

SUSTENTABILIDAD DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE ARROZ, UNO EN CONDICIONES DE SALINIDAD EN LA ZONA DE YAGUACHI Y OTRO EN CONDICIONES NORMALES EN EL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE BABAHOYO, ECUADOR

SUSTAINABILITY OF TWO RICE PRODUCTION SYSTEMS, ONE UNDER SALINITY CONDITIONS IN THE YAGUACHI AREA AND THE OTHER UNDER NORMAL CONDITIONS IN THE BABAHOYO IRRIGATION AND DRAINAGE SYSTEM, ECUADOR

Fernando Javier Cobos Mora¹, Luz Rayda Gómez Pando², Walter Oswaldo Reyes Borja³ y Reina Concepción Medina Litardo⁴

Resumen

Se realizó un estudio en las provincias de Guayas y Los Ríos (Ecuador), con el objetivo de caracterizar los sistemas de producción arroceros; uno en condiciones de salinidad en Yaguachi y otro sin problemas de salinización en el Cantón Babahoyo. Se elaboraron indicadores económicos, sociales y ecológicos, adecuados a los sistemas arroceros bajo estudio para determinar el nivel de sustentabilidad. La evaluación, mediante indicadores, permitió detectar de forma objetiva puntos críticos en estas localidades que afectan la sustentabilidad. En el aspecto ambiental, el indicador salinidad, fue calificado de nivel medio a alto riesgo, el indicador aplicación de agroquímicos, caracterizado por el uso intensivo de plaguicidas y fertilizantes es el que afecta más negativamente la sustentabilidad, especialmente, del sistema arroceros Yaguachi. En la dimensión económica, el indicador sistema de monocultivo que genera pérdidas de ingresos adicionales y la falta de diversidad de productos utilizados para la venta y la alimentación afectan en forma negativa a los dos sistemas de producción arroceros. En el aspecto social, los indicadores que contribuyen a una mayor sustentabilidad fueron la calidad de vivienda, grado de satisfacción y relaciones con otros miembros de la comunidad. Los Índices de Sustentabilidad General para los dos sistemas de producción arroceros en Yaguachi y Babahoyo, fueron 1.92 y 2.12, respectivamente.

Palabras clave: cultivo de arroz, salinidad del suelo, salinidad del agua, sustentabilidad de áreas agrícolas.

Abstract

A study was carried out in the provinces of Guayas and Los Ríos (Ecuador), with the objective of characterizing rice production systems; one under salinity conditions in Yaguachi and the other without salinization problems in the Babahoyo canton. Economic, social and ecological indicators were developed, suitable for the rice systems under study to determine the level of sustainability. The evaluation through indicators allowed to objectively detect critical points in these localities that affect sustainability. In the environmental aspect, the salinity indicator, classified as medium to high risk, and the indicator for the application of agrochemicals, characterized by the intensive use of pesticides and fertilizers, are those that most negatively affect the sustainability, especially, of the rice system in Yaguachi. In the economic dimension, the monoculture system indicator that generates additional income losses and the lack of diversity of products used for sale and food negatively affect the two rice production systems. In the social aspect, the indicators that contribute to greater sustainability were the quality of housing, degree of satisfaction and relationships with other members of the community. The General Sustainability Indices for the two rice production systems in Yaguachi and Babahoyo were 1.92 and 2.12, respectively.

Key words: rice cultivation, soil salinity, water salinity, sustainability of agricultural areas.

Introducción

Uno de los principales cereales básicos utilizados para la alimentación humana es el arroz (*Oryza sativa* L.), para el año 2018 se estima a nivel mundial una producción de 510.6 millones de toneladas (Mt) y una demanda de 505 Mt (FAOSTAT, 2018). En el año 2019, en el Ecuador, se registraron 261 770 hectáreas de arroz, de las cuales el 67.38% estuvieron en la

Provincia de Guayas, 25.68% en Los Ríos y 2.08% en Loja. Los cantones con mayor producción son Daule (Guayas) y Babahoyo (Los Ríos) (INEC, 2020).

El arroz es cultivado en diferentes tipos de suelos, ambientes, y el éxito o fracaso depende del uso de tecnología y variedades apropiadas para asegurar rendimientos económicos; más aún, en ambientes desfavorables, los cuales se van incrementando por el

cambio climático y las malas prácticas agrícolas (Cobos *et al.*, 2021).

La salinización de los suelos es un problema mundial y afecta casi un tercio del área dedicada a la agricultura. De los 230 millones de hectáreas regadas en el mundo, 45 millones de ha (20%) han sido afectadas por la sal (Hoang *et al.*, 2016). Las principales causas de la salinidad pueden incluir el cambio climático, el uso excesivo de agua subterránea para riego y drenaje (Cobos *et al.*, 2020). Esta agua posee una elevada concentración de sales, que generalmente supera los límites de tolerancia de muchos cultivos a la sal, lo cual repercute en su producción (Ramírez-Suárez & Hernández-Olivera, 2016).

La acumulación de sales solubles en el suelo afecta el crecimiento, la producción, el rendimiento y la sostenibilidad de muchos cultivos (Ramírez *et al.*, 2017). La característica principal de los suelos salinos es la presencia de altas concentraciones de sales solubles, lo cual incrementa el potencial osmótico de la solución del suelo, causando estrés fisiológico, este tipo de suelos ofrece pocas opciones de crecimiento para las plantas, convirtiéndose en improductivos (Terrazas, 2018).

Los suelos con presencia de sales se clasifican de acuerdo a la conductividad eléctrica, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Rangos de clasificación de suelos salinos.

Clasificación	CE (dS/m)
Normales	0 a 2
Ligeramente salinos	2 a 4
Salinos	4 a 8
Fuertemente salinos	8 a 16

CE: Conductividad Eléctrica. Fuente: FAO (2012).

En Ecuador, la cuenca del río Guayas, que representa el 40.4% del área regable del país, tiene abundante agua, con un caudal de 8 847 m³/año; sin embargo, en los suelos de la cuenca hay acumulación de sales. Las condiciones de salinidad se deben a la intrusión salina del río Babahoyo, que ingresa por medio de los esteros y canales de riego, sumado a un drenaje deficiente (Pozo & Sanfeliu, 2010). La productividad del arroz en este tipo de suelos es bastante baja, por lo que es importante determinar el nivel de sustentabilidad en suelos con y sin problemas de sales en los cantones de Yaguachi y Babahoyo, lo cual permitirá determinar diversas alternativas para reducir el efecto negativo causado por el estrés salino.

Materiales y métodos

Descripción del área de estudio

Cantón San Jacinto de Yaguachi (Figura 1), localidad afectada por sales, a una altura de 15 msnm, temperatura media anual 24.5 - 26 °C y precipitación media anual 750 - 1 342 mm.

Cantón Babahoyo (Figura 1), localidad libre de salinidad, a una altura de 8 msnm, temperatura media anual de 26.3 °C, humedad relativa del 78.8%, precipitación de 2 688.8 mm, evaporación de 1 012.4 mm, heliofanía de 830.4 horas y velocidad del viento de 0.5 m/seg. (INAMHI, 2019).



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Los Ríos (GADPLR, 2019).

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.

Metodología

El estudio se desarrolló en dos fases.

FASE 1

Evaluación de aspectos físicos y químicos de suelo y agua para determinar los factores limitantes en la sostenibilidad del sector arrocero de Yaguachi y Babahoyo.

En la primera etapa del desarrollo de la investigación se aplicaron varios métodos y técnicas de trabajo de campo, para la evaluación de la salinidad del suelo y agua del sector arrocero en Yaguachi y en Babahoyo.

Se obtuvieron 10 muestras de suelo y 10 de agua utilizada para el riego en terrenos destinados al cultivo del arroz para los análisis físicos y químicos respectivos por localidad. Las coordenadas geográficas de las zonas de muestreo fueron determinadas con un equipo de geoposicionamiento (GPS).

En el caso de suelo se siguió el siguiente protocolo: limpieza de la superficie del sitio donde se tomaría la muestra de suelo, extracción de las submuestras con una pala haciendo un hoyo en forma de “V” hasta 20 cm de profundidad, toma de una tajada de suelo de 2 - 3 cm de espesor con un cuchillo o machete, eliminación de los bordes y extracción de la parte central de la tajada (no mayor a 5 cm). Se realizaron muestreos intensivos y sistemáticos en 10 fincas representativas de las dos localidades. En cada una de las fincas se marcaron 49 puntos de muestreo separados por una distancia de 100 m. Las muestras se depositaron en un balde, para luego mezclarse de forma homogénea y considerar una

muestra de 1 kg de suelo (muestra compuesta) para enviar al laboratorio (Córdova *et al.*, 2020).

Para el muestreo del agua se seleccionaron 10 áreas (Tabla 2), los sitios se seleccionaron utilizando el mapa del Cantón Yaguachi y el de Babahoyo. Las muestras se tomaron en la parte superficial de tres sitios diferentes, la cantidad fue de un litro en una botella de polietileno. Esta se llenó hasta al ras del envase, luego fue trasladada al laboratorio. Los puntos de muestreo se establecieron alrededor de los nacimientos de los canales de riego y terminaron en los campos en donde se aprovecha esta agua para irrigación.

FASE 2

Análisis de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de arroz, uno en condiciones de salinidad del sector arrocero de Yaguachi y otro sin problemas de salinización en el Cantón Babahoyo.

