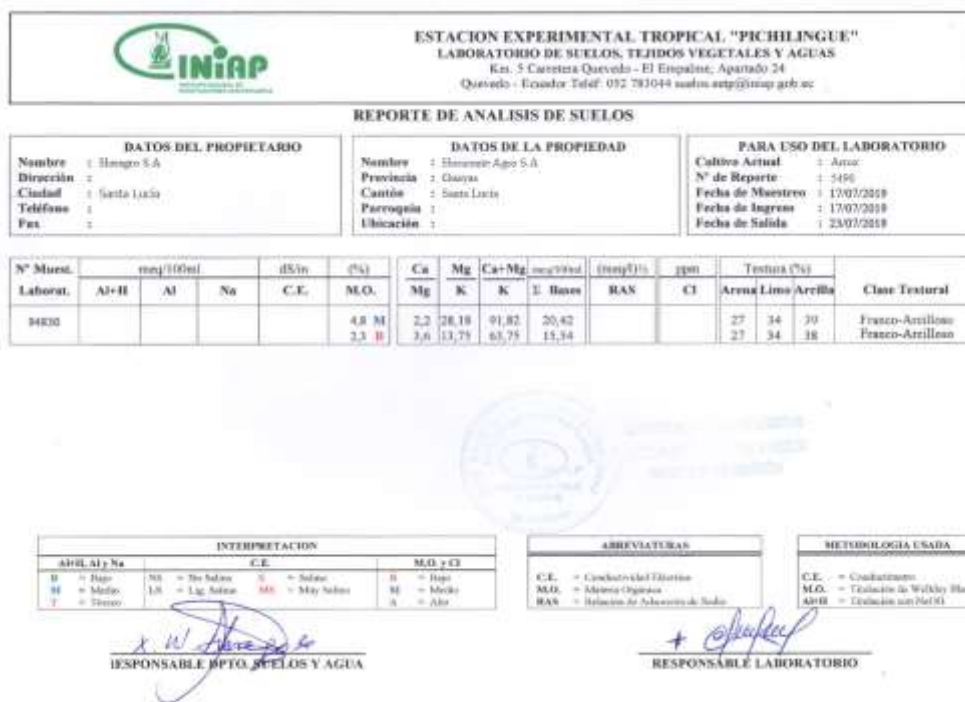
INTERPRETACION				ELEMENTOS de P a B		METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
MAa	= Mbr Acido	LAa	= Lign. Acido	LAa	= Lign. Alkalino	BC	= Resqueo Cal	pH	= Sodio agua (1:1)
Ar	= Acido	PH	= Finc. Hueso	MdJ	= Molde Aluminio	B	= Baga	S,P,B	= Colorimetria
MdCa	= Molde Acido	N	= Nitrato	Al	= Aluminio	M	= Molde	B	= Yodometria
						S	= Alar	K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	= Absorción atómica

RESPONSABLE DE LOS SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

Fuente: El Autor

Figura 10. Analisis de suelo de la propiedad Horagro S.A



Fuente: El Autor

Figura 11. Datos de los productores encuestados.

Nombres	Sexo	Edad
Freddy Moreno	Masculino	42 años
Julio Cordova	Masculino	32 años
Leslie Herrera	Femenino	28 años
Jorge Moreno	Masculino	58 años
Francisco Moreno	Masculino	56 años
Francisco Pluas	Masculino	53 años
George Moreno	Masculino	27 años
Elvis Moreno	Masculino	55 años
Charles Moreno	Masculino	50 años
Pedro Ruiz	Masculino	62 años
Javier Navarrete	Masculino	45 años
Héctor Bueno	Masculino	58 años
Fermin Bajaña	Masculino	48 años
Heitel Lozano	Masculino	45 años
Javico Ronquillo	Masculino	40 años
Pedro Santos	Masculino	60 años
Oscar Santos	Masculino	35 años
Eduardo Barzola	Masculino	50 años
Justo Barzola	Masculino	49 años

