

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**



**SUSTENTABILIDAD DE FINCAS PRODUCTORAS DE ARROZ BAJO  
RIEGO EN EL CANTÓN BABAHOYO, ECUADOR**

**Presentada por:**

**DALTON LEONARDO CADENA PIEDRAHITA**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR  
*DOCTORIS PHILOSOPHIAE* EN AGRICULTURA  
SUSTENTABLE**

**Lima – Perú**

**2021**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**SUSTENTABILIDAD DE FINCAS PRODUCTORAS DE ARROZ BAJO  
RIEGO EN EL CANTÓN BABAHOYO, ECUADOR**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR**

*Doctoris Philosophiae (Ph.D.)*

**Presentada por:**

**DALTON LEONARDO CADENA PIEDRAHITA**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Dr. Alberto Julca Otiniano  
**PRESIDENTE**

Ph. D. Salomón Helfgott Lerner  
**ASESOR**

Ph. D. Hugo Soplín Villacorta  
**MIEMBRO**

Dr. Oscar Loli Figueroa  
**MIEMBRO**

Ph.D. Carolina Esther Cedano Saavedra  
**MIEMBRO EXTERNO**

*Con infinito amor, dedico el presente trabajo de investigación a mi hija Dalina Valeria y mi madre Zoila Nícida.*

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento a Dios todopoderoso, mi hija Dalina Valeria Cadena Jiménez, mis padres Zoila Piedrahita Soto y Luis Cadena Santillán, mi AB positivo Andrea Doria, mi hermana Luisana Cadena Piedrahita, mi tía Rocío Piedrahita Soto, mis abuelitas Delia Soto y Olinda Santillán, mis primos Daybelis Cervantes Piedrahita, Juan Hervas Yépez, sobrinas Camila Hervas Cervantes, Doménica Montecé Cadena, mi cuñado Franklin Montecé Mosquera, gracias infinitas querida familia, por el amor que me brindan día a día y que es el motor que me impulsa para avanzar en la vida.

A la Universidad Nacional Agraria La Molina y su representante en calidad de Rector el Dr. Américo Guevara Pérez, a la Lic. Luz María Aguilar Benavente y demás personas que laboran en la Escuela de Posgrado.

Al coordinador del Programa de Doctorado en Agricultura Sustentable, Dr. Alberto Julca Otiniano, al personal docente, a quienes conforman el personal de apoyo, Marcial Enciso, Rebeca Ordoñez y Bertha Paullo.

Mi profundo agradecimiento al Dr. Salomón Helfgott Lerner, por su incondicional apoyo y permanente aporte de conocimientos y experiencias durante su patrocinio para el desarrollo del presente trabajo de investigación, a su asistente por la colaboración brindada, Eco. Delia Aguilar Benavente.

Al Dr. Hugo Soplín Villacorta, Dra. Carolina Cedano Saavedra y Dr. Oscar Loli Figueroa, mi agradecimiento por las observaciones y aportes al trabajo de investigación.

A mi ex profesor y amigo PhD. Otto Ordeñana Burnham, quien es mi referente en temas de investigación y educación superior agropecuaria, Lic. Adela Veloz Paredes y Msc. Luis Sánchez Jaime, mi agradecimiento imperecedero por su colaboración.

# ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1. Aspectos socioeconómicos del cultivo de arroz.....	3
2.2. Morfofisiología de la planta de arroz .....	4
2.3. Aspectos generales de las malezas .....	5
2.4. Malezas en el cultivo de arroz.....	7
2.5. Control químico de malezas en el cultivo de arroz .....	7
2.6. Sostenibilidad.....	10
2.7. Agricultura sostenible .....	12
2.8. Sistemas de producción del cultivo de arroz .....	13
2.9. Indicadores de sostenibilidad .....	14
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>16</b>
3.1. Ubicación geográfica.....	16
3.2. Metodología .....	16
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>26</b>
4.1. Caracterización de fincas productoras de arroz bajo riego en el cantón Babahoyo, Ecuador.....	26
4.2. Tipificación de fincas arroceras en el cantón Babahoyo, Ecuador .....	41
4.3. Descripción de los sistemas de producción de arroz bajo riego en el cantón Babahoyo, Ecuador.....	43
4.4. Evaluación de la eficacia de herbicidas en el sistema de producción de arroz bajo riego en el cantón Babahoyo, Ecuador.....	46
4.5. Evaluación de la sustentabilidad de las fincas productoras de arroz bajo riego en el cantón Babahoyo, Ecuador.....	50
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	<b>68</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>69</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>70</b>
<b>VIII. ANEXOS</b> .....	<b>83</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características de la variedad de arroz INDIA SFL 11. ....	20
<b>Tabla 2.</b> Tratamientos de control de malezas en arroz bajo riego. Babahoyo, Ecuador, 2018.....	20
<b>Tabla 3.</b> Escala para evaluación de control de malezas.....	21
<b>Tabla 4.</b> Escala para evaluación de toxicidad de herbicidas.....	22
<b>Tabla 5 .</b> Indicadores de sustentabilidad de sistemas de producción de arroz.....	25
<b>Tabla 6.</b> Resultados de la estadística entre clústeres (k = 3). ....	42
<b>Tabla 7.</b> Población de malezas en fincas productoras de arroz bajo riego, cantón Babahoyo, Ecuador.....	46
<b>Tabla 8.</b> Porcentaje de control de malezas a los 20 y 40 días después de aplicados los tratamientos en arroz de riego. Babahoyo, Ecuador, 2019. ....	47
<b>Tabla 9.</b> Altura de planta, número de macollos y panículas por m <sup>2</sup> . ....	48
<b>Tabla 10.</b> Rendimiento y beneficio neto de arroz bajo riego con ocho tratamientos de control de malezas, Babahoyo, Ecuador, 2019. ....	49
<b>Tabla 11.</b> Indicador Económico (IE) .....	60
<b>Tabla 12.</b> Indicador Ecológico (IA).....	61
<b>Tabla 13.</b> Indicador Sociocultural (ISC).....	62
<b>Tabla 14.</b> Índice de Sustentabilidad General .....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del área experimental. ....	16
<b>Figura 2.</b> Conformación del núcleo familiar. ....	26
<b>Figura 3.</b> Resultados de porcentaje de género de los encuestados. ....	27
<b>Figura 4.</b> Rangos etarios de los productores encuestados. ....	27
<b>Figura 5.</b> Porcentajes de nivel de educación de los encuestados. ....	28
<b>Figura 6.</b> Porcentajes de asociatividad de los encuestados. ....	28
<b>Figura 7.</b> Porcentaje de acceso a servicios básicos. ....	29
<b>Figura 8.</b> Tipos de vivienda. ....	29
<b>Figura 9.</b> Porcentaje de encuestados con acceso a salud pública – privada. ....	30
<b>Figura 10.</b> Capacitaciones. ....	31
<b>Figura 11.</b> Porcentaje de satisfacción de la actividad que realiza. ....	31
<b>Figura 12.</b> Porcentaje de ingresos de los agricultores. ....	32
<b>Figura 13.</b> Porcentaje de desglose de ingresos por actividad. ....	33
<b>Figura 14.</b> Porcentajes por tipo de siembra. ....	33
<b>Figura 15.</b> Porcentaje de agricultores con acceso a crédito. ....	34
<b>Figura 16.</b> Superficie de área sembrada. ....	34
<b>Figura 17.</b> Uso de semilla. ....	35
<b>Figura 18.</b> Uso de la producción. ....	36
<b>Figura 19.</b> Número de siembras en el año. ....	36
<b>Figura 20.</b> Tenencia de tierra. ....	37
<b>Figura 21.</b> Producción promedio de los encuestados (n = 104). ....	37
<b>Figura 22.</b> Verificación de la calidad. ....	38
<b>Figura 23.</b> Venta de la producción. ....	38
<b>Figura 24.</b> Porcentaje de número de aplicaciones por ciclo de cultivo. ....	39
<b>Figura 25.</b> Métodos de control de malezas. ....	40
<b>Figura 26.</b> Porcentaje de productores que realizan manejo de cobertura vegetal. ....	40
<b>Figura 27.</b> Rotación de cultivos. ....	41
<b>Figura 28.</b> Número de clústers según el método aglomerativo. ....	41
<b>Figura 29.</b> Número máximo de clústeres usando el método de la silueta. ....	42
<b>Figura 30.</b> Dendrograma de los sistemas de producción de arroz bajo riego. Babahoyo, Ecuador, 2019. ....	43

<b>Figura 31.</b> Mapa de calor de los tipos de agricultores, basado en la matriz de distancia euclidiana de los resultados de las encuestas.....	45
<b>Figura 32.</b> Diversificación de la producción .....	51
<b>Figura 33.</b> Superficie para autoconsumo .....	51
<b>Figura 34.</b> Vías de comercialización .....	52
<b>Figura 35.</b> Productividad .....	52
<b>Figura 36.</b> Cobertura vegetal .....	53
<b>Figura 37.</b> Rotación de cultivos.....	53
<b>Figura 38.</b> Métodos de fertilización.....	54
<b>Figura 39.</b> Aplicación de fertilizantes .....	55
<b>Figura 40.</b> Aplicación de agroquímicos.....	55
<b>Figura 41.</b> Vivienda.....	56
<b>Figura 42.</b> Acceso a la educación .....	56
<b>Figura 43.</b> Acceso a salud.....	57
<b>Figura 44.</b> Servicios básicos .....	57
<b>Figura 45.</b> Actualizaciones y mejoras .....	58
<b>Figura 46.</b> Acceso a insumos.....	58
<b>Figura 47.</b> Indicador Económico (KI) .....	59
<b>Figura 48.</b> Diagramas de caja del indicador Económico (KI) dividido por recintos. Las cajas representan valores entre los percentiles 25 y 75.. .....	60
<b>Figura 49.</b> Indicador Ecológico (EI).....	61
<b>Figura 50.</b> Diagramas de caja del indicador Ecológico (EI) dividido por recintos. Las cajas representan valores entre los percentiles 25 y 75.. .....	62
<b>Figura 51.</b> Indicador Sociocultural (ISC) .....	63
<b>Figura 52.</b> Diagramas de caja del indicador Socio Cultural (SCI) dividido por recintos. Las cajas representan valores entre los percentiles 25 y 75.. .....	63
<b>Figura 53.</b> Índice de Sustentabilidad General.....	65
<b>Figura 54.</b> Diagramas de caja del Índice de Sustentabilidad General (GSI) dividido por recintos. Las cajas representan valores entre los percentiles 25 y 75. ....	65
<b>Figura 55.</b> Diagramas de caja del resumen de todos los indicadores. Las cajas representan valores entre los percentiles 25 y 75.....	66



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Encuesta de caracterización .....	83
---	----

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el sector de CEDEGE, cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos, Ecuador, involucrando tres etapas. En la primera etapa se realizó la caracterización de las fincas con un sistema de producción de arroz bajo riego, seleccionando una población de 5133 UPAs (Unidades de Producción Agropecuaria), de la que se extrajo una muestra significativa de  $n = 104$  para ejecutar la encuesta al productor, la cual incluyó aspectos técnicos, económicos productivos, ecológicos ambientales y socio culturales. En la segunda etapa se realizó la evaluación de la eficacia de herbicidas en el sistema de producción de arroz bajo riego, usando como material de siembra la variedad INDIA SFL 11; este trabajo experimental contó con 8 tratamientos y 4 repeticiones de mezclas de herbicidas en preemergencia y postemergencia, dispuestos en modelo Experimental de Bloques Completamente al Azar, evaluando y comparando las medias de los tratamientos, mediante la prueba de Tukey al 95 % de probabilidades. En la tercera y última etapa, se establecieron los valores de los indicadores ambientales, económicos y sociales, que determinaron los niveles de sustentabilidad en el sistema de producción de arroz bajo riego, identificando para el aspecto económico tres indicadores y ocho subindicadores; para la sustentabilidad ambiental cuatro indicadores y diez subindicadores y para la dimensión social cinco indicadores con seis subindicadores. De los resultados se puede verificar que las fincas arroceras de la zona de Babahoyo se agrupan en porcentaje similar en sistemas de producción: 38 % desarrollado (spd), 32 % medianamente desarrollado (spmd) y 30 % producción básica (spb). La selectividad y mejor control de malezas a los 20 y 40 días se obtuvo con la combinación de la mezcla pre emergente clomazone + bentiocarbo ( $0,85 + 4,0 \text{ l ha}^{-1}$ ) con la post emergente bispiribac sodium + picloram + 2,4 d amina ( $0,4 + 0,7 \text{ l ha}^{-1}$ ) y el mayor beneficio neto con \$ 341,80, se registró con la mezcla de clomazone + butaclor ( $0,850 + 1,4 \text{ l ha}^{-1}$ ) y propanil + picloram + 2,4-D amina ( $2,3 + 0,4 \text{ l ha}^{-1}$ ). Referente a la sustentabilidad, en la dimensión económica se identificó dificultades en la comercialización y fuentes de financiamiento. La dimensión ecológica mostró que los productores arroceros aplican gran cantidad de plaguicidas, no hay diversificación de la producción y la interferencia de las malezas es la principal problemática fitosanitaria en el cultivo, constituyéndose la producción de arroz bajo riego en la zona de Babahoyo como no sustentable con un valor de 1,76.

**Palabras clave:** Productividad, sustentabilidad, caracterización, indicadores, encuesta.

## ABSTRACT

This research was carried out in the CEDEGE zone, Babahoyo, province Los Ríos, Ecuador, involving three stages. In the first, the characterization of farms that used an irrigated rice production system was carried out, selecting a population of 5133 Apus (agricultural production units), from which a significant sample of  $n = 104$  was extracted, to carry out the survey to the producer, which included technical, economic, productive, ecological, environmental and socio-cultural aspects. In the second stage, the evaluation of the efficacy of herbicides in the irrigated rice production system was carried out, using the INDIA SFL 11 variety as planting material. This experimental work had 8 treatments and 4 repetitions of herbicide mixtures in pre-emergence and post-emergence, arranged in an Experimental Model of Randomized Complete Blocks, evaluating and comparing the treatment means, by using the Tukey test at 95 % probability. In the third and final stage, the values of the environmental, economic and social indicators were established, which determined the levels of sustainability of the irrigated rice production system, identifying three indicators and eight sub-indicators for the economic aspect; for environmental sustainability four indicators and ten sub-indicators and for the social dimension five indicators with six sub-indicators. From the results it can be verified that the rice farms in the Babahoyo area are grouped in similar percentages in production systems: 38% developed (spd), 32% moderately developed (spmd) and 30% basic production (spb). The selectivity and best weed control at 20 and 40 days was reported by the combination of the pre-emergent mixture clomazone + benthocarb ( $0.85 + 4.0 \text{ l ha}^{-1}$ ) with the post-emergent bispyribac sodium + picloram + 2, 4-D amine ( $0.4 + 0.7 \text{ l ha}^{-1}$ ) and the highest net benefit with \$ 341.80, was recorded with the mixture of clomazone + butachlor ( $0.850 + 1.4 \text{ l ha}^{-1}$ ) and propanil + picloram + 2.4-D amine ( $2.3 + 0.4 \text{ l ha}^{-1}$ ). Regarding sustainability in the economic dimension, difficulties in marketing and sources of financing were identified. The ecological dimension showed that rice producers apply a large amount of pesticides, there is no diversification of production and weed interference is the main phytosanitary problem in the crop, making irrigated rice production in the Babahoyo area unsustainable with a value of 1.76.

**Keywords:** Productivity, sustainability, characterization, indicators, survey.

## I. INTRODUCCIÓN

La producción de arroz (*Oryza sativa* L.) tiene gran dinamismo e importancia económica a nivel mundial, ya que aporta aproximadamente el 20 % de energía y el 15 % de proteínas en la alimentación humana (SOSBAI 2018).

Sobre esta gramínea, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), indica que en el año 2017 se produjo 756 millones de toneladas (t) de arroz paddy, equivalentes a 502,2 millones de t de arroz elaborado. América Latina y el Caribe presentaron las condiciones edafoclimáticas favorables, permitiendo un mejor desempeño en la productividad de los cultivos (FAO 2018, SOSBAI 2018).

En Ecuador, la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), revela que el arroz es el tercer producto con mayor superficie entre los cultivos transitorios, alcanzando el 15,34 % del total de área sembrada, destacándose las provincias de Guayas con 63,85 % y Los Ríos con 28,19 %, las provincias de Manabí, El Oro y Loja presentan menor área cultivada (INEC 2014). El rendimiento promedio nacional de arroz es de 4,16 t/ha, alcanzando la mayor productividad la provincia de Loja con 8,7 t/ha, mientras que la provincia de Los Ríos reportó una producción media de 3,46 t/ha (Castro 2016).

El cultivo de arroz es una de las actividades agrícolas que comúnmente presenta mayor número de problemas, los cuales en su dinámica de producción se manifiestan en efectos negativos económicos productivos (desarrollo y crecimiento, tamaño de área, sistema de producción, eficiencia de las labores, mantenimiento de la productividad, rentabilidad y competitividad), ecológicos ambientales (integridad, capacidad de carga, preservación de la biodiversidad y los recursos naturales) y socio culturales (equidad, empoderamiento, accesibilidad, participación de los cultivadores y mejoramiento de la comunidad) (Embrapa 2008).

En lo referente al aspecto fitosanitario, se destaca la incidencia de malezas las cuales causan mermas en los rendimientos por efectos directos de la competencia por agua, luz y nutrientes y la alelopatía, generando un desequilibrio fisiológico que da lugar a pérdidas en producción y productividad; por tal motivo, es importante la planificación de las labores culturales especialmente del control de malezas (Radosevich *et al.* 2007; Fleck *et al.* 2008).

Una estrategia efectiva de manejo eficiente de las malezas a largo plazo está basada en la aplicación práctica del concepto ecológico de la máxima diversificación del disturbio, lo que significa rotar cultivos y mejorar las prácticas culturales, tanto como sea posible dentro de un agroecosistema (Liebman y Davis 2000).

En suma, la sustentabilidad en los agroecosistemas, especialmente arroceros, es un desafío en el campo de la investigación agrícola, particularmente en búsqueda de mejorar la eficiencia en el uso de insumos que influyen en la productividad, tales como el agua, fertilizantes y plaguicidas (Peng *et al.* 2015). En ello, el uso racional de herbicidas es una necesidad para sostener sistemas de producción más eficientes, manteniendo el equilibrio ambiental.

Ante lo expuesto, el objetivo de la presente investigación fue: Analizar la sustentabilidad de fincas productoras de arroz bajo riego, en el cantón Babahoyo, Ecuador. Asimismo, los objetivos específicos de este estudio fueron:

- Caracterizar las fincas productoras de arroz bajo riego, en el cantón Babahoyo, Ecuador.
- Evaluar la eficacia de las aplicaciones herbicidas en las fincas productoras de arroz bajo riego, en el cantón Babahoyo, Ecuador.
- Evaluar la sustentabilidad de las fincas productoras de arroz bajo riego, en el cantón Babahoyo, Ecuador.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DEL CULTIVO DE ARROZ**

El arroz se considera uno de los cultivos más antiguos a nivel mundial. No se tiene exactitud de la época en que el hombre inicio su propagación, pero se ha encontrado en China residuos de unos 8 000 años de antigüedad, expandiéndose por toda Asia 3 000 años aC. y durante el último milenio de forma paulatina en los otros continentes (Acevedo *et al.* 2006).

El arroz constituye uno de los cereales básicos en la dieta humana, representando aproximadamente el 20 % de la ingestión mundial de energía y 15 % del aporte de proteína. En los países pobres del Asia, el consumo de arroz corresponde a más de la mitad del aporte energético y proteico de esas poblaciones (SOSBAI *et al.* 2009).

El cultivo de arroz es el alimento básico de más del 50 % de la población mundial y es un cereal consumido por la población de alto y bajo poder adquisitivo. Su costo es relativamente menor a otros cereales y contribuye con un 20 % de calorías, cumpliendo un papel estratégico en la seguridad alimentaria de la población mundial (SOSBAI 2018).

El arroz es uno de los cereales más cultivados en el mundo, teniendo una superficie aproximada de 161 millones de hectáreas (ha), de las cuales se reporta una producción de 756,5 millones de t de arroz paddy. En Ecuador, el área cultivada de arroz en el 2018 fue 292 776,64 ha, de las cuales se obtuvo una producción de 1,1 millón de t de arroz paddy. Sin embargo, en el 2019 se registró una superficie de 257 273 ha, reportándose una producción de 895 400 t., 60 % menor que el año anterior (Márquez 2020).

El arroz es considerado el producto principal de la canasta básica de los hogares ecuatorianos; en su estructura productiva la mayor parte de las UPAs están conformadas por pequeños productores. La producción se destina al consumo interno (96 %), dejando muy poco (4 %) para exportación (Márquez 2020).

## **2.2. MORFOFISIOLOGÍA DE LA PLANTA DE ARROZ**

El desarrollo de la planta de arroz se divide en dos etapas: a. fase vegetativa, con los estadios germinación, plántula y macollamiento; b. fase reproductiva, que comprende el inicio del primordio floral y la emergencia de la panoja a madurez (Olmos 2007). Sus caracteres botánicos morfo-anatómicos y fisiológicos son:

### **a. Raíz**

Cuando el arroz germina en un suelo bien drenado, la coleorriza emerge primero; si por lo contrario germina en tierras bajas sumergidas, el coleóptilo o primer talluelo emerge por delante de la coleorriza. La raíz embrionaria primaria o radícula, junto con otras seminales que son muy pequeñas y originadas de ella, salen a través de la coleorriza, poco después mueren y son reemplazadas por dos o más raíces secundarias producidas a partir de la base o corona subterránea y superficiales o adventicias. Éstas también se dan en los nudos principalmente basales de cada culmo o falso tallo, como a su vez todas desarrollan numerosas raíces laterales (Degiovanni *et al.* 2010).

### **b. Tallo y Macollos**

El arroz forma múltiples tallos cilíndricos, un principal, otros primarios, secundarios terciarios o también llamados macollos. La cantidad de tallos dependerá del genotipo y condiciones ambientales, siendo cada tallo constituido por varios nudos y entrenudos que se forman y extienden durante la etapa vegetativa. Los entrenudos son huecos, de grosor y longitud variables, más cortos y gruesos los basales con paredes que se van endureciendo a medida que avanza su desarrollo fisiológico. Cada nudo superior consta de una hoja, en cuya axila se ubica una yema, la cual puede producir un vástago o macollo (Torró 2010).

El tallo principal en primera instancia es corto y se denomina mesocótilo. Éste se genera de la corona de la planta en su parte subterránea y por su interior emerge el primer tallo verdadero de nombre coleóptilo en sus inicios, teniendo la plántula una hoja. A su vez, el primer macollo se desarrolla cuando la plántula tiene cuatro a cinco hojas, esto es, entre los 12 a 15 días después de la emergencia. Los macollos pueden crecer en forma independientes porque producen su propio sistema radicular (Torró 2010; SOSBAI 2018).

### **c. Hojas**

Son envainadoras, con el limbo lineal largo y plano. Se encuentran distribuidas de forma alterna a lo largo del tallo principal y macollos. La hoja debajo de la panícula se conoce como hoja bandera; en el punto de unión de la vaina y el limbo se sitúa la lígula y aurículas. La lígula es una membrana que mide 1,50 cm de largo, mientras que la aurícula mide alrededor de 3 cm, aproximadamente (INIAP 2018).

### **d. Flores**

Son estructuras hermafroditas de color verde blanquecino. No presenta cáliz y corola pero posee un perianto reducido de estructura transparente, además del órgano masculino y femenino. El órgano masculino llamado androceo, comprende 6 anteras, las cuales contienen los granos de polen. El órgano femenino o gineceo, consiste en un ovario con un óvulo y dos estigmas plumosos, generalmente con coloración de blanco a violeta (Fonseca *et al.* 2008).

### **e. Grano**

Es el ovario maduro constituido por la cascara, formada por la lema y palea con sus partes asociadas (lemas estériles, raquilla y arista). En el interior del grano se ubica el pericarpio, de consistencia fibrosa y espesor variado, formado por la cutícula, mesocarpio y una capa de células estructuradas, contiene el embrión y el endospermo que constituye gran parte del grano (Fonseca *et al.* 2008; SOSBAI 2018).

## **2.3. ASPECTOS GENERALES DE LAS MALEZAS**

Independientemente de las características biológicas de cada especie y familia botánica, para su mejor manejo las malezas se clasifican desde diferentes puntos de vista.

### **a. Por su ciclo de vida**

Esta clasificación es la de mayor uso práctico desde el punto de vista del control planificado de malezas. Según este criterio pueden ser anuales, bianuales, perennes (Helfgott 2018; Ordeñana 2012):

- **Anuales**

Plantas que viven durante un período no mayor de un año, produce abundante número de semillas, después de lo cual mueren. Se reproducen por semillas, habiendo especies de malezas que tiene un ciclo de vida muy corto y que son multivoltíneas (cumplen varios ciclos) en un año, mientras que otras hacen sólo uno al año (univoltíneas).



- **Bianuales**

Plantas que viven sobre los dos años, el primero es de desarrollo vegetativo y el segundo reproductivo. No existen muchas especies consideradas malezas de esta clasificación.

- **Perennes**

Malezas que su ciclo de vida dura más de dos años. Pueden producir semillas en varias generaciones para perpetuar la especie y además se pueden reproducir a través de órganos vegetativos como rizomas, estolones, bulbos, esquejes, etc. Esta clasificación agrupa a las plantas malezas de más difícil control y que causan graves daños como son algunas ciperáceas, poáceas o gramíneas y varias leñosas arbustivas de otras familias.

#### **b. Por su morfología**

Esta clasificación agrupa a las malezas por la morfología de sus hojas, las monocotiledóneas, de hojas angostas y las dicotiledóneas, de hojas anchas (Magno *et al.* 2011).

- **Especies de hojas angostas**

Son aquellas de hojas alargadas, ubicándose las familias de malezas, cyperáceas y poáceas. Presentan un sistema radical fasciculado, muy eficiente en el uso de los recursos que le brinda el suelo, con tallo no ramificado y hojas envainadoras. Crecen oblicuas con respecto al suelo y protegen todos los puntos de crecimiento de la planta (tejidos meristemáticos), por lo que son poco vulnerables a las aplicaciones de herbicidas.

- **Especies de hojas anchas**

Las dicotiledóneas son aquellas con hojas de aproximadamente igual largo que ancho, son más fáciles de controlar que las de hojas estrechas por diferentes métodos salvo algunas excepciones. Su sistema radical es pivotante, tallo ramificado, con puntos meristemáticos axilares y terminales no protegidos por las hojas, permitiendo una mayor vulnerabilidad frente a las aplicaciones de los herbicidas.

## **2.4. MALEZAS EN EL CULTIVO DE ARROZ**

Uno de los factores que limitan la productividad en la producción de arroz bajo condiciones de riego son las malezas, las mismas que compiten por los recursos luz, agua, nutrientes, espacio físico y CO<sub>2</sub>. Consecuentemente, esta interferencia altera de manera negativa la morfofisiología de la planta de arroz (Radosevich *et al.* 2007, Fleck *et al.* 2008).

Sin embargo, la incidencia de malezas en áreas dedicadas a la producción de arroz es un problema generalizado a nivel mundial; por tanto, la implementación de prácticas de manejo integrado permite obtener controles eficaces y ambientalmente amigables (Meneses *et al.* 2015).

Por otro lado, la identificación de malezas es necesaria ya que cada especie presenta su potencial de establecerse en el área de producción y su agresividad puede interferir de forma diferenciada en el cultivo de arroz. Además, la identificación de malezas y el conocimiento de su fenología contribuyen para que el manejo sea más eficiente ya que para el uso de herbicidas esta información permite seleccionar el principio activo, la dosis correcta y la época de aplicación para un manejo adecuado de plantas dañinas (Cruz *et al.* 2010).

Respecto a los métodos de control de malezas, el control químico es uno de los más usados debido a ciertas ventajas debido a su fácil uso, rapidez y eficiencia (SOSBAI 2018). Los principios activos deben ser seleccionados conforme su disponibilidad en el mercado, costo, selectividad, debiendo ser empleados de acuerdo a las especies y estado de desarrollo de las malezas predominantes y época oportuna (Medeiros *et al.* 2011).

## **2.5. CONTROL QUÍMICO DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE ARROZ**

Entre los herbicidas más empleados en el cultivo de arroz se destacan:

### **a. clomazone**

Este herbicida pertenece al grupo químico de las isoxazolidinonas y actúa indirectamente en el proceso fotosintético, inhibiendo la enzima deoxixilulose fosfato sintase (DXP sintase), responsable de la síntesis de isoterpenoides, precursores básicos de los carotenoides, los cuales poseen la función de protección de la clorofila a la foto oxidación (Guo *et al.* 2019).

El síntoma visual característico de plantas sensibles al principio activo es la pérdida de color verde, alcanzando una coloración blanca. Una de las principales formas de evaluar la selectividad o tolerancia es a través de síntomas de fitotoxicidad (Shaner 2014).

La eficacia del clomazone es influenciada por el contenido de materia orgánica y textura del suelo, su persistencia decrece a mayor contenido de arena. Por otro lado, la degradación de este herbicida es acelerada en suelo bajo condiciones anóxicas. En suelos aeróbicos, la persistencia del clomazone supera los 90 días, mientras que en suelos anaeróbicos es de alrededor de 5 días (Santos *et al.* 2008), pudiendo llegar hasta 13 días, aproximadamente (EPA 2007).

#### **b. butachlor**

Herbicida selectivo con modo de acción sistémico, absorbido por el sistema radicular y puntos de crecimiento, proporcionando mayor concentración en las partes vegetativas que en las reproductivas. El mecanismo de acción de este ingrediente activo consiste en bloquear la síntesis de proteínas (Rao *et al.* 2015).

Se puede aplicar en pre emergencia o en post emergencia temprana y tiene efecto control sobre malezas gramíneas, ciperáceas y algunas malezas dicotiledóneas (ADAMA 2014).

