

Índice de mecanización agrícola de la Parroquia Crucita, Manabí - Ecuador

Index of agricultural mechanization of Crucita Parish, Manabí - Ecuador

¹ Miguel Antonio Aragundi Demera

Maestría en Agronomía mención Mecanización Agrícola, Instituto de Postgrado, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

✉ miguel87aragundi@gmail.com

 ORCID: 0000-0001-5730-0096

² Henry Antonio Pacheco Gil

Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

✉ henrypacheco@gmail.com

 ORCID: 0000-0002-9997-9591

Recepción: 08 de noviembre de 2021 / Aceptación: 18 de enero de 2022 / Publicación: 04 de marzo de 2022

Resumen

La mecanización agrícola desempeña un papel primordial en la producción de alimentos. Su implementación adecuada requiere conocer los indicadores que inciden en su desempeño. El objetivo de este trabajo fue determinar el índice de mecanización agrícola de la parroquia Crucita del cantón Portoviejo. Consistió en la ejecución de una investigación de tipo descriptiva no experimental, la cual estuvo dividida en dos fases, la primera un levantamiento en campo que conllevó la ejecución de una encuesta socio económica y técnica dirigida a productores y propietarios de maquinaria agrícola y la segunda fase de trabajo implicó la obtención del área mecanizable con el uso de herramientas de sistema de información geográfica (SIG). Se obtuvo como resultado, una edad media de los productores de 52,3 años, cuyo mayor índice de educación es primaria con un 70%; en relación a la maquinaria se evidenció que existen tres tipos de maquinaria en la zona con un total de 82 unidades, donde el motocultor representa el 79% del total. El área óptima(ideal) para mecanizar es 1161,45 ha. El índice de mecanización en el área en estudio presentó particularidades que responden al cultivo establecido siendo en este caso el arroz el de mayor incidencia con un IM de 1,80 kW. ha⁻¹, el cual representa que para este rubro existe una sub utilización de la maquinaria, caso contrario ocurre con toda el área disponible para mecanizar donde existe un IM de 0,40 kW. ha⁻¹ en la cual la única maquinaria disponible es el tractor de dos ejes el mismo indica sobre utilización.

Palabras clave: productividad; diagnóstico; socio-técnico-económico; maquinaria agrícola; tractor.

Abstract

Agricultural mechanization plays a major role in food production. Its proper implementation requires knowing the indicators that affect its performance. The objective of this work was to



determine the agricultural mechanization index of the Crucita parish of the Portoviejo canton. It consisted in the execution of a non-experimental descriptive research, which was divided into two phases, the first a survey in the field that led to the execution of a socio-economic and technical survey aimed at producers and owners of agricultural machinery and the second phase The work involved obtaining the machinable area with the use of geographic information system (GIS) tools. The result was an average age of the producers of 52, 3 years, whose highest education index is primary with 70%; In relation to machinery, it was evidenced that there are three types of machinery in the area with a total of 82 units, where the walking tiller represents 79% of the total. The optimal (ideal) area for machining is 1161, 45 ha. The mechanization index in the study area presented particularities that respond to the established crop, in this case rice the one with the highest incidence with an MI of 1,80 kW. ha⁻¹, which represents that for this item there is an underuse of machinery, otherwise it occurs with the entire area available for machining where there is an MI of 0.40 kW. ha⁻¹ in which the only machinery available is the two-axle tractor, it indicates about use.

Keywords: productivity; diagnosis; socio-technical-economic; agricultural machinery; tractor.

Introducción

La agricultura es un factor primordial en la economía y desarrollo, en el Ecuador esta emplea alrededor del 30% de la fuerza laboral, contribuyendo al PIB con un 8 a 9% (Freire *et al*, 2018; Loo-Sácido *et al*, 2019), donde la mecanización ha permitido elevar la productividad y la rentabilidad (Larqué *et al*, 2012; Paudel *et al*, 2019; Nxumalo *et al*, 2020; Takeshima *et al*, 2020; Van Loon *et al*, 2020). Gracias a la adopción de la ingeniería se han dinamizado y mejorado las condiciones de trabajo de los productores y sus familias (Negrete, 2006; Olaoye y Rotimi, 2010; Ayala-Garay *et al*, 2017; Van Loon *et al*, 2020)

En la mecanización agrícola se diferencian tres niveles (humano, animal y motriz) considerando la fuente energética que emplee (Negrete, 2006; Shkiliova *et al*, 2014; Daum y Birner, 2020; Gavino *et al*, 2020;), adicional a esto se debe mencionar la incorporación de sensores, drones, robot, datos de información geográfica como lo mencionan Marinoudi *et al* (2019); Franco *et al* (2020) que han permitido la optimización de los recursos, considerándose este como un nuevo nivel. El tractor por su versatilidad es el símbolo principal para medir el índice de mecanización, cuyo cálculo emplea información básica del área de producción (Magalhães *et al*, 2013; Sharifi y Taki, 2016; Maheshwari y Tripathi, 2019).

El índice óptimo de mecanización ha sido establecido entre 0,75 a 1,0 kW.ha⁻¹ (Sánchez-Hernández *et al*, 2014). En el Ecuador el último estudio de análisis de la mecanización, determinación del índice y la necesidad en tractores fue desarrollado por Reina y Hetz (2004) obteniendo un índice de apenas 0,30 kW. ha⁻¹ en áreas de cultivo transitorio y permanentes, pero si se consideran todas las áreas aptas solo llegaría a 0,12 kW. ha⁻¹ muy por debajo de países de la región como México, Chile, Argentina y Venezuela los cuales tienen 0,77; 0,56; 0,60 y 0,79 kW. ha⁻¹, respectivamente evidenciando un déficit de tractores que oscilaba entre 2 613 y 6 501 unidades. En Manabí el último estudio reporta que para el 2012 se contaba con 440 tractores y 34 máquinas de cosecha, para un área mecanizable de 165 683 ha que equivale al 8,68% de la superficie total de la provincia

(Reyna-Bowen *et al*, 2017; Cevallos y Shkiliova, 2018). Trabajo similar ejecuta Loor-Sácido *et al* (2019) en cuatro comunidades de dos cantones de la provincia.