Diagnóstico del manejo agrícola del arroz. Para lo cual se aplicó una encuesta a dirigentes arroceros de las comunidades en estudio eligiendo a las personas de mayor edad con experiencia y conocimiento de la historia del lugar (Anzules, 2019).

Colecta y revisión de información secundaria. Esta se realizó con representantes de instituciones de investigación del sector, como el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

La experiencia de dirigentes arroceros de las comunidades en estudio, y representantes de instituciones de investigación del sector arrocero, permitió evaluar y ajustar los indicadores y subindicadores propuestos por Sarandón *et al.* (2006), los cuales fueron adaptados al cultivo de arroz en la zona de estudio.

Población y muestra

Según el SINAGAP (2014), el Cantón Yaguachi, en la Provincia del Guayas, posee 2 235 Unidades de Producción Agropecuaria (UPA) de arroz, mientras que Babahoyo, en la Provincia de Los Ríos, mantiene actualmente 5 133 UPA de este cultivo. Con el fin de llegar a una muestra representativa, se usó el método de proporciones empleando la fórmula propuesta por Scheaffer *et al.* (1987), citada por Parra & Magaña (2019) (Fórmula 1). Acorde a ello, se realizaron 92 encuestas en el Cantón Yaguachi y 94 en el de Babahoyo, con un nivel de confianza del 90%.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{(N-1) \times B^2}{4 + \sigma^2} \times 4}$$

Fórmula 1. Método de proporciones para el cálculo del tamaño de muestra representativa.

Donde:

N: población o universo;

B: error relativo máximo esperado;

σ : desviación del error ± 3 .

Metodología para evaluar sustentabilidad

La metodología empleada fue "multicriterio", propuesta por Sarandón (2002), citada por Pinedo *et al.* (2020) que considera a la vez los lineamientos de Smyth & Dumansky (1995). Se emplearon indicadores, subindicadores y variables cuantificables adaptadas al cultivo de arroz (Tablas 3, 4, 5 y 6), para analizar las dimensiones, económica, ecológica y sociocultural (Gómez *et al.*, 2019). Las variables tuvieron valores de 0 a 4. Menos sustentable fue 0 (Sarandón *et al.*, 2006; Caicedo *et al.*, 2019; Caicedo *et al.*, 2020). El Índice de sustentabilidad general (ISGen), fue calculado empleando las fórmulas propuestas por Sarandón & Flores (2009) (Fórmulas 2, 3, 4 y 5).

FÓRMULAS EMPLEADAS PARA EL CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD

$$IK = \frac{2 \left(\frac{A1 + A2}{2} \right) + B + \left(\frac{C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6}{6} \right)}{4}$$

Fórmula 2. Indicador económico (IK) de Sarandón & Flores (2009).

$$IE = \frac{\left(\frac{A1 + A2}{2} \right) + B + \left(\frac{C1 + C2}{2} \right) + \left(\frac{D1 + D2 + D3}{3} \right)}{4}$$

Fórmula 3. Indicador Ecológico (IE) de Sarandón & Flores (2009).

$$ISC = \frac{2 \left(\frac{A1 + A2 + A3 + A4}{4} \right) + B + C + D}{5}$$

Fórmula 4. Indicador Sociocultural (ISC) de Sarandón & Flores (2009).

$$ISGen = \frac{IK + IE + ISC}{3}$$

Fórmula 5. Índice de sustentabilidad general (ISGen) de Sarandón & Flores (2009).

Resultados

Fase 1. Aspectos físicos y químicos de suelo y agua

SUELO

TEXTURA

Para las dos localidades, con 20 sitios de muestreo, la clase textural predominante fue arcilla (70% de los casos) a la profundidad de 0 a 20 cm (Tabla 7). Los suelos de estas localidades son clasificados como vertisoles arcillosos Gley, con más de 35% de arcilla, muy plástica y pegajosa, con más de 50% de la fracción de arcilla expandible (2:1), con severo agrietamiento e hinchamiento, mal drenados, saturados con agua, estado que en algunos casos se mantiene por más de 60 días; además, presenta moteados con cromas < 2 en los primeros 60 cm y debajo de los horizontes AB (Mejía *et al.*, 1997).

MACRO Y MICROELEMENTOS

Respecto a los macro elementos: fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S). Se puede apreciar mayores valores en la zona de Yaguachi. Probablemente esto se debe a la acumulación de materiales finos arrastrados por las lluvias desde las zonas altas, y esos materiales se encuentran asociados a bases cambiables (Ca, K, Mg).

Con respecto al contenido de micro elementos en las zonas evaluadas, se determinó una tendencia contraria a la señalada para los macro elementos, esto es, en el sector de Babahoyo los contenidos de cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), Zinc (Zn) y boro (B) fueron mayores que en el de Yaguachi. Estos resultados están relacionados con la movilización de los microelementos metálicos (Cu, Mn, Zn, Fe), los cuales se movilizan preferentemente a través del sistema orgánico en los suelos, mientras que los macro elementos (K, Ca, Mg) lo hacen a través del sistema inorgánico (Tabla 8).

pH Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

En la zona de Yaguachi según los análisis de pH, se puede apreciar que estos varían de 5.32 a 7.51. Con respecto a la conductividad eléctrica (CE en dS/m) se aprecia un rango de 0.3 a 9.4, siendo estos los valores más altos de CE. Los suelos de esta localidad son clasificados como salinos y fuertemente salinos causando efectos negativos en el comportamiento de los cultivos de arroz que se realizan en estos sitios. Estos suelos se caracterizan por un pH de carácter alcalino, con contenido sódico elevado (psi > 30%; psi: libras por pulgada cuadrada) (Briones *et al.*, 2010).

Por otro lado, los suelos del sector de Babahoyo, tienen niveles de conductividad eléctrica que en ningún caso supera los 4 dS/m y son clasificados como ligeramente salinos y normales (Tabla 9).

COMPACTACIÓN

Los valores de compactación en Yaguachi, entre los 0 y 30 cm de profundidad del suelo presentaron un rango de 180 a 300 psi; es decir, los suelos en general presentan un grado de compactación elevado, el cual tiene un efecto negativo en el desarrollo de las raíces. El riego, la mecanización, la aplicación de fertilizantes y otras actividades mal balanceadas, son la causa fundamental de la degradación física, manifestándose por compactación, erosión y mal drenaje del suelo (Martínez *et al.*, 2019).

En el caso de Babahoyo, los valores variaron de 120 a 180 psi: estos valores indican que los suelos tienen en general menor grado de compactación, lo cual permite una mayor infiltración y exploración de raíces (Tabla 10).

AGUA

Para Babahoyo el pH (Tabla 11) varió de 6.6 a 7.9 y la CE de 0.2 a 0.9 dS/m. El agua de riego de esta zona se clasifica como de bajo riesgo de salinidad, con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable, por lo que puede utilizarse para el riego

siempre y con cierto grado de lavado. Las plantas moderadamente tolerantes a las sales pueden producir adecuadamente sin prácticas de control de salinidad.

En Yaguachi el pH del agua varió de 6.4 a 7.16 y la CE de 2.09 a 3.52 dS/m. Para el laboratorio de Salinidad de Riverside (USA), la mayoría de aguas para riego del cantón están clasificadas como C2, aguas de salinidad media que pueden usarse para riego bajo la condición de que exista por lo menos un lavado moderado de los suelos. Un porcentaje bajo está clasificado como C3 de agua de salinidad alta que puede utilizarse para el riego de suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad (Tabla 12).

En general, de acuerdo a la clasificación de la FAO (1997), el pH de las aguas muestreadas que llegan a las parcelas se encuentra dentro de la amplitud normal (6.6 – 8.2) de neutro a moderadamente alcalino por lo que no es un factor limitante para el normal desarrollo de las plantas.

Fase 2. Análisis de la sustentabilidad

Las Tablas 13, 14 y 15 muestran el resumen de los resultados de la caracterización de los agroecosistemas, en sus dimensiones económica productiva, ambiental y sociocultural, respectivamente.

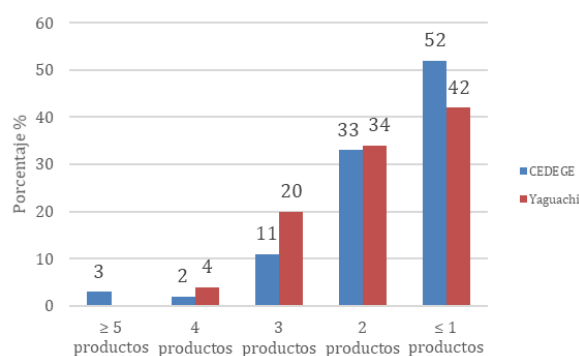
DIMENSIÓN ECONÓMICA

Figura 2. Diversificación de la producción.

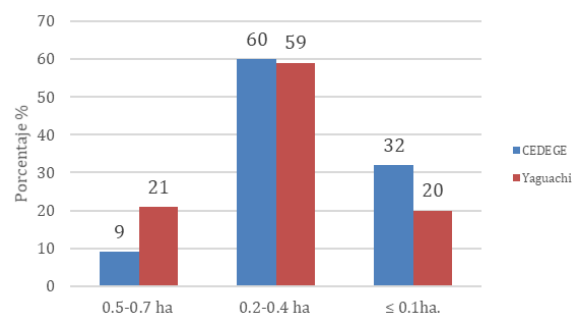


Figura 3. Superficie de producción destinada al autoconsumo.