#### **c. pendimetalin**

Es un herbicida selectivo que se usa para controlar poblaciones de malezas monocotiledóneas y dicotiledóneas en áreas de cultivos comerciales y ornamentales. Las formulaciones incluyen líquido, sólido, granulado y concentrado emulsionable (Singh *et al.* 2016; United State Environmental Protection Agency 2001). Este ingrediente activo es inmóvil y su persistencia depende de la humedad del suelo. La persistencia disminuye con el aumento de la temperatura, humedad del suelo y la disminución de la materia orgánica del suelo (United States Environmental Protection Agency 2001).

#### **d. oxadiazon**

Es un herbicida que inhibe la producción de oxidasa protoporfirinogeno – PPO, PPG o Protox. La inhibición de la PPG forma radicales libres que desestabilizan la formación de precursores de la clorofila (Langaro *et al.* 2017).

Se usa en pre y post emergencia en el control de malezas mono y dicotiledóneas. El control pre emergente puede ser una alternativa para el productor en el control de malezas en el cultivo de arroz, principalmente cuando las condiciones de suelo son propicias para esta práctica (ROTAM 2013).

#### **e. cyhalofop butyl ester**

Es un herbicida sistémico que tiene efecto control de malezas anuales y perennes. Este herbicida ha sido ampliamente utilizado desde hace unas décadas. El mecanismo de acción de este herbicida es inhibir la enzima acetil coenzima A carboxilasa, la misma que cataliza la primera ruta de síntesis de ácidos grasos (Kalsing *et al.* 2017).

Los mismos autores relatan que, sus características físico – químicas le permite una alta selectividad al cultivo de arroz; por el contrario, es muy activo en otras gramíneas, como las del género *Echinochloa*. El uso de este ingrediente activo en rotación con otras moléculas de diferente mecanismo de acción ha sido una de las prácticas muy comunes en las zonas productoras de arroz. Sin embargo, en la actualidad los resultados no son totalmente satisfactorios ya que las malezas del género *Echinochloa* y *Leptochloa* presentan biotipos resistentes a dosis comerciales de Cyhalofop butyl (Macías y Salvatierra 2019).

#### **f. Herbicidas de última generación**

En los últimos años, el número de biotipos de malezas con algún tipo de resistencia ha ido creciendo significativamente. En muchos casos, se ha reportado pérdida de sensibilidad de los ingredientes activos a ciertos géneros de malezas en varias partes del mundo (Macías y Salvatierra 2019).

Actualmente, las empresas formuladoras de herbicidas ofertan herbicidas con diferentes formulaciones, concentraciones, coadyuvantes, presentaciones “*ready mix*” (dos o más productos en mezcla con la misma formulación) y coformulados (dos o más productos en la misma presentación), nuevas mezclas, entre hormonales + inhibidores de la Protoporfirinógeno oxidasa (PPO), PPO + Cloroacetamidas, Cloroacetamidas + ALS, HPPD + hormonales (FAO 2007; Piedrahita *et al.* 2020).

## **2.6. SOSTENIBILIDAD**

Uno de los conceptos básicos para la economía de los recursos naturales y medio ambiente es sostenibilidad o desarrollo sostenible, que hoy tiene un lugar central en la supervivencia y el progreso de la humanidad. Este concepto aparece como prerequisite esencial para organizar efectivamente las numerosas actividades humanas en la tierra (Rull 2010).

El potencial de producción depende de la cantidad de factores disponibles, los cuales incluyen diversas formas de capital. Esta se puede dividir en: a) capital natural; b) capital físico c) capital humano, en forma de inventarios de conocimiento y experiencia adquiridos, con los cuales los individuos participan en los procesos de producción; d) capital intelectual, como científico, técnico y, en el sentido más amplio, el potencial cultural que tiene la sociedad humana en un momento dado (Schmitter 2010).

El desarrollo sostenible no es solo un problema ambiental por lo que se han identificado tres aspectos importantes: sostenibilidad económica, sostenibilidad ecológica y sostenibilidad social. La primera, implica el crecimiento económico y el desarrollo; la segunda, incluye la integridad del ecosistema y la atención a la capacidad de carga y la biodiversidad; mientras que la tercera, incluye valores como la equidad, el empoderamiento, la accesibilidad y la participación de los individuos en la vida social (Artaraz 2011).

El mismo autor indica que, el desarrollo sostenible incluye la preocupación por la preservación de la calidad del aire, el agua y del suelo, la protección de los hábitats silvestres y un uso y reutilización más eficientes de los recursos naturales y la energía. También se basa en el concepto de una producción más limpia, cuyo objetivo principal es prevenir o reducir la generación de desechos, así como un uso más eficiente de la energía y los recursos. Para lograr esto, es necesario adoptar nuevas tecnologías y técnicas, junto con nuevos valores y formas de satisfacer las necesidades de la humanidad.

El desarrollo social sostenible es un proceso integrado de las capacidades humanas en términos de lucha contra la pobreza, creación de empleo productivo de las personas y promoción de la integración social, así como una atención eficaz y ampliamente disponible de la salud y la educación, la prevención del delito y los fenómenos sociales negativos, la democratización de todos los sectores de la sociedad y los cambios de hábitos y necesidades del consumidor (Bahillo 2005).

La dimensión económica del desarrollo sostenible requiere nuevas respuestas a los desafíos de la competencia global para lograr una ventaja competitiva mediante un uso más eficiente y una mayor productividad de los recursos disponibles, teniendo cuidado de eliminar o minimizar los impactos negativos sobre el medio ambiente (Pascual 2008). Para ello, se requiere un cambio fundamental y de largo plazo que estaría dentro del concepto de desarrollo sostenible y deben ser vistos como oportunidades que incluyen: la generación de empleos y el empleo, los salarios como una base existencial, nuevas inversiones, la innovación en todos los niveles y el desarrollo de la capacidad empresarial (Martínez 2002).

A pesar de las discusiones y las diferencias sobre si el medio ambiente puede o no tratarse económicamente bien, la actitud común de los economistas modernos está contenida en la propuesta de asignar recursos a través de los precios de los bienes y que es un instrumento flexible para controlar la contaminación ambiental como recurso (Gómez 2009).

Debemos tener en cuenta que el desarrollo sostenible no significa un estado fijo de armonía, sino un proceso de cambio continuo que comienza con cada individuo, cambios en nuestros valores personales y que continúa siendo transmitido por estos cambios a todas las áreas de nuestras vidas; también se basa en la comprensión del hecho de que el cambio es una parte integral de la naturaleza humana, que permite la gestión del cambio y cambia la forma en que trabajamos, con el fin de crear el futuro que queremos (Bahillo 2005).

Las diferencias más importantes entre los conceptos de desarrollo sostenible y protección ambiental incluyen (Toledo 2015):

- El desarrollo sostenible significa el patrón general del comportamiento de la sociedad;
- El desarrollo sostenible es el objetivo de la sociedad en su conjunto, y la protección del medio ambiente de solo algunos segmentos de la sociedad;
- El desarrollo sostenible es un enfoque basado en la participación de todos los segmentos de la sociedad y es una obligación compartida de todos;
- La protección del medio ambiente es solo uno de los componentes del desarrollo sostenible. Para alcanzar el desarrollo sostenible, los componentes social y económico son de igual importancia;

- La protección del medio ambiente a menudo se limita únicamente a la naturaleza, mientras que el desarrollo sostenible explora los vínculos y la interconexión de la acción responsable en la economía, la sociedad y el medio ambiente.
- La protección del medio ambiente implica la reducción de la contaminación, lo que no significa que las generaciones futuras heredarán automáticamente la misma cantidad de riqueza natural, social y económica que las anteriores;
- La protección ambiental está reglamentada normativamente por regulaciones, mientras que el desarrollo sostenible va más allá del mero cumplimiento de leyes y regulaciones, por lo que la protección ambiental puede considerarse un desarrollo obligatorio pero sostenible por elección voluntaria y aspiración.

## **2.7. AGRICULTURA SOSTENIBLE**

En los años 70, la idea principal del desarrollo sostenible era la disminución de los recursos naturales en la perspectiva del crecimiento económico y aumento de la contaminación relacionada. La década siguiente trajo la formulación de una definición muy general de desarrollo sostenible, según la cual es una manera de satisfacer las necesidades de la generación moderna, lo que no limita la posibilidad de satisfacerlas por las generaciones futuras (Pérez 2004).

Actualmente, existe una creciente intención en controlar la agricultura global en una dirección más sostenible, pero cada vez más centrada en aumentar la productividad, donde los valores agrícolas alternativos obtienen más espacio, esto se ve en un creciente interés de los estándares ambientales y éticos para la producción (Foladori y Tommasino 2000).

Este cambio de enfoque requiere nuevas formas de evaluar la agricultura desarrollando varios marcos para medir los diferentes aspectos de sostenibilidad con el objetivo de adoptar un enfoque holístico del impacto social, económico y ambiental de la agricultura (Ruiz 1994).

El suelo es uno de los recursos más amenazados del mundo, y la conciencia de las necesidades de protección queda muy por detrás de la conciencia del daño, de la contaminación de recursos hídricos, aéreos o biológicos. Un suelo limpio y sin daños es un requisito previo para la práctica de la agricultura sostenible (Vallejo 2009).

Junto a los suelos, la producción sostenible de alimentos depende del uso racional del agua para riego, para la agricultura, la ganadería, y especialmente para la acuicultura. Se sabe que la agricultura es una de las principales causas de la disminución de la biodiversidad en la Tierra (Pascual 2008).

## **2.8. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARROZ**

- **Sistemas de cultivos**

Con respecto a la disponibilidad de agua y las relaciones que pueden establecerse entre el suelo y el agua durante el ciclo de cultivo, la producción mundial de arroz puede clasificarse de acuerdo con cuatro ecosistemas: agua de lluvia, inundada, en aguas profundas y agua de regadío (Ochoa *et al.* 2017).

- **Sistema bajo lluvia (secano)**

El mejor comportamiento agronómico de este sistema se evidencia en suelos planos o nivelados, pero también se puede dar en suelos con ligeras inclinaciones o pendientes; en suelos planos generalmente son irrigados por inmersión no excediendo los dos días durante todo el ciclo de cultivo. Por esta razón, los arrozales no tienen terraplenes o presas para el agua. Para el caso de los sistemas manejados en secano, estos se cultivan en suelo seco y se siembran justo antes del comienzo de la estación lluviosa, ya que la lluvia es la principal fuente de agua para el cultivo (SOSBAI 2018).

- **Sistema de inundación**

Se caracteriza por retener el agua de lluvia, o el procedente de pequeños arroyos o inundación de los ríos (Friedrich 2017). El cultivo se siembra mediante trasplante y rara vez mediante siembra directa. El uso de este sistema se ha reducido significativamente en la última década, pero todavía está presente en casi 42 millones de ha, siendo las principales limitantes la incertidumbre de la disponibilidad de agua y la fertilidad limitada de la tierra (Boonlertnirun *et al.* 2008).

- **Sistema de irrigación**

Este sistema se implementa en un terreno plano, adecuadamente nivelado y rodeado de terraplenes, las superficies del cultivo deben tener una capa uniforme de agua ajustable en altura de acuerdo con las necesidades hídricas (Tao *et al.* 2008).



En la época lluviosa (estación húmeda irrigada), se omite el riego para integrar el suministro de agua provisto por las lluvias; En la época de secano (estación seca irrigada), típica de los ambientes donde hay poca lluvia y el agua está asegurada por el riego. El sistema de irrigación cubre aproximadamente la mitad del área de arroz del mundo y proporciona aproximadamente el 75 % de la producción total, su difusión se acompaña de la creación de presas en los ríos y una densa red de canales que permiten alimentar continuamente los campos cultivados (Friedrich 2017).

Los principales problemas encontrados en el sistema de cultivo de regadío son las adversidades relacionadas con factores bióticos como malas hierbas, insectos y enfermedades, el manejo del agua y la degradación ambiental, asociados a una alta contribución de los medios de producción (Caicedo 2008).

- **Siembra directa**

La siembra directa puede llevarse a cabo en suelo seco o saturado. Se usa en un sistema de cultivo bajo lluvia, así como en un sistema de cultivo de aguas profundas. Este método de siembra es principalmente utilizado en Estados Unidos, América Latina, Europa y Australia, donde los medios técnicos y máquinas pueden acceder fácilmente a la tierra cultivada, a la vez existen numerosos factores que afectan la uniformidad y la densidad de este tipo de implante; particularmente importante es la cantidad de semilla distribuida, la emergencia, la preparación del suelo, la germinación, la estructura, la humedad y la temperatura del suelo (Esqueda y Tosquy 2013).

- **Siembra por trasplante**

Esta práctica se realiza de manera manual o mecánica. Esta técnica requiere la disponibilidad de plántulas cultivadas en semilleros bajo óptimas condiciones, para así lograr un mejor desarrollo inicial del cultivo. Este sistema de siembra limita considerablemente la infestación de malezas, resultando en menor uso de herbicidas (Peng *et al.* 2009).

## **2.9. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD**

En todo estudio de la agricultura sostenible, surge la pregunta de cómo se puede medir la sostenibilidad agrícola. Algunos argumentan que el concepto de sostenibilidad es una "construcción social" y aún no se ha puesto en funcionamiento; a la vez se indica que la

medición precisa de la sostenibilidad es imposible ya que es un concepto específico del sitio y dinámico. hasta cierto punto, lo que se define como sostenible depende de las perspectivas de los analistas (Tejada 2012).

Aunque no es posible medir con precisión la sostenibilidad cuando se seleccionan parámetros o criterios específicos, es posible determinar si ciertas tendencias son estables, suben o bajan. Las prácticas que erosionan el suelo, eliminan los hábitats de los depredadores de insectos y cortan en lugar de plantar árboles pueden considerarse insostenibles en comparación con las que conservan estos recursos (Foladori y Tommasino 2000).

La sostenibilidad puede medirse examinando los cambios en los rendimientos y la productividad total de los factores. Son consideradas prácticas agrícolas el uso de pesticidas, fertilizantes inorgánicos, así como el mantenimiento de la diversidad como medidas de sostenibilidad. Además, mencionan que, para la agricultura sostenible, un requisito importante es la gestión sostenible de los recursos de tierras y aguas (Degiovanni *et al.* 2010).

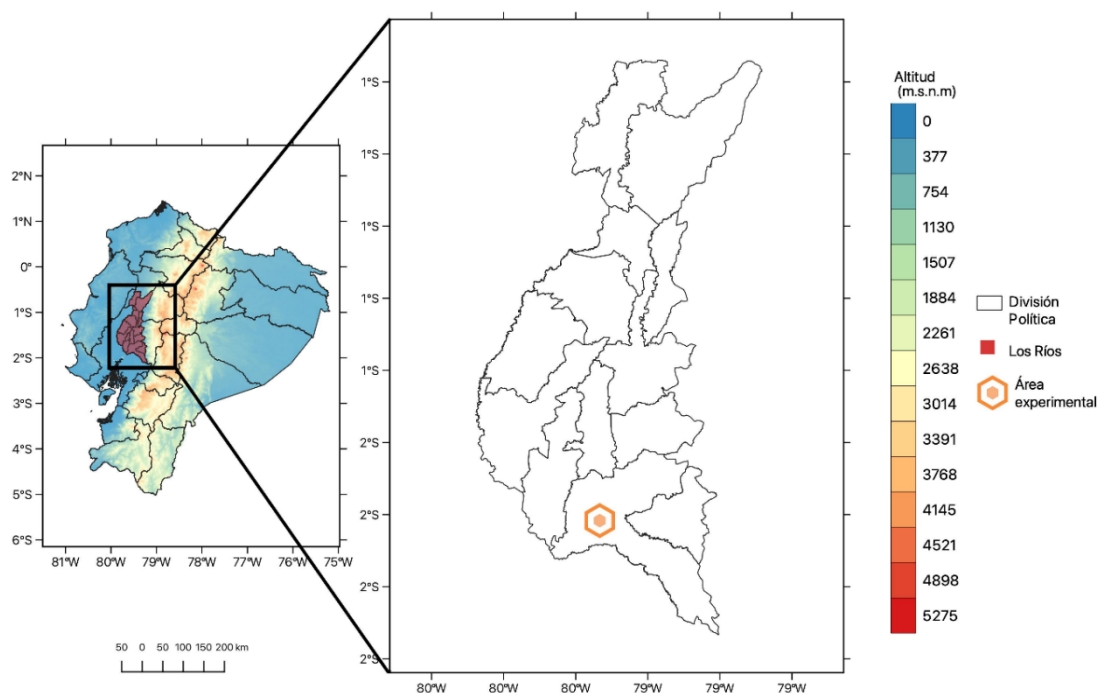
El nivel de análisis elegido puede tener una influencia significativa en el diagnóstico de la sostenibilidad. A nivel de campo, las prácticas particulares de manejo del suelo y cultivo serán los determinantes más importantes de la sostenibilidad.

A nivel de finca, las prácticas de uso sostenible de los recursos deben apoyar un negocio agrícola sostenible y un hogar familiar. Si bien la sostenibilidad es un concepto global y una granja es solo un pequeño subsistema que interactúa de diversas maneras con los sistemas circundantes, se necesitan indicadores para saber si un sistema agrícola se está moviendo hacia la sostenibilidad o no, los cuales se pueden utilizar para educar a los agricultores y otras partes interesadas sobre la producción sostenible (Caicedo 2008).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La presente investigación se realizó en el cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos, Ecuador, en los terrenos de la Junta de Usuarios del Sistema de Riego Babahoyo, ubicada a 9,5 km de la vía Babahoyo - Montalvo. Su ubicación en coordenadas geográficas es: 79° 32' de longitud oeste y 01° 49' de latitud sur, en terreno a 8 msnm (**Figura 1**). La tabulación de datos se ejecutó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo situada en el km 7 ½ de la vía Babahoyo - Montalvo.



**Figura 1.** Ubicación geográfica del área experimental

#### 3.2. METODOLOGÍA

La investigación fue descriptiva, explicativa, analítica y experimental. Para la caracterización y tipificación de los sistemas de producción arroceros, se tomaron en cuenta 5133 UPAs (Unidad de Producción Agropecuaria) declaradas para el cantón Babahoyo.

Con el fin de obtener una muestra representativa se realizaron 104 encuestas en el sector definido con un nivel de confianza del 90 % (Warde *et al.* 1987).

En la primera etapa de esta investigación se realizó un análisis geoespacial del área en estudio en base a mapas satelitales, para definir el límite distrital y sus características biofísicas, identificando, además, la ubicación geográfica de las fincas estudiadas. Esto posibilitó la caracterización, descripción y análisis de los aspectos socios culturales, económicos, productivos y ambientales del sistema de producción bajo riego en la zona de la Junta de Usuarios del Sistema de Riego Babahoyo, mediante la aplicación de un cuestionario entrevista *in situ* a los dueños de cada propiedad estudiada.

Finalmente, se analizó la información sistematizada, seleccionando 59 variables con alto poder discriminante, ( $CV > 60\%$ ) (Cabrera *et al.* 1997). Se calcularon los coeficientes de variación, para descartar aquellas variables que carecen de poder discriminatorio; además, se realizó el análisis de componentes principales que pueden ser utilizados como variables de clasificación en el análisis de conglomerados, empleando el método de Ward y como medida de distancia euclidiana cuadrada y gráficas en un dendograma.

### **3.2.1. Caracterización de las fincas productoras de arroz bajo riego en el cantón Babahoyo, Ecuador**

La selección de los agricultores participantes se realizó mediante visitas a las fincas que conforman la muestra, las cuales fueron posteriormente caracterizadas. El tamaño de la muestra se determinó mediante la ecuación (Eq. 1) (Rodríguez del Águila y González 2014; Naing *et al.* 2006):

$$n = \frac{\frac{4PQ}{d^2}}{\frac{\frac{4PQ}{d^2} - 1}{N} + 1} \quad (\text{Eq. 1})$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Población objeto

P = Proporción de la población que cumple una condición (0.5)

Q = (1-P), proporción de la población que no cumple la condición (0.5)

d = % de error (0.10).

La encuesta fue diseñada por el autor de la tesis. La validación se realizó por medio de evaluación de pares (Portalanza *et al.* 2019) con Ingenieros Agrónomos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo para obtener comentarios y realizar cambios de la misma. Además, se adaptó a la realidad de la zona en función de las observaciones, con la finalidad de cumplir con los elementos de diseño metodológico de encuestas, tales como: precisión, formato, redacción y recopilación (Story y Tait 2019; Ball 2019; Nayak y Narayan 2019). Antes de realizar la aplicación de la encuesta a los agricultores, se brindó una charla para explicarles los objetivos del proyecto.

La caracterización se realizó mediante un análisis multivariado, específicamente de conglomerados por el Método de Ward (Schielke *et al.* 2009; Mlodak 2020). Si bien existen artículos sobre la agrupación en clústeres utilizando variables numéricas (Inguva *et al.* 2020; Ding *et al.* 2020; Loyola *et al.* 2020), aún se están desarrollando métodos para la agrupación de datos categóricos. El proceso de agrupación en sí mismo contiene 3 pasos distintivos:

- 1) Calcular la matriz de disimilitud. Es posiblemente la decisión más importante en la agrupación, y todos los pasos posteriores se basarán en la matriz de disimilitud que haya realizado.
- 2) Elegir el método de agrupamiento
- 3) Evaluación de clústeres

La matriz de disimilitud fue calculada en base a los resultados tabulados de la encuesta utilizando la distancia euclidiana (Eq 2) (Lingoes 1971; Mardia 1978; Seman y Mohd 2018; Tabaghi *et al.* 2020).

$$d(p, q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - p_i)^2} \quad (\text{Eq. 2})$$

Donde  $p, q$  son dos puntos en el espacio  $n$  euclidiano,  $q_i, p_i$  son los vectores euclidianos, comenzando en el punto de origen inicial (punto inicial) y  $n$  es el número total de observaciones en el  $n$  euclidiano.

Para el método de agrupamiento se escogió el método jerárquico de agrupamiento (*k-mean clustering*). La agrupación en clústeres es un enfoque de minería de datos no supervisado bien establecido que agrupa puntos de datos en función de similitudes (Karthikeyan *et al.* 2020).

La clusterización se realizó con el método aglomerativo, el agrupamiento aglomerativo comenzó con  $n$  grupos, donde  $n$  es el número de observaciones, asumiendo que cada uno de ellos es su propio grupo separado. Luego, el algoritmo intentó encontrar los puntos de datos más similares y agruparlos, para formar los grupos. Para establecer el número máximo de clústeres se utilizó el método de la silueta (Stashevsky *et al.* 2019; Saputra *et al.* 2020; Lengyel *et al.* 2021).

El gráfico de silueta muestra una medida de qué tan cerca está cada punto de un grupo de los puntos de los grupos vecinos. Cuando se trata de la evaluación de la silueta, la regla es que debe elegir el número que maximiza el coeficiente de silueta porque se desea que los grupos que sean lo suficientemente distintivos (lejanos) se consideren separados. El coeficiente de silueta varía entre -1 y 1, donde 1 indica una buena consistencia dentro de los conglomerados, -1 - no tan buena (Stashevsky *et al.* 2019).

Finalmente, presentamos los resultados del clúster con un dendrograma y un mapa de calor. Todos los cálculos fueron realizados con los paquetes base de R (*RStudio Team* 2017), dendextend (Galili 2015), ggplot2 (Wickham 2020), reshape2 (Wickham 2017) y tidyr (Wickham *et al.* 2017).

### **3.2.2. Evaluación de la eficacia de las aplicaciones de herbicidas en las fincas productoras de arroz bajo riego en el Cantón Babahoyo, Ecuador**

El ensayo experimental se realizó en los predios del Ing. Gualberto Ramírez Gonzales, en la Junta de Usuarios del Proyecto de Riego Babahoyo, cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos, ubicada en el Km 9,5 de la vía Babahoyo a 79° 32' de longitud oeste y 01° 49' de latitud sur, este terreno se asienta a 8 msnm.

El lugar presenta un clima tropical húmedo, según la clasificación climática de Köppen, con temperatura media anual de 25,5 °C, precipitación media anual de 2177,8 mm/año, humedad relativa de 80,9 % y 908,4 horas de heliofanía promedio anual (Estación meteorológica UTB 2017).

Como material de siembra se utilizó la variedad INDIA SFL 11, cuyas características se presentan en la **Tabla 1**.

**Tabla 1.** Características de la variedad de arroz INDIA SFL 11.

Altura de planta	1.26 m.
Macollamiento	Intermedio.
Ciclo de cultivo	127 – 131 días
Potencial de rendimiento	6 a 8 t/ha.
Desgrane	Intermedio.
Peso de 1000 granos en cáscara	29 g.
Índice de pilado	67%
Tamaño del grano descascarado	7,52 mm.
Centro blanco	Ninguno

Antes de realizar el trasplante se preparó el semillero con una densidad de siembra de 100 kg ha<sup>-1</sup>, luego se trasplantó a sitio definitivo con distanciamiento de 25 cm entre hileras y 25 cm entre plantas. Se evaluaron ocho tratamientos con aplicaciones de herbicidas en preemergencia y en post emergencia, incluido un testigo sin herbicidas post emergentes (**Tabla 2**).

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Las unidades experimentales estaban conformadas por parcelas de 4 m x 5 m, equivalentes a 20 m<sup>2</sup>. Para la evaluación y comparación de medias de los tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidades.

**Tabla 2.** Tratamientos de control de malezas en arroz bajo riego. Babahoyo, Ecuador, 2018

Preemergentes	Dosis/ha	Post emergentes	Dosis/ha
T1. clomazone + butaclor	0,850 +1,4 L	propanil + picloram + 2,4 d amina	2,3 + 0,4 L
T2. clomazone + butaclor	0,850 +1,4 L	Control mecánico	3 deshierbos
T3. pendimetalin + butaclor	2,8 + 2,8 L	cyhalofop	1,0 L
T4. pendimetalin + butaclor	2,8 + 2,8 L	Control mecánico	3 deshierbos
T5. oxadiazon + butaclor	1,5 + 2,8 L5 L	propanil + triclopyr	5,0 L
T6. oxadiazon + butaclor	1,5 + 2,8 L5	Control mecánico	3 deshierbos
T7. clomazone + bentiocarbo	0,850 + 4,0 L	bispiribac sodium + picloram + 2,4 d amina	0,4 + 0,7 L
T8. clomazone + bentiocarbo	0,850 + 4,0 L	Control mecánico	3 deshierbas

La aplicación de los tratamientos pre emergentes se realizó a los 8 días después del trasplante (DDT), en tanto que los complementarios post emergentes se aplicaron a los 30 DDT. En ambas ocasiones se utilizó una bomba de mochila manual con capacidad de 20 litros y boquilla de abanico plano TEEJET 15004, con gasto de agua de 333 l ha<sup>-1</sup> previa calibración del equipo.

En el ensayo se realizaron las labores culturales de fertilización usando como fuente de nitrógeno la urea (46 % N), fraccionada en partes iguales 65,5 kg ha<sup>-1</sup> a los 15 DDT y 65,5 kg ha<sup>-1</sup> a los 35 DDT; también se aplicó sulfato de amonio (21 % de N y 24 % de S) fraccionado en partes iguales, 10 kg ha<sup>-1</sup> a los 15 DDT y 10 kg ha<sup>-1</sup> a los 35 DDT. Además, Fosfato diamónico (DAP) (18 % de N y 46 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) en dosis de 30 kg ha<sup>-1</sup> y Muriato de Potasio (60 % K<sub>2</sub>O) 50 kg ha<sup>-1</sup> aplicados juntos a los 15 DDT.

Para el control de insectos se utilizó a los 25 días después del trasplante thiametoxam + lambdacyhalotrina, en dosis de 250 cc ha<sup>-1</sup>, luego se aplicó clorpirifos en dosis de 750 cc ha<sup>-1</sup> a los 43 DDT. Además, para el control preventivo de enfermedades se utilizó empleo trifloxistrobin + tebuconazole, en dosis de 600 cc ha<sup>-1</sup> a los 48 DDT.

Durante el ciclo de cultivo se cuantificaron las siguientes variables:

**Control de malezas.** 20 y 40 días después de la aplicación (DDA) se evaluó visualmente el efecto de los tratamientos sobre las malezas presentes, para ello se utilizó la escala porcentual convencional de ALAM (1972), donde 0 significa que las malezas no fueron afectadas, y 100, que fueron completamente destruidas (**Tabla 3**).

**Tabla 3.** Escala para evaluación de control de malezas

<b>Calificación</b>	<b>Descripción</b>
100 %	Control total
99-80 %	Excelente o muy bueno
79-60 %	Bueno o suficiente
59-40 %	Dudoso o mediocre
39-20 %	Malo o pésimo
19-0 %	Nulo

**Fuente:** ALAM (1972).



**Toxicidad al arroz.** La selectividad de los tratamientos herbicidas al cultivo se evaluó en las mismas fechas del control de malezas, empleando la escala convencional, donde 0 significa que el arroz no sufrió daños y 10 que todas las plantas murieron (ALAM 1972) (Tabla 4).

**Tabla 4.** Escala para evaluación de toxicidad de herbicidas.

<b>Calificación</b>	<b>Descripción</b>
0	Ningún daño
1-3	Poco daño
4-6	Daño moderado
7-9	Daño severo
10	Muerte

**Variables evaluadas:**

- **Altura de planta.** Se tomó al momento de la cosecha midiendo en centímetros desde la base de la planta hasta el ápice de la hoja más sobresaliente en 10 plantas al azar.
- **Número de macollos.** Se evaluó al azar en 1,0 m<sup>2</sup> dentro del área útil de cada unidad experimental, contando los macollos al momento de la cosecha.
- **Número de panículas.** Esta variable determinó el número de panículas presentes en el mismo m<sup>2</sup> que se utilizó para contabilizar los macollos.
- **Longitud de panícula.** Se determinó midiendo la distancia comprendida entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula, excluyendo las aristas, en 10 panículas al azar.
- **Granos por panícula.** En las mismas 10 panículas utilizadas en la variable anterior se procedió al conteo del número de granos en cada panícula.
- **Peso de 1000 granos.** Se seleccionaron 1000 granos sanos por cada parcela experimental, luego se procedió a pesar en una balanza de precisión. Los valores obtenidos se expresaron en gramos.