En el caso de la parroquia Crucita no se tiene referencia del índice de mecanización lo que no permite conocer el impacto que se genera al desarrollo productivo de dicha parroquia rural perteneciente al cantón Portoviejo, muy conocida por sus características, turística, pesquera y agrícola, siendo el arroz el rubro principal el cual aporta el 9,09% de la producción de arroz de la provincia de Manabí, en un área que oscila entre 638,54 y 834 ha (GAD Crucita, 2015). Por ello se planteó este trabajo cuyo objetivo fue determinar el índice de mecanización agrícola de la parroquia Crucita, que evidencie el impacto de la mecanización en la zona y sirva como base para la toma de decisiones que fortalezcan el nivel productivo de la zona.

Metodología

Área de estudio

La investigación se ejecutó en la parroquia Crucita (Figura 1) perteneciente al cantón Portoviejo, provincia de Manabí-Ecuador, de clima seco en verano y cálido lluvioso en invierno, temperatura entre 23 y 32 °C, precipitación anual entre 800-1100 mm y humedad relativa 65,24%. Integrada por 14 comunidades las cuales en su mayoría son irrigadas por el río Portoviejo. Cuyos cultivos son arroz, maíz y hortalizas producido durante todo el año gracias a las bondades climatológicas de la zona, cuenta con dos plantas de pilado de arroz y un centro de acopio de hortalizas (GAD Crucita, 2015).

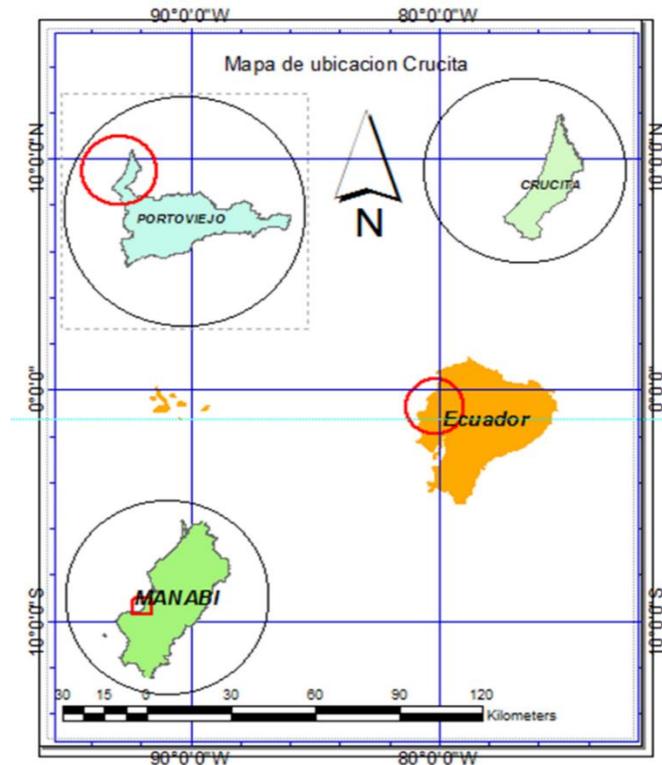


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.

Tipo, diseño y técnicas de recolección de datos.

La investigación fue de tipo descriptiva con diseño no experimental, siguiendo la metodología de Larqué *et al*, (2012); Looor-Sácido *et al*, (2019); Gavino *et al*, (2020) la cual consistió en una encuesta que tuvo como instrumento el cuestionario dirigido a productores y propietarios de maquinaria agrícola, cuyas variables, dimensiones e indicadores se muestran en la Tabla 1. El tamaño de la muestra para los productores se obtuvo según la ecuación empleada por Hernández *et al* (2019), para población finita (3 513 productores), y cuyo tamaño de muestra fue de 172 productores, los cuales fueron escogidos al azar, en el caso de los propietarios de maquinaria (tractor y cosechadora) se entrevistó al 100% ya que solo se identificaron 8.

Tabla 1. Variables dimensiones e indicadores consideradas para el diseño del cuestionario.

Variable	Dimensión	Indicador
	Social	Grado de instrucción Tenencia de la tierra Edad Nivel de asociación
Socioeconómica	Económica	Situación laboral Ingresos Superficie total de la unidad de producción Superficie cosechada con maquinaria Superficie mecanizada Número de máquinas agrícolas. Tipos de la maquinaria
Índice de mecanización	Técnicas	Edad de maquinaria Potencia de la maquinaria Tipos y número de implementos

Procesamiento y análisis de datos estadísticos e imágenes satelitales

Los datos estadísticos fueron procesados por medio del programa Excel. Para el análisis de la información social, económica y técnica se emplearon estadísticas descriptivas acorde con la metodología empleada por Looor-Sácido *et al* (2019) y Hernández *et al* (2019).

Las imágenes satelitales que se utilizaron como datos fueron descargadas del geo portal del Servicio Geológico de los estados Unidos (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). El modelo digital de elevaciones se obtuvo del Instituto Geográfico Militar de Ecuador (<http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/sismo-2016/>) y las coordenadas tomadas en campo se procesaron con herramientas TIG y el Software de Sistemas de Información Geográfica (ArcMap), las imágenes se trabajaron en el programa ArcMap las mismas que se le establecieron criterios como pendiente (menor al 12%) y uso del suelo para su proceso de reclasificación con las herramientas del software, las cuales dieron como resultados el mapa de zonas ideales y reales para mecanizar (Requelme, 2019).