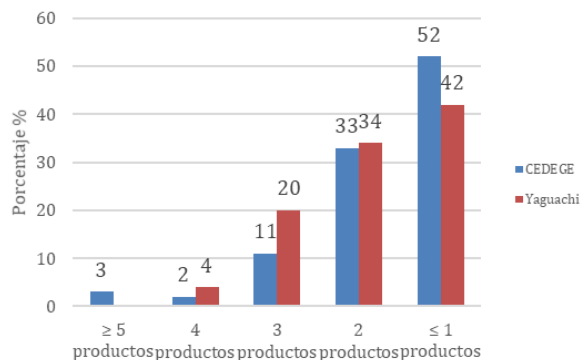


Figura 4. Diversificación para la venta.

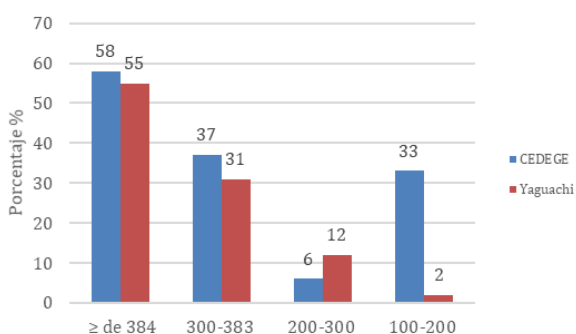


Figura 5. Ingreso mensual.

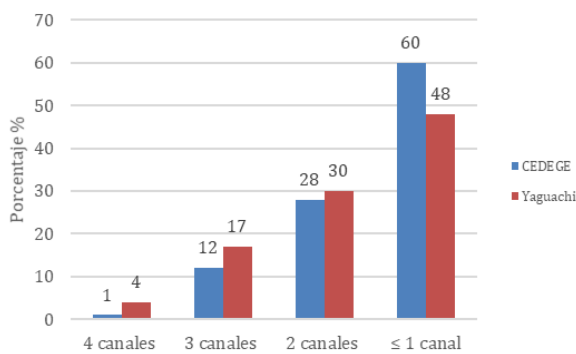


Figura 6. Vías de comercialización.

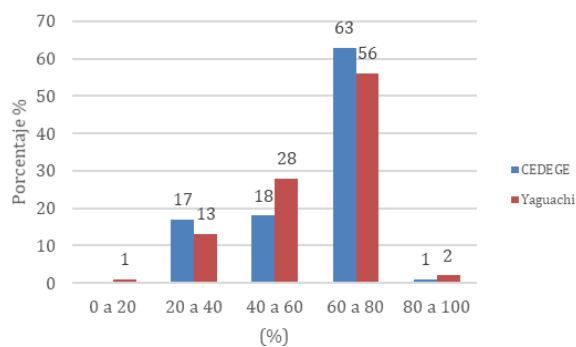


Figura 7. Dependencia de insumos externos.

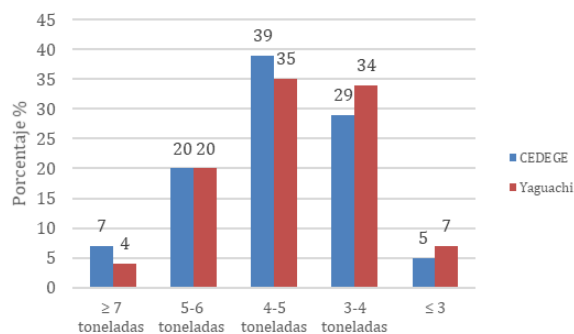


Figura 8. Productividad / área.

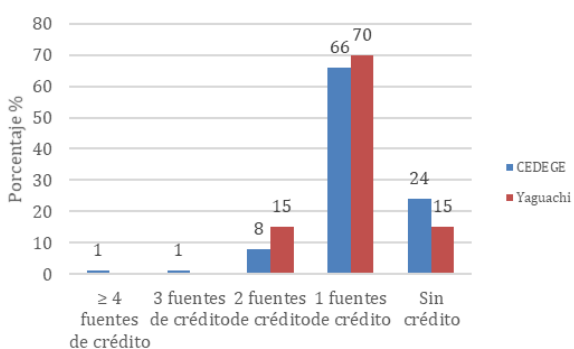


Figura 9. Fuentes de crédito.

DIMENSIÓN ECOLÓGICA

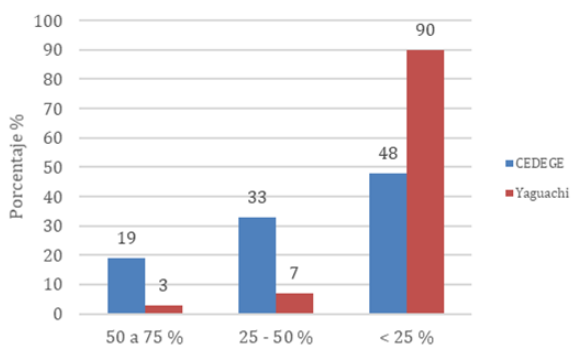


Figura 10. Manejo de la cobertura vegetal.

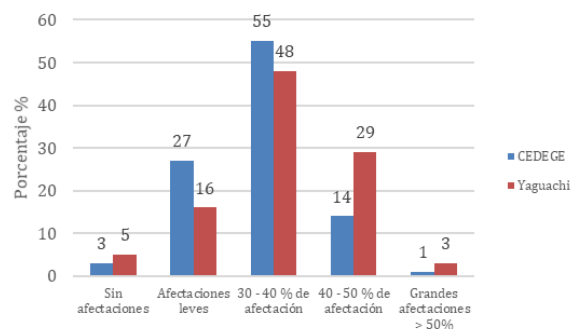


Figura 11. Rotación de cultivos.

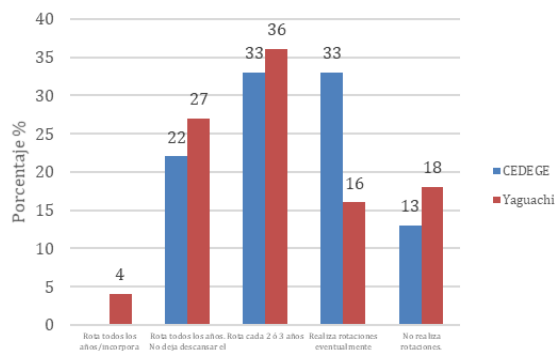


Figura 12. Incidencia de plagas.

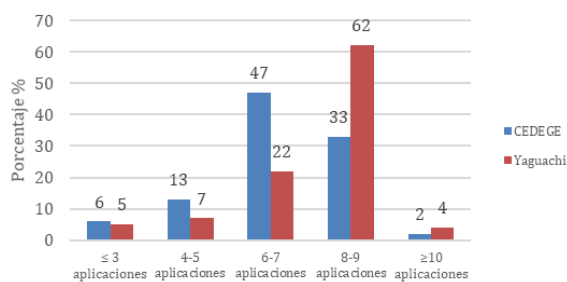


Figura 13. Aplicaciones Yaguachi.

DIMENSIÓN SOCIOCULTURAL

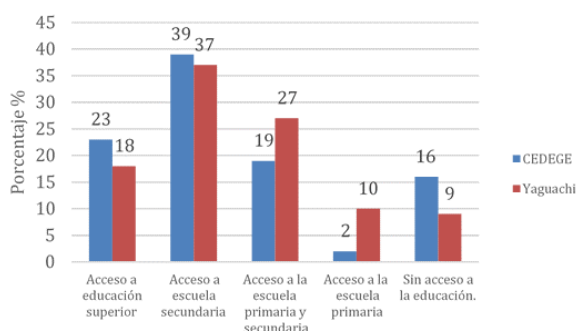


Figura 14. Acceso a la educación.

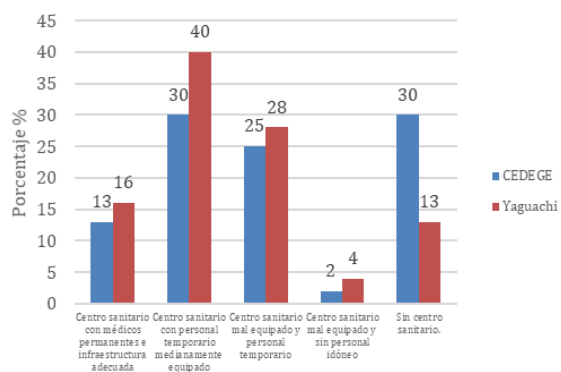


Figura 15. Acceso a salud.

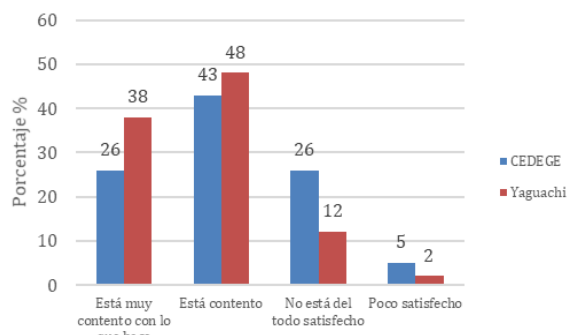


Figura 16. Aceptabilidad del sistema de producción.