- **Rendimiento del cultivo.** El rendimiento se obtuvo del peso de los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental, uniformizando al 14 % de humedad y transformado en kg ha<sup>-1</sup>. Para uniformizar los pesos se empleó la siguiente fórmula (Eq. 3) (Azcón y Talón 2003).

$$Pu = Pa(100 - ha)/(100 - hd) \quad (\text{Eq. 3})$$

**Dónde:**

Pu = Peso uniformizado

Pa = Peso actual

ha = Humedad actual

hd = Humedad deseada

- **Análisis Económico.** El análisis económico se realizó en función del nivel de rendimiento de granos en kg ha<sup>-1</sup>, respecto al costo de los tratamientos.

### 3.2.3. Evaluar la sustentabilidad en las fincas productoras de arroz bajo riego en el Cantón Babahoyo, Ecuador

En el caso de los subindicadores, estos fueron ajustados a las condiciones del sistema de producción de arroz bajo riego y estuvieron sujetos a modificación en lo concerniente a la ponderación y estructuración (Sarandón y Flores 2009).

- **Determinación de los índices de sustentabilidad: indicadores para cada dimensión evaluada**

Se evaluaron las dimensiones económica, ambiental y social con ciertas modificaciones requeridas en el desarrollo de la investigación. Los índices económicos (IE), socioculturales (SCI) y ecológicos (IA) son cocientes cuyo numerador es la suma ponderada de los indicadores y subindicadores, y el denominador es el número de variables considerando su ponderación (Sarandón et al. 2006; Sarandón 2020; Painii *et al.* 2020). Por tanto, para la dimensión económica (IE; Eq. 4), el indicador de productividad (A) se ha ponderado con 2, ya que determina la situación económica del agricultor (**Tabla 5**).

$$IE = \frac{[2((A1+A2+A3+A4)/4)+B+(C1+C2+C3+C4)/4]}{4} \quad (\text{Eq. 4})$$

Donde A es el índice de rentabilidad, B es el indicador de ingresos económicos y C es el indicador de riesgo económico.

Para la dimensión sociocultural (ISC. Eq. 5), el indicador de satisfacción de las necesidades básicas (A) se ha ponderado con 2, y una ponderación interna de 2 para los subindicadores nivel educativo (A2), acceso a la salud (A3) y servicios básicos (A4), porque son derechos fundamentales para atender plenamente las necesidades de conocimiento y bienestar sobre las condiciones de vida y la desigualdad social (Marmot y Allen 2014).

$$ISC = \frac{[2((A1+2A2+2A3+2A4)/7)+B+(C1+C2)/2+2(D)]}{6} \quad (\text{Eq. 5})$$

Donde A es el índice de satisfacción de necesidades básicas, B es el índice de aceptabilidad del sistema de producción, C es el índice de responsabilidad de la parcela y D es el índice de integración social.

El índice ecológico (IA; Eq. 6) está ganando mucho peso y es cada vez más aceptado como una herramienta poderosa para la formulación de políticas y la comunicación pública a la hora de aportar pruebas en campos como la mejora medioambiental, económica, social o tecnológica (Singh *et al.* 2012). En consecuencia, el indicador de suelo (A) se ha ponderado con 2, ya que regula su estado de salud; También se le dio una ponderación de 2 al subindicador de labranza del suelo (B1), ya que se considera muy importante en el riesgo de erosión del suelo (Tabla 5).

$$IA = \frac{[2((A1+A2+A3+A4+A5)/5)+(2B1+B2+B3)/4+(C1+C2+C3)/3]}{4} \quad (\text{Eq. 6})$$

Donde A es el índice de conservación de la vida del suelo, B es el riesgo de erosión y C es la gestión de la biodiversidad.

Finalmente, se calculó el Índice de Sostenibilidad General (ISG, Eq. 7):

$$GSI = \frac{[KI+SCI+EI]}{3} \quad (7)$$

Donde una granja es sostenible si  $ISG > 2$  y ninguna de las tres dimensiones debe tener un valor  $< 2$ .

**Tabla 5 .** Indicadores de sustentabilidad de sistemas de producción de arroz.

<b>Dimensión Económica (IE)</b>	<b>Dimensión Ecológica (IA)</b>	<b>Dimensión Social (ISC)</b>
<b>A: Autosuficiencia alimentaria</b>	<b>A: Conservación de la vida del suelo</b>	<b>A: Satisfacción de necesidades básicas</b>
A1. Diversificación de la producción.	A1. Manejo de la cobertura vegetal.	A1. Vivienda.
A2. Superficie de producción de autoconsumo.	A2. Rotación de cultivos	A2. Acceso a la educación.
	A3. Diversificación de cultivos.	A3. Acceso a salud y cobertura sanitaria.
		A4. Servicios.
<b>B: Ingreso económico</b>	<b>B: Manejo de la fertilidad del suelo</b>	<b>B: Aceptabilidad del sistema de producción</b>
B1. Ingreso neto mensual.	B1. Contenido de materia orgánica.	
<b>C: Riesgo económico</b>	<b>C: Manejo de biodiversidad</b>	<b>C: Integración social</b>
C1. Diversificación para la venta.	C1. Métodos de fertilización.	
C2. Vías de comercialización.	C2. Aplicación de fertilizantes.	
C3. Dependencia de insumos externos.		
C4. Superficie destinada al cultivo.		
C5. Productividad.		
C6. Acceso a crédito.		
	<b>D: Manejo de malezas</b>	<b>D: Conocimiento y conciencia ecológica</b>
	D1. Cobertura de malezas	
	D2. Interferencia de las malezas	
	D3. Actividad herbicida a los 25 días de la aplicación	
	D4. Aplicación de agroquímicos	
		<b>E: Grado de aceptación e innovación tecnológica</b>
		E1. Inversión en actualizaciones y mejoras
		E2. Acceso a insumos

A, B, C, D = Variables;

A1, B1, C1 y D1 = Subindicadores.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

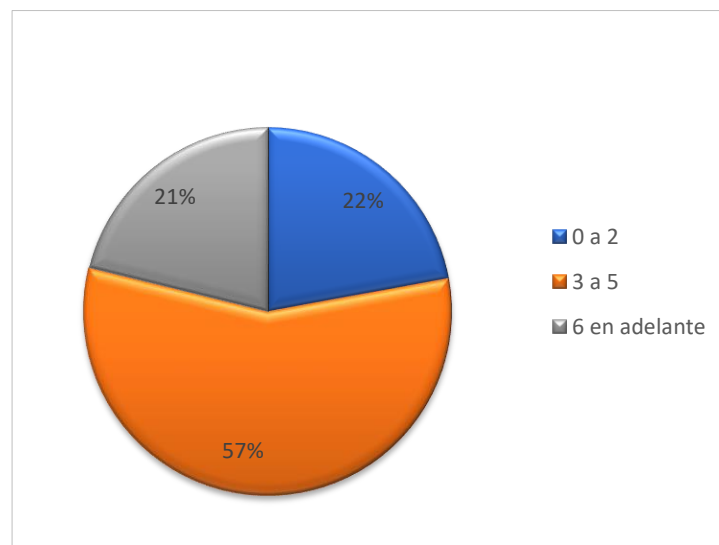
### 4.1. CARACTERIZACIÓN DE FINCAS PRODUCTORAS DE ARROZ BAJO RIEGO EN EL CANTÓN BABAHOYO, ECUADOR

En el cantón Babahoyo la principal actividad económica es la agricultura, seguida de la cría de animales y otras actividades relevantes que generan ingresos a los productores arroceros.

#### a. Aspectos socioculturales

- **Conformación de la familia**

En la **Figura 2**, podemos observar que en el 57 % de las personas encuestadas, el núcleo familiar está conformado de 3 a 5 personas, mientras que el 22 % de familias están conformadas entre 0 y 2 integrantes, y el 21 % con más de 6 personas.

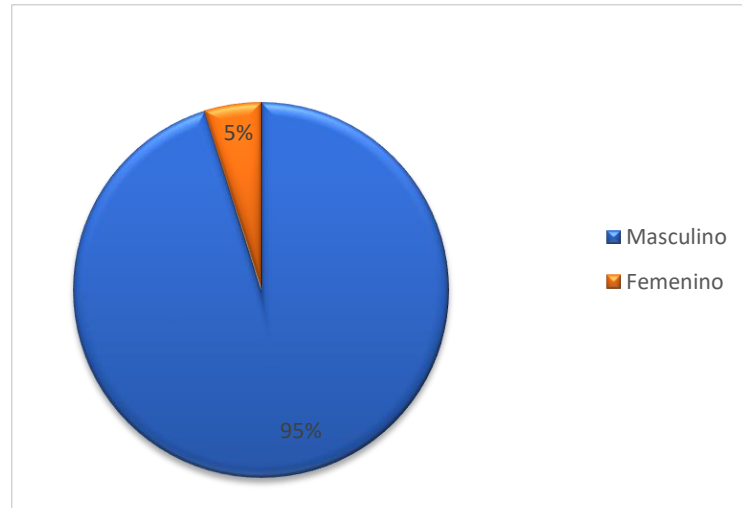


**Figura 2.** Conformación del núcleo familiar.

- **Responsable familiar**

El proceso productivo en el cultivo de arroz es realizado en mayor porcentaje por el género masculino que representa el 95 % y para el género femenino el 5 %, tal como lo muestra la **Figura 3**.

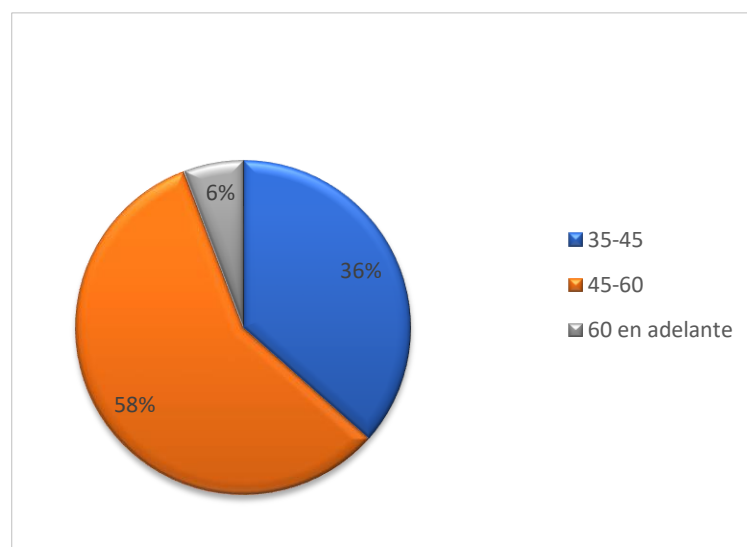
Los productores de arroz siguen la tendencia de la mayoría de los agricultores quienes dirigen los procesos agrícolas por ser hombres, y son los jefes de hogar, utilizando su fuerza laboral en el manejo del predio, mientras que las mujeres se dedican a las actividades domésticas de la casa.



**Figura 3.** Resultados de porcentaje de género de los encuestados.

- **Edad**

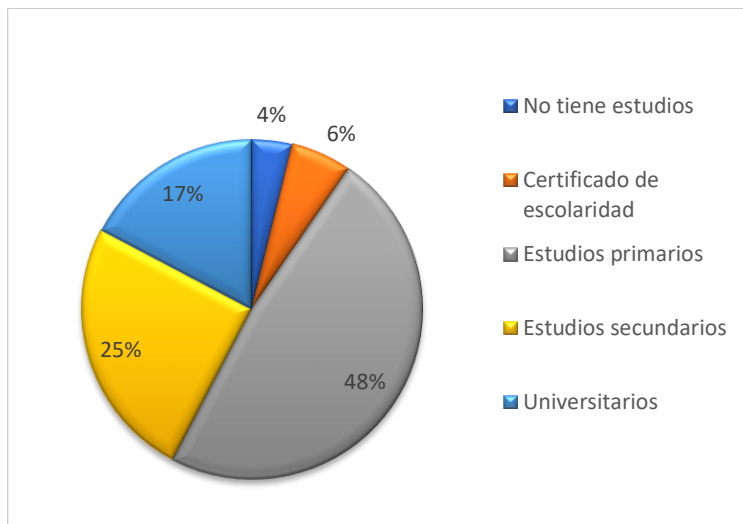
La **Figura 4** se detalla la edad de los productores. El 58 % tienen una edad comprendida entre 45 y 60 años, el 36 %, son agricultores entre los 35 y 45 años. Solo el 6 % tiene productores con edades mayores a los 60 años. Esta información permite confirmar que los hijos de los agricultores han tomado la responsabilidad de la producción de arroz en la zona.



**Figura 4.** Rangos etarios de los productores encuestados.

- **Instrucción**

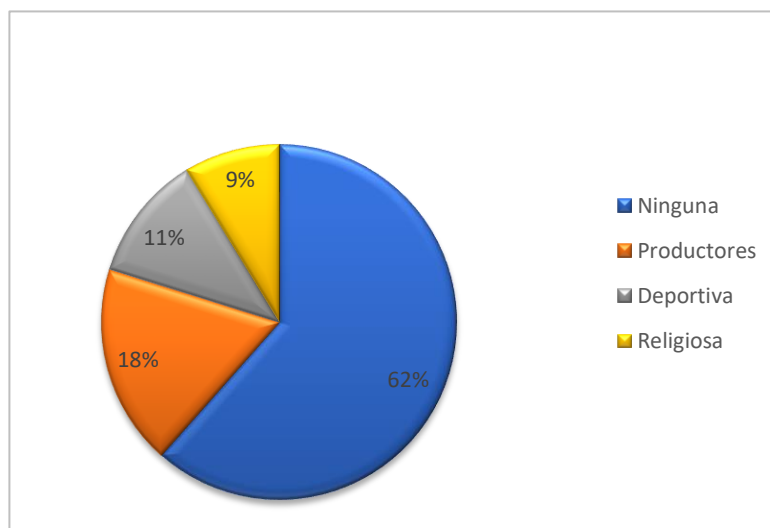
En la **Figura 5**, observamos un 48 % con nivel de instrucción primaria, el 25 % posee estudios de secundaria, el 17 % tiene formación universitaria, el 6 % tiene certificado de escolaridad y un 4 % no tiene estudios.



**Figura 5.** Porcentajes de nivel de educación de los encuestados.

- **Vinculación e integración social**

El 62 % de los productores arroceros no pertenecen a ninguna organización, el 18 % pertenece a asociaciones, el 11 % pertenece a organizaciones deportivas y el 9 % a grupos religiosos; es importante destacar que todos los agricultores pertenecen a Junta General de Usuarios del Sistema de Riego y Drenaje Babahoyo, los productores deben pagar un valor anual por el servicio de agua para riego (**Figura 6**).



**Figura 6.** Porcentajes de asociatividad de los encuestados.

- **Servicios básicos**

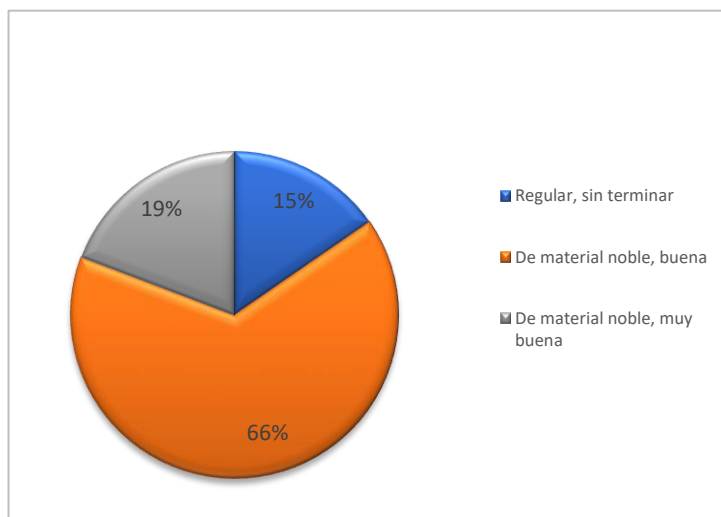
En la **Figura 7**, podemos observar que el 71 % de las familias poseen luz eléctrica y agua de pozo en sus viviendas, el 19 % agua potable y luz eléctrica, un 8 % servicio telefónico, luz eléctrica y agua potable y el 2 % no posee luz eléctrica, ni teléfono solo tiene agua de pozo.



**Figura 7.** Porcentaje de acceso a servicios básicos.

- **Vivienda**

El 66 % es de tipo mixta en buen estado, 19 % de ladrillo y cemento en excelentes condiciones y 15 % casas en estado regular, sin terminar (**Figura 8**).

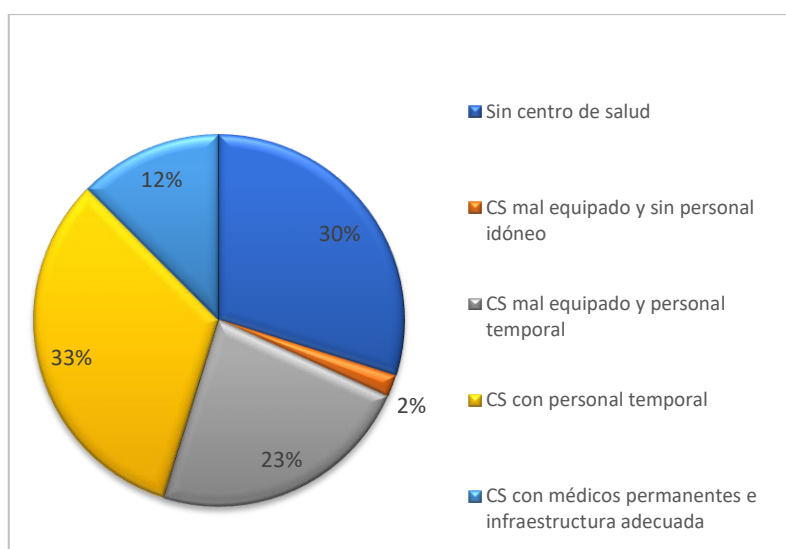


**Figura 8.** Tipos de vivienda.



- **Acceso a atención de Salud**

El 33 % de los agricultores señala que tienen acceso a un centro de salud medianamente equipado y con personal temporal, el 30 % no poseen acceso centro de salud, un 23 % tiene apertura a un centro de salud, pero mal equipado y personal temporal, el 12 % de los agricultores señala que tienen acceso a un centro de salud con médicos permanentes e infraestructura adecuada, y el 2 % de los agricultores tienen acceso a un centro de salud mal equipado y sin personal idóneo (**Figura 9**).

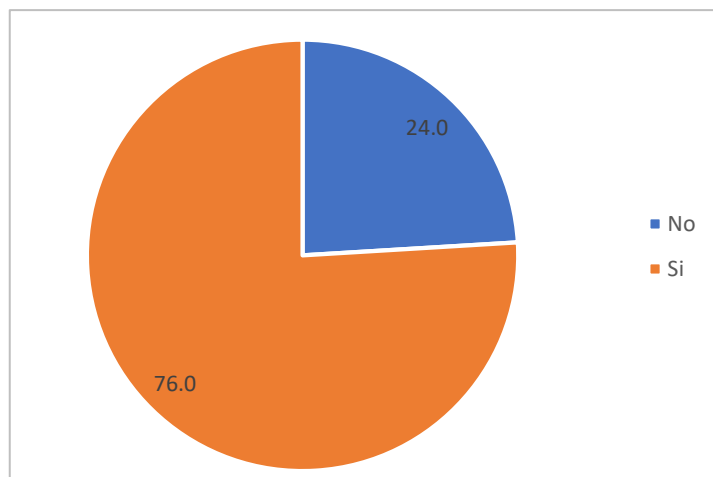


**Figura 9.** Porcentaje de encuestados con acceso a salud pública – privada.

- **Capacitación**

En la **Figura 10** podemos verificar que el 76 % de los agricultores han recibido algún tipo de capacitación, principalmente por el Ministerio de Agricultura con su participación en el plan semillas, también reciben asistencia técnica de los profesionales que distribuyen insumos agrícolas de las principales empresas de agroquímicos, el 24 % de los agricultores no recibe capacitación.

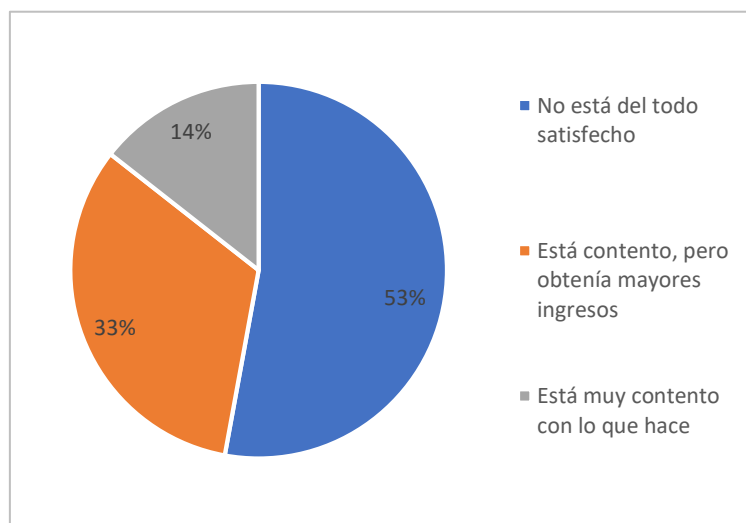
Es importante indicar que los agricultores requieren capacitación y ayuda en temas como la comercialización de la cosecha, en la actualidad se ha convertido en la principal problemática de la zona.



**Figura 10.** Capacitaciones.

- **Satisfacción general**

El 53 % de los agricultores mencionan que no están satisfechos con el proceso productivo debido a problemas con la comercialización de la cosecha y su precio, el 33 % manifiesta que antes percibía mejores ingresos en la producción de la gramínea, solo el 14 % de los agricultores manifestaron sentirse satisfechos con la producción del cultivo (**Figura 11**).



**Figura 11.** Porcentaje de satisfacción de la actividad que realiza.

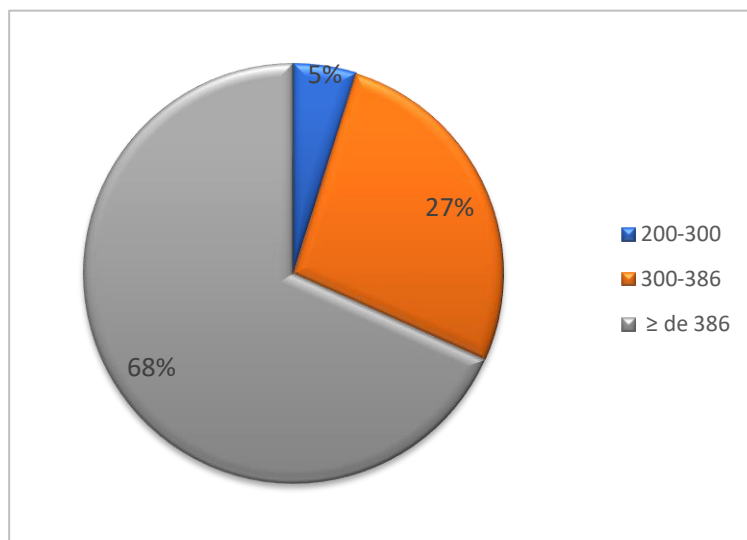
**b. Aspectos económicos-productivos**

- **Riego**

De acuerdo con el levantamiento de información de las áreas de producción, se determinó que el 100 % de personas encuestadas cuentan con sistema de riego para proveer agua durante todo el año.

- **Ingresos**

El 68 % de los agricultores tiene un ingreso mayor de 386 dólares, 27 % posee un ingreso que oscila entre 300 y 386 dólares y el 5 % de los productores entre 200 y 300 dólares. Podemos verificar que con los ingresos descritos no se cubre la remuneración básica unificada en el Ecuador que es de 400 dólares por mes (**Figura 12**).

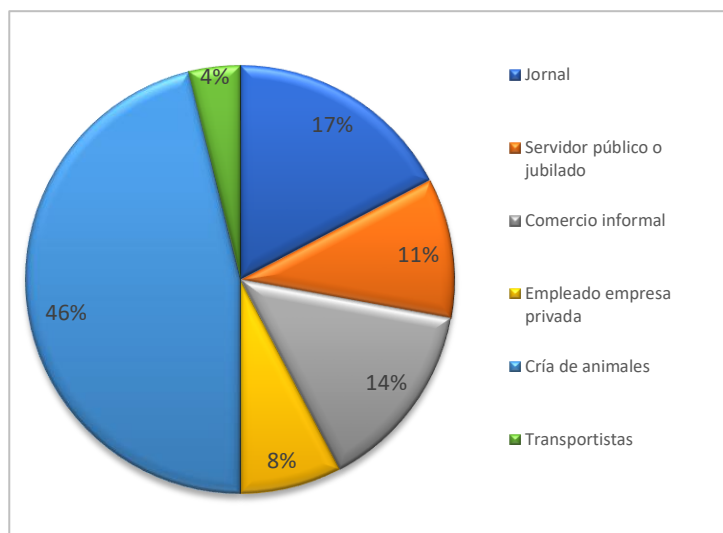


**Figura 12.** Porcentaje de ingresos de los agricultores.

- **Ingresos por otra actividad**

Los agricultores de la zona tienen otras actividades complementarias que les permite mejorar sus ingresos, algunas de estas actividades no se relacionan con el sector agro productivo (**Figura 13**).

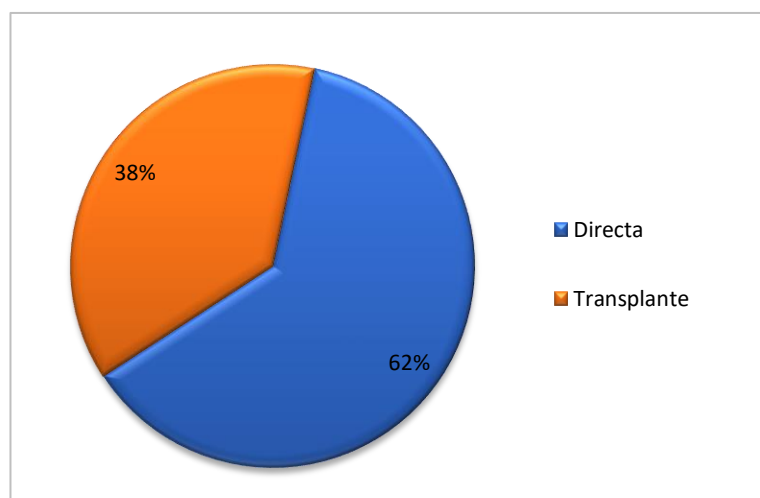
Tenemos que el 46 % se dedica a la cría de animales, otros agricultores también realizan actividades agrícolas o jornales a productores más grandes llegando a un 17 %, el comercio informal también forma parte de las actividades complementarias con un 14 %, un 11 % son servidores públicos o jubilados, otros son empleados en la empresa privada correspondiendo a un 8 %, el 4 % son transportistas urbanos y rurales que les permite mejorar sus ingresos mensuales.



**Figura 13.** Porcentaje de desglose de ingresos por actividad.

- **Método de siembra**

En la **Figura 14**, podemos verificar que el 62 % de los agricultores realizan siembra directa al voleo, y un 38 % de los productores realiza la siembra por trasplante; es decir, primero elaboran el semillero y luego trasplantan a sitio definitivo.

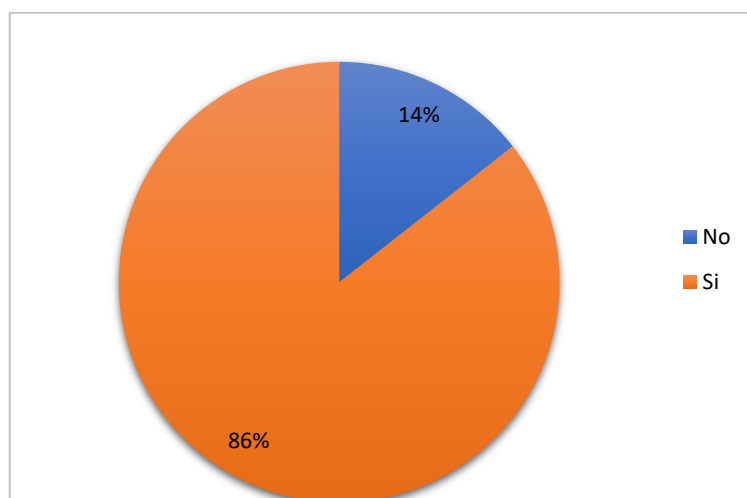


**Figura 14.** Porcentajes por tipo de siembra.

- **Acceso crédito**

La **Figura 15** muestra los resultados indican que el 86 % de los agricultores poseen acceso a crédito, existen algunas fuentes de crédito como el BanEcuador que es la fuente crediticia del estado, específicamente para actividades productivas, otros agricultores hacen uso de la banca privada y cooperativas de ahorro y crédito y prestamistas informales, el 14 % de los productores arroceros no tienen acceso a crédito.

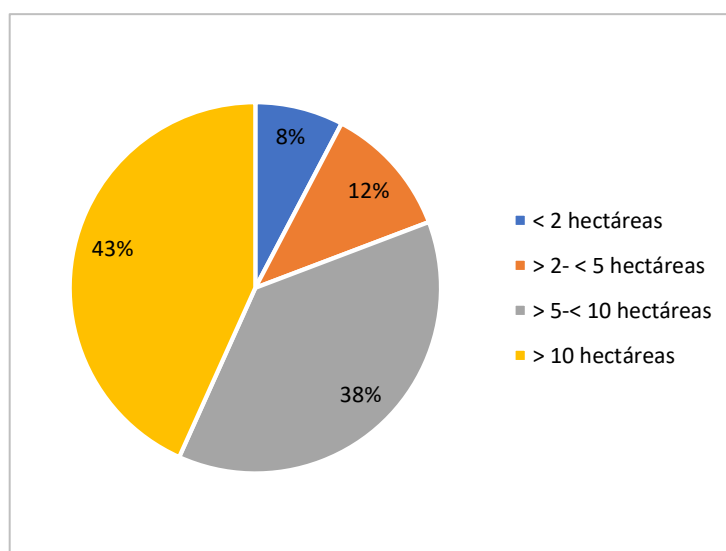
Los créditos obtenidos están destinados a actividades agrícolas (63 %), compra de insumos (27 %) y gasto familiar (10 %).



**Figura 15.** Porcentaje de agricultores con acceso a crédito.

- **Superficie**

La **Figura 16** muestra que el 43 % de los agricultores poseen terrenos para la producción de arroz de riego mayores a las 10 ha; el 37 % realiza su proceso productivo entre 5 y 10 ha; el 12 % entre 2 y 5 ha y el 8 % son pequeños productores arroz de riego que cultivan en terrenos menores a 2 ha.