Cálculo del índice de mecanización

Para su cálculo se emplearon las ecuaciones mencionadas por Negrete (2006) y las utilizadas en el trabajo de Loo-Sácido *et al* (2019), las cuales se describen en la Tabla 2.

Tabla 2: Ecuaciones para el cálculo del índice de mecanización (IM)

IM = Superficie cultivada (ha) / número de tractores

IM = Potencia total utilizada (kW) / área bajo producción (ha)

IM = Superficie cosechada con maquina (ha) / superficie total cosechada(ha)* 100

Finalmente se realizó un análisis de componentes principales (ACP) : (Painii Montero et al, 2020) para obtener información acerca de la interdependencia entre el índice de mecanización y las variables socioeconómicas. Con el ACP se logró la estructuración de un conjunto de datos multivariado para definir cuáles variables presentan mayor influencia sobre el IM.

Resultados

Situación socioeconómica

La Tabla 3 evidencia los resultados del trabajo ejecutado en la zona, donde la media de edad es de 52,3 años y el promedio de entre 41y 69 años es el porcentaje más elevado. Otro aspecto que se evidencio fue el nivel de instrucción en la cual la primaria represento el valor más elevado 70% de la población encuestada, valor similar fue obtenido en referencia a la asociatividad en donde una gran mayoría no se encuentra asociado la que representó el 75%.

El ingreso económico promedio de los productores es de \$1 142 por cada ciclo del cultivo según información resultante en el diagnóstico, los rubros son obtenidos cada cuatro meses, considerando que el 86,67% de los encuestados se dedica a la producción de arroz, un 5% maíz y 8,33% al cultivo de hortalizas y cultivos de ciclo corto como pimiento, cebolla, melón, camote, leguminosas entre otros. Por otra parte, el 57,2% de los productores encuestados no realiza otra actividad que le genere ingresos económicos, a diferencia del 42,8% que si ejecuta actividades complementarias como pesca, turismo, labores profesionales y producción minera (arena y sal artesanal).

Tabla 3: Descripción de variables socioeconómicas

Indicadores socioeconómicos	Categoría	Valor, %	Frecuencia
Grado de instrucción	Ninguna	5%	Primaria
	Primaria	70%	
	Secundaria	19%	
	Universidad /técnico	6%	
Tenencia de la tierra	Propia	44,44%	Arrendado
	Arrendado	45,56%	
	Prestada	10%	
Edad, años	30 – 40	12,22%	52,3 años
	41 – 69	79,45%	
	Mayores de 70	8,33%	
Asociatividad	Asociado	25%	No asociado
	No asociado	75%	
Situación laboral	Producción agrícola	57,2%	Producción agrícola
	Actividad extra	42,8%	
Ingresos económicos, USD	750 – 999	42,78%	\$ 1142
	1000 - 1600	57,22%	
Superficie de la unidad de producción, ha	0,5 – 1	33,33 %	1 – 3
	1 – 3	56,67%	
	Más de 4	10%	

La superficie de las unidades de producción agrícola, no superan las 5 hectáreas, donde el 33,33% solo posee entre 0,5 y 1 ha, el mayor porcentaje representa aquellos productores que poseen entre 1 y 3 ha (56,67%), solo el 10% de los encuestados mencionó poseer más de 4 ha. En relación con la tenencia del suelo el 45,56% es arrendado, 44,44% propio y el 10% prestado.

Índice de mecanización (aspectos técnicos)

Caracterización de la maquinaria

En la zona se identificaron 82 unidades de maquinaria agrícola, de las cuales 65 son motocultores de baja potencia (16 hp/11,93 kW), 8 tractores agrícolas (entre 90 y 110 hp/67,11 y 82,03 kW) y 9 cosechadoras de arroz (90 hp/67,11 kW), como se muestra en la Figura 2. Adicionalmente a la maquinaria propia de la zona se evidenció la contribución de potencia por parte de maquinaria de los cantones vecinos Rocafuerte y Sucre principalmente de la zona de la parroquia Charapoto, a la vez se debe mencionar que la maquinaria de la parroquia Crucita también aporta a dichos cantones.

Tipo de maquinarias en la zona agrícola de Crucita

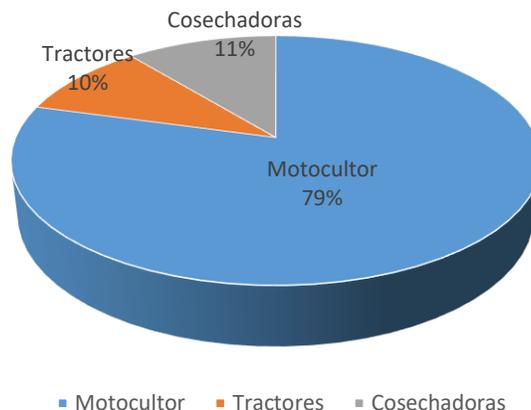


Figura 2: Maquinaria agrícola de la zona

Los motocultores son de procedencia china de las marcas YTO, Dong Feng y Sifang, los cuales como equipamiento solo poseen el rotovator. Es empleado en la preparación de suelo bajo inundación para la siembra de arroz. La edad media de los motocultores es de 15 años, el mantenimiento que reciben es de tipo correctivo generalmente trabajan 2 veces al año con un promedio entre 500 y 600 horas anuales.