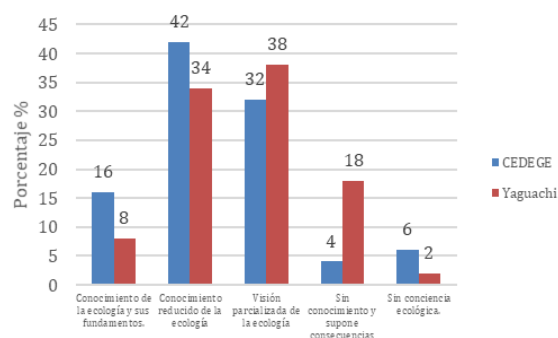


Figura 17. Conocimiento y conciencia ecológica.

Tipificación de fincas arroceras en el Cantón Babahoyo

La tipificación se realizó empleando 39 variables con un coeficiente de variación superior a 60%.

Al aplicar el método Ward y la distancia euclidiana al cuadrado, comparando con lo expresado por Martínez (2013), se formaron 3 grupos de sistemas, como se muestra en la Figura 18, de los cuales el primero corresponde al segmento de productores del sistema de producción desarrollado (SPD) con 14%, el conglomerado 2 corresponde a sistemas de producción medianamente desarrollado (SPMD) con 13% y el tercero agrupa la mayor parte de productores que conforma el sistema de producción básica (SPB) con 73%.

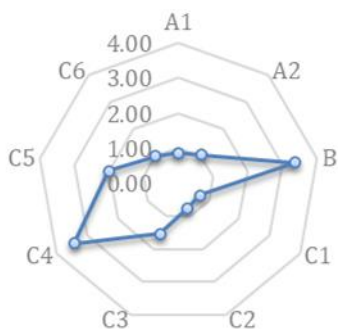
Tipificación de fincas arroceras en el Cantón Yaguachi

Siguiendo el procedimiento descrito anteriormente, se formaron 3 grupos para este cantón, lo cual se muestra en la Figura 19. El primero corresponde al sistema de producción desarrollado (SPD) con 13%, el conglomerado 2 corresponde a sistema de producción medianamente desarrollado (SPMD) con 58% y el tercero al sistema de producción básica (SPB) con 29%.

Evaluación de la sustentabilidad General

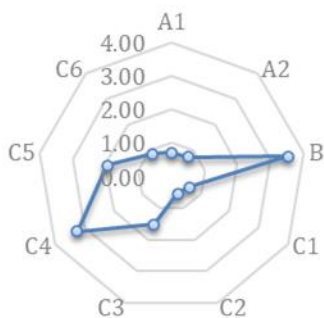
Las Figuras 20, 21, 22, 23, 24 y 25 presentes en este apartado, muestran el resultado del análisis de la información obtenida en la investigación. Utilizando los indicadores y sub indicadores ya establecidos, se procedió a valorar según la escala propuesta a cada uno de ellos, empleando las Fórmulas 2, 3, 4 y 5 respectivamente para las dimensiones sociales, ecológicas y económicas, obteniendo los índices de

sustentabilidad, graficados en esquemas tipo ameba donde se establecen los puntos críticos de sustentabilidad inferiores o iguales a dos y los indicadores con sustentabilidad alta, igual o superior a tres.



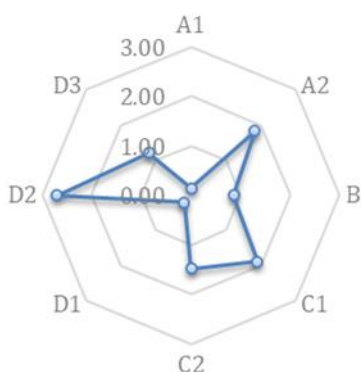
A1	A2	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6
0.86	1.01	3.38	0.74	0.77	1.53	3.34	1.79	1.00

Figura 20. Indicador Económico Yaguachi: 1.7.



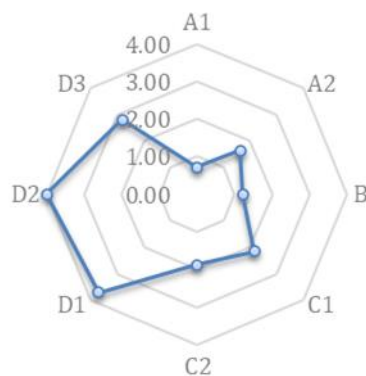
A1	A2	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6
0.71	0.77	3.52	0.62	0.54	1.52	3.25	1.95	0.88

Figura 21. Indicador Económico Babahoyo: 1.6.



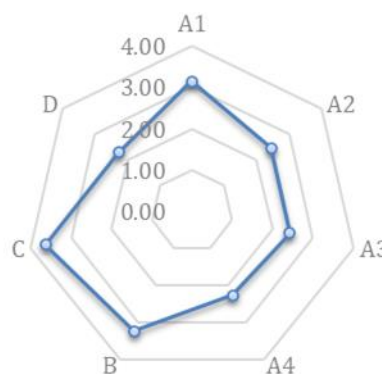
A1	A2	B	C1	C2	D1	D2	D3
0.13	1.83	0.86	1.90	1.48	0.20	2.70	1.20

Figura 22. Indicador Ecológico Yaguachi: 1.2.



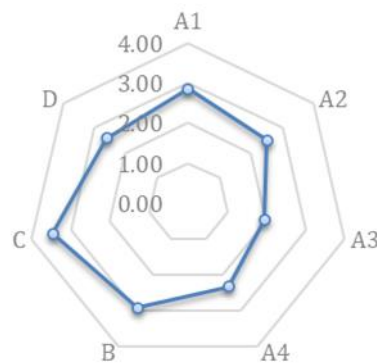
A1	A2	B	C1	C2	D1	D2	D3
0.71	1.64	1.22	2.16	1.88	3.70	4.00	2.80

Figura 23. Indicador Ecológico Babahoyo: 2.0.



A1	A2	A3	A4	B	C	D
3.14	2.45	2.42	2.27	3.23	3.64	2.27

Figura 24. Indicador Sociocultural Yaguachi: 2.9.



A1	A2	A3	A4	B	C	D
2.86	2.51	1.95	2.32	2.90	3.47	2.60

Figura 25 Indicador Sociocultural Babahoyo: 2.8.

En el caso de los sistemas arroceros evaluados de Yaguachi y Babahoyo, los dos sistemas alcanzan un ISGen de 1.93 (Figura 26) y 2.12 (Figura 27), respectivamente. Sin embargo, no se consideran

sustentables, debido a que en los dos sistemas existen dimensiones con valores menores a dos.



Figura 26. Indicadores económico, ecológico y sociocultural para la zona de Yaguachi (ISGen = 1.93).

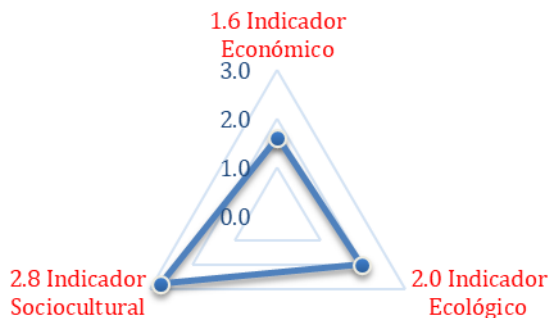


Figura 27. Indicadores económico, ecológico y sociocultural para la zona de Babahoyo (ISGen = 2.12).

Conclusiones

La práctica común en el cultivo de arroz en los Cantones de Yaguachi y Babahoyo es la siembra directa al voleo y la aplicación del sistema de riego por inundación.

Yaguachi tiene problemas de salinización, sus suelos son fuertemente salinos, en el orden del 70% y 30%, respectivamente. Este fenómeno se refleja en el crecimiento de los cultivos en parches, disminuyendo la productividad del área con respecto al Cantón Babahoyo y afectando la economía de las comunidades aledañas.

Entre las principales causas de la salinidad de los suelos, encontradas en el sector de arroceros de Yaguachi, está la utilización de aguas salinas provenientes del río Yaguachi para el riego del cultivo, lo que ocasiona la acumulación de sales en la superficie de dichos suelos. El pH del agua varió de 6.4 a 7.16 y la CE de 2.09 a 3.52 dS/m, clasificada como agua con problemas de sales.

Sobre el nivel de sustentabilidad del cultivo de arroz, el Índice de Sustentabilidad General para Yaguachi fue de 1.93 y para Babahoyo, de 2.12; valores

determinados mediante el análisis de las dimensiones económicas, ecológicas y socioculturales, mostrando diferencias entre la zona salinizada y la no salinizada.

En el sector de arroceros de los cantones de Yaguachi y Babahoyo se determinaron tres sistemas de producción: sistema de producción desarrollado (SPD), sistema de producción medianamente desarrollado (SPMD) y sistema de producción básica (SPB).

El uso de enmiendas orgánicas puede ser útil en el manejo de suelos irrigados con aguas salinas, ya que poseen efectos positivos sobre el suelo y por sus características químicas poseen un buen potencial para la remediación de la sodicidad.