Joffre Espinoza	Masculino	25 años
Jimmy Espinoza	Masculino	28 años
Antonio Espinoza	Masculino	35 años
Abundio Espinoza	Masculino	64 años
Klever Bonilla	Masculino	30 años
Verly Bonilla	Masculino	27 años
Darwin Moscoso	Masculino	42 años
Luis Bajaña	Masculino	31 años
Leopoldo Martinez	Masculino	37 años
Martha Sanchez	Femenino	45 años
Obdulia Navarrete	Femenino	40 años
Darwin Briones	Masculino	38 años
Rocio Fuentes	Femenino	29 años
Jerry Macias	Masculino	29 años
Rodrigo Moreira	Masculino	30 años
Cesar Torres	Masculino	43 años
Luigi Castro	Masculino	38 años
Felipe Rodriguez	Masculino	62 años
Christhian Benitez	Masculino	27 años
Jorge Mera	Masculino	38 años
Juan Pilligua	Masculino	42 años
Jose Cabrera	Masculino	35 años
Demetrio Constante	Masculino	60 años



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Jerryn Shuang Ruiz Hagó**, con C.C: # **0922623194** autor/a del trabajo de titulación: **Evaluación del uso de metodologías de agricultura de precisión mediante el Software SF en el cultivo del arroz, en el cantón Santa Lucía** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **5 de marzo de 2020**

f. _____
Ruiz Hagó Jerryn Shuang
C.C: **0994969168**



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Evaluación del uso de metodologías de agricultura de precisión mediante el <i>Software SF</i> en el cultivo del arroz en el cantón Santa Lucía		
AUTOR(ES)	JERRYN SHUANG RUIZ HAGÓ		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Triana Tomala Angel, M.Sc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Agropecuaria		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Agropecuario		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	05 de Marzo de 2020	No. DE PÁGINAS:	86
ÁREAS TEMÁTICAS:	Software, Análisis económico, Convencional		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Software <i>Smart Fertilizer</i> – Material vegetativo – Rendimiento – Fertilización - precisión – Análisis.		
RESUMEN/ABSTRACT			
<p>En el presente trabajo de investigación se efectuó en el verano del año 2019 bajo los requerimientos nutricionales del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) se desarrolló con el material genético de India SFL - 11 el cual se concretó dos tipos de métodos experimentales de agricultura: bajo el manejo técnico tradicional y el manejo del software <i>Smart Fertilizer</i> en el Cantón Santa Lucía. En base al estudio realizado los objetivos planteados fueron: Determinar las fertilizaciones bajo los requerimientos del cultivo en la unidad experimental, comparar las recomendaciones nutricionales del Software con el manejo técnico tradicional del cultivo de los agricultores locales y realizar un análisis de los costos de fertilización en base al manejo técnico del productor vs la fertilización que demanda el software probado. Las variables que se estimaron son: número de macollo/m², altura de planta, longitud de espiga (cm), número de grano por espiga (%), grano vano por espiga (%), grano manchado por espiga (%), peso de 1 000 granos, rendimiento kg/ha. Conforme a los resultados indican que en el número de macollo/m² se apreció un mejor macollo en el manejo del software, en la altura de planta consecutivamente se aclaró que el mayor crecimiento se da bajo el método tecnológico de precisión, en número de grano/espiga, peso de 1 000 granos y rendimientos de kilogramos por hectárea fueron resultados altamente significativos bajo el manejo del software en comparación del método convencional utilizando el mismo material genético. En base a lo evaluado sobre el análisis económico se concretó que en las unidades experimentales de una hectárea estudiadas se afirma que como utilidad de producción del cultivo bajo el método sobre el manejo del software <i>Smart Fertilizer</i> fue de USD \$ 1 630.30; por consiguiente en el manejo técnico tradicional se logró un valor estimado de USD \$ 1 340.00.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-9-94969168	E-mail: Shuangdenmi@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Noelia Caicedo Coello.		
	Teléfono: +593-9-87361675		
	E-mail: noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			