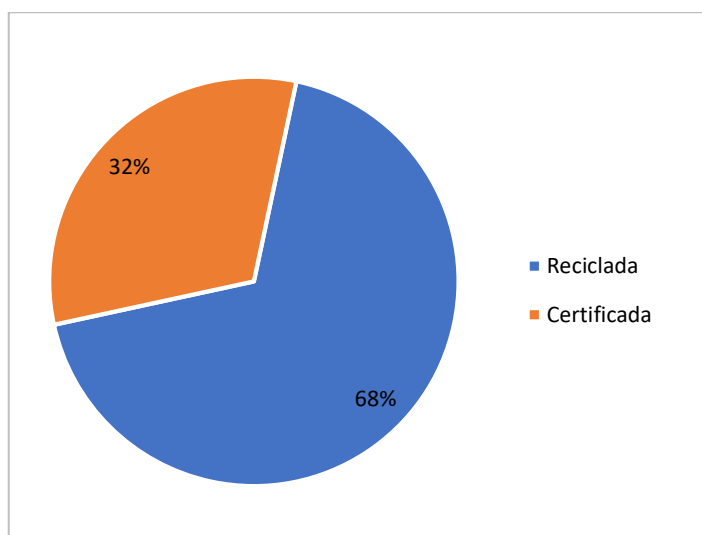
**Figura 16.** Superficie de área sembrada.

- **Sistema de producción**

Respecto al sistema de producción, se determinó que el 100 % de los agricultores desarrollan un sistema de manejo convencional del cultivo y que tiene que ver con el uso de insumos agrícolas de síntesis química, los agricultores que pertenecen a la junta de usuarios del proyecto de riego y drenaje Babahoyo no han desarrollado producción orgánica en el cultivo de arroz.

- **Semilla certificada**

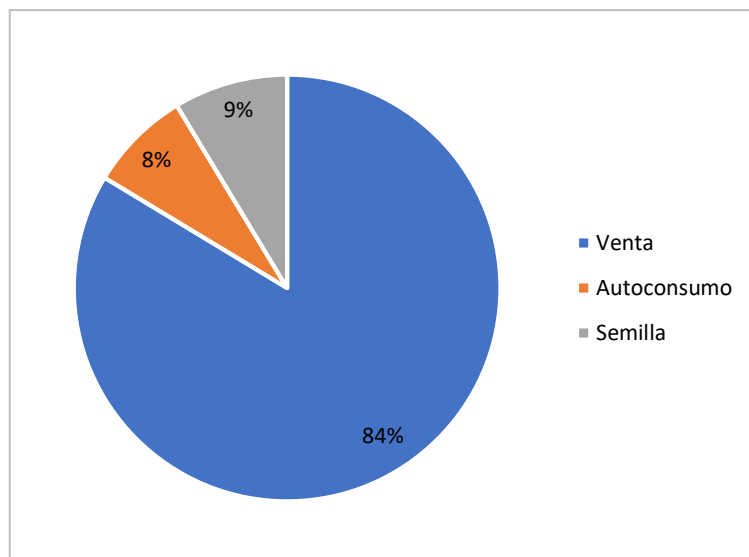
La **Figura 17** muestra que el 68 % de los productores de arroz de la zona utiliza semilla reciclada, es decir compran semilla a otros productores que se dedican a esta actividad en particular, solo el 32 % de los agricultores utilizan semilla certificada, es decir invierten en comprar semilla de buena calidad.



**Figura 17.** Uso de semilla.

- **Destino de la producción**

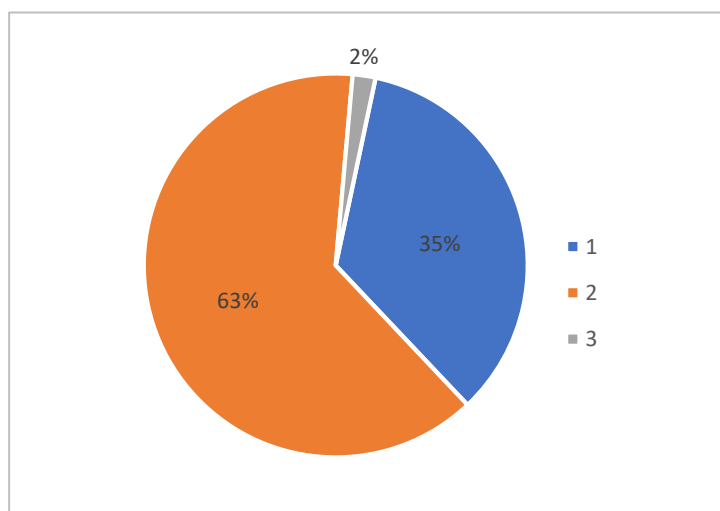
Al término del proceso productivo de arroz de riego, los agricultores en un 84 % destinan la producción a la venta en los principales centro de acopio y piladoras de la zona, un 9 % de los agricultores la utilizan para semilla en su propiedad o venden la cosecha como semilla reciclada, el otro 8 % de los agricultores la utilizan para el autoconsumo (**Figura 18**).



**Figura 18.** Uso de la producción.

- **Siembras al año**

El 63 % de los productores realizan 2 siembras al año, un 35 % desarrollan su proceso productivo una vez en el año y el 2 % de los agricultores realizan 3 siembras en el año, aquello gracias a su infraestructura, disposición de maquinarias y algo fundamental la solvencia económica para realizar todas las actividades de acuerdo a un cronograma estricto (**Figura 19**).

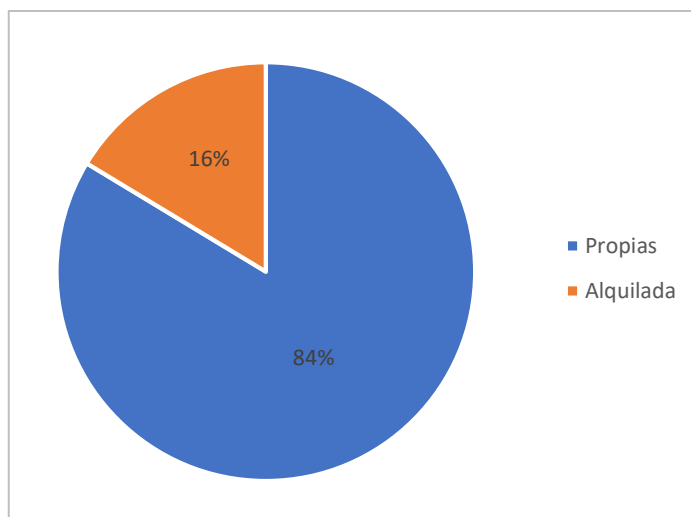


**Figura 19.** Número de siembras en el año.

- **Tenencia tierra**

Gracias a la intervención del estado a través del Ministerio de Agricultura y la Unidad de tierras se ha logrado legalizar la tenencia de tierra en la junta de Usuarios del proyecto de Riego y Drenaje Babahoyo.

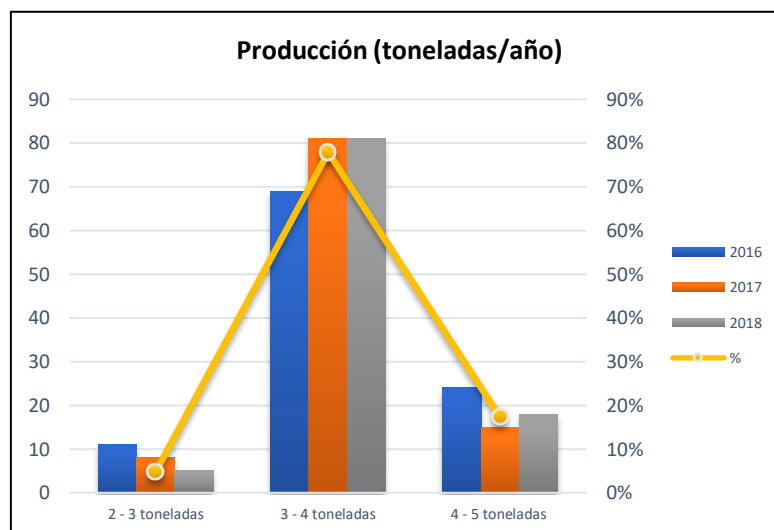
En la **Figura 20** verificamos que el 84 % de de los agricultores son propietarios de sus unidades productivas y un 16 % de los productores alquilan las tierras, el alquiler de las tierras oscila entre 150 y 250 dólares.



**Figura 20.** Tenencia de tierra.

- **Producción (toneladas ha<sup>-1</sup>)**

La mayoría de los productores arroceros que corresponde el 78 % obtiene una producción que oscila entre las 3 a 4 t/ha, el 17 % de los agricultores llegan a cosechar entre 4 a 5 t/ha y el 5 % restante entre 2 a 3 t/ha (**Figura 21**).

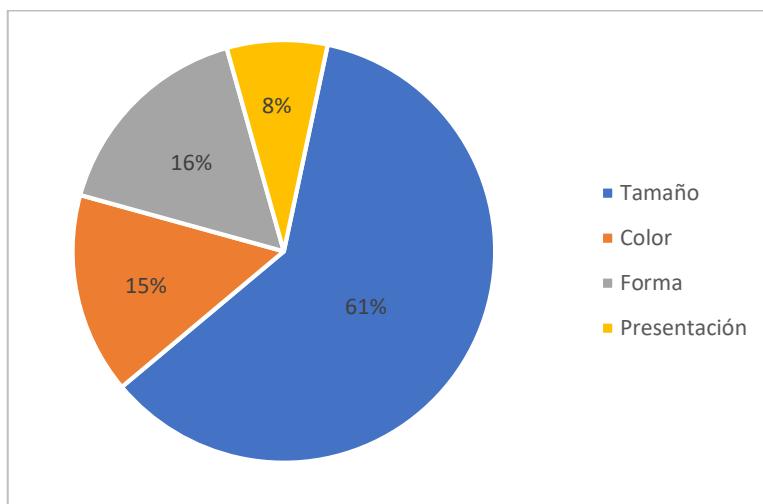


**Figura 21.** Producción promedio de los encuestados (n = 104).



- **Calidad**

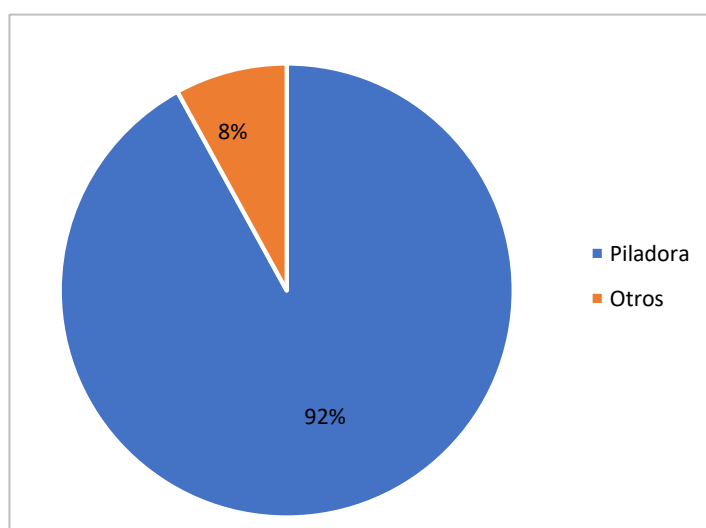
El 61 % de los productores arroceros verifican su calidad para realizar la venta por el tamaño de grano, aquello que es exigido por las principales piladoras o centros de acopio de la zona, 16 % de los agricultores observan la forma, otro 15 % por el color del grano y 8 % por presentación de la cosecha (**Figura 22**).



**Figura 22.** Verificación de la calidad.

- **Lugares de comercialización**

Los productores arroceros no cuentan con mayor grado de asociatividad para comercializar sus cosechas a precios justos; y se comercializa principalmente en piladoras o molinos, el 92% de agricultores venden sus cosechas a los lugares antes mencionados, el 8 % venden a terceros o le dan otro uso, como semillas para el próximo ciclo productivo (**Figura 23**).



**Figura 23.** Venta de la producción.

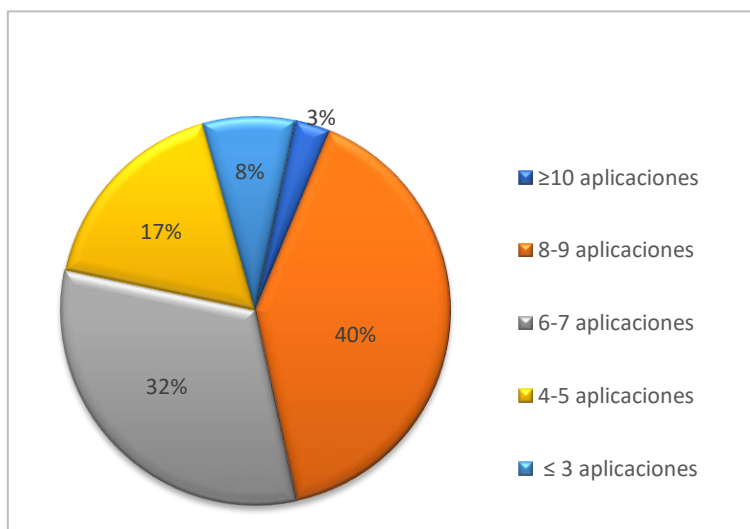
### c. Aspectos ambientales

- **Aplicación de agroquímicos**

Los agricultores de la zona al desarrollar un sistema de producción de tipo convencional, el 100 % aplican productos químicos durante la etapa vegetativa del cultivo.

- **Número de aplicaciones**

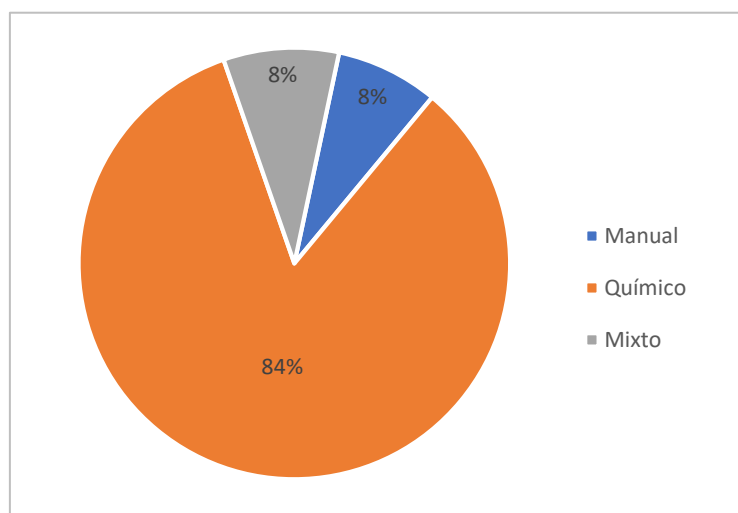
Durante el desarrollo del cultivo de arroz, este atraviesa por algunos problemas asociados con la fitosanidad, los agricultores de la zona en un 40 % realizan de 8 a 9 aplicaciones para hacer frente al control de malezas, control de insectos, control de enfermedades y manejo de la nutrición del cultivo, el 32% de los productores realizan entre 6 y 7 aplicaciones, un 17 % entre 4 a 5, un 8 % igual o menor a 3 aplicaciones y un 3 % de productores realizan un número igual o mayor a 10 aplicaciones (**Figura 24**).



**Figura 24.** Porcentaje de número de aplicaciones por ciclo de cultivo.

- **Control de malezas**

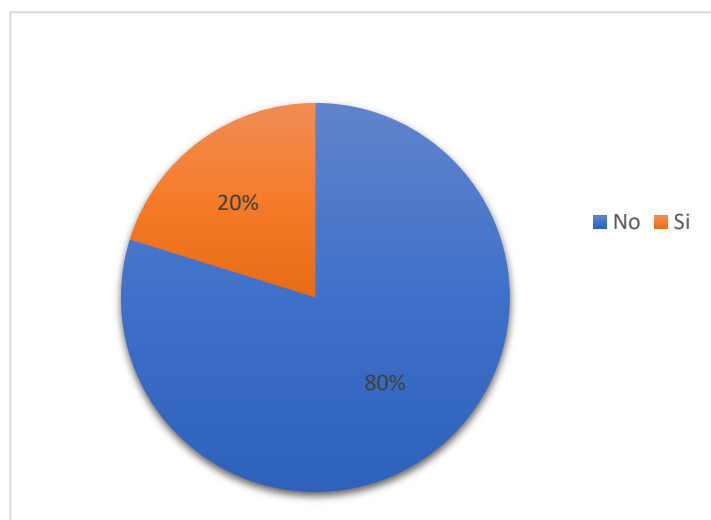
Observamos que el 84 % de los agricultores realizan aplicación de herbicidas para controlar malezas, ya sea de manera simple o en mezcla de productos para alcanzar mayor rango de control con algunas especies de malezas, otro 8 % realiza aplicación de herbicidas, pero también integran el control mecánico, es decir utilizan herramientas manuales como machete y rabón para realizar deshieras. Este control mecánico se realiza al final del ciclo vegetativo, precisamente para evitar afectar la calidad de la cosecha, por último, existe un 8 % de productores que por lo general por falta de recursos no aplican herbicidas y realizan control manual, pero esto ocurre en terrenos menores a las dos ha (**Figura 25**).



**Figura 25.** Métodos de control de malezas.

- **Cobertura vegetal**

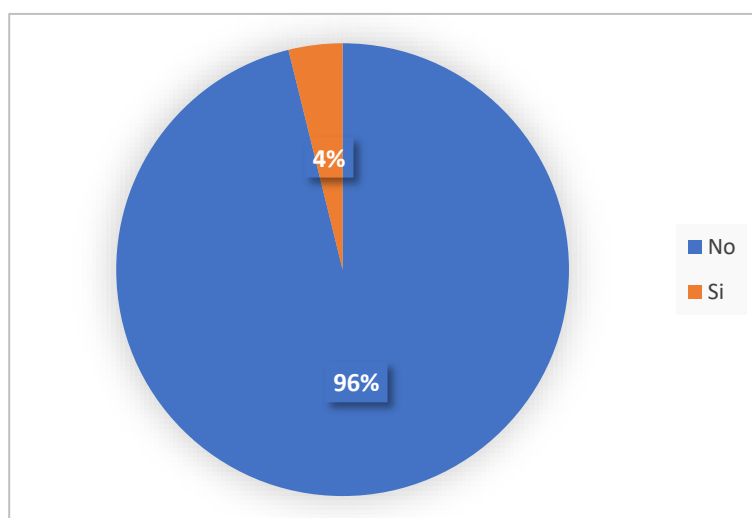
En la **Figura 26**, observamos que el 80 % de los agricultores no manejan cobertura vegetal, es decir siembran solo arroz de manera extensiva, a diferencia de un 20 % de los productores arroceros que alrededor del cultivo realizan cobertura con cacao, maíz y algunos árboles frutales.



**Figura 26.** Porcentaje de productores que realizan manejo de cobertura vegetal.

- **Rotación del cultivo**

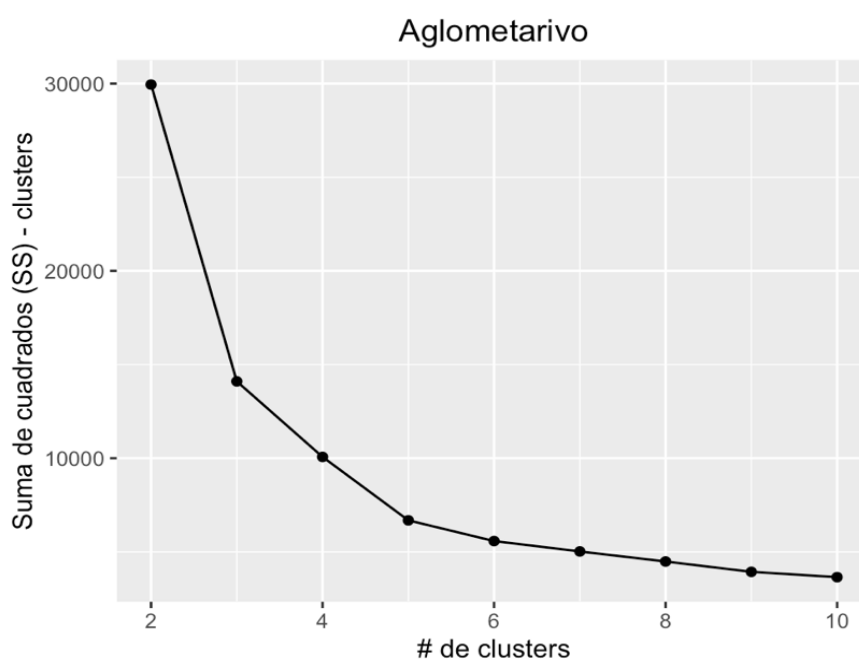
El 96 % de los productores arroceros de la zona no realizan rotación de cultivo, dedican todo el año a la producción de arroz, solo un 4 % de los agricultores realizan rotaciones eventuales cuando el precio del arroz está por debajo de las expectativas o cuando hay limitaciones económicas para realizar el proceso productivo en el cultivo de arroz (**Figura 27**).



**Figura 27.** Rotación de cultivos.

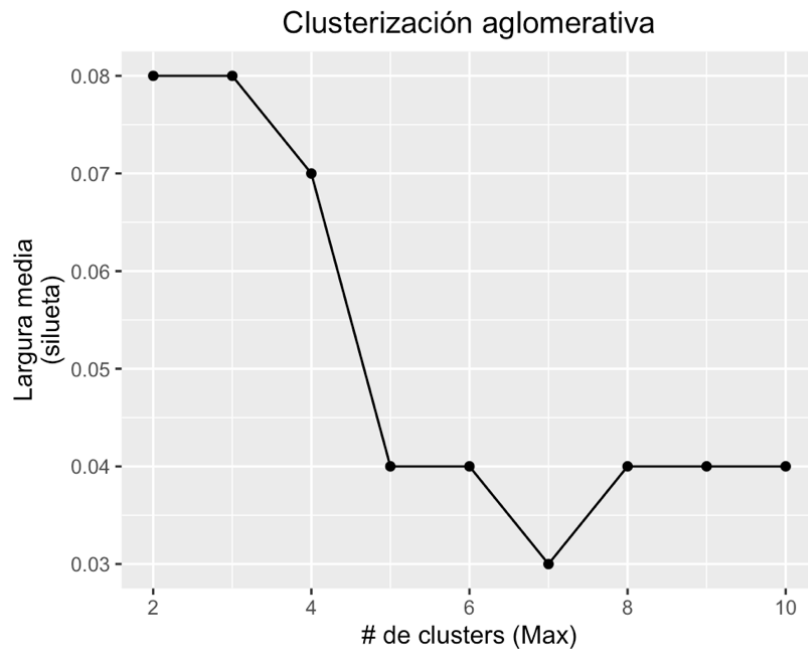
#### 4.2. TIPIFICACIÓN DE FINCAS ARROCERAS EN EL CANTÓN BABAHOYO, ECUADOR

En cada encuesta realizada a los productores, se utilizó 59 variables para la caracterización, obteniendo un coeficiente de variación superior a 60 %. Al aplicar el método Ward y distancia euclidiana al cuadrado, se conformaron entre 2 y 3 grupos de sistemas, de los cuales el primero corresponde al segmento de productores del sistema de producción desarrollado (SPD) con 38 %, el conglomerado 2 a sistemas de producción medianamente desarrollado (SPMD) 32 % y el tercero que agrupa la menor parte de productores al sistema de producción básica (SPB) 30 % (**Figura 28**).



**Figura 28.** Número de clústers según el método aglomerativo.

Luego de establecer el número máximo de clústeres entre 2 y 3, realizamos una aglomeración por el método de la silueta (**Figura 29**), que nos dio como resultado (**Tabla 6**) que los valores de clúster (k) óptimos para esta matriz es el 2 y 3. Para efectos de división de agricultores utilizamos  $k = 3$ .

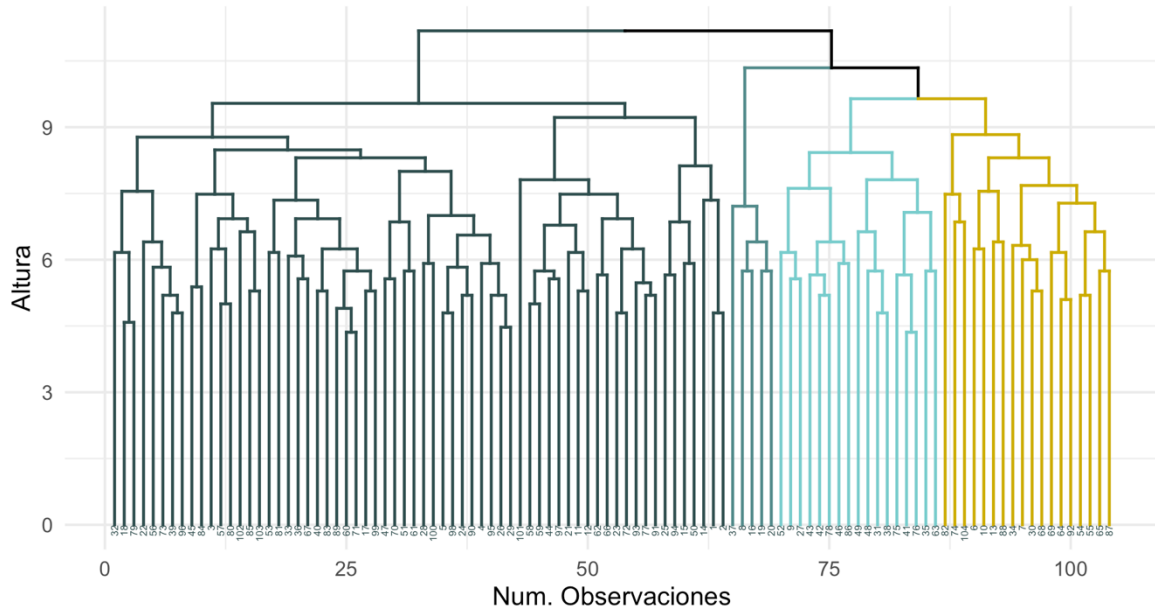


**Figura 29.** Número máximo de clústeres usando el método de la silueta.

**Tabla 6.** Resultados de la estadística entre clústeres ( $k = 3$ ).

	Test 1	test 2	Test 3
Número de clústeres	1	2	3
N	104	104	104
SS entre clústeres	2674.28	2486.84	2355.3
average.within	7.18	6.96	6.82
average.between	7.65	7.6	7.61
wb.ratio	0.94	0.92	0.9
dunn2	1.04	1.01	1.05
avg.silwidth	0.06	0.06	0.06
Cluster- 1 size	59	32	32
Cluster- 2 size	45	45	18
Cluster- 3 size	0	27	27

La largura media de la silueta máxima alcanzó un valor positivo de 0.08 y no obtuvo valores negativos. Finalmente, se utiliza  $k = 4$  para establecer el número de grupos (**Figura 30**).



**Figura 30.** Dendrograma de los sistemas de producción de arroz bajo riego. Babahoyo, Ecuador, 2019.

#### **4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE ARROZ BAJO RIEGO EN EL CANTÓN BABAHOYO, ECUADOR**

El cultivo de arroz en el país, especialmente en la provincia de Los Ríos, cantón Babahoyo, sector CEDEGE, representa un rubro de alta importancia económica, ya que en el proceso de producción y comercialización genera ingresos económicos a todos los actores de la cadena de agronegocio, incluyendo a los habitantes de las zonas rurales.

Sin embargo, conforme a factores como: tenencia de tierra, condiciones edafoclimáticas, nivel económico, acceso a tecnología, entre otros (Degiovanni *et al.* 2010), los sistemas de producción adoptados por los agricultores se detallan a continuación:

- **Sistema de producción desarrollado (SPD)**

Se practica en 39 fincas, las cuales mantienen una superficie cultivada de arroz mayor a 10 ha. Este grupo no accede a beneficios públicos de acuerdo con la ley, tienen relación de dependencia al cultivo.

En este grupo, el 8 % de agricultores obtiene rendimientos máximos de 4 a 5 t/ha<sup>-1</sup> en tanto que el 92 % cosecha 3 a 4 t/ha<sup>-1</sup>. Es importante considerar que los SPD se encuentran en las mejores zonas para el cultivo de arroz, de manera que es un sistema de producción extensivo, que busca una valorización de la tierra con el mínimo de inversión en mano de obra. La familia campesina de este tipo de agricultores tiene un empleo fijo, fuera de su explotación.