Literatura citada

- Anzules V. 2019. Sustentabilidad de sistemas de producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNA/LM/4110/anzules-toala-vicente-paul.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Briones C., Proaño J. & Medina K. 2010. Determinación de las aptitudes físicas y químicas en distintas unidades taxonómicas de suelos en la hacienda campo Alegre (Quilichao), Parroquia Taura, Cantón Naranjal. Provincia del Guayas. XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo. <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/11.-Jaime-Proano.-Suelos.-Agraria.pdf>.
- Caicedo-Camposano O., Díaz-Romero O., Cadena-Piedrahita D. & Galarza-Centeno G. 2019. Diseño de un sistema de producción de arroz sostenible en Babahoyo, Provincia de Los Ríos, Ecuador. *Killkana Técnica*, 3(1): 19-24. https://doi.org/10.26871/killkana_tecnica.v3i1.472.
- Caicedo-Camposano O., Soplín-Villacorta H., Balmaseda-Espinosa C., Cadena-Piedrahita L. & Leyva-Vázquez M. 2020. Sustentabilidad de sistemas de producción de banano (*Musa paradisiaca* AAA) en Babahoyo, Ecuador. *Revista Investigación Operacional*, 41(3): 379-388. <https://rev-inv-ope.pantheonsorbonne.fr/sites/default/files/inline-files/41320-07.pdf>.
- Cobos F., Gómez L., Reyes W. & Hasang E. 2020. Evaluación de la tolerancia a la salinidad en poblaciones segregantes F5 de arroz (*Oryza sativa* L.). *Journal of Science and Research*, 5(5: num. especial del I CININGEC): 1-23. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/995>.
- Cobos F., Hasang E., Lombeida E. & Medina R. 2021. Caracterización de fincas arroceras en sistemas de producción bajo riego, en el Cantón Daule. *Journal of Science and Research*, 5(5: num. especial del I CININGEC): 156-168. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/1004>.

- Córdova C., Magna C., Barrera J. & Zagal E. 2020. Dependencia espacial del potencial de nitrógeno disponible del suelo en dos sitios contrastantes. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 36(1): 14-25. <http://agro-ciencia.cl/web/wp-content/uploads/2020/03/AC-1940.-Potencial-de-nitrogeno-28.03.2020.pdf>.
- FAO. 1997. Management of Agricultural Drainage Water Quality. Water Report 13, Food and Agriculture Organization, Rome. <http://www.fao.org/3/w7224e/w7224e00.htm>.
- FAO. 2012. Guía para la descripción de suelos. FAO. Rome. <http://www.fao.org/3/a0541s/a0541s.pdf>.
- FAOSTAT. 2018. Food and Agriculture Organization statistical database. Consultado el 30 mayo del 2018 de: <http://faostat.fao.org/default.aspx>.
- GADPLR (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Los Ríos). 2019. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2015 - 2019, Ecuador. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumntofinal/1260000140001_PDyOT%20FINAL%20GADPLR%20-2015%20final_15-05-2016_08-47-09.pdf.
- Gómez J., Cobos F. & Hasang E. 2019. Sostenibilidad de los sistemas de producción de ganadería extensiva. *Journal of Science and Research*, 4(5: CIEIS2019): 180-195. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/798>.
- Hoang T., Tran T., Nguyen T., Williams B., Wurm P., Bellairs S. & Mundree S. 2016. Improvement of salinity stress tolerance in rice: Challenges and opportunities. *Agronomy*, 6(4): 54. DOI: 10.3390/agronomy6040054.
- INAMHI (National Institute of Meteorology and Hydrology). 2019. Agrometeorology Station of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, Los Ríos, Ecuador. Consultado el 10 de Abril de 2019 de: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/boletines-meteorologicos/>.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2020. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2019. https://www.ecuadrencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf.
- Martínez M., Osuna E. & Espinosa M. 2019. Impacto acumulado de la agricultura de conservación en propiedades del suelo y rendimiento de maíz. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(4): 765-778. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i4.1640>.
- Martínez L. 2013. La Agricultura Familiar en el Ecuador. Informe del Proyecto Análisis de la Pobreza y de la Desigualdad en América Latina Rural. SERIE DOCUMENTOS DE TRABAJO. Documento N° 147. Grupo de Trabajo: Desarrollo con Cohesión Territorial. Rimisp (Centro Latinoamericano para el Desarrollo rural). Quito. Ecuador. http://rimisp.org/wp-content/files_mf/1434745799147AgriculturaFamiliarEcuadorMartinez_editado.pdf.
- Mejía V. L., Instituto Geográfico Militar (Ecuador) & Fundación Forestal Juan Manuel Durini. 1997. Suelos del Ecuador: Reconocimiento general en base a su capacidad-fertilidad y mapa general de clasificación por capacidad-fertilidad: una interpretación básica sobre las características de los suelos del Ecuador. Instituto Geográfico Militar. Quito, Ecuador.
- Parra R. & Magaña M. 2019. Características técnico-económicas de los sistemas de producción bovina basados en razas criollas introducidas en México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 6(18): 535-547. <https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2160>. <https://era.ujat.mx/index.php/rera/article/view/2160>.
- Pinedo R., Gómez L. & Julca A. 2020. Sostenibilidad ambiental de la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en los valles interandinos del Perú. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3): art 1309. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1309.
- Pozo W. & Sanfeliu T. 2010. Variabilidad Espacial Temporal de la Salinidad del Suelo en los Humedales de Arroz en la Cuenca Baja del Guayas, Sudamérica. *Revista Tecnológica ESPOL*, 23(1): 73-79. <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/articloe/view/38>.
- Ramírez M., Urdaneta A. & Pérez E. 2017. Germinación del guayabo tipo "criolla roja" bajo condiciones de salinidad por cloruro de sodio. *BIOAGRO*, 29(1): 65-72. [http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev29\(1\)/8.%20ms%201605.pdf](http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev29(1)/8.%20ms%201605.pdf). http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-33612017000100008&script=sci_abstract.
- Ramírez-Suárez W. & Hernández-Olivera L. 2016. Tolerancia a la salinidad en especies cespitosas. *Pastos y Forrajes*, 39(4): 235-245. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942016000400001.
- Sarandón S. & Flores C. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Revista Agroecología*, 4: 19-28. Madrid, España. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/117131>.
- Sarandón S., Zuluaga M., Cieza R., Gómez C., Janjetic L. & Negrete E. 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*, 1: 19-28. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/14>.
- SINAGAP (Sistema de Información Nacional de Agricultura y Ganadería). 2014. III Censo Nacional Agropecuario: Referencias del levantamiento censal. Consultado el 5 de julio de 2017 de: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/censo-nacional-agropecuario>.
- Smyth A. & Dumansky G. 1995. A framework for evaluating sustainable land management. *Canadian Journal of Soil Science*, 75(4): 401-406. DOI: 10.4141/cjss95-059.
- Terrazas J.M. 2018. Efecto de tres niveles de salinidad en el crecimiento del pasto agropiro variedad Alkar (*Thinopyrum ponticum*) mediante reproducción sexual y vegetativa. *Apthapi*, 4(3): 1295-1311. <http://ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/261>.

SUSTENTABILIDAD EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE ARROZ

Enero - Julio 2021

Tabla 2. Datos y coordenadas geográficas de las muestras colectadas.

CÓDIGO	RECINTO	PROPIETARIO	CANTÓN	PROVINCIA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
P1	Providencia	Huly Ruiz	Yaguachi	Guayas	2°4'21.73''S 79°39'15.52''O
P2	Hcda. Palo largo	Jairo de Jesús	Yaguachi	Guayas	2°0'27.662''S 79°43'21.48''O
P3	Coop. San Jacinto	Víctor Moncada	Yaguachi	Guayas	2°6'45.62''S 79°45'20.13''O
P4	El Chobo	Sr. Noe Zapata	Yaguachi	Guayas	2°8'40.49''S 79°38'0.13''O
P5	Km 5	Jorge Quiroz	Yaguachi	Guayas	2°6'19.68''S 79°40'59.34''O
P6	4 hermanos	César Murillo	Yaguachi	Guayas	2°4'38.40''S 79°42'45.63''O
P7	Rcto. Vuelta Larga	Wilson Quezada	Yaguachi	Guayas	2°9'3.95''S 79°40'29.68''O
P8	Rcto. La Lola	Pedro Contreras	Yaguachi	Guayas	2°3'27.99''S 79°43'5.41''O
P9	Rcto. Las Mercedes	Fernando Espinoza	Yaguachi	Guayas	2°0'5.428''S 79°37'51.48''O
P10	Caimito	Julio Arreaga	Yaguachi	Guayas	2°0'25.19''S 79°38'45.86''O
P11	Sabaneta	Jorge Quiroz	Babahoyo	Los Ríos	1°50'43.38''S 79°26'49.00''O
P12	Sabaneta	Sr. José Banderas	Babahoyo	Los Ríos	1°51'39.58''S 79°27'37.20''O
P13	Playas	Félix Montero	Babahoyo	Los Ríos	1°51'56.26''S 79°25'43.49''O
P14	Playas	Sr. José Valero	Babahoyo	Los Ríos	1°51'59.97''S 79°26'28.60''O
P15	Cedege	David Mendoza	Babahoyo	Los Ríos	1°53'31.38''S 79°27'27.31''O
P16	La Corona	Raúl Ramírez	Babahoyo	Los Ríos	1°53'19.03''S 79°28'3.16''O
P17	San Pablo	Sr. Juan Andrade	Babahoyo	Los Ríos	1°52'48.76''S 79°25'51.53''O
P18	El Palmar	Sr. Marco Calero	Babahoyo	Los Ríos	1°52'13.25''S 79°27'4.45''O
P19	El Palmar	José Velasco	Babahoyo	Los Ríos	1°53'0.50''S 79°26'40.96''O
P20	El Palmar	Duval Cabrera	Babahoyo	Los Ríos	1°52'56.79''S 79°28'5.63''O

Fuente: Autores.

Tabla 3. Subindicadores y variables para evaluar el Indicador Económico.