Las combinadas o cosechadoras de arroz existentes en la zona son de clase 3 de acuerdo a la clasificación internacional por potencia, de procedencia japonesa y china, de las marcas Lovol, Kubota y Word. Con edad promedio de 5,6 años, en donde el promedio de horas trabajadas es de unas 1500 horas anuales, de las cuales trabaja entre 900 y 1000 horas en la zona de Crucita. Uno de los problemas que se evidenció en esta maquinaria es el rápido deterioro que presenta debido a aspectos como las condiciones de trabajo y el poco mantenimiento que se les brinda.

En relación con los tractores agrícolas se encontraron 8 unidades cuyas características se evidencian en la Tabla 4, los mismos prestan sus servicios en forma de alquiler, considerando que los productores de la zona no tienen condiciones para adquirir un tractor para su unidad de producción. Su potencia oscila entre 90 y 110 hp/67,11 y 82,03 kW.

Tabla 4: Características de los tractores presentes en la zona

Marca de tractores				
Marca	Cantidad	Edad, años	Potencia unidad, hp / kW	Potencia total actual, hp / kW
David Brown	1	>20	90/67,11	54 / 40,28
John Deere	3	9	90 – 106 /67,11 – 79,04	243,1/ 181,28
Ford	2	15,5	90 – 110/67,11 – 82,03	151 / 112,60
Valtra	1	2	106 / 79,04	104,9 / 78,22
Massey Ferguson	1	10	90 / 67,11	75,6 / 56,37
Total	8	11,3		628,6 / 468,75

La media de edad de los tractores es de 11,3 años, evidenciando que existe maquinaria con más de 20 años, así mismo existen tractores modernos con 2 años, lo que muestra un interés por incorporar tecnología a la producción agrícola de la zona. El promedio de trabajo es de 600 a 800 horas anuales, el uso principal es la preparación del suelo previo a la siembra.

El número de implementos que se encontraron fue de 28 unidades (Tabla 5), la gran mayoría son para la preparación de suelo, la relación implemento–tractor fue de 3,5:1.

Tabla 5: Tipos de implementos

Implementos	Número	Porcentaje
Arado	9	32,15
Romplow	4	14,30
Surcador	3	10,71
Rotavator	3	10,71
Acamadora	2	7,14
Pala niveladora trasera	2	7,14
Trituradora de rastrojo	1	3,57
Segadora	3	10,71
Rastra	1	3,57
Total	28	100

Superficie a mecanizar

La determinación del área para mecanizar se obtuvo con la categorización por pendiente de la zona total de estudio Figura 3, donde se establecieron dos criterios una con pendientes de 0 al 12% que es la ideal para el trabajo correcto del tractor y las de mayor al 12%, teniendo como repuesta que el 42,04% del área total de estudio tiene estas condiciones la misma que equivale a 2662,78 ha como lo demuestra la Figura 4.

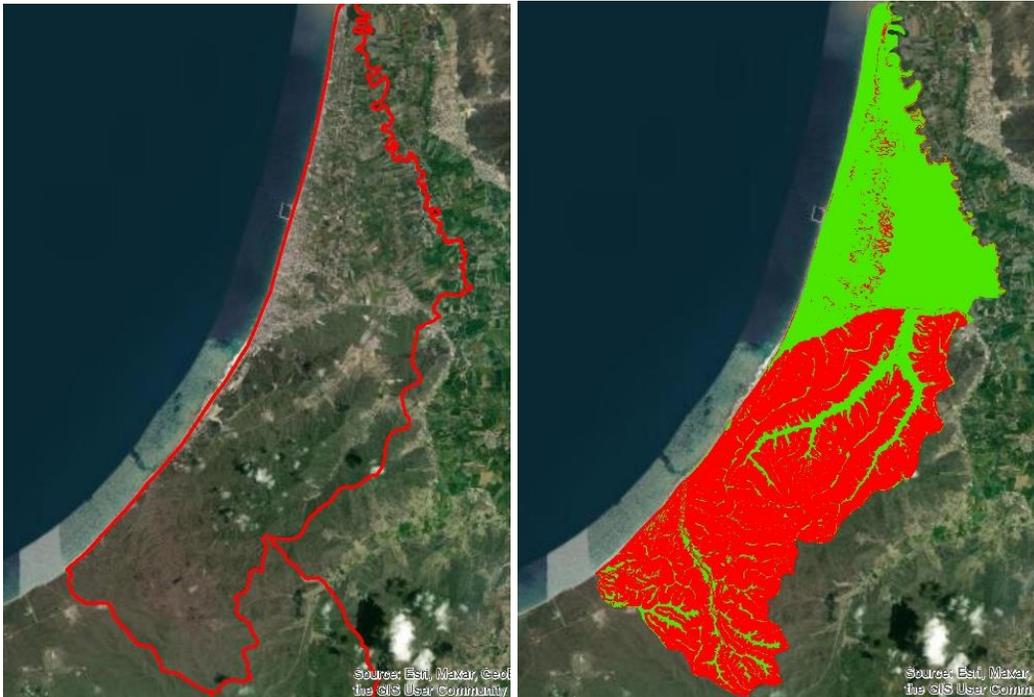


Figura 3: Área de estudio (parroquia Crucita). **Figura 4:** Área categorizada.
(Pendientes $\leq 12\%$ color verde y $> 12\%$ color rojo)

Adicionalmente se debe mencionar que de las 2 662,78 ha solo el 43,62% tiene condiciones ideales, debido a que dentro del área total se descartaron las zonas pobladas y espacios de bosque seco como se observa en la Figura 4 obteniéndose como resultado que el área ideal (real) para mecanizar en la parroquia Crucita es de 1161,50 ha. Dentro de las cuales el 82,5% que equivale a 958,24 ha es empleado para el cultivo de arroz aprovechando sus características y el paso del río que irriga fácilmente esta área.