- **Sistemas de producción medianamente desarrollado (SPMD)**

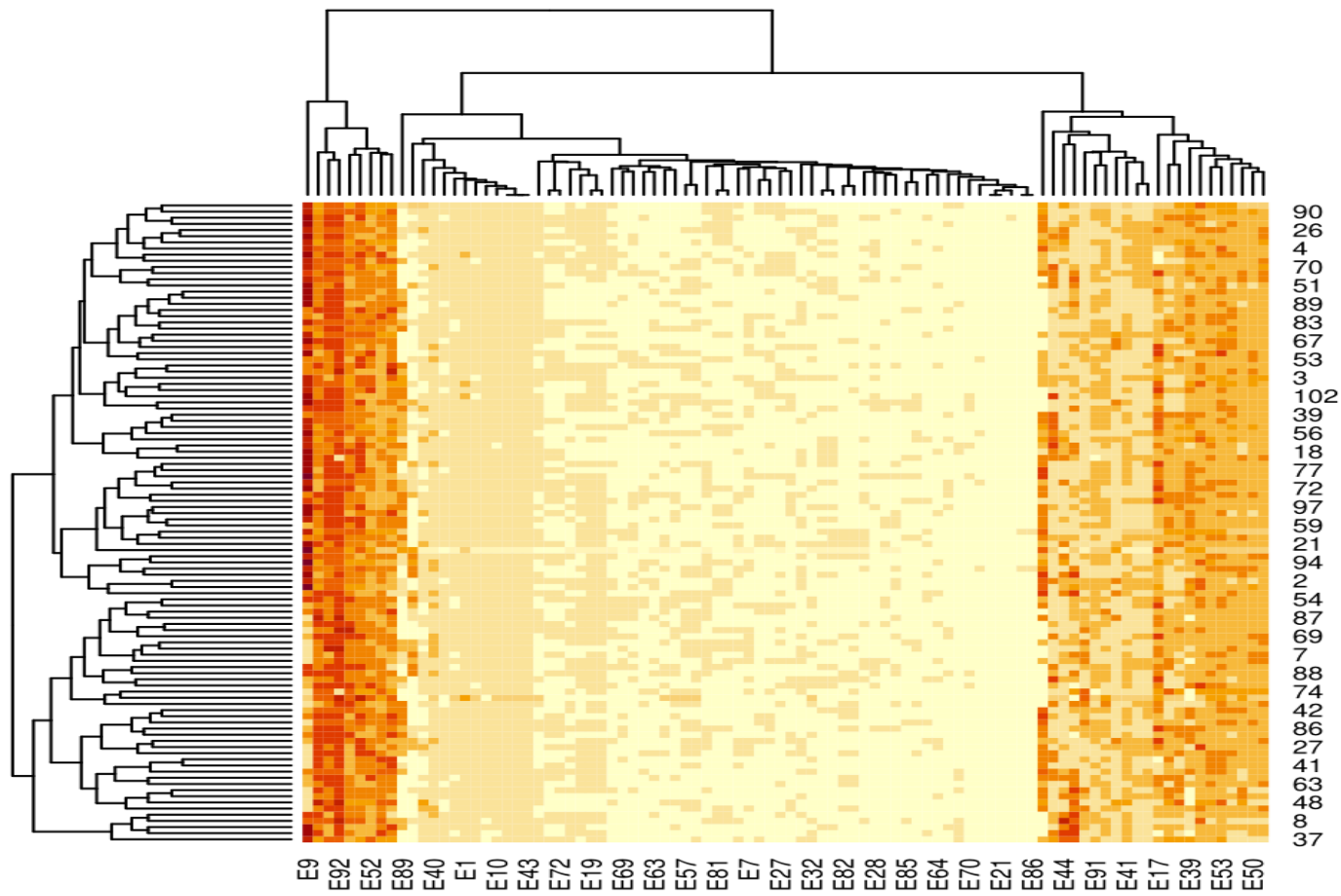
Se encuentran conformados por 34 fincas, las mismas que mantienen una superficie cultivada de arroz mayor a 5 y menor a 10 ha. El grupo se define por las siguientes características: la producción es para la venta, tienen una relación de dependencia del arroz y lo intercalan con otros cultivos, acceden a beneficios del estado como los kits (68 %) y seguro agrícola (76 %).

En este grupo existen agricultores que obtienen rendimientos máximos de 4 a 5 t/ha<sup>-1</sup> (29 %) y otros (71 %) con rendimientos de 3 a 4 t/ha<sup>-1</sup>. Es importante considerar que los pequeños y medianos agricultores comparten características similares como gasto en mecanización, afiliación al seguro agrícola y recepción de kit de semillas y capacitación del gobierno.

- **Sistema de producción básica (SPB)**

Está conformado por 31 fincas, las cuales tienen la mayor parte de la superficie cultivada de arroz concentrada en más de 2 y menos de 5 (ha) su producción es para la venta y subsistencia, también integra su mano de obra en otras actividades extra agropecuarias y accede a los beneficios del estado de kits (55 %) y seguro agrícola (61 %).

En este grupo existen agricultores que obtienen rendimientos de 3 a 4 t/ha<sup>-1</sup> (68 %), y de 2 a 3 t/ha<sup>-1</sup> (16 %). La mayoría prioriza el sistema de monocultivo y desconoce otros procesos productivos. Un resumen de los tipos de agricultores puede ser observado en la **Figura 31**. El mapa de calor normalizado nos indica cuales variables y donde son más repetitivas las aglomeraciones y nos da una mejor visualización de los clústeres.



**Figura 31.** Mapa de calor de los tipos de agricultores, basado en la matriz de distancia euclidiana de los resultados de las encuestas.

\*\* Las codificaciones de las variables (E1, E2, E&), se hicieron para mejorar la calidad visual de la figura.



La caracterización de productores es una excelente estrategia no solo de planificación sino de adaptación (Khalid *et al.* 2020). Existen estudios que apuntan a la mejora en riego, aumento de la productividad y manejo ecológico (Jansing *et al.* 2020) y para esto debemos conocer y caracterizar nuestros productores. La caracterización y el análisis de la relación entre las prácticas de cultivo, limitaciones de plagas y variación del rendimiento en Ecuador son necesarias para desarrollar estrategias sostenibles de manejo de cultivos y plagas a medida que se intensifica la agricultura. La producción de arroz se está transformando de un sistema de subsistencia a un sistema intensivo orientado al mercado (Castilla *et al.* 2020).

#### **4.4. EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE HERBICIDAS EN FINCAS PRODUCTORAS DE ARROZ BAJO RIEGO EN EL CANTÓN BABAHOYO, ECUADOR**

Antes de la aplicación de los tratamientos herbicidas, se realizó la identificación de las malezas presentes en el área experimental. Se determinaron 14 especies de malezas, pertenecientes a las familias de gramíneas, ciperáceas y algunas hojas anchas (**Tabla 7**).

**Tabla 7.** Población de malezas en fincas productoras de arroz bajo riego, cantón Babahoyo, Ecuador

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
Oryza sativa	Arroz rojo
Cyperus esculentus	Coquito
Echinochloa crusgalli	Moco de pavo
Leptochloa uninervia	Paja blanca
Leptochloa virgata	Paja morada
Vigna vexilata	Soguilla
Fimbristillis miliacea	Arrocillo
Limnocharis flava	Buchón de agua
Ludwigia hyssopifolia	Clavo de agua
Cyperus iria	Cortadera
Sphenoclea zeylanica	Esfenoclea
Heteranthera reniformis	Oreja de ratón
Echinochloa colona	Paja de patillo
Sesbania exaltata	Tamarindillo

La **Tabla 8** registra los promedios de control de malezas a los 20 y 40 DDA de los productos. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para ambas evaluaciones y los coeficientes de variación fueron 2,88 y 5,38 %.

**Tabla 8.** Porcentaje de control de malezas a los 20 y 40 días después de aplicados los tratamientos en arroz de riego. Babahoyo, Ecuador, 2019.

Tratamientos	Control 20 días	Control 40 días
T1	87,5 b	93,8 ab
T2	76,5 d	81,3 c
T3	82,5 b	86,3 bc
T4	80,5 cd	81,3 c
T5	87,8 b	90,0 abc
T6	78,3 cd	82,5 c
T7	95,8 a	99,0 a
T8	76,5 d	80,0 c
Promedio general	83,2	86,8
Significancia estadística	**	**
CV (%)	2,88	5,38

Dentro de cada columna, los promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

\*\*= altamente significativo

A los 20 días, el mejor control de malezas con 95,8 % lo dio el Tratamiento 7 (T7) a base de la mezcla preemergente clomazone + bentiocarbo en dosis de 0,85 + 4,0 l ha<sup>-1</sup> y la mezcla postemergente bispiribac sodium + picloram + 2,4 d amina en dosis de (0,4 + 0,7 l ha<sup>-1</sup>), siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos.

A los 40 días, la misma combinación (T7) de la mezcla PRE clomazone + bentiocarbo 0,85 + 4,0 l ha<sup>-1</sup> con la POST bispiribac sodium + picloram + 2,4 D amina (0,4 + 0,7 l ha<sup>-1</sup>), presentó el mejor control de malezas con 99,0 %, aunque sin diferir significativamente de T1 y T5.

La mezcla de clomazone + bentiocarbo (0,850 + 4,0 l ha<sup>-1</sup>) y control mecánico con 3 deshervas (T8) obtuvo el menor control de malezas con 80,0 %, en comparación con T7 y T1, siendo significativamente igual a los demás tratamientos.

- **Selectividad de los herbicidas**

Los tratamientos herbicidas no registraron ningún daño en las evaluaciones a los 20 y 40 días.

- **Altura de planta**

En la variable altura de planta, no se detectó diferencias estadísticas con un CV de 3,48 % (Tabla 9). La mezcla clomazone + bentiocarbo (0,85 + 4,0 l ha<sup>-1</sup>) más el control mecánico con 3 deshierbas obtuvo el mayor valor absoluto con 107,8 cm de altura de planta.

- **Número de macollos por m<sup>2</sup>**

Los promedios para esta variable se observan en la Tabla 9. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas y su coeficiente de variación fue 17,92%.

La mezcla pre emergente oxadiazón + butaclor 1,5 L + 2,8 l ha<sup>-1</sup> y la mezcla post emergente propanil + triclopyr 5,0 (T5) registró la mayor cantidad absoluta con 326,8 macollos m<sup>-2</sup>, mientras que fue menor en la mezcla pre emergente clomazone + bentiocarbo 0,85 + 4,0 l ha<sup>-1</sup> más el control mecánico con 3 deshierbas (T8) que obtuvo 215,8 macollos m<sup>-2</sup>.

- **Panículas por m<sup>2</sup>**

En esta variable, tampoco se presentó diferencias estadísticas significativas y el coeficiente de variación fue 18,28 % (Tabla 9). La mezcla pre emergente oxadiazón + butaclor 1,5 L + 2,8 l/ha y la mezcla post emergente propanil + triclopyr 5,0 l/ha (T5) presentó el mayor número absoluto con 315,8 panículas m<sup>-2</sup>, mientras que el menor número absoluto lo presentó el T8 con 210,0 panículas m<sup>-2</sup>.

**Tabla 9.** Altura de planta, numero de macollos y panículas por m<sup>2</sup>.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Número de macollos m <sup>-2</sup>	Número de panículas m <sup>-2</sup>
T1	101,50	314,00	306,30
T2	105,90	302,50	290,80
T3	104,60	316,50	307,30
T4	107,40	301,80	290,50
T5	103,70	326,80	315,80
T6	104,70	255,80	241,50
T7	99,60	291,50	280,30
T8	107,80	215,80	210,00
Promedio general	104,40	290,60	280,30
Significancia estadística	Ns	Ns	Ns
Coeficiente de variación (%)	3,48	17,92	18,28

- **Rendimiento**

En la **Tabla 10** se reportan los promedios para esta variable. El análisis de varianza presentó diferencias significativas y el CV fue 9,72 %.

La mezcla pre emergente oxadiazón + butaclor (1,5 + 2,8 l ha<sup>-1</sup>) y el coformulado post emergente propanil + triclopyr 5,0 l ha<sup>-1</sup> (T5) alcanzó el mayor rendimiento absoluto (4974,5 kg ha<sup>-1</sup>), que no fue significativamente diferente de los demás tratamientos, excepto el T8.

**Tabla 10.** Rendimiento y beneficio neto de arroz bajo riego con ocho tratamientos de control de malezas, Babahoyo, Ecuador, 2019.

Tratamientos	Rendimiento		Beneficio Neto	
	(kg/ha)	%/ T8	(USD)	%/ T6
T1	4917,5 ab	20.84	341,80	50.52
T2	4610,0 ab		237,20	
T3	4944,8 ab		304,76	
T4	4753,0 ab		254,50	
T5	4974,5 a	21.75	181,71	
T6	4532,5 ab		169,11	
T7	4803,5 ab		236,49	
T8	3892,5 b	-----	-24,23	
Promedio general	4678,5			
Significancia estadística	*			
Coefficiente de variación (%)	9,72			

- **Análisis económico**

En la Tabla 10 también se presenta el análisis económico. El mayor beneficio neto se registró con el T1 o combinación de la mezcla preemergente clomazone + butaclor, en dosis de 0,85 L + 1,4 L y propanil + picloram + 2,4 d amina, dosis de 2,3 L + 0,4 L con \$ 341,80. El menor resultado lo obtuvo el tratamiento T8 clomazone + bentiocarbo, en dosis de 0,85 L + 4,0 L y Testigo mecánico con 3 deshierbas con un valor de -24,23.

En el desarrollo del trabajo experimental se evaluó la selectividad de las mezclas herbicidas utilizadas y se pudo comprobar que no existieron síntomas de fitotoxicidad en el cultivo

durante su desarrollo; por lo tanto, no se presentaron efectos negativos en el rendimiento del cultivo y características agronómicas, ya que los principios activos fueron seleccionados de acuerdo a la selectividad al cultivo, especies de malezas que controla y época oportuna de aplicación (Medeiros *et al.* 2011).

Con los resultados de control en las 14 especies de malezas presentes en el ensayo experimental, se comprobó que el uso de formulaciones herbicidas se constituye en un excelente método para controlar malezas en los procesos de producción agrícola (SOSBAI 2018). También se comprueba la diversidad de moléculas herbicidas utilizadas en la zona debido a la presencia de técnicos vendedores de las diferentes empresas de productos plaguicidas.

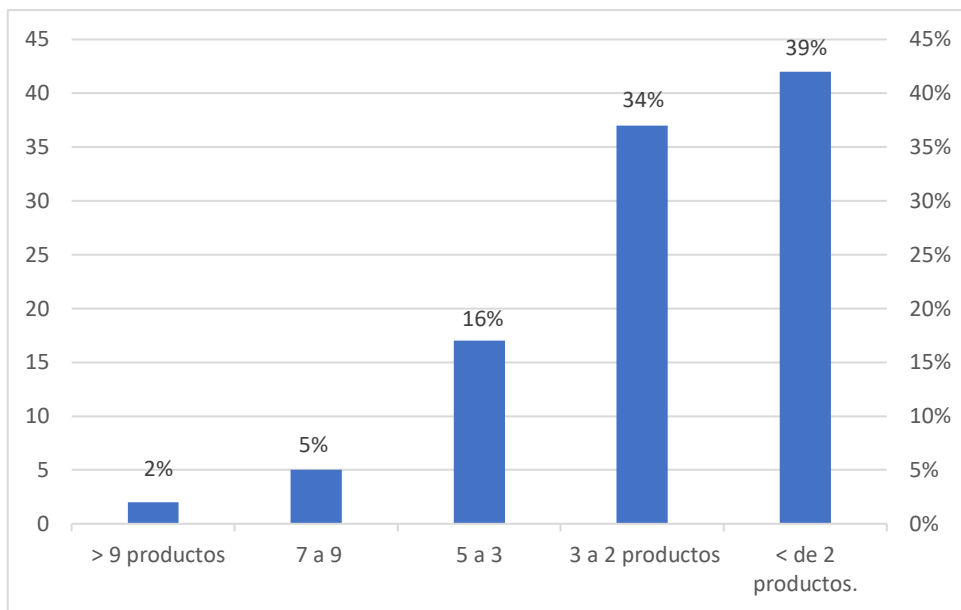
La mayor efectividad en el control de malezas que se obtiene con estas mezclas herbicidas, se debe a la forma de acción de las formulaciones, la mayor parte son sistémicos, lo que produce, en el caso de los pre emergentes un periodo de persistencia en el suelo y para los post emergentes la acción de ser traslocables, es decir son absorbidos por las hojas y entra al sistema vascular hasta los tejidos meristemáticos para causar la muerte de las malezas (FAO 2007; Piedrahita *et al.* 2020).

#### **4.5. EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LAS FINCAS PRODUCTORAS DE ARROZ BAJO RIEGO EN EL CANTÓN BABAHOYO, ECUADOR**

##### **a. Dimensión Económica**

- **Diversificación de la producción**

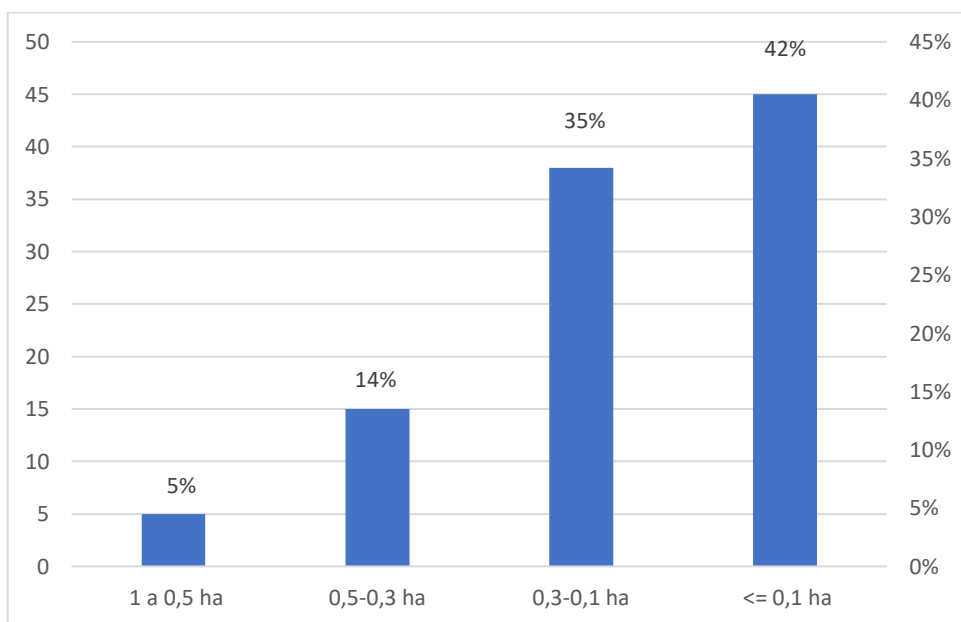
En la **Figura 32** se puede observar que el 39% los productores de estos sectores en su mayoría mantienen un sistema de monocultivo, lo cual genera pérdidas de ingresos adicionales y la falta de diversidad de productos que puedan ser utilizados para la alimentación. Por otro lado, existe otro grupo de productores (34 %), que mantiene en sus predios otros cultivos tales como: maíz, soya y ciertos frutales que generalmente son para la alimentación del grupo familiar y parte para la comercialización.



**Figura 32.** Diversificación de la producción

- **Superficie de producción destinada al autoconsumo**

En la **Figura 33** se puede notar que, en estos sistemas de producción, el 42 % de los propietarios destinan menos de 0,1 ha para el autoconsumo, 35 % emplean de 0,3 a 0,5 ha y 5,0 % destinan 1,0 a 0,5 ha.

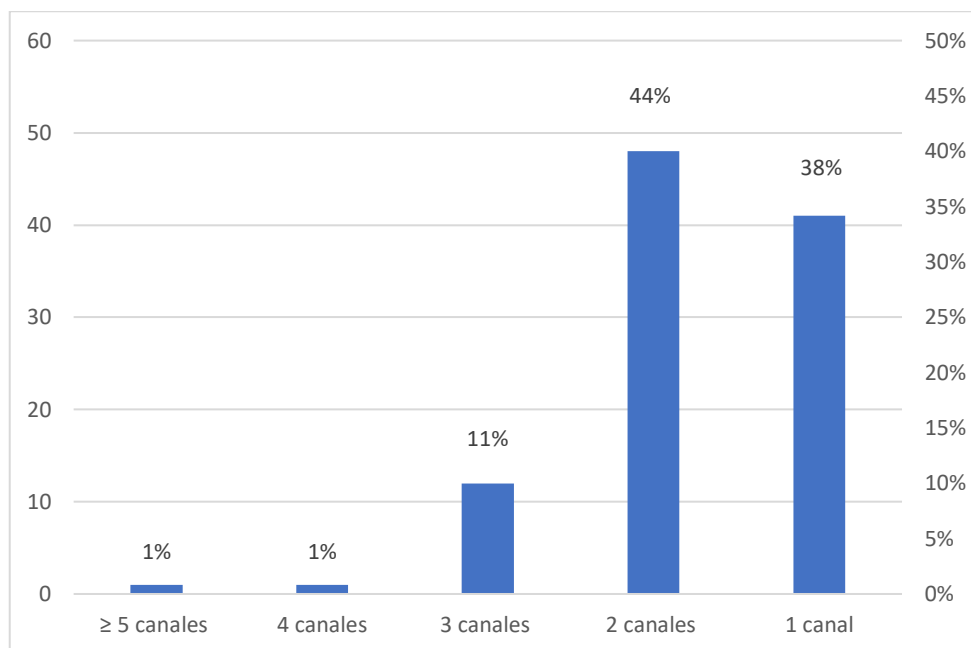


**Figura 33.** Superficie para autoconsumo

Se evidencia la utilización de una pequeña área para el autoconsumo.

- **Vías de comercialización**

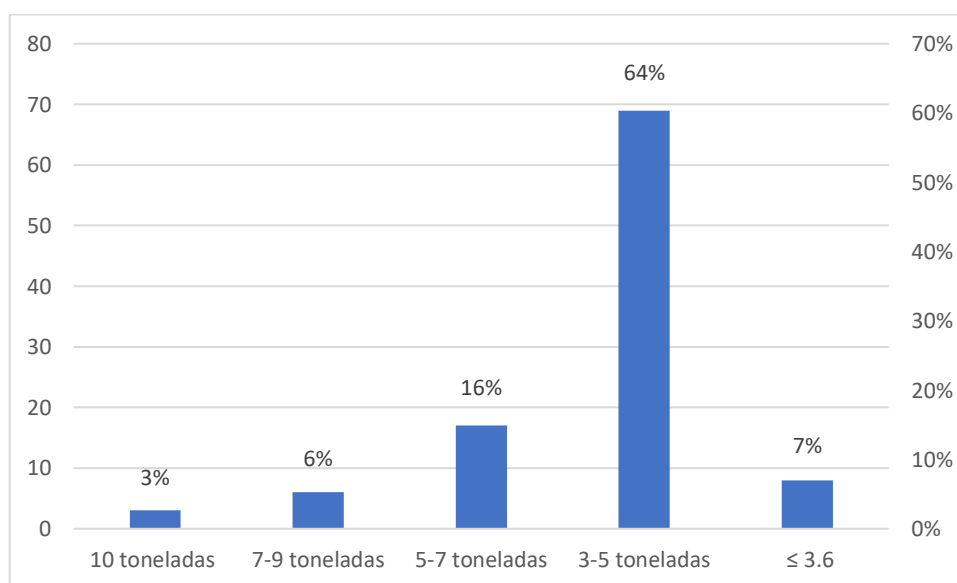
En la **Figura 34**, se observa que el 38 % de los productores utilizan un solo canal de ventas y solo un 11 % utilizan tres canales de comercialización.



**Figura 34.** Vías de comercialización

- **Productividad**

En el 64 % de los productores, obtiene de 3 a 5 t de producción, le sigue un 16 % con 5 a 7 t. Solo un 3 % de productores mantienen niveles de producción superiores a 10 t (**Figura 35**).

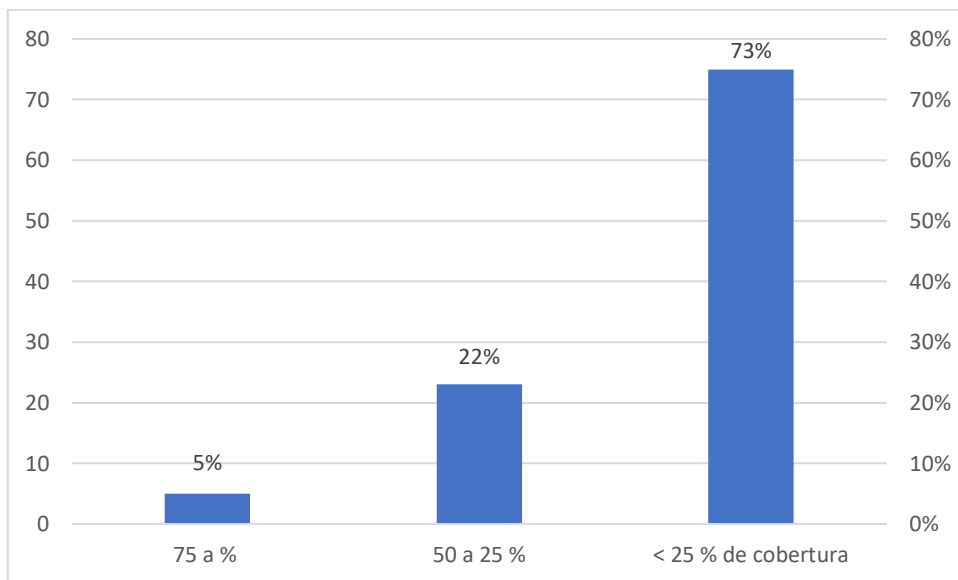


**Figura 35.** Productividad

## b. Dimensión Ecológica

- **Manejo de la cobertura vegetal**

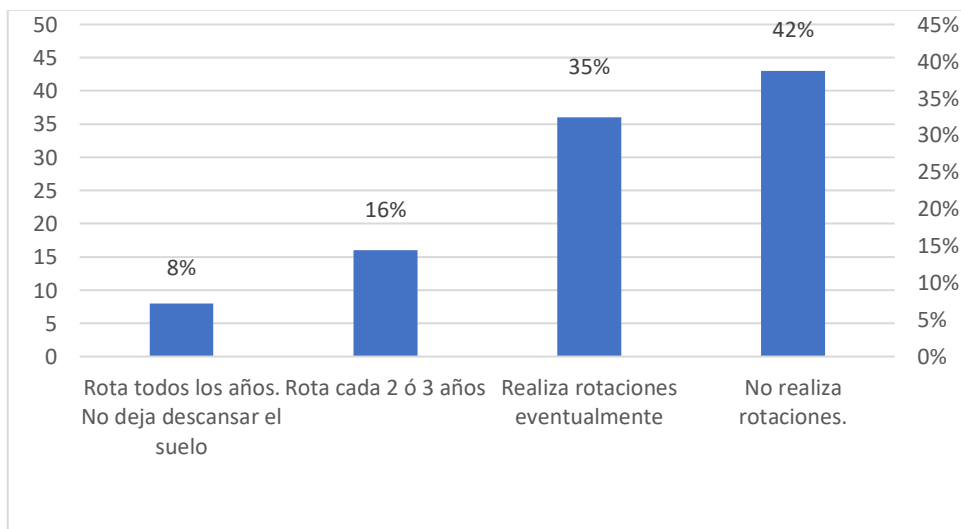
El 73 % de los productores mantienen en promedio menos de 25 % de cobertura y solo 5 % mantiene niveles de cobertura del 75 % (Figura 36). La cobertura vegetal se realiza en el borde de los canales y en pequeñas áreas con cultivos como yuca, naranja, cacao.



**Figura 36.** Cobertura vegetal

- **Rotación de cultivos**

Según se puede observar en la Figura 37, que el 42 % de los productores no realiza rotaciones y mantiene monocultivo, el 35 % realiza rotaciones eventualmente y solo un 8 % rota los cultivos todos los años.

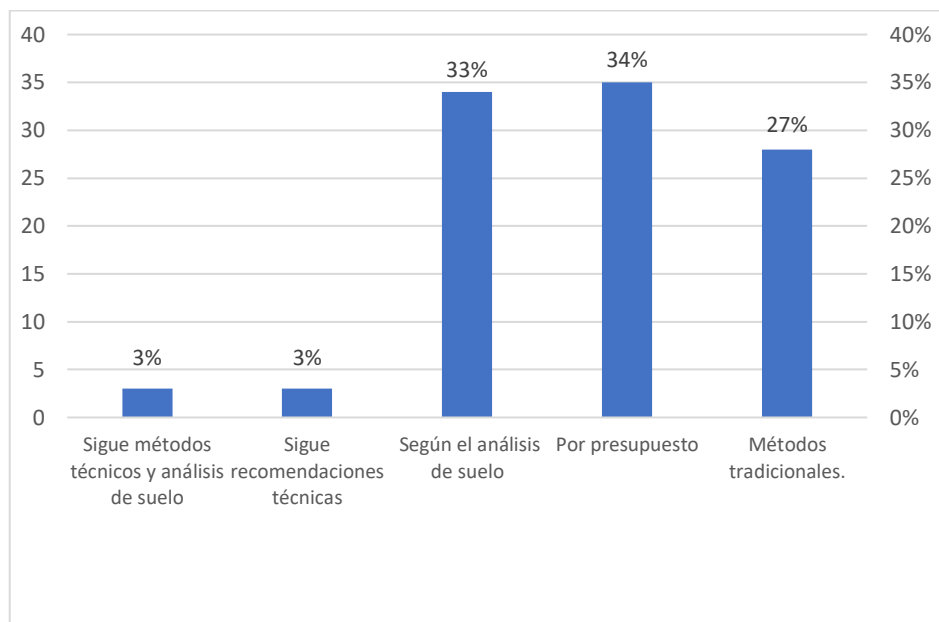


**Figura 37.** Rotación de cultivos



- **Fundamentos para la fertilización**

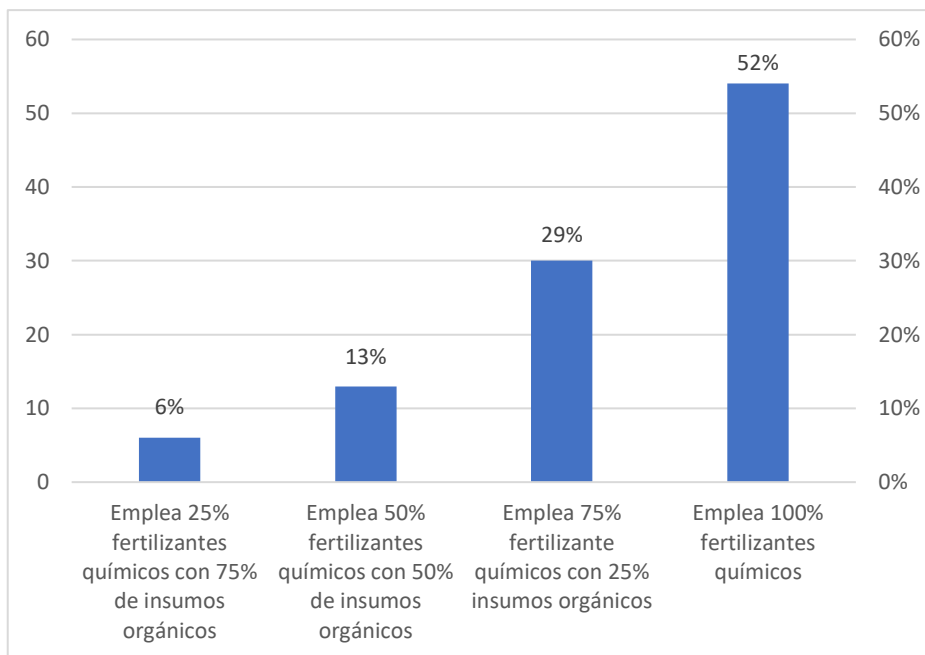
El mayor porcentaje de productores con un promedio de 39 %, realizan aplicaciones de acuerdo a la disponibilidad económica de los agricultores, el 33 % según el análisis de suelo y solo un 3 % lo realiza por recomendación técnica (**Figura 38**).