Valoración	A. Autosuficiencia alimentaria		B. Ingreso neto mensual	C. Riesgo Económico					
	A1	A2	(dólares)	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	Diversificación producción (rubros)	Superficie para autoconsumo (ha)		Diversificación venta (rubros)	Vías comercio (canales)	Dependencia insumos externos	Superficie destinada al cultivo de arroz (ha)	Productividad (tn/ha)	Acceso a crédito
4	≥ 5 productos	≥ 1	≥ de 384	≥ 5 productos	≥ 5 canales	0 a 20%	≥ 5	≥ 7	≥ 4 fuentes de crédito
3	4 productos	0.8 – 0.9	300 – 383	4 productos	4 canales	20 a 40%	4	5 – 6	3 fuentes de crédito
2	3 productos	0.5 – 0.7	200 – 300	3 productos	3 canales	40 a 60%	3	4 – 5	2 fuentes de crédito
1	2 productos	0.2 – 0.4	100 – 200	2 productos	2 canales	60 a 80%	2	3 – 4	1 fuente de crédito
0	≤ 1 producto	≤ 0.1	≤ de 100	≤ 1 producto	≤ 1 canal	80 a 100%	≤ 1	≤ 3	Sin crédito

tn: tonelada métrica (= 10³ Kg).Fuente: Sarandón *et al.* (2006).**Tabla 4.** Subindicadores y variables para evaluar el Indicador Ecológico (parte 1).

Valoración	A. Conservación vida del suelo		B- Manejo de la Biodiversidad	C. Plagas y enfermedades
	A1	A2	B1	C1
	Manejo Cobertura Vegetal (%)	Rotación de cultivos	Biodiversidad espacial	Incidencia de plagas (plagas, enfermedades y arvenses)
4	100	Rota los cultivos todos los años / Deja descansar un año el lote / incorpora leguminosas o abonos verdes.	Establecimiento totalmente diversificado, con asociaciones entre ellos y con vegetación natural.	No se observan afectaciones por plagas, enfermedades y arvenses.
3	75 a 99	Rota todos los años. No deja descansar el suelo.	Alta diversificación de cultivos, con media asociación entre ellos.	Afectaciones leves y autorregulables por el sistema.
2	50 a 75	Rota cada 2 - 3 años	Diversificación media, con muy bajo nivel de asociación entre ellos.	Afectaciones 30 – 40% de los cultivos, con síntomas de leves y no hay arvenses dominantes.
1	25 a 50	Realiza rotaciones eventualmente	Poca diversificación de cultivos, sin asociaciones.	Afectaciones 40 – 50% de los cultivos, con síntomas de leves a severos.
0	< 25	No realiza rotaciones	Monocultivo	Grandes afectaciones > 50% plagas, enfermedades en toda el área y presencia de especies de arvenses dominantes.

Fuente: Sarandón *et al.* (2006).

Tabla 5. Subindicadores y variables para evaluar el Indicador Ecológico (parte 2).

Valoración	C. Plagas y enfermedades		D. Salinidad		
	C2	D1	D2	D3	
	Aplicación de agroquímicos	Salinidad en el suelo (CE)	Salinidad en agua (CE)	Compactación	
4	≤ 3	Valor de 1	Valor de < 0.7	(4) < 100 psi. 6.8 atmósferas	
3	4 a 5	Valor de 2	Valor de 1	(3) 100 a 150 psi 6.8 a 10.2 atmósferas	
2	6 a 7	Valor de 4	Valor de 2	(2) 150 a 200 psi 10.2 a 13.61 atmósferas	
1	8 a 9	Valor de 5	Valor de 3	(1) 200 a 250 psi. 13.61 a 17.0 atmósferas	
0	≥ 10	Valor mayor a 5	Valor > a 3	(0) > 300 psi. 17.0 a 20.41 atmósferas	

CE: Conductividad Eléctrica; psi: Libras por pulgada cuadrada. Fuente: Sarandón *et al.* (2006).

Tabla 6. Subindicadores y variables para evaluar la Dimensión Sociocultural.

Valoración	A. Satisfacción necesidades básicas				B. Aceptabilidad sistema producción.	C. Integración social	D. Conocimiento y conciencia ecológica
	A1	A2	A3	A4			
	Vivienda	Acceso a la educación	Acceso a salud y cobertura sanitaria	Servicios			
4	De material noble, muy buena.	Acceso a educación superior y/o cursos de capacitación.	Centro sanitario con médicos permanentes e infraestructura adecuada.	Instalación completa de agua, luz y teléfono cercano.	Muy satisfecha	Muy alta	Con alta conciencia ecológica, realiza prácticas conservacionistas, no emplea agroquímicos.
3	De material noble, buena.	Acceso a escuela secundaria	Centro sanitario con personal temporario medianamente equipado	Instalación de agua y luz	Satisfecho	Alta	Mediana conciencia ecológica
2	Regular, sin terminar o deteriorada	Acceso a la escuela primaria y secundaria con restricciones	Centro sanitario mal equipado y personal temporario	Instalación de luz y agua de pozo	Mediana satisfacción	Media	Visión ecológica reducida con uso de algunos agroquímicos.
1	Mala, sin terminar, deteriorada, piso de tierra	Acceso a la escuela primaria	Centro sanitario mal equipado y sin personal idóneo	Sin instalación de luz y agua de pozo	Poca satisfacción	Baja	No percibe consecuencias. Emplea agroquímicos
0	Muy mala	Sin acceso a la educación	Sin centro sanitario	Sin Luz y sin fuente de agua cercana	Desilusionado	Nula	Sin conciencia ecológica

Fuente: Sarandón *et al.* (2006).

Tabla 7. Textura de suelos muestreados en el cultivo de arroz en Yaguachi y Babahoyo.

CÓDIGO	CANTÓN	TEXTURA DEL SUELO	%	%	%	%
			MO	ARENA	LIMO	ARCILLA
P1	Yaguachi	Arcilloso	3.90	16	26	58
P2	Yaguachi	Arcilloso	2.42	14	26	60
P3	Yaguachi	Arcilloso	6.70	16	24	61
P4	Yaguachi	Arcilloso	3.01	12	48	40
P5	Yaguachi	Arcillo-Limoso	3.23	14	46	40
P6	Yaguachi	Arcilloso	2.46	18	33	49
P7	Yaguachi	Arcilloso	2.09	18	43	39
P8	Yaguachi	Arcillo-Limoso	4.08	14	45	41
P9	Yaguachi	Arcilloso	2.94	18	41	41
P10	Yaguachi	Arcilloso	4.37	12	34	54
P11	Babahoyo	Arcilloso	3.46	19	48	33
P12	Babahoyo	Arcillo-Limoso	3.08	20	50	30
P13	Babahoyo	Arcillo-Limoso	2.14	19	50	31
P14	Babahoyo	Arcilloso	2.44	21	48	31
P15	Babahoyo	Arcilloso	2.13	18	47	35
P16	Babahoyo	Arcillo-Limoso	2.73	16	50	34
P17	Babahoyo	Arcilloso	3.54	21	49	30
P18	Babahoyo	Arcillo-Limoso	2.14	19	50	31
P19	Babahoyo	Arcilloso	2.32	21	49	30
P20	Babahoyo	Arcilloso	3.4	19	49	32

Fuente: Autores.

Tabla 8. Macro y microelementos de suelos muestreados en el cultivo del arroz en Yaguachi y Babahoyo.

CÓDIGO	CANTÓN	MACROELEMENTOS					MICROELEMENTOS				
		mg/Kg (ppm)	meq/100gr		mg/Kg (ppm)		mg/Kg (ppm)				
		P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Mn	B	Fe
P1	Yaguachi	4.21	0.416	19.0	16.0	7.24	4.55	9.78	51.6	0.69	32.6
P2	Yaguachi	6.98	0.488	19.1	20.3	7.45	1.11	10.3	12.2	0.58	9.9
P3	Yaguachi	7.78	0.388	18.5	12.9	6.34	2.31	21.8	44.4	0.91	34.1
P4	Yaguachi	10.2	0.22	14.9	4.5	7.90	3.20	10.12	21.1	0.98	193.0
P5	Yaguachi	16.4	0.13	16	5.78	7.21	3.30	16.8	140.3	1.13	174.4
P6	Yaguachi	13.9	0.751	20.1	16.4	12.20	1.74	8.08	19.8	0.82	8.3
P7	Yaguachi	37.5	0.19	14.33	3.35	7.90	3.10	12.2	140.0	0.98	253.3
P8	Yaguachi	24.98	0.37	20.29	11.4	7.21	3.70	10.7	94.0	0.87	14.2
P9	Yaguachi	97.3	1.58	23.01	12.7	7.81	15.80	10.7	94.0	1.32	14.2
P10	Yaguachi	3.00	0.284	15.9	10.3	12.90	1.02	25.0	128.5	0.38	89.2
P11	Babahoyo	24.67	0.19	16.11	3.8	6.90	3.40	13.1	169.2	1.01	190.5
P12	Babahoyo	11.73	0.15	12.85	4.18	7.65	2.40	21.3	247.4	0.96	404.2
P13	Babahoyo	30.2	0.12	18.39	3.22	6.45	2.30	11.9	81.4	1.05	86.6
P14	Babahoyo	14.5	0.15	15.65	5.15	5.83	2.10	17.6	92.4	0.98	168.2
P15	Babahoyo	10.08	0.17	15.69	5.14	5.70	1.90	12.2	144.8	0.90	123.1
P16	Babahoyo	11.7	0.1	15.8	4.67	6.71	3.10	9.7	78.2	0.97	81.7
P17	Babahoyo	3.9	0.09	18.09	5.41	6.41	1.40	20.9	94.5	1.00	116.2
P18	Babahoyo	25.2	0.12	18.22	3.22	6.45	3.30	12.5	82.0	1.05	85.3
P19	Babahoyo	6.6	0.12	15.62	5.93	5.62	1.40	15.7	167.9	1.07	122.9
P20	Babahoyo	4.42	0.15	20.45	9.85	8.31	1.90	23.6	93.7	1.24	31.5

Fuente: Autores.