Índice de mecanización (IM).

Una vez conocido las variables para el cálculo del índice de mecanización se obtuvieron los siguientes resultados conociéndose que en la zona existen tres tipos de maquinaria (motocultor, cosechadora y tractor), de los cuales motocultor y cosechadora son empleados específicamente en el cultivo de arroz, a diferencia del tractor que se emplea en todas las áreas de producción.

El IM considerando la ecuación de superficie cultivada (ha) dividida para el número de tractores tuvo los siguientes resultados. En el caso del cultivo del arroz considerando solo el motocultor el cual reporto 65 unidades el IM fue de 14,74 ha/tractor(motocultor) al incluir al tractor se adicionan 8 unidades más, donde el IM fue de 13,13 ha/tractor. Con la suma de las combinadas se tienen en total 82 unidades siendo el IM de 11,69 ha/ tractor. Con relación a toda el área acta a mecanizar cuya superficie es 1161,50 ha el IM de toda la maquinaria presente en la zona es 14,16 ha/tractor y considerando únicamente los tractores el IM llego a 145,19 ha/tractor.

Con relación al IM de la potencia disponible (kW) y considerando el desgaste por años de trabajo se obtuvo los siguientes resultados, en el caso del cultivo de arroz cuya área es 958,24 ha y considerando solo el motocultor cuya potencia disponible fue de 775,53 kW se obtuvo como IM 0,81 kW. ha⁻¹ al sumarle la potencia del tractor 468,75 kW se obtuvo un IM de 1,3 kW. ha⁻¹ y con la adición de la potencia de las cosechadoras 483,21 kW el IM llego a 1,80 kW. ha⁻¹ para ese cultivo.

Para toda el área apta para mecanizar que es de 1 161,50 ha y considerando toda la maquinaria de la zona que suma una potencia de 1727,49 kW se obtuvo un IM de 1,49 kW. ha⁻¹, considerando solo el tractor que es el que trabaja sobre toda esta área y cuya potencia total es 468,75 kW el IM fue de 0,40 kW. ha⁻¹.

Con respecto al área cosechada y empleando la ecuación de IM para áreas cosechadas con maquinaria se obtuvo un IM de 82,5% para el arroz que es el único cultivo que se recolecta con maquinaria.

Incidencia de la variable socioeconómicas con el índice de mecanización

En la Figura 5 se observa que el CP1 separa los rangos del índice de mecanización uno del otro, evidenciándose en esta la mayor variabilidad entre las características socioeconómicas de la zona de estudio, en donde el rango de mayor índice (1,49 kW. ha⁻¹ para toda el área disponible a mecanizar) está más relacionado con los factores como nivel educativo, asociatividad y edad del productor, por otro lado, se observa que en el rango de (0,40 kW. ha⁻¹ que es el índice de trabajo del tractor agrícola en relación con el área total) es más estrecha con factores como área de terreno que se cultiva, tipo de cultivo e ingresos económicos. Este eje aporta con el 100% de la variabilidad de las observaciones efectuadas.

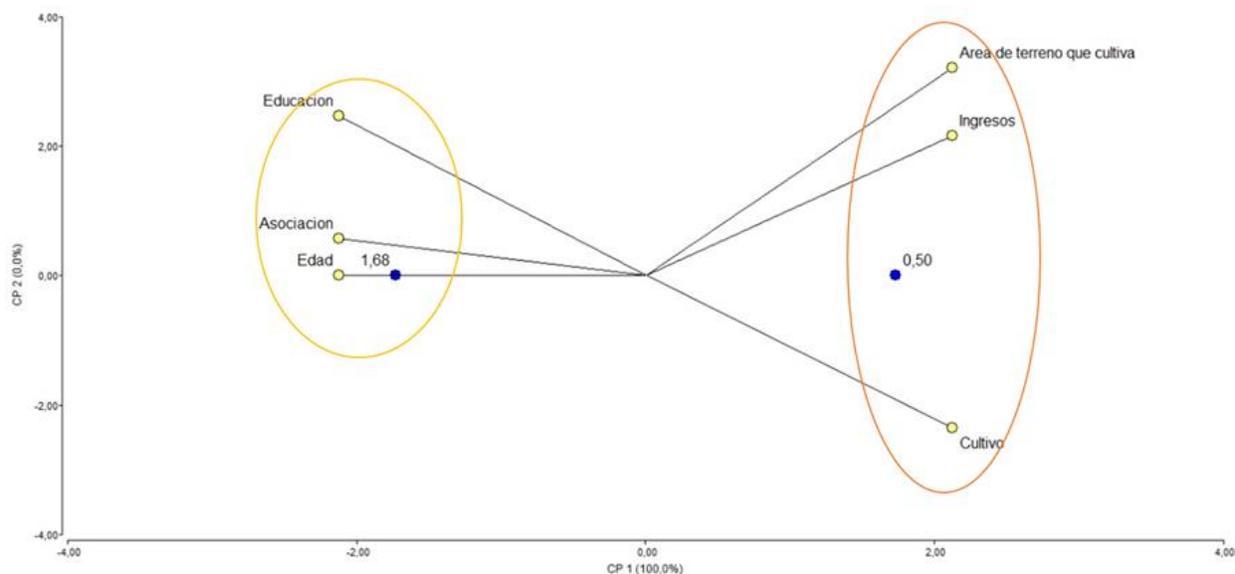


Figura 5: (Biplot) Análisis de Componentes Principales.

Discusión

Los componentes socioeconómicos son factores de alta incidencia en la adopción e implementación de tecnologías, (Vásquez Pérez, 2016), los resultados obtenidos evidenciaron que la población agrícola se encuentra en edad adecuada, pero con tendencia al envejecimiento como lo mencionan Beyer *et al* (2017) y Loor-Sácido *et al* (2019), conllevando a la pérdida de aspectos como fortaleza, destreza física, conocimientos y habilidades adquiridas a lo largo de la vida productiva (Bravo, 2016; Hlad'ó *et al*, 2017).