**Figura 38.** Fundamentos para la fertilización

- **Aplicación de fertilizantes**

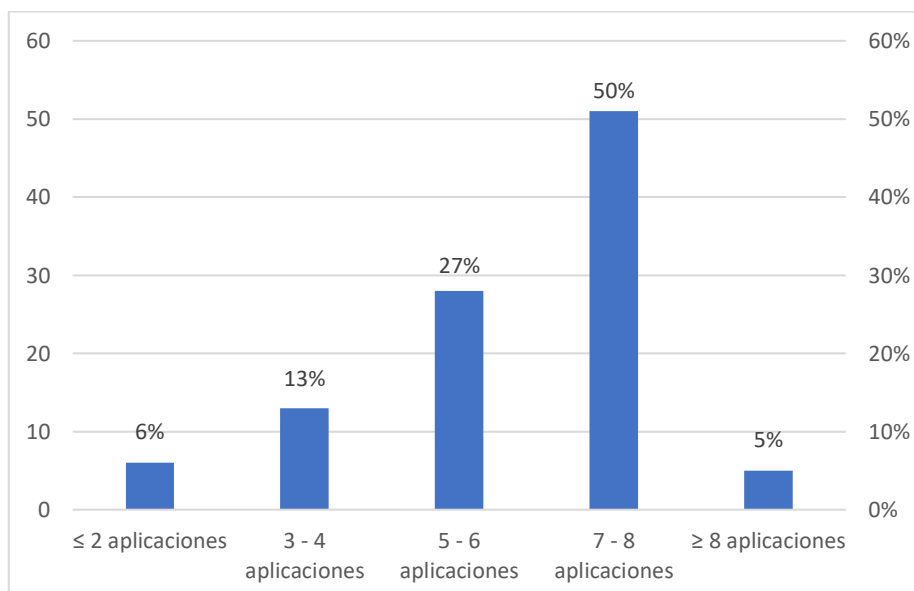
En la **Figura 39**, se puede observar que el 52 % de los productores solamente utilizan fertilizantes químicos; un 29 % de productores emplea 75 % fertilizantes químicos y 25 % de insumos orgánicos y solo 6 % de productores emplea 25 % fertilizantes químicos y 75 % de insumos orgánicos.



**Figura 39.** Aplicación de fertilizantes

- **Aplicación de agroquímicos**

El 50 % de los productores realizan entre 7-8 aplicaciones, 27 % efectúan 5-6 aplicaciones y 6 % hacen  $\leq 2$  aplicaciones. Estos resultados son una evidencia del gran uso de plaguicidas en este cultivo (**Figura 40**).

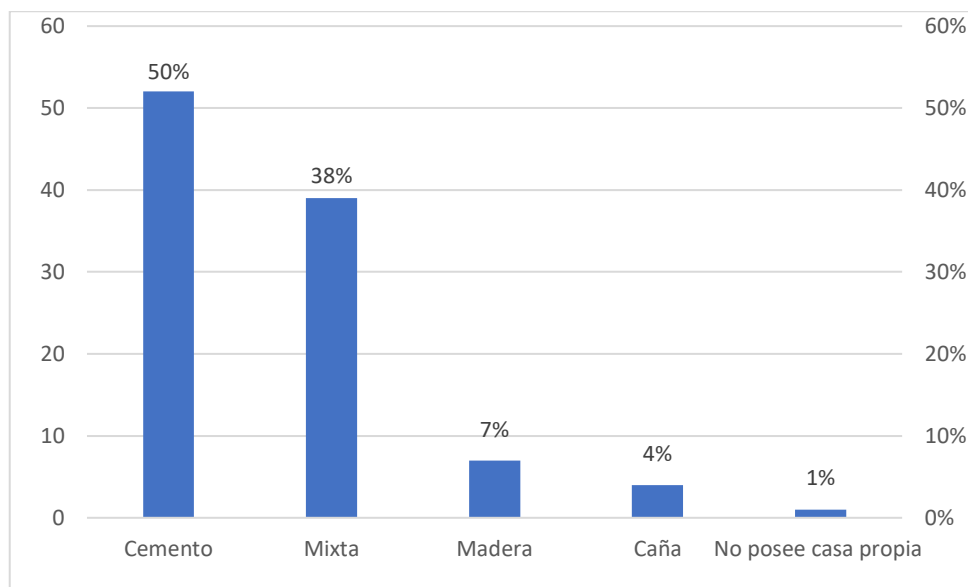


**Figura 40.** Aplicación de agroquímicos

**c. Dimensión sociocultural**

- **Vivienda**

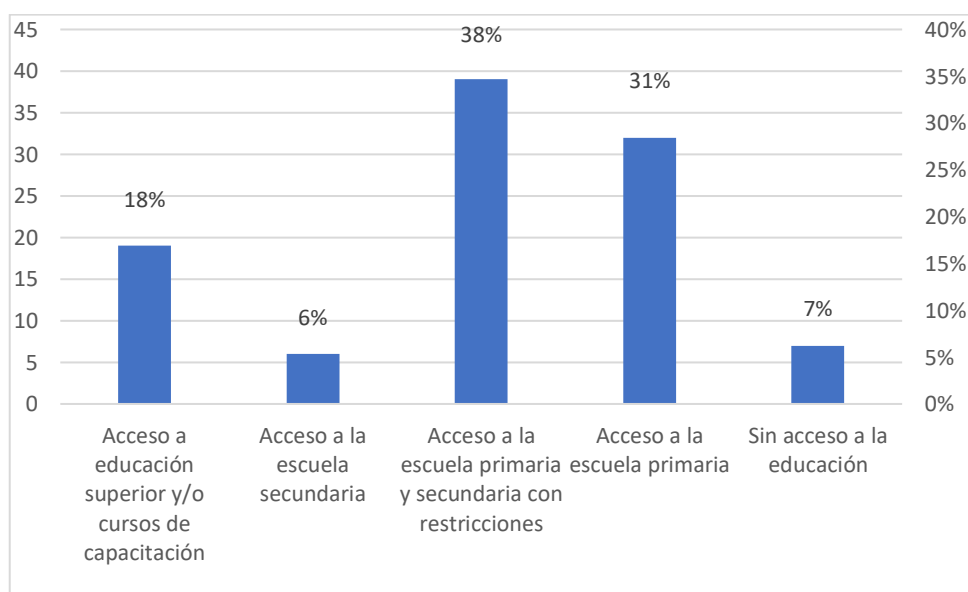
El 50 % de los productores tienen viviendas de cemento y un 38 % poseen viviendas de material mixto (**Figura 41**).



**Figura 41. Vivienda**

- **Acceso a la educación**

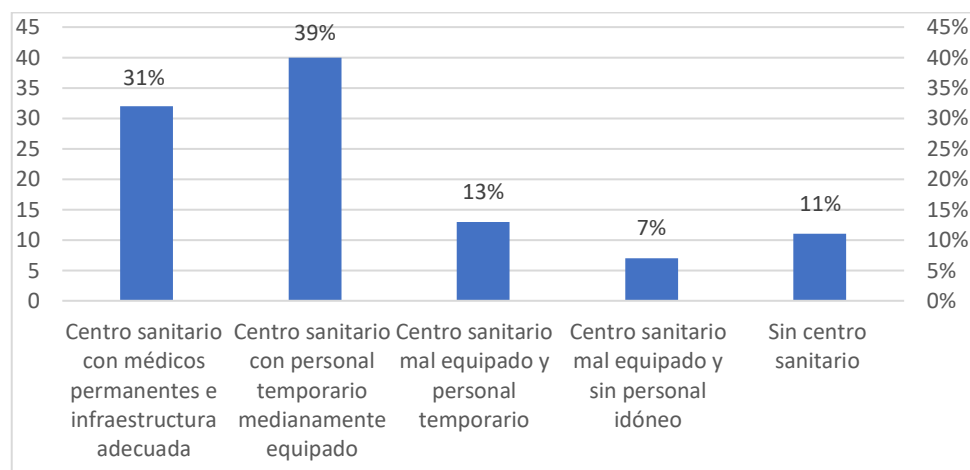
En la **Figura 42**, se puede observar que el 38 % de los productores tienen acceso a la escuela primaria y secundaria con restricción; con 31 %, están los productores que tienen acceso a escuela primaria. Por último, se encuentra un 7 % que representa a los productores sin acceso a la educación.



**Figura 42. Acceso a la educación**

- **Acceso a salud y cobertura sanitaria**

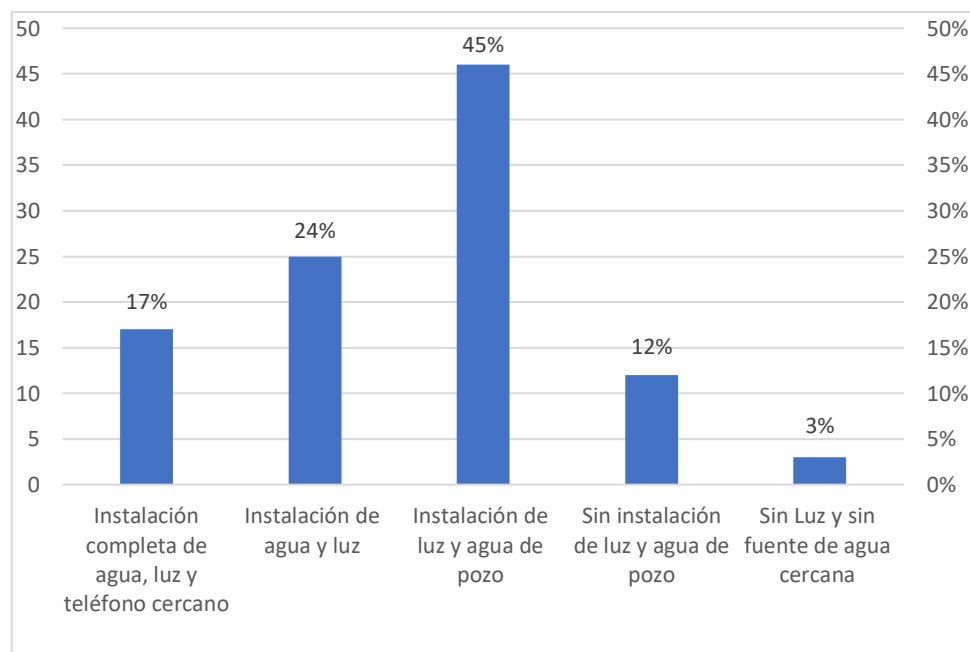
El 39 % de los productores manifiestan tener un centro sanitario medianamente equipado, con personal temporal. Un 7 % de encuestados no cuentan con un centro sanitario (**Figura 43**).



**Figura 43.** Acceso a salud

- **Servicios básicos**

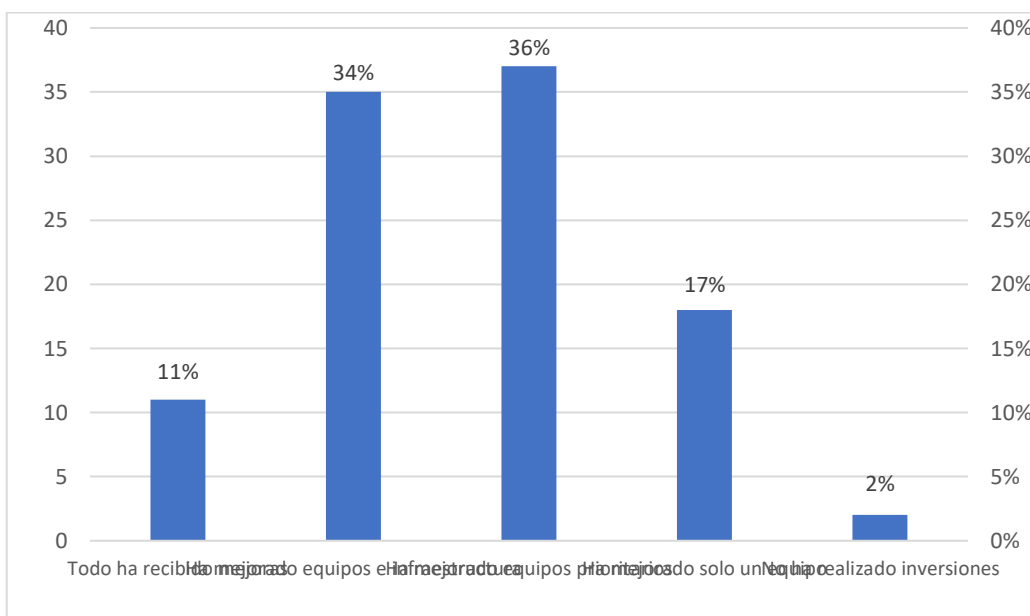
Para la variable servicios básicos, el 46 % de productores cuentan con instalación de luz y agua de pozo. Luego están los productores que cuentan con instalación completa de agua, luz y teléfono cercano con 17 % (**Figura 44**).



**Figura 44.** Servicios básicos

- **Inversión en actualizaciones y mejoras**

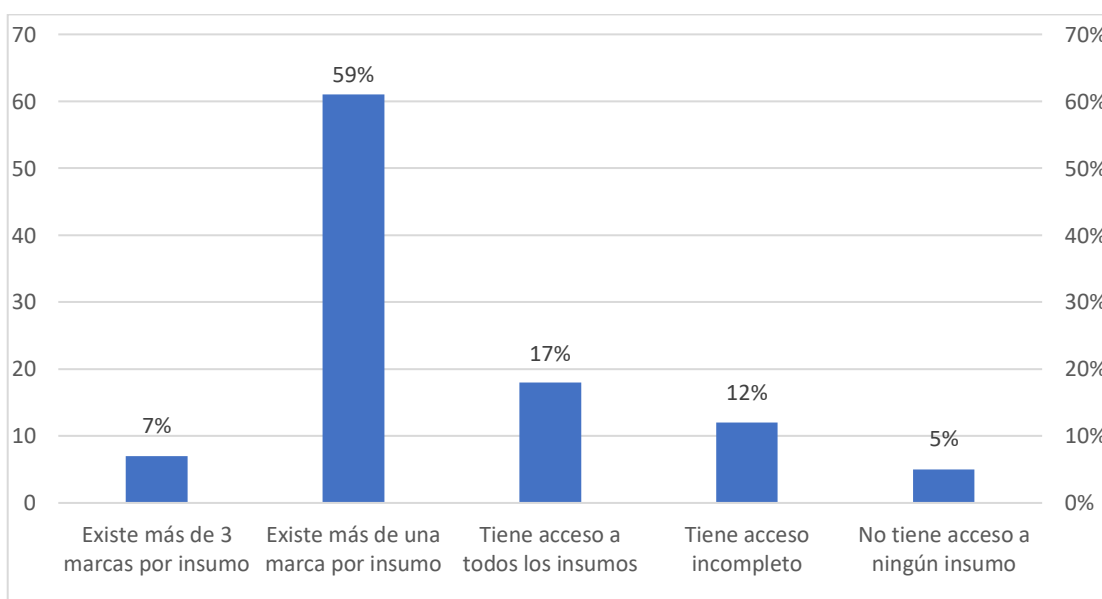
En la **Figura 45** se puede apreciar que el 36 % de los agricultores manifestaron que han mejorado equipos prioritarios, el 34 % ha mejorado equipos e infraestructura y solo el 11 % indica que ha mejorado en todo.



**Figura 45.** Actualizaciones y mejoras

- **Acceso a insumos**

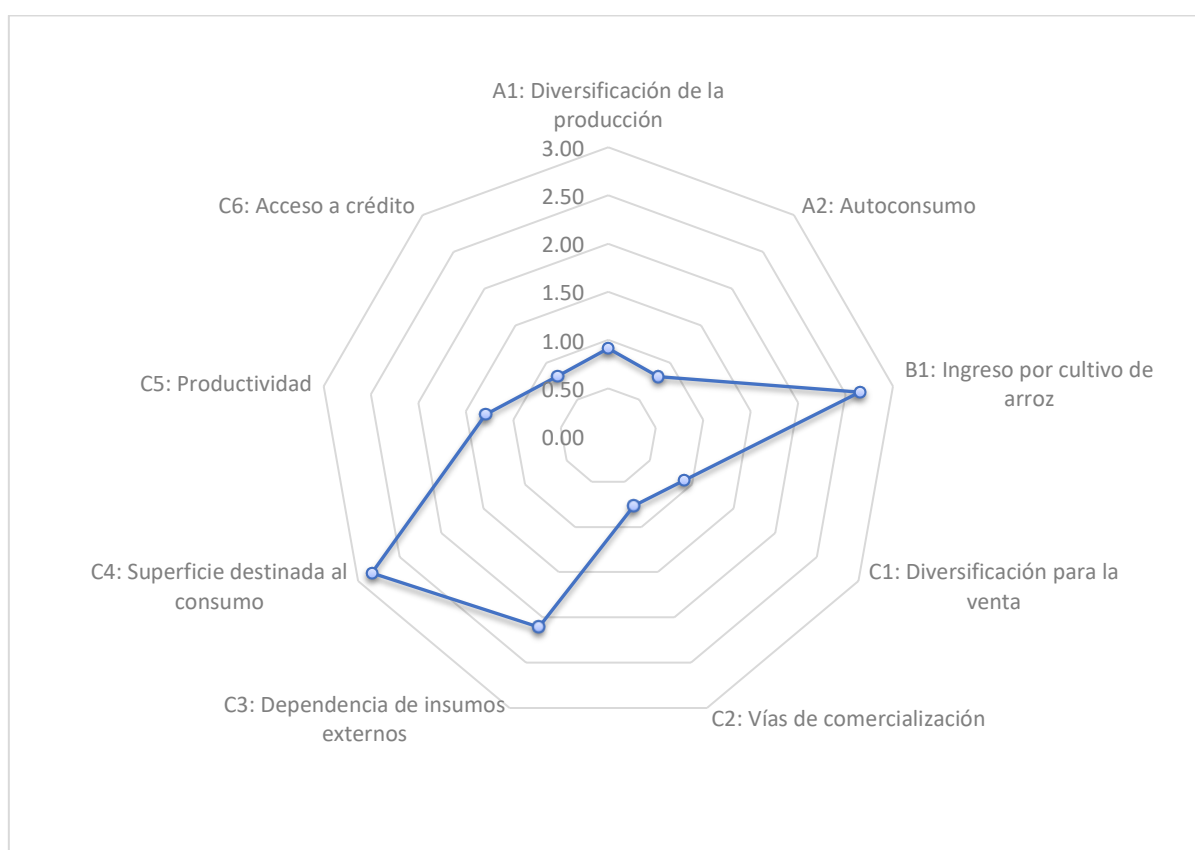
El 59 % tiene acceso a más de una marca por insumo. Un 17 % de productores tienen acceso a todos los insumos y solo un 7 % tiene más de 3 marcas por insumo (**Figura 46**).



**Figura 46.** Acceso a insumos

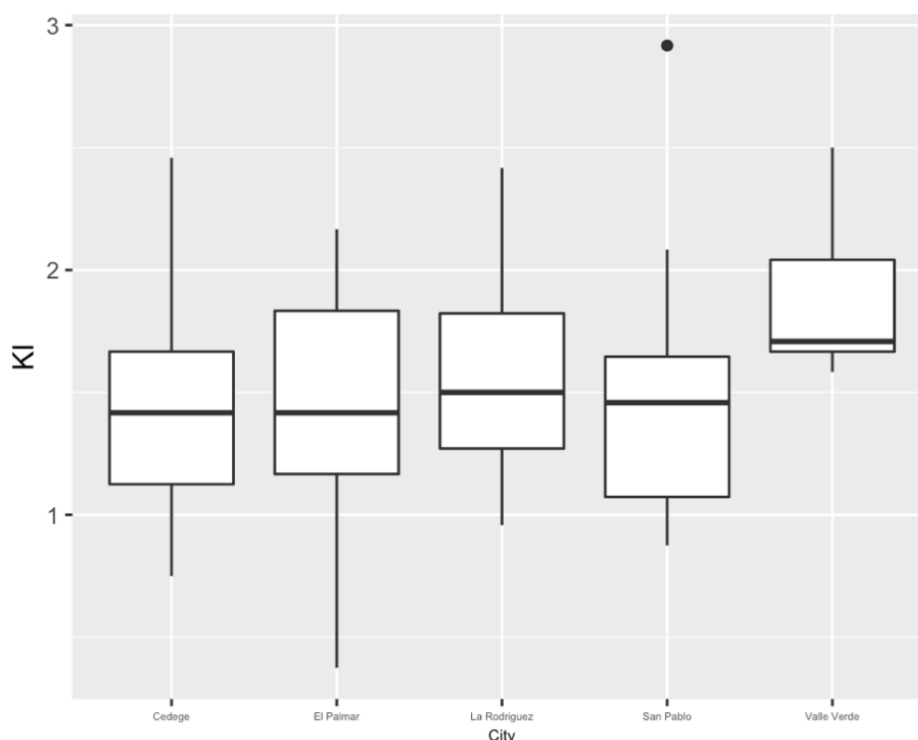
#### d. Evaluación de la sustentabilidad

Al revisar los tres criterios de evaluación de sustentabilidad, la **Figura 47** presenta la sostenibilidad económica (IE), en donde los resultados indicaron que el sistema de producción del “Proyecto de Riego y Drenaje Babahoyo”, alcanzó el valor de IE de 1,5. Esto puede ser debido a la poca diversificación de cultivos, dando lugar a una menor cantidad de productos para diversificar su alimentación y la baja productividad, señalando que, uno de los principales problemas son las malezas, uso de grano comercial como semilla, pocas fuentes de crédito y falta de acceso al mercado. Por lo expuesto, se considera que este sistema de producción no es económicamente sustentable. Sin embargo, en los resultados del subindicador ingreso mensual alcanzó un valor de 2,65.



**Figura 47.** Indicador Económico (IE)

Los resultados expuestos en el **Figura 48** del IE para el sistema de producción arrocería de CEDEGE, demuestran que los valores más bajos fueron obtenidos en costos de producción, almacenamiento, ingreso por cultivo de arroz, superficie de producción y gasto de pesticida con indicador 0,77, 0,81, 0,82, 0,91 y 0,91, respectivamente (**Tabla 11**).



**Figura 48.** Diagramas de caja del indicador Económico **IE** dividido por recintos. Las cajas representan valores entre los percentiles 25 y 75. Las líneas representan la mediana y los puntos representan los valores atípicos.

**Tabla 7.** Indicador Económico (IE)

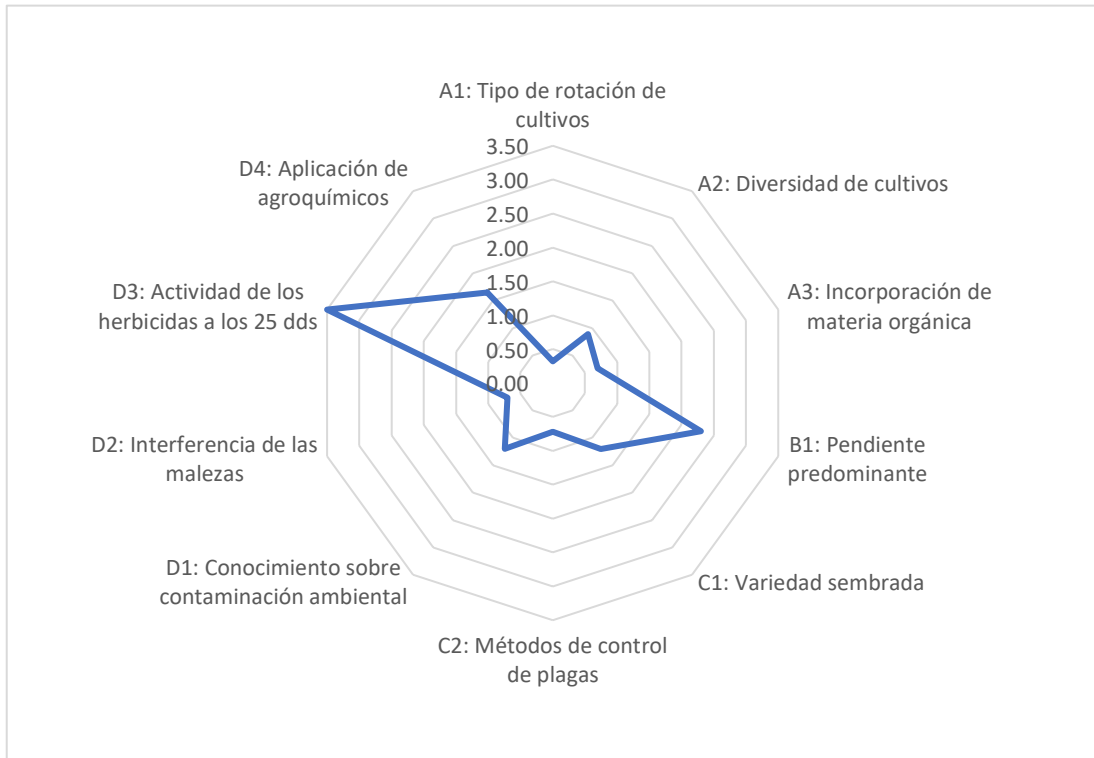
<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>B1</b>
0,91	0,81	2,65
<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>
0,91	0,77	2,11
<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>
2,83	1,29	0,82

Respecto al Indicador Ecológico (IA), en la **Tabla 12** se presentan los valores de A1, A3 y D2, los mismos que fueron bajos con valores iguales a 0,32, 0,70 y 0,70 respectivamente relacionados a Manejo de cobertura vegetal, Diversificación de cultivos y a Interferencia de las malezas (**Figura 49**).

En cuanto a la estratificación del IA, los valores más bajos se encontraron en el recinto CEDEGE y El Palmar (1.30 – 1.53, 1.20-1.62 respectivamente). Los valores más altos se encontraron en el recinto Valle Verde (1.44 – 1.97), encontrándose apenas un valor atípico (2.91) en el recinto San Pablo.

**Tabla 12. Indicador Ecológico (IA)**

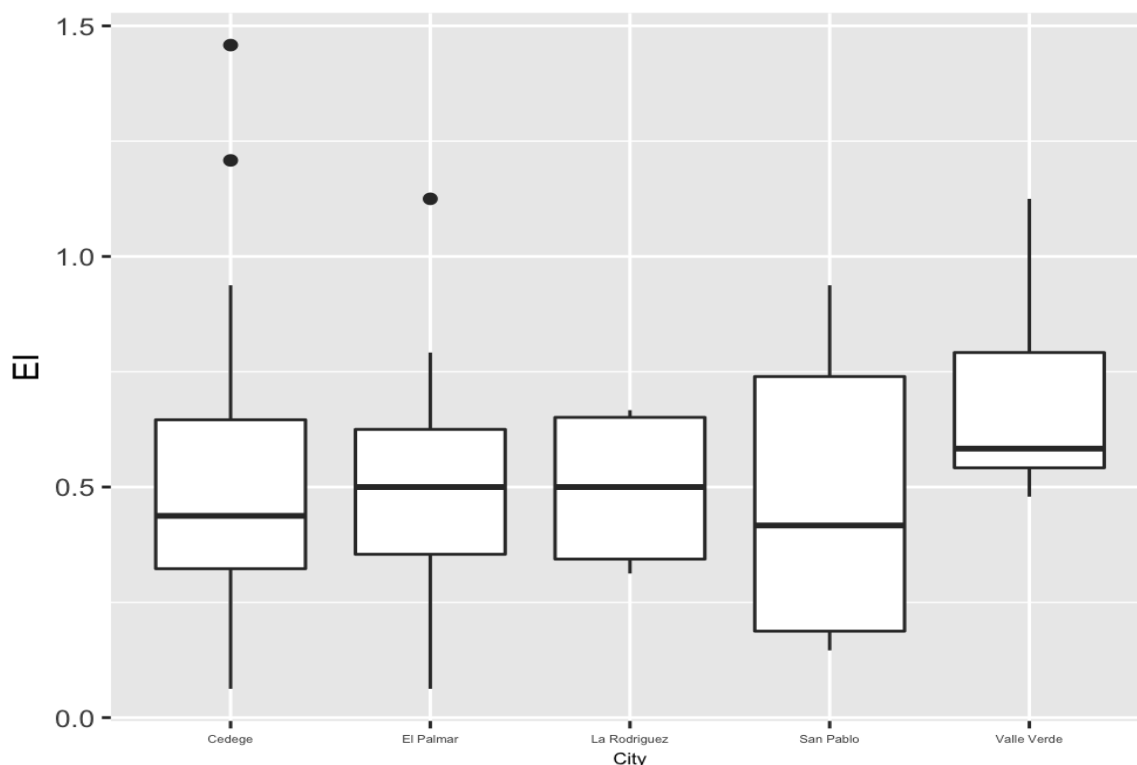
<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>B1</b>	<b>C1</b>
0,32	0,89	0,70	2,30	1,20
<b>C2</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>
0,72	1,20	0,70	3,50	1,65



**Figura 49. Indicador Ecológico (IA)**

En cuanto a la segmentación del IA, los recintos con valores más bajos fueron CEDEGE y el Palmar (CI 95% 0.37 – 0.50 y 0.41 – 0.58 respectivamente). El recinto que mayor puntuación muestra es Valle Verde (CI 95% 0.40 – 0.75). Se presentaron 3 valores atípicos 1.20, 1.45 en CEDEGÉ y 1.12 en El Palmar (**Figura 50**).