SUSTENTABILIDAD EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE ARROZ

Enero - Julio 2021

Tabla 9. Valores de pH y CE de los suelos muestreados en el cultivo del arroz en Yaguachi y Babahoyo.

CÓDIGO	CANTÓN	pH	CE (dS/m)	Clasificación del suelo (FAO, 2012)
P1	Yaguachi	6.53	9.3	Fuertemente salinos
P2	Yaguachi	7.51	5.0	Salinos
P3	Yaguachi	7.28	6.8	Salinos
P4	Yaguachi	6.92	5.4	Salinos
P5	Yaguachi	5.32	6.5	Salinos
P6	Yaguachi	7.20	7.0	Salinos
P7	Yaguachi	6.25	4.2	Salinos
P8	Yaguachi	6.94	9.4	Fuertemente salinos
P9	Yaguachi	7.02	9.2	Fuertemente salinos
P10	Yaguachi	7.49	7.4	Salinos
P11	Babahoyo	6.24	1.1	Normales
P12	Babahoyo	5.39	1.8	Normales
P13	Babahoyo	6.12	1.9	Normales
P14	Babahoyo	6	2.0	Normales
P15	Babahoyo	5.99	1.7	Normales
P16	Babahoyo	6.6	1.1	Normales
P17	Babahoyo	5.73	2.7	Ligeramente salinos
P18	Babahoyo	6.12	0.3	Normales
P19	Babahoyo	6.05	1.8	Normales
P20	Babahoyo	6.32	2.2	Ligeramente salinos

CE: Conductividad Eléctrica. Fuente: Autores.

Tabla 10. Valores de compactación (psi) de los suelos muestreados en el cultivo del arroz en Yaguachi y Babahoyo.

CÓDIGO	CANTÓN	psi	Condición
P1	Yaguachi	300	Malo para cultivo
P2	Yaguachi	200	Regular para el cultivo
P3	Yaguachi	230	Regular para el cultivo
P4	Yaguachi	200	Regular para el cultivo
P5	Yaguachi	230	Regular para el cultivo
P6	Yaguachi	260	Regular para el cultivo
P7	Yaguachi	180	Bueno para cultivo
P8	Yaguachi	250	Regular para el cultivo
P9	Yaguachi	270	Regular para el cultivo
P10	Yaguachi	230	Regular para el cultivo
P11	Babahoyo	150	Bueno para cultivo
P12	Babahoyo	160	Bueno para cultivo
P13	Babahoyo	150	Bueno para cultivo
P14	Babahoyo	150	Bueno para cultivo
P15	Babahoyo	150	Bueno para cultivo
P16	Babahoyo	120	Bueno para cultivo
P17	Babahoyo	200	Regular para el cultivo
P18	Babahoyo	100	Bueno para cultivo
P19	Babahoyo	150	Bueno para cultivo
P20	Babahoyo	180	Bueno para cultivo

Fuente: Autores.

Tabla 11. Valores de pH y CE de las muestras de las aguas colectadas en el cultivo del arroz en Babahoyo.

CÓDIGO	CANTÓN	pH	CE (dS/m)
P11	Babahoyo	7.1	0.5
P12	Babahoyo	7.2	0.2
P13	Babahoyo	7.1	0.1
P14	Babahoyo	7.2	0.5
P15	Babahoyo	7.9	0.6
P16	Babahoyo	6.6	0.2
P17	Babahoyo	7.5	0.9
P18	Babahoyo	7.6	0.2
P19	Babahoyo	7.5	0.3
P20	Babahoyo	7.6	0.7

CE: Conductividad eléctrica. Fuente: Autores

Tabla 12. Descripción de las propiedades físico-químicas del agua de riego de Yaguachi.

CÓDIGO	pH	dS/m	mg/l	ppm (mg/l)								
				CE	STD	Na	K	Ca	Mg	Dureza cálcica CaCO ₃	Dureza Magnésica MgCO ₃	Dureza Total
P1	6.91	2.49	1 350	479.4	26.3	55.3	75.6	138.2	262.1	400.3	689.4	9.8
P2	6.44	2.84	1 520	514.8	23.7	25.0	58.3	62.3	202.1	264.4	713.5	12.9
P3	6.78	2.53	1 360	442.6	20.6	49.7	68.2	124.1	236.4	360.5	675.0	9.6
P4	6.70	2.63	1 440	485.6	19.8	57.3	75.1	143.2	260.4	403.6	723.2	9.9
P5	6.77	2.74	1 470	633.5	10.1	128.3	115.3	320.4	399.9	720.3	1 026.9	9.8
P6	6.90	3.52	1 920	489.7	19.6	29.4	71.4	73.3	247.5	320.8	935.3	11.1
P7	7.01	2.32	1 240	449.5	17.5	21.8	52.0	54.3	180.5	234.8	660.7	11.9
P8	6.90	2.810	1 580	191.1	7.4	93.4	69.6	233.1	241.3	474.4	626.8	3.65
P9	7.06	2.460	1 330	171.1	6.6	80.60	63.39	201.0	219.9	421.0	761.7	3.46
P10	7.16	2.090	1 120	152.0	8.0	64.6	51.7	161.3	179.3	340.7	429.1	3.42

CE: Conductividad eléctrica; STD: Sólidos totales disueltos; Cl⁻: Ión cloruro; RAS: Razón de adsorción de sodio. Fuente: Autores.

Tabla 13. Resumen de los resultados de la caracterización de fincas arroceras, dimensión económica.

Indicadores	Resultados
Diversificación de la producción	Los productores arroceros de Yaguachi y Babahoyo en su mayoría mantuvieron un sistema de monocultivo (arroz) con 42 y 52%, respectivamente, 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 con 33 y 34%; respectivamente, que mantiene en sus predios otros cultivos como son: plátano, cacao y yuca, que generalmente son para la alimentación del grupo familiar y una parte para la comercialización (Figura 2).
Superficie de producción destinada al autoconsumo	Del total de la superficie para autoconsumo, un gran porcentaje de productores en Yaguachi destinaron de 0.2 - 0.4 ha, lo cual representó el 60%. Con un resultado similar se encontraron los productores de Babahoyo, los cuales dedicaron de 0.2 - 0.4 ha para su autoconsumo, con un valor de 59% (Figura 3).
Diversificación para la venta	El 47% de los productores de Yaguachi ofertaron al mercado un producto (arroz); Babahoyo con 59%. Estos resultados muestran que más de la mitad del área es monocultivo (Figura 4).
Ingresos	Para el 55% de los productores de arroz de Yaguachi (Figura 4) y el 58% de los productores de arroz de Babahoyo, el ingreso neto mensual en el 2018 superó los 384 USD (salario mínimo en el año 2019 en Ecuador) (Figura 5).
Vías de comercialización	El 48% de los arroceros de Yaguachi y el 60% de los productores de Babahoyo utilizaron un solo canal de comercialización (Figura 6).
Dependencia de insumos externos	El 56% de los productores de Yaguachi y el 63% de los arroceros de Babahoyo se consideraron dependientes de insumos externos de un 60% y 80% de estos, respectivamente (Figura 7).
Productividad / área	En la zona de Yaguachi y Babahoyo, el 35% y 39% de los productores arroceros, el mayor porcentaje está concentrado en el rango de 4 - 5 t, respectivamente (Figuras 8).
Fuentes de crédito	El 70% de los arroceros de Yaguachi y el 66% de los de Babahoyo, carecían de líneas de crédito (Figura 9).

Tabla 14. Resumen de los resultados de la caracterización de fincas arroceras, dimensión ecológica.

Indicadores	Resultados
Manejo de la cobertura vegetal	El 90% y 48% de los productores de Yaguachi y Babahoyo, respectivamente, mantuvieron en promedio un 25% de cobertura vegetal en el borde de los canales y en pequeñas áreas colindantes con cultivos como yuca, plátano, cacao (Figura 10).
Rotación de cultivos	El 36% de los productores de Yaguachi rotaron cada 2 a 3 años con cultivos de ciclo corto, un 27% rotaron todos los años pero no dejaron descansar el suelo, y un 18% no realizaron rotaciones. Por otro lado, en Babahoyo las proporciones fueron de 33%, 22% y 13%, respectivamente (Figura 11).
Incidencia de plagas	El 48% de los productores de Yaguachi señalaron problemas de plagas y enfermedades del arroz de entre 30 - 40%. El 55% de los arroceros de Babahoyo presentaron daños de entre 30 a 40% por los mismos problemas (Figura 12).
Aplicación de agroquímicos	El 62% de los productores de Yaguachi y el 33% de Babahoyo realizaron entre 8 - 9 aplicaciones de agroquímicos (Figura 13).

Tabla 15. Resumen de los resultados de la caracterización de fincas arroceras, dimensión sociocultural.