La asociatividad contribuye al fortalecimiento, desarrollo e introducción de tecnología teniendo en cuenta que este factor genera mayores posibilidades económicas, técnicas, sociales y de mercado para el sector (Bada *et al*, 2017), aspecto que dentro de la zona presenta poco interés considerando el elevado porcentaje de no asociatividad obtenido.

Otro aspecto primordial es la educación, ya que permite entender y adaptar nuevas tecnologías (Colina y Dudamel, 2019; Lamar y Roach, 2019), en el caso de la parroquia Crucita, la primaria evidenció mayor relevancia la cual se convierte en un limitante para el desarrollo tecnológico.

Para Delgado y Navarro (2018); Velasco-Fuenmayor *et al* (2009) el tamaño de la finca mejora las posibilidades de implementación tecnológica, teniendo como premisa que a mayor tamaño mejores posibilidades de adopción e implementación de la misma. Al respecto en la zona de estudio se evidenció fragmentación de las parcelas las mismas que no superan las 5 ha, lo que en definitiva es una condición poco favorable para la incorporación de tecnología.

En la zona de estudio no solo se evidenció la presencia de tractores de dos ejes sino la adopción de maquinaria de un solo eje como motocultores, los cuales son maquinarias versátiles que permiten la ejecución de una gran variedad de tareas, utilizado principalmente en áreas pequeñas con rangos aceptables de productividad y eficiencia de 0,05 ha/h (Guerrido *et al*, 2020) y que han sido adaptadas a los requerimientos del cultivo más representativo de la zona como lo es el arroz donde es principalmente empleado .

Otro aspecto de relevancia es la incorporación de las cosechadoras (combinadas) las cuales ha permitido mejorar la productividad y rentabilidad pasando de producir entre 0,2 a 0,3 ton/ jornal-día a 6 y hasta 10 ton/ día (Pérez *et al*, 2019), maquinaria que en la actualidad tienen un trabajo anual elevado llegando a trabajar hasta 1500 horas, teniendo en cuenta que el óptimo uso anual de la maquinaria es de 1000 horas (Hernández *et al*, 2019), al contrario del tractor que evidencio un valor de 600 a 800 horas bastante aceptable.

En otro aspecto, no se evidencio en la zona implementos de mantenimiento, siembra y recolecta de cosecha para tractor, situación muy similar a la manifestada por Hernández *et al*, (2019) y Loor-Sácido *et al*, (2019) los cuales reportan datos similares a los obtenidos. Con respecto a la relación tractor-implemento la misma reporta indicadores bajos de apenas un 3,5:1 muy por debajo del 4,16:1 obtenido por Hernández *et al* (2019). Está relación resultó en un valor bajo considerando que lo recomendado es de 6:1 para que un tractor sea debidamente utilizado.

En relación a la superficie, se pudo evidenciar que en la zona existen áreas con condiciones para la mecanización, pero que son parte de un bosque seco el cual debe mantener sin intervención

considerando su gran fragilidad e importancia debido a la biodiversidad que alberga (Rangel-Acosta, 2017 y Martínez-Hernández, 2017), y el impacto negativo que podría producirse con su intervención.

El índice de mecanización de la zona de estudio evidencio la existencia de tres tipos de maquinaria y la dominancia del cultivo del arroz el cual engloba dos tipos de maquinaria (motocultor y cosechadora) en el cual el IM va de 0,81 kW. ha⁻¹ que es un rango optimo hasta un 1,80 kW. ha⁻¹ que es un rango bastante similar al reportado por Loor-Sácido *et al* (2019), un índice elevado teniendo en cuenta que el óptimo oscila entre 0,7 a 1 kW. ha⁻¹ para los países en vías de desarrollo (Delgado y Navarro, 2018). Lo cual indica que, para el cultivo de arroz, el índice se encuentra en niveles elevado considerando toda la maquinaria presente en la zona, lo que no ocurre con los otros rubros agrícolas que se generan, ya que la mayor parte de sus labores se ejecutan manualmente y en donde el tractor es la única maquinaria que se emplea para la preparación del suelo previa a la siembra.

Conclusiones

El IM de mayor ponderación (1,80 kW. ha⁻¹) lo tiene el cultivo de arroz que es el rubro de mayor presencia en la zona, considerando que toda la maquinaria presente en la zona trabaja en este cultivo. Por otro lado, en toda el área total a mecanizar donde se dan cultivos varios y considerando solo al tractor que es la única maquinaria que trabaja en toda esta área el IM es de apenas (0,40 kW. ha⁻¹).

Los resultados socioeconómicos indican limitaciones en el desarrollo adecuado de la zona, por cuanto se evidencia deficiencias en estos indicadores; nivel educativo bajo (primaria), población productiva con tendencia al envejecimiento, bajos ingresos económicos, áreas de producción reducidas y poca asociatividad, generando en su conjunto poco desarrollo y mínima introducción tecnológica.

De los resultados obtenidos se desprenden que variables como ingresos, área y tipo de cultivo tienen relación más estrecha con el índice obtenido, por lo contrario, las variables edad, nivel asociativo y educación tienen una vinculo más lejano, lo que demuestra que esta variable no tiene gran incidencia en la incorporación tecnológica.

Recomendación

Considerando el alto IM (1,80 kW. ha⁻¹) en el área dedicada al cultivo de arroz se sugiere: Realizar un uso adecuado y moderado de los motocultores con el rotavator en la preparación de los suelos con riego por inundación, porque acelera y cambia las condiciones físicas y químicas de los suelos, disminuyendo la sustentabilidad de los mismos.