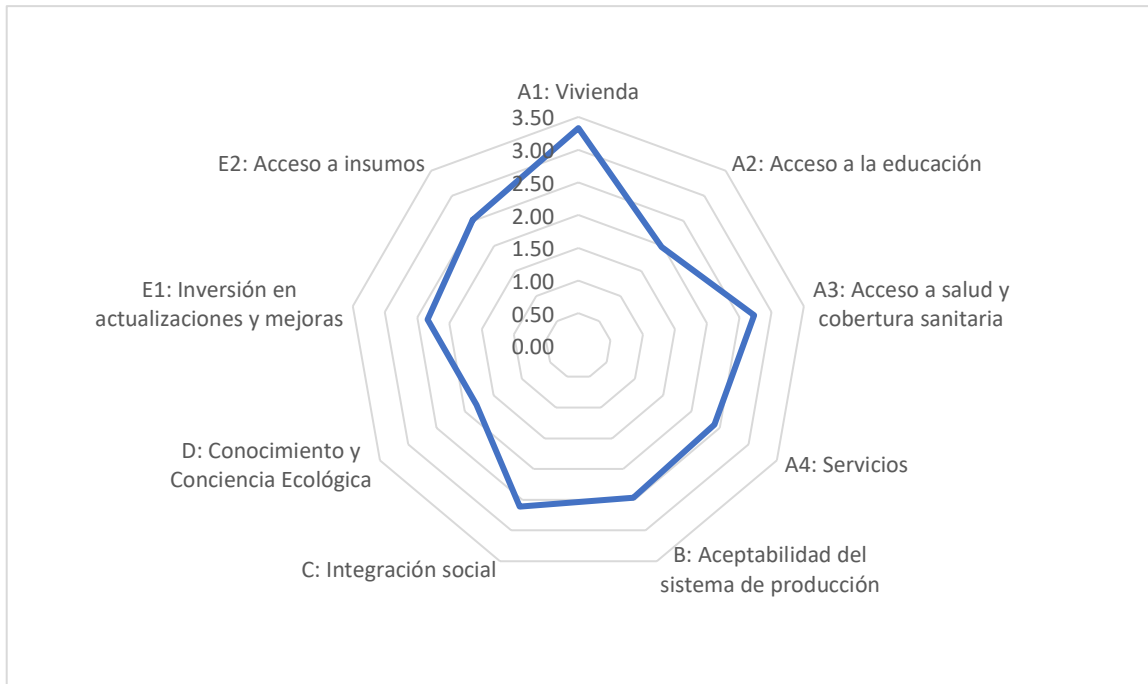
**Figura 50.** Diagramas de caja del indicador Ecológico (IA) dividido por recintos. Las cajas representan valores entre los percentiles 25 y 75. Las líneas representan la mediana y los puntos representan los valores atípicos.

La **Figura 51** muestra el análisis de ISC (indicador sociocultural), donde el sistema de producción tiene un valor mayor a 2, por lo tanto, es sustentable; sin embargo, los indicadores A2 y D tienen valores de 1,98 y 1,80 (**Tabla 13**), lo que se refleja en los bajos niveles de educación y conciencia ecológica por la pérdida de los conocimientos locales.

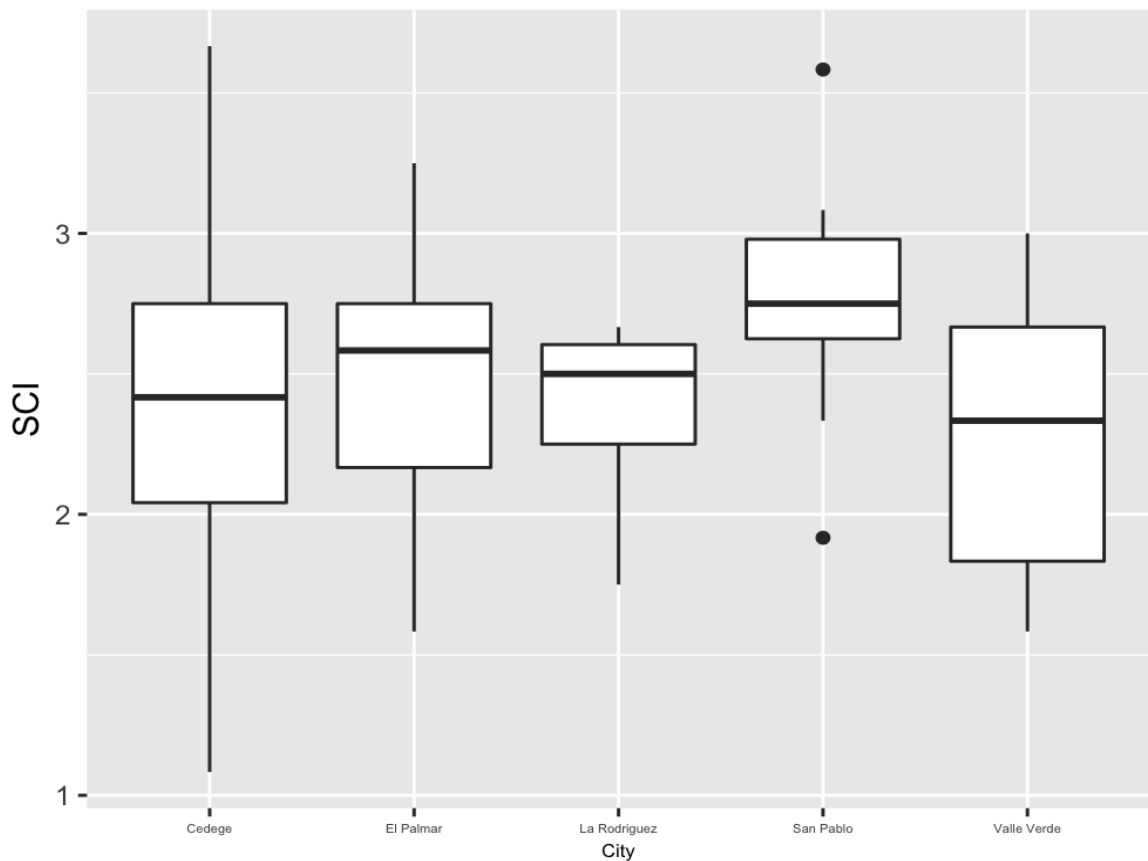
**Tabla 813.** Indicador Sociocultural (ISC)

<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
3,33	1,98	2,73
<b>A4</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
2,40	2,47	2,61
<b>D</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>
1,80	2,34	2,51

En cuanto al SCI el recinto San Pablo mostró los valores más altos (CI 95% 2.54 – 2.95) mientras Valle Verde mostró los valores más bajos (CI 95% 1.74 – 2.92) (**Figura 52**). El recinto San Pablo presentó un valor atípico 1.91.



**Figura 51.** Indicador Sociocultural (ISC)



**Figura 52.** Diagramas de caja del indicador Socio Cultural (SCI) dividido por recintos. Las cajas representan valores entre los percentiles 25 y 75. Las líneas representan la mediana y los puntos representan los valores atípicos.

- **Índice de Sustentabilidad General**

Con relación al índice de sustentabilidad general (ISG), se verifica un valor de ISG 1,76, considerándose no sustentable. Haciendo un análisis individual, el valor del IE obtenido fue de 1,5; para el índice ecológico IE fue de 1,4 y para el índice de sociocultural fue de 2,4, resultados de acuerdo al análisis multicriterio (**Tabla 14**).

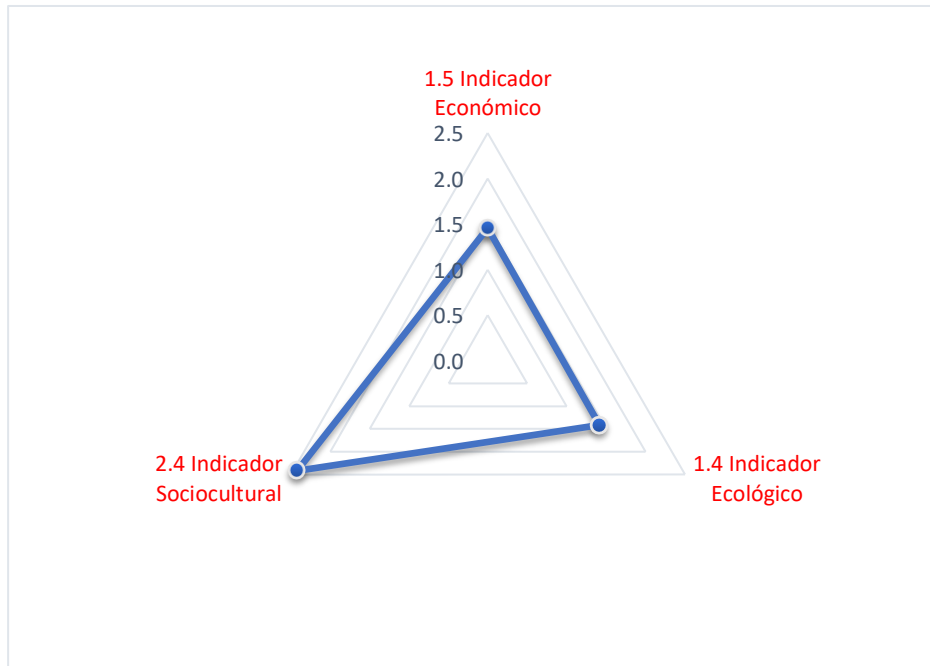
**Tabla 14.** Índice de Sustentabilidad General

<b>IE</b>	<b>IA</b>	<b>ISC</b>
1.5 Indicador Económico	1.4 Indicador Ecológico	2.4 Indicador Sociocultural
1,5	1,4	2,4
<b>ISG</b>	1,76	

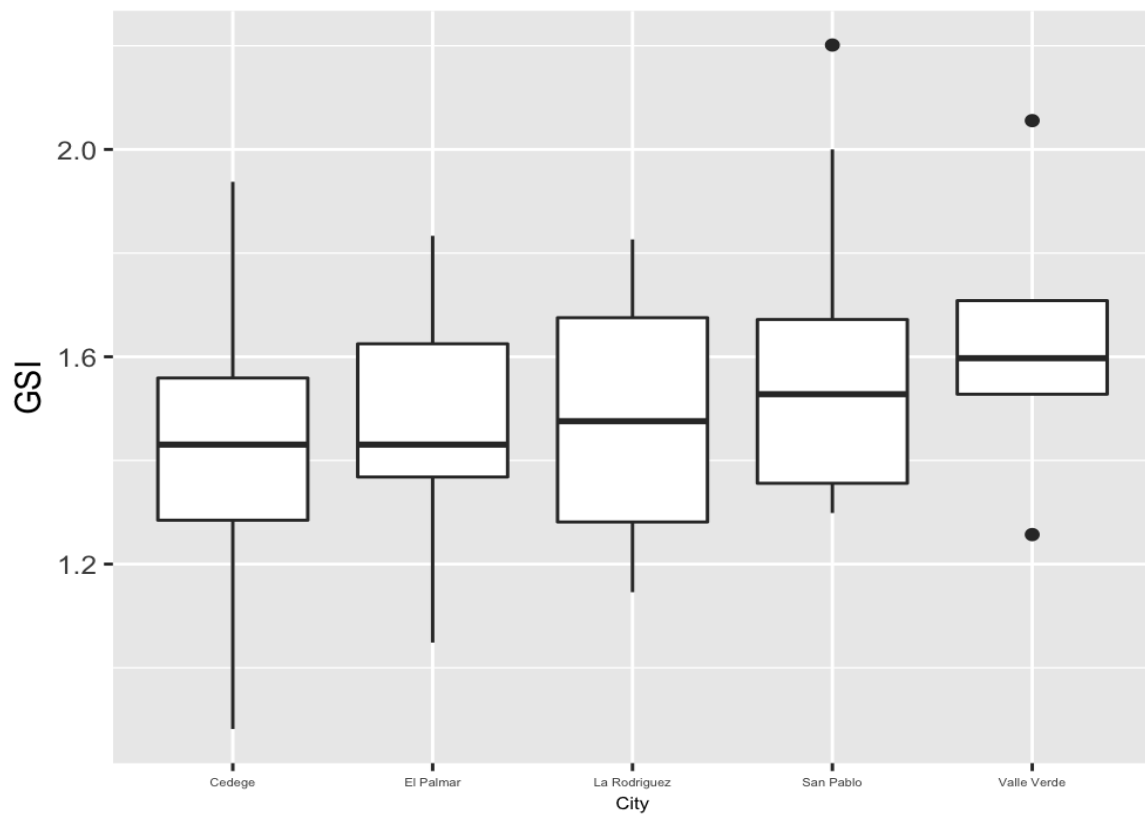
En general los valores de ISG no deberían ser menores que 2 para cumplir la propuesta de Sarandón (2006), los resultados muestran valores inferiores a 2 para ISG (**Figura 53**). Para que una unidad de producción sea considerada sustentable, ninguna de las dimensiones debería tener valores menores a 2. En nuestro caso, el ISC fue el único indicador mayor a 2, mostrando que, desde el punto de vista social, las unidades productivas son sostenibles, pero la parte económica y el manejo ecológico, aún son puntos en los que se debe trabajar a nivel de políticas (Portalanza *et al.* 2019; Painii *et al.* 2020).

Para que un sistema de producción sea considerado sustentable, el Índice de Sustentabilidad General (ISG) debe ser mayor a 2, además, ninguna de las tres dimensiones evaluadas debe tener un valor menor a 2 (Sarandón *et al.* 2006).

La **Figuras 54 y 55** muestran los diagramas de caja del Índice de Sustentabilidad General (ISG) dividido por recintos, así como los diagramas de caja del resumen de todos los indicadores, respectivamente.

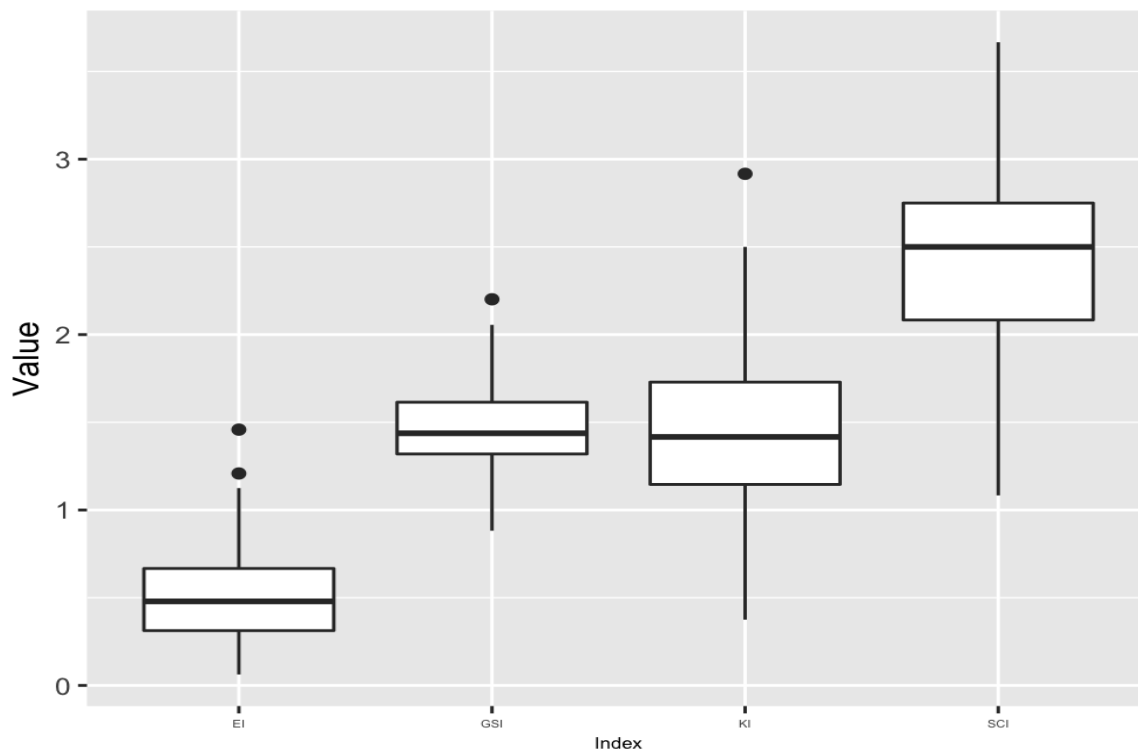


**Figura 53.** Índice de Sustentabilidad General



**Figura 54.** Diagramas de caja del Índice de Sustentabilidad General (ISG) dividido por recintos. Las cajas representan valores entre los percentiles 25 y 75. Las líneas representan la mediana y los puntos representan los valores atípicos.

El recinto Valle Verde presenta un mayor GSI (CI 95 % 1.46 – 1.72), mientras CEDEGÉ, El Palmar y La Rodríguez presentan los valores más bajos (CI 95% 1.37 – 1.48, 1.34 – 1.51 y 1.08 – 1.86)



**Figura 55.** Diagramas de caja del resumen de todos los indicadores. Las cajas representan valores entre los percentiles 25 y 75. Las líneas representan la mediana y los puntos representan los valores atípicos.

Los resultados mostraron una dependencia crítica de insumos externos, como los pesticidas, se considera que los pesticidas son responsables de aproximadamente el 4% de todas las muertes por intoxicaciones accidentales, principalmente en el mundo emergente (Colosio *et al.* 2016; Damalas y Eleftherohorinos 2011). Por otro lado, los programas de asistencia agrícola a través de políticas de subsidios se enfocan en la entrega de “Kit Agrícola” con insumos como semillas y plaguicidas a través del Ministerio de Agricultura, lo que significaría una disminución por buen uso del agrotóxico (Matute *et al.* 2017). Para ISC, como menciona Macas (2010), se trata de una política social que incide en la calidad de vida de las personas.

Sin embargo, de no mantenerse estas políticas sociales, podrían producirse cambios en las condiciones actuales en el futuro, principalmente por la falta de recursos que hacen insostenible el proceso no solo desde el punto de vista social sino, económico (Macas 2010; Horgan *et al.* 2014; Sarandón 2002; Laterra *et al.* 2016).

## V. CONCLUSIONES

1. Las fincas arroceras de la zona de Babahoyo se agrupan en porcentaje similar en sistemas de producción: 38 % desarrollado (spd), 32 % medianamente desarrollado (spmd) y (30 %) producción básica (spb).
2. La selectividad y mejor control de malezas a los 20 y 40 días lo reportó la combinación de la mezcla pre emergente clomazone + bentiocarbo ( $0,85 + 4,0 \text{ l ha}^{-1}$ ) con la post emergente bispiribac sodium + picloram + 2,4 d amina ( $0,4 + 0,7 \text{ l ha}^{-1}$ ).
3. Los caracteres altura de planta y macollos y panículas  $\text{m}^{-2}$  no fueron influenciados por los tratamientos herbicidas, resultando los valores no significativos y en rangos reportados para la variedad en estudio.
4. El mayor beneficio neto con \$ 341,80, se registró con la mezcla de clomazone + butaclor, en dosis de 0,850 L + 1,4 L y propanil + picloram + 2,4 d amina, dosis de 2,3 L + 0,4 L.
5. En la dimensión económica se identificó dificultades en la comercialización y fuentes de financiamiento como causas de la baja sustentabilidad.
6. Los valores de los indicadores de la dimensión ecológica mostraron que, los productores arroceros aplican gran cantidad de plaguicidas, no hay diversificación de la producción y la interferencia de las malezas es la principal problemática fitosanitaria en el cultivo.
7. La producción de arroz bajo riego en la zona de Babahoyo no es sustentable ya que el índice general de sustentabilidad fue de 1,76.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Realizar investigaciones que permitan el uso más eficiente y racional de los pesticidas, de manera especial de los herbicidas, en el cultivo de arroz en el Ecuador.
2. Realizar estudios de sustentabilidad de fincas en otras zonas productoras de arroceras en el Ecuador.
3. Realizar estudios sobre el uso y requerimiento de agua en el cultivo de arroz para garantizar el consumo eficiente, manejo de riego con periodos alternados.
4. Estudiar y promover la rotación de cultivos en las zonas productoras de arroz, especialmente con cultivos de leguminosas.
5. Promover la asociatividad de los productores arroceros con el propósito de mejorar la competitividad del sector arrocero en el Ecuador.
6. Realizar el ensayo experimental con un testigo absoluto; es decir, que no se realice ningún tipo de control de malezas.
7. Realizar un control de costos de producción en cada ciclo de cultivo de acuerdo a los plaguicidas utilizados.
8. Utilizar material genético que permita obtener mejores rendimientos en el proceso productivo del cultivo.
9. Evaluar el comportamiento de nuevos cultivares de arroz en la zona de estudio, con el objetivo de aumentar los rendimientos y la calidad de las cosechas.
10. Realizar estudios integrales sobre la gestión del cultivo de arroz en el Ecuador.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, M; Castrillo, W; Belmonte, U. 2006. Origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronomía Tropical* 56:151-170.
- ADAMA. 2014. Bongo Registro N°: 36-H 12-SESA-U (en línea). Guayaquil, s.e. Consultado 7 may 2021. Disponible en [www.proficol.com.ec%7Cwww.adama.com](http://www.proficol.com.ec%7Cwww.adama.com).
- ALAM. 1972. Asociacion Latinoamericana de Especialistas en Las Ciencias Aplicadas a Las Malezas (ALAM). PANS Pest Articles & News Summaries . DOI: <https://doi.org/10.1080/09670877209413478>.
- Artaraz, M. 2001. Teoría de las tres dimensiones del Desarrollo Sostenible (en línea). . Consultado 8 may 2021. Disponible en [www.aeet.org/ecosistemas/022/informe1.htm](http://www.aeet.org/ecosistemas/022/informe1.htm).
- Ascheri, DPR; Pereira, LD; Basinello, PZ; Carvalho, CWP; Ascheri, JLR. 2009. Calidad del arroz de tierras altas en función del tiempo de cocción y del cultivar de arroz. *Scientia Agraria* 11(2):163. DOI: <https://doi.org/10.5380/rsa.v11i2.16463>.
- Azcón, J; Talón, M. 2003. Fundamentos de fisiología vegetal. s.l., s.e.
- Bahillo, CG. 2005. Crecimiento económico y desarrollo sostenible en el medio rural? Utopía o realidad? *Revista de Desarrollo Rural y Cooperativismo Agrario* .
- Ball, HL. 2019. Conducting Online Surveys. *Journal of Human Lactation* . DOI: <https://doi.org/10.1177/0890334419848734>.
- Boonlertnirun, S; Boonraung, C; Suvanasara, R. 2008. Application of Chitosan in Rice Production. *Journal of Metals, Materials and Minerals* .

- Cabrera, DV; García Martínez, A; Acero De La Cruz, R; Castaldo, A; Perea, JM; Peinado, JM. 1997. Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos.
- Caicedo, Y. 2008. Evaluación de características agronómicas de cuatro líneas interespecificas de arroz (*Oryza sativa/oryza latifolia*) comparadas con dos variedades comerciales y una nativa . Buenaventura, Universidad del Pacífico. 48 p.
- Castilla, NP; Stuart, AM; Makara, O; Sathya, K; Somany, S; Kumar, V; Ratna Hadi, BA. 2020. Characterization of cropping practices, pest constraints, and yield variation in irrigated lowland rice of Cambodia. *Crop Protection* . DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104906>.
- Castro, M. 2016. Rendimiento de arroz en cáscara primer cuatrimestre. Quito, s.e.
- Colosio, C; Rubino, FM; Moretto, A. 2016. Pesticides. s.l., s.e. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803678-5.00329-5>.
- Cruz, DL de S; Rodrigues, GS; Dias, FDO; Alves, JMA; Albuquerque, JDAA de. 2010. Levantamento de plantas daninhas em área rotacionada com as culturas da soja, milho e arroz irrigado no cerrado de Roraima (en línea). *REVISTA AGRO@MBIENTE ONLINE* 3(1):58. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v3i1.248>.
- Damalas, CA; Eleftherohorinos, IG. 2011. Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. s.l., s.e. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph8051402>.
- Degiovanni, V; Martínez, C; Motta, F. 2010. Producción Eco-Eficiente del Arroz en América Latina (en línea). Degiovanni, V; Martínez, C; Motta, F (eds.). Cali, s.e. 1-513 p. Consultado 8 may 2021. Disponible en [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/2010\\_Degiovanni-Produccion\\_eco-eficiente\\_del\\_arroz.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/2010_Degiovanni-Produccion_eco-eficiente_del_arroz.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2010. Producción Eco-Eficiente del Arroz en América Latina (en línea). Degiovanni, V; Martínez, C; Motta, F (eds.). Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1-487 p. Consultado 26 mayo 2021. Disponible en

[https://books.googleusercontent.com/books/content?req=AKW5Qae2UMRPdKXpfjFr7HVO2aJy2\\_uEP00hGBUNtNUwEK\\_fDnHIFy7QS7Qu4HPZ2Bf26brTkBEIYgMkVZjrMWFtPn0LmYUyFQZQ2ZRqwh\\_DKwUU2wrg5ZiJOPeXrX\\_B5lpmFKSmugTQ2sP0sXoA\\_jc8h26tAme6IVZJslj5DX85uAoFur0ZWsyA\\_1MQvBVfGgSpaaWYrgxslkVMAj4jWW2\\_HDV34v3xg-184b1w8Z4WdGoxuk5pYvNd3RdmchJpAdY0QnIFjVFoDp8VP7Xzh0Ck5yrZTSRc-Q](https://books.googleusercontent.com/books/content?req=AKW5Qae2UMRPdKXpfjFr7HVO2aJy2_uEP00hGBUNtNUwEK_fDnHIFy7QS7Qu4HPZ2Bf26brTkBEIYgMkVZjrMWFtPn0LmYUyFQZQ2ZRqwh_DKwUU2wrg5ZiJOPeXrX_B5lpmFKSmugTQ2sP0sXoA_jc8h26tAme6IVZJslj5DX85uAoFur0ZWsyA_1MQvBVfGgSpaaWYrgxslkVMAj4jWW2_HDV34v3xg-184b1w8Z4WdGoxuk5pYvNd3RdmchJpAdY0QnIFjVFoDp8VP7Xzh0Ck5yrZTSRc-Q).

Ding, H; Sun, C; Zeng, J. 2020. Fuzzy weighted clustering method for numerical attributes of communication big data based on cloud computing. *Symmetry* . DOI: <https://doi.org/10.3390/SYM12040530>.

Embrapa, EB de PA. 2008. Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado no Estado do Tocantins : safra 2008/2009. Embrapa Arroz e Feijão .

EPA. 2007. Clomazone Summary Document Registration Review (en línea). Docket Number: EPA-HQ-OPP-2006-0113 (January):34. Consultado 25 abr. 2021. Disponible en [www.regulations.gov](http://www.regulations.gov).

Esqueda, V; Tosquy, O. 2013. Efecto de cihalofop-butilo para el control de malezas gramíneas anuales en arroz de temporal. *Agronomía Mesoamericana* 15(2):173. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v15i2.11897>.

FAO. 2007. Manejo de poblaciones de malezas resistentes a herbicidas 100 preguntas sobre resistencias (en línea). Roma, s.e. Consultado 7 mayo 2021. Disponible en <http://www.fao.org/3/a1422s/a1422s.pdf>.

\_\_\_\_\_. 2018. Seguimiento del Mercado del Arroz de la FAO (SMA) (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.produccionmundialtrigo.com/>.

Fleck, NG; Agostinetto, D; Galon, L; Schaedler, CE. 2008. Competitividade relativa entre cultivares de arroz irrigado e biótipo de arroz-vermelho (en línea). *Planta Daninha* 26(1):101-111. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000100011>.

- Foladori, G; Tommasino, H. 2000. El enfoque técnico y el enfoque social de la sustentabilidad. *Revista Paranaense de Desenvolvimento* .
- Fonseca, J; Cutrim, V; Gusmão, A; Faria, J. 2008. *Descritores Botânicos, Agronômicos e Fenológicos do Arroz (Oryza sativa L.)* Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Arroz e Feijão Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (en línea). . Consultado 8 may 2021. Disponible en [www.cnpaf.embrapa.br](http://www.cnpaf.embrapa.br).
- Friedrich, T. 2017. Manejo sostenible de suelo con Agricultura de Conservación. Significado para el cultivo de arroz. *Sustainable management of soil with Conservation Agriculture. Meaning for the rice cultivation* .
- Galili, T. 2015. dendextend: An R package for visualizing, adjusting and comparing trees of hierarchical clustering. *Bioinformatics* . DOI: <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btv428>.
- Gómez, D. 2009. La gestión ambiental en la empresa: Responsabilidades de productores y consumidores (en línea). *Economía industrial* 1(371):87-100. Consultado 8 may 2021. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2964631>.
- Guo, F; Iwakami, S; Yamaguchi, T; Uchino, A; Sunohara, Y; Matsumoto, H. 2019. Role of CYP81A cytochrome P450s in clomazone metabolism in *Echinochloa phyllopogon*. *Plant Science* 283:321-328. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.02.010>.
- Helfgott, S. 2018 *Control de Malezas*. 1ed. Universidad Nacional Agraria La Molina. La Molina, Perú
- Horgan, FGFG; Felix, MIMI; Portalanza, DE; Sánchez, L; Moya Rios, WMWM; Farah, SESE; Wither, JAJA; Andrade, CICI; Espin, EBEB. 2014. Responses by farmers to the apple snail invasion of Ecuador's rice fields and attitudes toward predatory snail kites. *s.l., s.e.* DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.04.019>.

INEC. 2014. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua-2014 (en línea, sitio web). Consultado 7 may 2021. Disponible en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-2014/>.

Inguva, P; Mason, LR; Pan, I; Hengardi, M; Matar, OK. 2020. Numerical simulation, clustering, and prediction of multicomponent polymer precipitation. *Data-Centric Engineering* . DOI: <https://doi.org/10.1017/dce.2020.14>.

INIAP. 2018. Protocolo para la realización de ensayos de evaluación agronómica de adaptabilidad y eficiencia de potenciales variedades comerciales de arroz (en línea). Disponible en <https://www.iniap.gob.ec/pruebav3/wp-content/uploads/2018/12/adaptacion-arroz.pdf>.

Jansing, MS; Mahichi, F; Dasanayake, R. 2020. Sustainable irrigation management in paddy rice agriculture: A comparative case study of Karangasem Indonesia and Kunisaki Japan. *Sustainability (Switzerland)* . DOI: <https://doi.org/10.3390/su12031180>.

Kalsing, A; Tronquini, SM; Mariot, CHP; da Silva Rubin, R; da Cas Bundt, A; Fadin, DA; Marques, LH. 2017. Suscetibilidade de populações de *Echinochloa* a cyhalofop-butyl na região Sul do Brasil e impacto da fenologia da infestante sobre a eficácia do seu controle (en línea). *Ciencia Rural* 47(4):4. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160839>.