Indicadores	Resultados
Vivienda	El 79% y el 59% de los productores de Yaguachi y Babahoyo, tuvieron viviendas con buenas características, respectivamente.
Acceso a la educación	Tuvieron acceso a colegios y capacitación el 37 y 39% de los productores de Yaguachi y Babahoyo, respectivamente. Además, contaron con educación superior el 18% y 23% de productores de Yaguachi y Babahoyo, respectivamente (Figura 14).
Acceso a salud y cobertura sanitaria	El 40% y el 30% de los productores de Yaguachi y Babahoyo, respectivamente, manifestaron tener un centro sanitario con personal temporario medianamente equipado, y solo el 16% y 13% de los encuestados en las dos zonas de estudio, respectivamente, cuentan con un centro sanitario con médicos permanentes e infraestructura adecuada (Figura 15).
Servicios	Igualmente, en los dos sistemas analizados para la variable de servicios básicos, el 72% y el 71% de los arroceros de Yaguachi y Babahoyo, respectivamente, cuentan con instalación de luz y agua de pozo. Un 5% y 7% cuenta con instalación completa de agua, luz y teléfono, respectivamente.
Aceptabilidad del sistema de producción	Del total de agricultores encuestados sobre el sistema de producción agrícola arroceras que realizan como un medio de subsistencia, el 48% y el 43% de Yaguachi y Babahoyo, respectivamente, manifestaron estar satisfechos. En el mismo orden, el 12% y el 26% de los productores, de las zonas de estudio, señalaron no estar satisfechos y siguen en el sistema de producción de arroz por ser la única actividad que conocen (Figura 16).
Integración social	El 66% y 54% de los agricultores de Yaguachi y Babahoyo, respectivamente, consideraron muy alta la integración y relaciones con sus vecinos y otros agricultores.
Conocimiento y conciencia ecológica	El 8% y el 16% de los agricultores de Yaguachi y Babahoyo, respectivamente, manifestaron tener conocimiento de ecología y sus fundamentos (Figura 17).

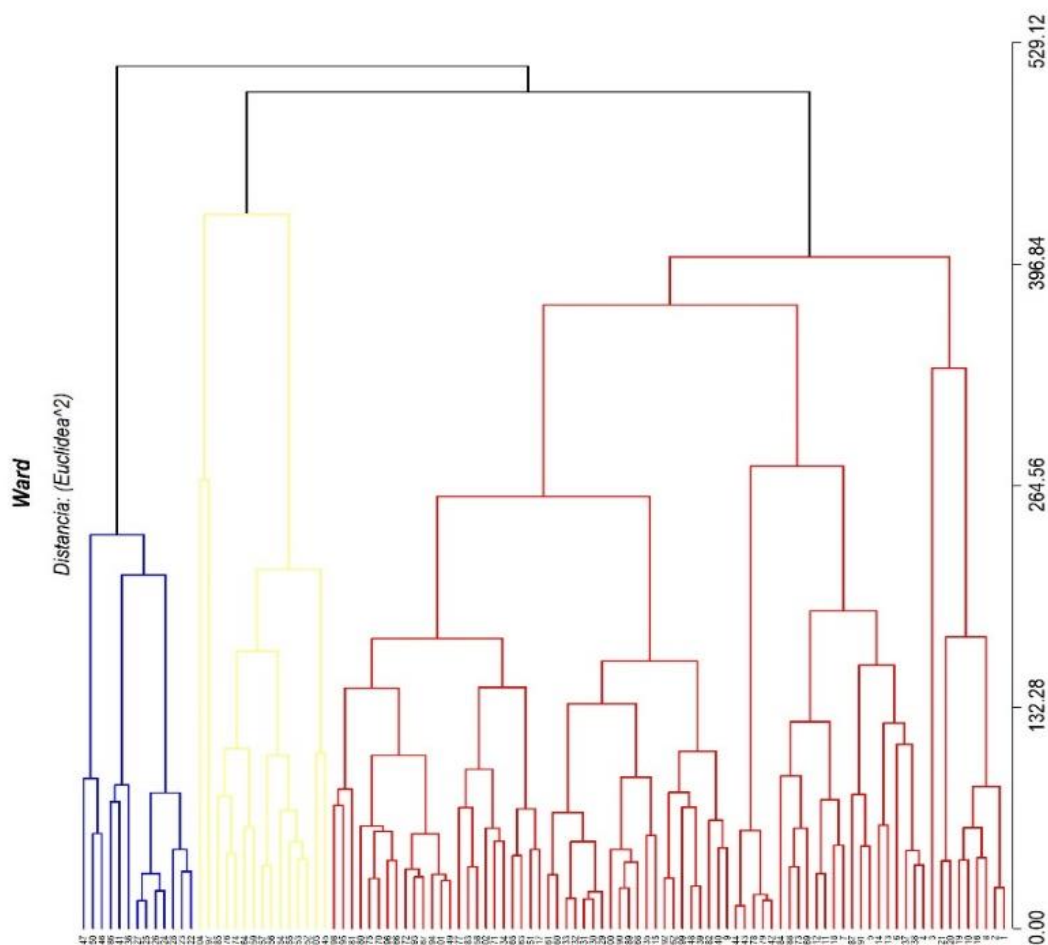


Figura 18. Tipificación de fincas arroceras en Babahoyo.

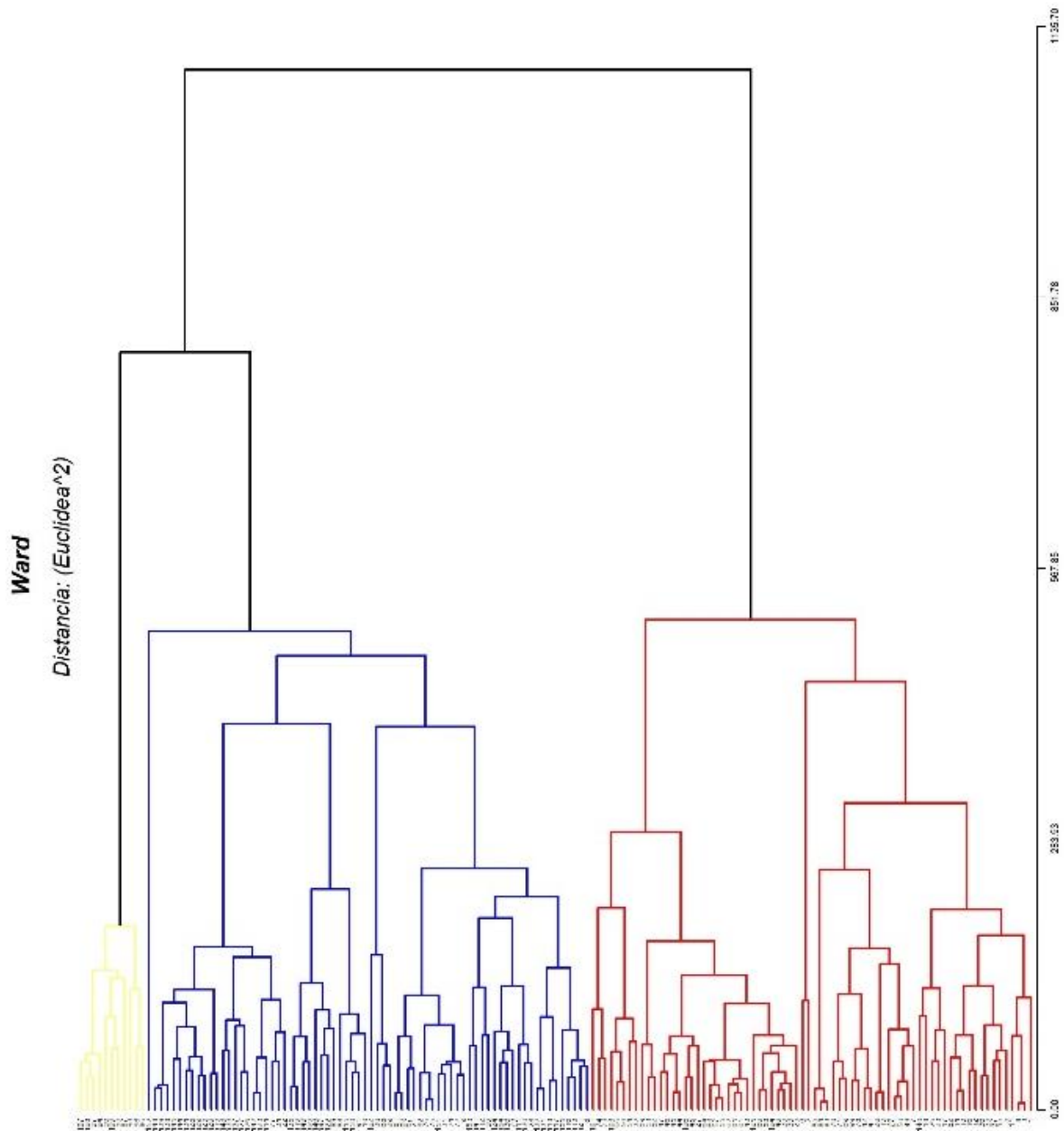


Figura 19. Tipificación de fincas arroceras en Yaguachi.

¹ Docente. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador. fcobos@utb.ec.

² Docente. Departamento de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. luzgomez@lamolina.edu.pe.

³ Docente. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador. wreyes@utb.ec.

⁴ Docente. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. reina.medinal@ug.edu.ec.