Referencias bibliográficas

Ayala-Garay, A.V., M. González-González, B. Carrera-Chávez, G. Martínez-Trejo, G. Almaguer-Vargas y R. Schwentesius-Rindermann. 2017. Maquinaria agrícola y productores de amaranto (*Amaranthus* spp.) en la región centro de México. *Agroproductividad*.10(8):78-83. <https://cutt.ly/GQMFo0V>

- Bada, L.M.C., L.A.T. Rivas y H.F.Z. Littlewood. 2017. Modelo de asociatividad en la cadena productiva en las Mipymes agroindustriales. *Contaduría y Adm.* 62(4):1100-1117. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2017.06.006>
- Beyer Arteaga, A.A., P. Rodríguez Quispe, R.D. Collantes González y G. Joyo Coronado. 2017. Factores socioeconómicos, productivos y fuentes de información sobre plaguicidas para productores de *Fragaria x ananassa* en Cañete, Lima, Perú. *Idesia (Arica)*. 35(1):31-37. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292017005000008>
- Bravo Solis, L.F. 2016. Alternativas para la reducción sostenible del envejecimiento de la fuerza productiva en el sector agropecuario del cantón Puerto Quito, provincia de Pichincha. Tesis de Maestría. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Escuela de Trabajo Social. Quito, Ecuador. 100 p. Disponible en: <https://cutt.ly/mQMFfEu> ndle/123456789/3331
- Cevallos, M. R. y L. Shkiliova. 2018. Desarrollo del programa “Mecanización agrícola comunitaria” en la provincia de Manabí, República de Ecuador. *Revista Ingeniería Agrícola*, 6(2):45-50 <https://cutt.ly/jQMFIMC>
- Colina, L. y C. Dudamel. 2019. La Educación Rural como eje nuclear para el desarrollo endógeno sustentable. *Revista Cieg.* 37:147-155. <https://cutt.ly/kQMFcAD>
- GAD (Gobierno Autonomo Descentralizado). 2015. Crucita, Ecuador. Disponible en: <https://cutt.ly/cQMFmRA>
- Daum, T. and R. Birner. 2020. Agricultural mechanization in Africa: Myths, realities and an emerging research agenda. *Glob. Food Sec.* 26:100393. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100393>
- Delgado, S.C.R. y L.A.O. Navarro. 2018. Diagnóstico de los sistemas de producción y mecanización en Perú. *Tzhoeoen.* 10(3):483-494. <http://dx.doi.org/10.26495/rtzh1810.327933>
- Franco, W., F. Barbera, L. Bartolucci, T. Felizia and F. Focanti. 2020. Developing intermediate machines for high-land agriculture. *Dev. Eng.* 5:100050. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.deveng.2020.100050>
- Freire, C.E., K. Govea y J. Arguello. 2018. Importancia de la agricultura en una economía dolarizada. *Revista Espacios.* 39(16):1-11. <https://cutt.ly/WQMFEUO>
- Gavino, R.B., V.E.B. Camaso and C. Tiw-an. 2020. Assessment of Mechanization Level of Onion Production in Nueva Ecija. *CLSU-IJST.* 4(1):82-99. <http://dx.doi.org/10.22137/ijst.2020.v4n1.06>
- Guerrido, B.L.Q., F. Franco-Plaza, C. Loo-Guerrero, V. Sempertegui-Campi y J. Quimís-Pin. 2020. Evaluación tecnológica explotativa del motocultor Dongfeng DF 151 L en preparación de suelo para sembrar maíz. *La Técnica: Revista de las Agrociencias.* ISSN 2477-8982, 47-64. <https://cutt.ly/RQMFYdT>
- Hernández Ávila, J., F. Gutiérrez Rodríguez, A. González Huerta y H.C Bailón Sáenz. 2019. Nivel de mecanización agrícola en el municipio de Zinacantepec, Estado de México. *CIENCIA Ergo-Sum.* 27(1). Disponible en: <https://doi.org/10.30878/ces.v27n1a7>
- Hlad'o, P., B. Pokorný and M. Petrovová. 2017. Work ability of the Czech workforce aged 50+ and the relationship between selected demographic and anthropometric variables. *Kontakt.* 19(2): e145-e155. <https://doi.org/10.1016/j.kontakt.2017.05.001>