Karpievitch, Y V.; Dabney, AR; Smith, RD. 2012. Normalization and missing value imputation for label-free LC-MS analysis. *BMC bioinformatics* . DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2105-13-S16-S5>.

Karthikeyan, B; George, DJ; Manikandan, G; Thomas, T. 2020. A comparative study on k-means clustering and agglomerative hierarchical clustering. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research* . DOI: <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/20852020>.

Khalid Anser, M; Hina, T; Hameed, S; Hamid Nasir, M; Ahmad, I; Ur Rehman Naseer, MA.

2020. Modeling adaptation strategies against climate change impacts in integrated rice-wheat agricultural production system of Pakistan. *International Journal of Environmental Research and Public Health* . DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17072522>.
- Langaro, AC; Agostinetto, D; Ruchel, Q; Garcia, JR; Perboni, LT. 2017. Oxidative stress caused by the use of preemergent herbicides in rice crops. *Revista Ciencia Agronomica* . DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170041>.
- Laterra, P; Barral, P; Carmona, A; Nahuelhual, L. 2016. Focusing conservation efforts on ecosystem service supply may increase vulnerability of socio-ecological systems. *PLoS ONE* 11(5):1-15. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155019>.
- Lengyel, A; Roberts, DW; Botta-Dukát, Z. 2021. Comparison of silhouette-based reallocation methods for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science* . DOI: <https://doi.org/10.1111/jvs.12984>.
- Liebman, M; Davis, AS. 2000. Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. *Weed Research*, 40(1):27-47. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2000.00164.x>.
- Lingoes, JC. 1971. Some boundary conditions for a monotone analysis of symmetric matrices. *Psychometrika* . DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02291398>.
- Loyola, O; Gutierrez, AE; Medina, MA; Monroy, R; Martinez, JF; Carrasco, JA; Garcia, M. 2020. An Explainable Artificial Intelligence Model for Clustering Numerical Databases. *IEEE Access* . DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2980581>.
- Macas, L. 2010. Sumak Kawsay :recuperar el Sentido de Vida. *America Latina en Movimiento* .
- Macías, J; Salvatierra, C. 2019. Presencia de malezas resistentes a herbicidas en el cultivo de *Oryza sativa* L., en tres cantones de Manabí. (en línea). . Consultado 7 may 2021. Disponible en <http://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/1099/1/TTA17.pdf>.

- Magno, A; Maurílio, B; Oliveira, F. 2011. Capítulo 1 Biología de Plantas Daninhas (en línea). s.l., s.e. Consultado 8 may 2021. Disponible <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/45445/1/Biologia-plantas->
- Mardia, K V. 1978. Some Properties of Classical Multi-Dimensional Scaling. *Communications in Statistics - Theory and Methods* . DOI: <https://doi.org/10.1080/03610927808827707>.
- Marmot, M; Allen, JJ. 2014. Social determinants of health equity. s.l., s.e. DOI: <https://doi.org/10.2105/AJPH.2014.302200>.
- Márquez, J. 2020. Encuesta de superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2019 (en línea). Quito, s.e. Consultado 20 abr. 2021. Disponible en [www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec).
- Martínez, C. 2002. Agroecología: atributos de sustentabilidad. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales* .
- Matute, A; Mora, J; Mora, R. 2017. Ventajas y desventajas del cambio de la matriz productiva y su incidencia en el sector cafetero de la provincia de El Oro. *Revista Tecnológica ESPOL* .
- Medeiros, R; Cordeiro, C; Rodrigues, GS; Burlamaque, A. 2011. Manejo de Plantas Daninhas na Cultura do Arroz Irrigado em Roraima (en línea). *Infoteca-e* (1981-6103):11. Consultado 21 abr. 2021. Disponible en [www.embrapa.br/fale-conosco](http://www.embrapa.br/fale-conosco).
- Meneses, D; Sánchez, L; Vivas, L. 2015. Malezas asociadas al cultivo de arroz bajo riego con pivote central en bancos de San Pedro, Calabozo estado Guárico, Venezuela (en línea). *Agronomia Tropical* 65:165-173. Consultado 21 abr. 2021. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7336585>.
- Młodak, A. 2020. k-Means, Ward and Probabilistic Distance-Based Clustering Methods with Contiguity Constraint. *Journal of Classification* . DOI: <https://doi.org/10.1007/s00357-020-09370-5>.

- Naing, L; Winn, T; Rusli, BN. 2006. Practical Issues in Calculating the Sample Size for Prevalence Studies. Archives of Orofacial Sciences .
- Nayak, MSDP; Narayan, KA. 2019. Strengths and Weakness of Online Surveys. IOSR Journal of Humanities And Social Science .
- Ochoa, E; Chica, E; Álava, E. 2017. Comparación de un sistema de intensificación del cultivo de arroz (SICA) con sistemas tradicionales de siembra en la zona de Churute, Ecuador. Ciencia y Tecnología . DOI: <https://doi.org/10.18779/cyt.v10i1.214>.
- Olmos, S. 2007. Apunte de morfología, fenología, ecofisiología, y mejoramiento genético del arroz. UNNE. Corrientes - 2006 – Argentina. :13.
- Ordeñana, O. 2012. Arroz: Producción, Agronomía y Control de Malezas (en línea). 1 ed. Babahoyo, Ordeñana Burnham, Otto Rafael. 1-208 p. Consultado 7 may 2021. Disponible en <https://isbn.cloud/9789942117717/arroz-produccion-agronomia-y-control-de-malezas/>.
- Painii-Montero, VF; Santillán-Muñoz, O; Barcos-Arias, M; Portalanza, D; Durigon, A; Garcés-Fiallos, FR. 2020. Towards indicators of sustainable development for soybeans productive units: a multicriteria perspective for the Ecuadorian coast. Ecological Indicators . DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106800>.
- Pascual, J. 2008. La insostenibilidad como punto de partida del desarrollo sostenible. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS .
- Pascual, JA. 2008. La insostenibilidad como punto de partida del desarrollo sostenible. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS .
- Peng, S; Tang, Q; Zou, Y. 2009. Current status and challenges of rice production in China. s.l., s.e. DOI: <https://doi.org/10.1626/ppp.12.3>.



- Peng, X; Yan, X; Zhou, H; Zhang, YZ; Sun, H. 2015. Assessing the contributions of sesquioxides and soil organic matter to aggregation in an Ultisol under long-term fertilization. *Soil and Tillage Research* 146(PA):89-98. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2014.04.003>.
- Pérez, J. 2004. Agricultura ecológica: una alternativa al desarrollo sustentable en el campo mexicano. *El Cotidiano* 20(127):95-100.
- Piedrahita, DC; Lerner, SH; Espinoza, FE; Beltrán, CV; Vásquez, VS; Vásquez, GG. 2020. Control químico de malezas en fincas de arroz (*Oryza sativa* L.), en el sistema de riego y drenaje Babahoyo, Ecuador (en línea). DOI: <https://doi.org/10.5281/ZENODO.3820767>.
- Portalanza, D; Barral, MP; Villa-Cox, G; Ferreira-Estafanous, S; Herrera, P; Durigon, A; Ferraz, S. 2019. Mapping ecosystem services in a rural landscape dominated by cacao crop: A case study for Los Rios province, Ecuador. *Ecological Indicators* 107:105593. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105593>.
- Portalanza, D; Barral, MP; Villa-Cox, G; Ferreira-Estafanous, S; Herrera, P; Durigon, A; Ferraz, S. 2019. Mapping ecosystem services in a rural landscape dominated by cacao crop: A case study for Los Rios province, Ecuador. *Ecological Indicators* 107. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105593>.
- Radosevich, SR; Holt, JS; Ghera, CM. 2007. *Ecology of Weeds and Invasive Plants: Relationship to Agriculture and Natural Resource Management: Third Edition*. s.l., John Wiley and Sons. 1-454 p. DOI: <https://doi.org/10.1002/9780470168943>.
- Rangel, A; Clithero, JA. 2012. Value normalization in decision making: Theory and evidence. s.l., s.e. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conb.2012.07.011>.
- Rao, AN; Wani, SP; Ramesha, M; Ladha, JK. 2015. Weeds and Weed Management of Rice in Karnataka State, India. *Weed Technology* . DOI: <https://doi.org/10.1614/wt-d-14-00057.1>.

- Rodríguez del Águila, MM; González-Ramírez, AR. 2014. Sample size calculation. *Allergologia et Immunopathologia* . DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aller.2013.03.008>.
- ROTAM. 2013. Ficha técnica (en línea). Bogotá, s.e. Consultado 7 may 2021. Disponible en [https://ww2.rotam.com/andina/UserFiles/ufyhto/image/products/herbicidas/FT\\_Oxato\\_p\\_380\\_SC.pdf](https://ww2.rotam.com/andina/UserFiles/ufyhto/image/products/herbicidas/FT_Oxato_p_380_SC.pdf).
- RStudio Team. 2017. RStudio. Boston, Integrated Development for R. RStudio.
- Ruiz, J. 1994. La agricultura sostenible como alternativa a la agricultura convencional: conceptos y principales métodos y sistemas. s.l., s.e.
- Rull, V. 2010. El mito del desarrollo sostenible. *Collectanea Botanica* . DOI: <https://doi.org/10.3989/collectbot.2010.v29.011>.
- Saputra, DM; Saputra, D; OswarI, LD. 2020. Effect of Distance Metrics in Determining K-Value in K-Means Clustering Using Elbow and Silhouette Method. s.l., s.e. DOI: <https://doi.org/10.2991/aisr.k.200424.051>.
- Sarandón, S; Flores, C. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica. *Agroecología* .
- Sarandón, S; Zuluaga, M; Cieza, R; Janjetic, L; Negrete, E. 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en misiones, argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología* .
- Sarandón, SJ. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. *Agroecología: El camino para una agricultura sustentable* .
- Schielke, HJ; Fishman, JL; Osatuke, K; Stiles, WB. 2009. Creative consensus on interpretations of qualitative data: The ward method. *Psychotherapy Research* . DOI: <https://doi.org/10.1080/10503300802621180>.

- Schmitter, PC. 2010. Acuerdos de gobernabilidad para la sostenibilidad: una perspectiva regional. *Revista de Sociología* . DOI: <https://doi.org/10.5354/0719-529x.2010.14397>.
- Seman, A; Mohd Sapawi, A. 2018. Extensions to the k-amh algorithm for numerical clustering. *Journal of Information and Communication Technology* . DOI: <https://doi.org/10.32890/jict2018.17.4.8272>.
- Shaner, DL. 2014. *Herbicide Handbook* (en línea). 10 ed. Weed Science Society of America, 2014 (ed.). s.l., Weed Science Society of America. 513 p. Disponible en <https://books.google.com.ec/books?id=4cX4oAEACAAJ>.
- Singh, RK; Murty, HR; Gupta, SK; Dikshit, AK. 2012. An overview of sustainability assessment methodologies. s.l., s.e. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.01.007>.
- Singh, V; Jat, ML; Ganie, ZA; Chauhan, BS; Gupta, RK. 2016. Herbicide options for effective weed management in dry direct-seeded rice under scented rice-wheat rotation of western Indo-Gangetic Plains. *Crop Protection* . DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.12.021>.
- SOSBAI. 2018. Arroz Irrigado - Recomendaciones técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil (2018) (en línea). Embrapa Clima Temperado :205. Consultado 15 feb. 2021. Disponible en <http://www.sosbai.com.br/>.
- Stashevsky, PS; Yakovina, IN; Falconi, TMA; Naumova, EN. 2019. Agglomerative clustering of enteric infections and weather parameters to identify seasonal outbreaks in cold climates. *International Journal of Environmental Research and Public Health* . DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph16122083>.
- Story, DA; Tait, AR. 2019. Survey Research. *Anesthesiology* . DOI: <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002436>.
- Tabaghi, P; Dokmanić, I; Vetterli, M. 2020. Kinetic Euclidean Distance Matrices. *In IEEE Transactions on Signal Processing*. s.l., s.e. DOI: <https://doi.org/10.1109/TSP.2019.2959260>.

- Tao, F; Hayashi, Y; Zhang, Z; Sakamoto, T; Yokozawa, M. 2008. Global warming, rice production, and water use in China: Developing a probabilistic assessment. *Agricultural and Forest Meteorology* . DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2007.09.012>.
- Tejada, A. 2012. Factores Productivos que permiten mejorar la productividad del Arroz en el sector Magdalena : Tembladera- Cajamarca (tesis pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos .
- Toledo, VM. 2015. ¿De qué hablamos cuando hablamos de sustentabilidad? Una propuesta ecológico política. *INTERdisciplina* . DOI: <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2015.7.52383>.
- Torró, IT. 2010. Análisis de los factores que determinan la resistencia al encamado y características de grano en arroz ( *Oryza sativa* L .), y su asociación con otros caracteres , en varias poblaciones y ambientes : bases genéticas y QTLs implicados . (en línea). Valencia, Universidate Tecnica de Valencia. 30 p. Consultado 8 may 2021. Disponible en <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/9317/tesisUPV3425.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- United States Environmental Protection Agency. (2001). US EPA - Pesticides - Fact Sheet for Zoxamide (en línea). s.l., s.e. Consultado 7 may 2021. Disponible en [https://www3.epa.gov/pesticides/chem\\_search/reg\\_actions/registration/fs\\_PC-101702\\_17-May-01.pdf](https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-101702_17-May-01.pdf).
- Vallejo, L. 2009. Del crecimiento económico al desarrollo sostenible: una aproximación. *Apuntes del Cenes* .
- Warde, WD; Scheaffer, RL; Mendenhall, W; Ott., L. 1987. Elementary Survey Sampling. *Technometrics* . DOI: <https://doi.org/10.2307/1269791>.
- Wickham, H. 2017. R: Package ‘reshape2’.

Wickham, H. (2020). Package «ggplot2» Title Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics. s.l., s.e.

Wickham, H; Henry, L; RStudio. 2017. R: Package ‘tidyr’. Cran .

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Encuesta de caracterización

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA</b>
---	---

Estamos realizando una encuesta para la Universidad Técnica de Babahoyo. El objetivo de la misma es caracterizar la actividad agrícola. Queremos detectar los problemas reales a los que ustedes se enfrentan en el día a día y proponer soluciones. ¿Le importaría dedicarnos unos minutos?

Encuestado: _____
Localidad _____ Fecha y lugar de realización: _____

1. ¿Tiene usted parcelas de arroz?  Sí  No (En caso de respuesta negativa, la encuesta no es válida. (No realizarla)

#### DATOS PERSONALES

2. Sexo (no preguntar)      Hombre

Mujer

3. Edad: \_\_\_\_ (años)

4. N° de integrantes de la unidad familiar que dependen económicamente de usted (hijos, padres): \_\_\_\_

5. ¿Tiene usted hijos?     No  Sí      (En caso afirmativo) ¿Cuántos? \_\_\_\_

6. ¿Desempeña alguna otra actividad fuera de agricultura por la que obtenga otros ingresos?  Sí  No  
¿Qué porcentaje de su renta depende de la actividad agraria? \_\_\_\_ %

7. ¿Vivienda propia?  Sí  No

8. ¿Estado de la vivienda?

- Muy mala
- Mala, sin terminar, deteriorada, piso de tierra
- Regular, sin terminar o deteriorada
- De material noble, buena
- De material noble, muy buena

9. ¿Pertenece a alguna cooperativa agraria, asociación o similar?  Sí  No

10. ¿Cuál es su ingreso mensual promedio? (“Sólo necesito una aproximación”)

- Ingreso promedio mensual: \$/\_\_\_\_\_.

11. ¿Cuál es su nivel de estudios?  No tiene estudios  
 Certificado de escolaridad  
 Estudios primarios (EGB, ESO)  
 Estudios secundarios (BUP, Bachiller; FP)  
 Universitarios

12.- Recibe capacitación en producción agrícola: Si ( ) No ( )

13.- De quien recibe capacitación: Ministerio Agricultura ( ) ONG ( )  
Organización productores ( ) Otro ( )

14.- En que temas de producción agrícola ha recibido capacitación:

Almácigos ( ) Fertilización ( )  
Producción de abonos ( ) Control de plagas y enfermedades ( )  
Cosecha y Beneficio ( ) Comercialización ( )  
Otro ( ) \_\_\_\_\_

15.- En que temas de producción agrícola le gustaría ser capacitado:

Almácigos ( ) Fertilización ( )  
Producción de abonos ( ) Control de plagas y enfermedades ( )  
Cosecha y Beneficio ( ) Comercialización ( )  
Otr ( ) \_\_\_\_\_

16. ¿Que atención médica posee?  Sin centro sanitario  
 Centro sanitario mal equipado y sin personal idóneo  
 Centro sanitario mal equipado y personal temporario  
 Centro sanitario con personal temporario medianamente equipado  
 Centro sanitario completo con médicos y equipos adecuados

17. ¿A que servicios tiene acceso?  Ninguno  
 Agua potable  
 Agua de pozo  
 Luz eléctrica  
 Teléfono cercano

18. ¿Grado de satisfacción general?  Está desilusionado con la vida que lleva, está esperando que se le presente una oportunidad para dejar la agricultura  
 Poco satisfecho con esta forma de vida, anhela vivir en la ciudad y dedicarse a otra actividad  
 No está del todo satisfecho, es lo único que sabe hacer  
 Está contento, pero antes le iba mucho mejor  
 Está muy contento con lo que hace, no haría otra actividad, aunque ésta le reporte más ingresos

## DATOS DE LA EXPLOTACIÓN

19. ¿En qué parroquia o localidad está situado su cultivo? (Sólo las parcelas de arroz)

Parroquia: \_\_\_\_\_ (Localidad): \_\_\_\_\_

20. ¿Cuántas hectáreas tiene su cultivo? \_\_\_\_\_ ha

	Secano	Regadío
<b>Total (ha)</b>		
<b>Propias (ha)</b>		
<b>Alquiladas</b>		

21. ¿Cuánto se paga normalmente en su zona por el arrendamiento de tierras? (“Sólo necesito una aproximación”)

- Renta de tierras de secano: \_\_\_\_\_ \$/ha y año.

- Renta de tierras de regadío: \_\_\_\_\_ \$/ha y año.

22. Mano de obra: ¿Qué porcentaje de su tiempo de trabajo dedica usted a la agricultura? \_\_\_\_\_ %

23. ¿Depende de insumos externos para su explotación agrícola? ?  Sí  No (En caso de respuesta positiva, indicar el % \_\_\_\_\_)

24. ¿Usted realiza aplicaciones de agroquímicos a su cultivo ? Si  No

25. Si la respuesta anterior fue positiva, indicar el número de aplicaciones que realiza en el siguiente cuadro:

Fertilizantes	Herbicidas	Insecticidas	Fungicidas	Otro (¿Cuál?.....)	Total

26. Producción de arroz toneladas/año - promedio

2016 \_\_\_\_\_ 2017 \_\_\_\_\_ 2018 \_\_\_\_\_

27. Precio de venta: 2016 \_\_\_\_\_ 2017 \_\_\_\_\_ 2018 \_\_\_\_\_

28. Cuáles son los medios que cuenta para comercializar su producción (Es muy importante tener la lista completa de los medios de comercialización), si no cupieran en la tabla de abajo, completar al margen.

CANAL	Pilladora	Comerciante	Fomentador	Consumidor				

29. ¿Tiene usted acceso a crédito?  Sí  No (En caso de respuesta negativa, pasar a la pregunta 31)

30. Seleccione las principales fuentes de financiamiento para sus actividades agrícolas

FINANCIAMIENTO	Banco privado	BAN Ecuador	Cooperativa de ahorro y crédito	Empresa proveedora de insumo	Prestamista (chulquero)	Fomentador	Total



## CULTIVOS

Hagamos ahora un resumen de los cultivos de su explotación. Los datos que le estoy pidiendo no tienen que ser exactos, sólo le pido que se aproxime lo más posible a la realidad.

31. Seleccione los cultivos que mantiene en su propiedad a parte del arroz (**Campaña 2017/2018**):

NOTA: Es **muy importante tener la lista de todos los cultivos**, si no cupieran en la tabla de abajo, completar al margen.

CULTIVO	Maíz	Soya	Cacao	Caña de azúcar	Naranja	Plátano	Yuca			

32. Alguno de los cultivos indicados en la sección anterior, son utilizados para el autoconsumo. ¿Cuál es la superficie?

CULTIVO	Maíz	Soya	Cacao	Caña de azúcar	Naranja	Plátano	Yuca			
Superficie (ha)										

33. De los cultivos indicados. ¿Cuáles son comercializados?

CULTIVO	Maíz	Soya	Cacao	Caña de azúcar	Naranja	Plátano	Yuca			

34. ¿Maneja algún tipo de cobertura vegetal? Sí  No  (En caso de respuesta positiva, indicar el % \_\_\_\_\_)

35. ¿Hace rotación del cultivo de arroz? Sí  No

36. Cómo es la secuencia de la rotación?

No realiza rotaciones.	
Realiza rotaciones eventualmente	
Rota cada 2 ó 3 años	
Rota todos los años. No deja descansar el suelo	
Rota los cultivos todos los años/Deja descansar un año el lote/incorpora leguminosas o abonos verdes	

37. ¿Cuál es la Incidencia de plagas (plagas, enfermedades y arvenses)?

Grandes afectaciones > 50% plagas, enfermedades en toda el área y presencia de especies de arvenses dominantes.	
Afectaciones 30 - 60 % de los cultivos, con síntomas de leves a severos	
Afectaciones 30 - 60 % de los cultivos, con síntomas de leves y no hay arvenses dominantes	
Afectaciones leves y autorregulables por el sistema	
No se observan afectaciones por plagas, enfermedades y arvenses	

38. ¿Cómo es la diversificación de sus cultivos?

Establecimiento totalmente diversificado, con asociaciones de cultivos y con vegetación natural	
Alta diversificación de cultivos, con asociación media entre ellos	
Diversificación media, con muy bajo nivel de asociación entre ellos	
Poca diversificación de cultivos, sin asociaciones	
Monocultivo.	

39. ¿Qué piensa usted de la Ecológica?

Concibe la ecología desde una visión amplia, más allá de su finca y conoce sus fundamentos.	
Tiene un conocimiento de la ecología desde su práctica cotidiana. Sus conocimientos se reducen a la finca con el no uso de agroquímicos más prácticas conservacionistas.	
Tiene sólo una visión parcializada de la ecología. Tiene la sensación de que algunas prácticas pueden estar perjudicando al medio ambiente.	
No presenta un conocimiento ecológico ni percibe las consecuencias que pueden ocasionar algunas prácticas. Pero utiliza prácticas de bajos insumos.	
Sin ningún tipo de conciencia ecológica. Realiza una práctica agresiva al medio por causa de este desconocimiento	

40. Por último: ¿Cómo es su relación con otros miembros de la comunidad??

- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Nula

***¡Muchas gracias por su  
colaboración!***



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**PROGRAMA DE DOCTORADO AGRICULTURA SUSTENTABLE**

Por favor, tómese unos minutos para completar la encuesta de sustentabilidad de sistemas de producción de arroz. Su opinión es muy importante. Sus respuestas ayudarán a comprender la importancia y problemas que pueda tener, así también orientar y proponer soluciones. Sus respuestas se mantendrán confidenciales y solo se utilizará para fines de este estudio

Sistema de producción desarrollado (SPD)	
Sistemas de producción medianamente desarrollado (SPMD)	
Sistema de producción básica (SPB)	

1. ¿Siembra arroz? Sí  No  (En caso de respuesta negativa, la encuesta no es válida. (No realizarla).

**DATOS GENERALES**

2. Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

3. Nombre y apellidos del agricultor: \_\_\_\_\_

4. Ingreso promedio mensual familiar (USD):

SERVICIOS BÁSICOS E INFRAESTRUCTURA

5. Tiene vivienda propia Si  No

6. ¿Estado de la vivienda?

Mala, (sin terminar, deteriorada, piso de tierra)

Regular, (sin terminar o deteriorada)

De material noble, (buena)

De material noble, (muy buena)

7. A qué tipo de educación tiene acceso.

Sin acceso a la educación

Acceso a la escuela primaria

Acceso a la escuela primaria y secundaria con restricciones

Acceso a escuela secundaria

Acceso a educación superior y/o cursos de capacitación

8. ¿Qué atención médica posee

Sin centro sanitario

Centro sanitario mal equipado y sin personal idóneo

Centro sanitario mal equipado y personal temporario

Centro sanitario con personal temporario medianamente equipado

Centro sanitario completo con médicos y equipos adecuados

**9. ¿A qué servicio básico tiene acceso?**

- Sin luz y sin fuente de agua cercana
- Sin instalación de luz y agua de pozo
- Instalación de luz y agua de pozo
- Instalación de agua y luz
- Instalación completa de agua, luz y teléfono cercano

**10. ¿Grado de satisfacción general?**

- Está desilusionado con la vida que lleva. Está esperando que se le presente una oportunidad para dejar la agricultura.
- Poco satisfecho, anhela vivir en la ciudad y dedicarse a otra actividad.
- No está del todo satisfecho, se queda porque es lo único que sabe hacer
- Está contento, pero antes le iba mucho mejor.
- Está muy contento con lo que hace, no haría otra actividad, aunque ésta le reporte más ingresos.

**11. ¿Como es su relación con otros miembros de la comunidad?**

- Nula
- Baja
- Media
- Alta
- Muy alta

**12. ¿Qué piensa usted de la Ecológica?**

Concibe la ecología desde una visión amplia, más allá de su finca y conoce sus fundamentos.	<input type="checkbox"/>
Tiene un conocimiento de la ecología desde su práctica cotidiana. Sus conocimientos se reducen a la finca con el no uso de agroquímicos más prácticas conservacionistas.	<input type="checkbox"/>
Tiene sólo una visión parcializada de la ecología. Tiene la sensación de que algunas prácticas pueden estar perjudicando al medio ambiente.	<input type="checkbox"/>
No presenta un conocimiento ecológico ni percibe las consecuencias que pueden ocasionar algunas prácticas. Pero utiliza prácticas de bajos insumos.	<input type="checkbox"/>
Sin ningún tipo de conciencia ecológica. Realiza una práctica agresiva al medio por causa de este desconocimiento	<input type="checkbox"/>

**DATOS DE LA EXPLOTACIÓN DEL CULTIVO**

**13. ¿Cuántas hectáreas tiene su cultivo? \_\_\_\_\_ Ha**

Secano	Total (ha)	Propias (ha)	Alquiladas
Regadío			

**14. Producción de arroz toneladas/año - promedio**

2016 \_\_\_\_\_ 2017 \_\_\_\_\_ 2018 \_\_\_\_\_

**15. Que métodos de fertilización utiliza en su cultivo**

Sigue métodos técnicos y análisis de suelo	<input type="checkbox"/>
Sigue recomendaciones técnicas	<input type="checkbox"/>
Según el análisis de suelo	<input type="checkbox"/>
Por presupuesto	<input type="checkbox"/>
Métodos tradicionales.	<input type="checkbox"/>

16. ¿Qué tipo de fertilizantes utiliza?

Fertilizantes químicos		% de uso	
Insumos orgánicos		% de uso	

17. ¿Usted realiza aplicaciones de agroquímicos a su cultivo? Si  No

18. ¿Si la respuesta anterior fue positiva, indicar el número de aplicaciones que realiza en el siguiente cuadro:

Fertilizantes	Herbicidas	Insecticidas	Fungicidas	Otro (¿Cuál?.....)	Total

19. Cuáles son los medios que cuenta para comercializar su producción

- Piladora   
 Comerciante   
 Fomentador   
 Consumidor

20. ¿Tiene usted acceso a crédito?  Sí  No ( En caso de respuesta negativa, pasar a la pregunta 22)

21. Seleccione las principales fuentes de financiamiento para sus actividades agrícolas.

- Banco privado  BAN Ecuador  Cooperativa de ahorro y crédito  Empresa proveedora de insumos  Prestamistas  Fomentadores

## CULTIVOS AGRÍCOLAS

22. Usted depende de insumos externos Si  No  ( Si su respuesta es si, indicar el %\_

23. Seleccione los cultivos que mantiene en su propiedad a parte del arroz (Campaña 2017/2018):

CULTIVO	Maíz	Soya	Cacao	Caña de azúcar	Naranja	Plátano	Yuca	Maní	Frejol

24. Alguno de los cultivos indicados en la sección anterior, son utilizados para el autoconsumo. ¿Cuál es la superficie?

CULTIVO	Maíz	Soya	Cacao	Caña de azúcar	Naranja	Plátano	Yuca	Maní	Frejol
Superficie/ha									

25. De los cultivos indicados. ¿Cuáles son comercializados?

CULTIVO	Maíz	Soya	Cacao	Caña de azúcar	Naranja	Plátano	Yuca	Maní	Frejol

26. ¿Maneja algún tipo de cobertura vegetal? Si  No  (En caso de respuesta positiva, indicar el %\_\_\_\_\_

27. ¿Hace rotación del cultivo de arroz? Sí  No

28. ¿Cómo es la secuencia de la rotación?

No realiza rotaciones.	
Realiza rotaciones eventualmente	
Rota cada 2 ó 3 años	
Rota todos los años. No deja descansar el suelo	
Rota los cultivos todos los años/Deja descansar un año el lote/incorpora leguminosas o abonos verdes	

29. ¿Mantiene usted una diversificación en su predio? Si  No  En caso de respuesta negativa no conteste la pregunta 30)

30. ¿Cuál es su diversificación?

- Monocultivo
- Poca diversificación de cultivos, sin asociaciones
- Diversificación media, con muy bajo nivel de asociación entre ellos
- Alta diversificación de cultivos, con media asociación entre ellos
- Establecimiento totalmente diversificado, con asociaciones entre ellos y con vegetación Natural

31. Qué tipo de inversiones en actualizaciones y mejoras ha realizado en su propiedad

Todo ha recibido mejoras	
Ha mejorado equipos e infraestructura	
Ha mejorado equipos prioritarios	
Ha mejorado solo un equipo	
No ha realizado inversiones	

32. Cuál es el acceso a insumos

Existe más de 3 marcas por insumo	
Existe más de una marca por insumo	
Tiene acceso a todos los insumos	
Tiene acceso incompleto	
No tiene acceso a ningún insumo	

*¡Muchas gracias por su colaboración*