- Lamar, A.R. y E.F.F. Roach. 2019. Los desafíos epistemológicos de la educación científica para el desarrollo de la agricultura en Cuba. *Ciênc. Educ. (Bauru)*. 25(4):855-872. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190040002>
- Larqué Saavedra, B.S., L. Cortés Espinoza, M.Á. Sánchez Hernández, A.V. Ayala Garay y D.M. Sangerman-Jarquín. 2012. Análisis de la mecanización agrícola de la región Atlacomulco, Estado de México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 3(SPE4):825-837. <https://cutt.ly/OQMFC4>
- Loor-Sácido, O.A., R.X. Cevallos-Mera and L. Shkiliova. 2019. Diagnosis of Agricultural Mechanization in Four Communities in Manabí Province, Ecuador. *Rev. Cie. Téc. Agr.* 28(1). Disponible en: <https://cutt.ly/iQMFSxS>
- Magalhães, A.C., J.M. de Souza, M.A. Santana and O.J. Sabbag. 2013. Analysis of the mechanization index of wheel tractors in rural farm holdings. *J. Agric. Sci.* 5(11):127. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v5n11p127>
- Maheshwari, T.K. and A. Tripathi. 2019. Determination of Agricultural Mechanization Parameters for Western Region of Uttar Pradesh, India. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 8(9):132-140. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.809.018>
- Marinoudi, V., C.G. Sørensen, S. Pearson and D. Bochtis. 2019. Robotics and labour in agriculture. A context consideration. *Biosyst. Eng.* 184:111-121. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.06.013>
- Nxumalo, K.K.S., M.A. Antwi and T. Rubhara. 2020. Determinants of use of farm mechanization services in emerging farmers, north west province, south Africa. *J. Agribus. Rural Dev. (Druk)*. 56(2):221-228. <http://dx.doi.org/10.17306/J.JARD.2020.01316>
- Olaoye, J.O. and A.O. Rotimi. 2010. Measurement of agricultural mechanization index and analysis of agricultural productivity of farm settlements in Southwest Nigeria. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. 12(1). <https://cutt.ly/jQMFF5A>
- Painii Montero, V. F., Santillán Muñoz, O. B., Montes Escobar, K., & Garces Fiallos, F. R. (2020). La Caracterización de las unidades productivas de soya en la costa ecuatoriana. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1–20. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1494
- Paudel, G.P., D.B. Kc, S.E. Justice and A.J. McDonald. 2019. Scale-appropriate mechanization impacts on productivity among smallholders: Evidence from rice systems in the mid-hills of Nepal. *Land Use Policy*. 85:104-113. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.03.030>
- Pérez Iglesias, H. I., Rodríguez Delgado, I., & García Batista, R. (2018). Cosecha, postcosecha y comercialización del arroz en Ecuador. Machala: Universidad Técnica de Machala. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14411>
- Negrete, J.C.R. 2006. *Mecanización agrícola en México*. Primera Edición. México. ISBN 970-95000-0-7. 124 p. Disponible en: <https://cutt.ly/RQMFJz3>
- Rangel-Acosta, J.L. y N.J. Martínez-Hernández. 2017. Comparación de los ensamblajes de escarabajos copronecrófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) entre fragmentos de bosque seco tropical y la matriz adyacente en el departamento del Atlántico-Colombia. *Rev. Mex. Bio.* 88(2):389-401. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.03.012>
- Requelme Vigo, J.C. 2019. Análisis de la pérdida de cobertura boscosa y cambio de uso del suelo, mediante el análisis de imágenes satelitales, período 2000 al 2018; en el distrito de Chadín,

- Chota. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. 86 p. Disponible en: <https://cutt.ly/5QMFZIA>
- Reyna-Bowen, L., M. Reyna-Bowen y L. Vera-Montengro. 2017. Zonificación del territorio para aplicar la mecánica de labranza de conservación mediante el enfoque de evaluación. *Rev. Cien. Téc. Agr.* 26(1):40-49. <https://cutt.ly/HQMFV05>
- Reina, C. J. L., Hetz, H. E., & Universidad de Concepción (Chile). (2004). Análisis del parque de tractores agrícolas en el Ecuador. Chillán: Universidad de Concepción. <https://www.worldcat.org/title/analisis-del-parque-de-tractores-agricolas-en-el-ecuador/oclc/503366543#borrow>
- Sánchez-Hernández, M.A., A.V. Ayala-Garay, R. Cervantes-Osornio, M. Garay-Hernández, D. la O-Olán, G. Martínez-Trejo y N. Velázquez-López. 2014. Diagnóstico de la maquinaria agrícola en Amecameca y Texcoco, Estado de México. *Agric. Soc. Desarro.* 11(4):499-516. <https://cutt.ly/7QMFNIp>
- Sharifi, A. and O. Taki. 2016. Determination of agricultural mechanization indices for rice cultivation in Iran: A case study of Isfahan province, Iran. *Ecol. Environ. Conserv.* 22(3):1069-1075. <https://cutt.ly/uQMF1UD>
- Shkiliova, L., R. Fundora y C. Jarre. 2014. La mecanización en la Intensificación Sostenible de la Producción Agrícola (ISPA). *La Técnica.* 13:32-43. <https://cutt.ly/FQMF9Az>
- Takehima, H., P.L. Hatzenbuehler and H.O. Edeh. 2020. Effects of agricultural mechanization on economies of scope in crop production in Nigeria. *Agric. Syst.* 177:102691. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102691>
- Van Loon, J., L. Woltering, T.J. Krupnik, F. Baudron, M. Boa and B. Govaerts. 2020. Scaling agricultural mechanization services in smallholder farming systems: Case studies from sub-Saharan Africa, South Asia, and Latin America. *Agric. Syst.* 180, 102792. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102792>
- Velasco-Fuenmayor, J., L. Ortega-Soto, E. Sánchez-Camarillo y F. Urdaneta. 2009. Factores que influyen sobre el nivel tecnológico presente en las fincas ganaderas de doble propósito localizadas en el estado Zulia, Venezuela. *Rev. Cient.* 19(2):187-195. <https://cutt.ly/cQMF7Rf>
- Vásquez Pérez, H. V. (2016). “Influencia de factores socio-económicos en la adopción de tecnologías para el mejoramiento genético de ganado vacuno, distrito florido, amazonas, Perú”. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2710/L10-V387-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Contribución de los Autores

Autor	Contribución
¹ Miguel Antonio Aragundi Demera	¹ Diseño de la investigación; revisión bibliográfica, análisis e interpretación de los datos, preparación y edición del manuscrito.
² Henry Antonio Pacheco Gil	² Preparación y edición del manuscrito, revisión del contenido del manuscrito e interpretación y análisis de datos espaciales.

Citación/como citar este artículo:

Aragundi, M. A. y Pacheco, H. A. (2022). Índice de mecanización agrícola de la Parroquia Crucita, Manabí – Ecuador. *La Técnica*, Edición Especial, 37-52. DOI: https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i0.4144