



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

TIPIFICACIÓN SOCIOPRODUCTIVA DE LOS AGROECOSISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CACAO DE MANABÍ, ECUADOR

Guillén Mendoza, Saskia¹
Urdaneta, Fátima²
Portillo, Elvis³

Recibido: 23/12/2022 Revisado: 06/02/2023 Aceptado: 13/02/2023
<https://doi.org/10.53766/Agroalim/2023.01.56.04>

RESUMEN

Ecuador se destaca por ser tradicionalmente el primer productor en grano de cacao fino y de aroma a nivel mundial. Sin embargo, en los sistemas productivos persisten prácticas y características (sociales, técnicas y económicas) que limitan la expresión de su productividad y calidad. Tomando en cuenta la multiplicidad de variables involucradas y la complejidad de las interrelaciones sistémicas de estas formas de producción, se plantearon como objetivos de esta investigación: tipificar los sistemas de producción de cacao de la provincia de Manabí, dado que esta representa la mayor superficie de cacao cultivado en Ecuador (130.945 hectáreas), identificar los factores críticos que determinan esas diferencias entre grupos y analizar su comportamiento productivo. Para ello, se tomó una muestra de 150 productores a quienes se les aplicó un cuestionario. Se calcularon índices adimensionales a los cuales se les aplicó análisis clúster. Los grupos se caracterizaron con estadísticas descriptivas y los factores críticos, se identificaron con análisis de varianza o χ^2 dependiendo del tipo de variable. Los resultados muestran la conformación de 4 grupos con buenos valores para el índice agronómico (0,60), no así para el índice gerencial, cuyos valores no superan 0,50. Los grupos 3 y 4 resaltan por sus índices poscosecha (0,71 y 0,48 respectivamente) y muestran los mayores ingresos por hectárea (393,91 y 317,31 US\$/ha), porque reciben mejor precio. Los factores críticos significativos ($p \geq 0,05$) resultaron ser el manejo poscosecha, el manejo agronómico (fertilización, poda y riego), los servicios públicos, la asistencia técnica en sus relaciones con el entorno y desde el punto de vista gerencial, el manejo de registros, la mano de obra, la legalización de la tierra y el estar asociado. El análisis de los indicadores productivos por grupo, permitió concluir, que las prácticas poscosecha repercuten en los ingresos de cada productor y será el índice poscosecha, el factor crítico más importante para mejorar la respuesta del sistema.

Palabras clave: cacao, clúster, análisis dimensional, factores socioeconómicos, factores productivos, grupos funcionales, productividad, poscosecha, Ecuador

¹ Magister en Administración y Mercadeo Agropecuario (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-ULEAM, Ecuador); Ingeniera Agropecuaria, mención en Gestión Empresarial Agropecuaria (Universidad Católica de Santiago de Guayaquil-UCSG, Ecuador). Profesora de la Carrera de Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí «Manuel Félix López» (ESPAM MFL); Docente Investigadora y Directora de proyecto en la Coordinación de Investigación de la ESPAM MFL. *Dirección postal:* Calceta, 10 de Agosto #82 y Granda Centeno. Manabí, Ecuador. *ORCID:* <https://orcid.org/0000-0002-1725-8548>. *Teléfono:* +593 998 491 002; *e-mail:* saskyaguillen@gmail.com

² Doctora en Economía Agraria y Desarrollo Rural y Diploma de Estudios Avanzados-DEA (Universidad de Córdoba-UCO, España); M.Sc. en Producción Animal (La Universidad del Zulia-LUZ, Venezuela); Ingeniera Agrónoma (LUZ, Venezuela). Profesora Emérita Titular del Departamento de Ciencias Sociales y Económicas de la Facultad de Agronomía, LUZ; Coordinadora y Docente del Seminario de tesis (Maestría de Gerencia de Agrosistemas y Doctorado de Ciencias Agrarias) de la Facultad de Agronomía de LUZ; Editora Asociada de la Revista Científica de la Facultad de Agronomía de LUZ. *Dirección postal:* Avenida Guajira, Ciudad Universitaria, Núcleo Agropecuario, Facultad de Agronomía. Apartado 15205. Maracaibo, edo. Zulia 4001, Venezuela. *ORCID:* <https://orcid.org/0000-0002-5378-7287>. *Teléfono:* + 58 (0)414 6318629; *e-mail:* fatimaurdanet@gmail.com

³ Doctor en Ciencias de Alimentos (Université Montpellier 2-UMII, Francia); M.Sc. en Agronomía (Universidad Central de Venezuela-UCV, Venezuela); Ingeniero Agrónomo de la Facultad de Agronomía (La Universidad del Zulia-LUZ, Venezuela). Profesor Emérito Titular de las cátedras Cultivos perennes y Café y cacao (1992-2019), Facultad de Agronomía, LUZ; Exdecano de la Facultad de Agronomía de LUZ. *Dirección postal:* Avenida Guajira, Ciudad Universitaria, Núcleo Agropecuario, Facultad de Agronomía. Apartado 15205. Maracaibo, edo. Zulia 4001, Venezuela. *ORCID:* <https://orcid.org/0000-0003-3610-5915>. *Teléfono:* +52 722 286 4936; *e-mail:* elvisalfonso@gmail.com

ABSTRACT

Ecuador stands out for being the first traditional producer of fine and aroma cocoa worldwide. However, practices and characteristics (social, technical and economic) persist in production systems that limit the expression of their productivity and quality. Taking into account the multiplicity of variables involved and the complexity of the systemic interrelationships of these forms of production, the objectives of this research were proposed: to typify the cocoa production systems of the province of Manabí, given that this represents the largest area of cocoa grown in Ecuador (130,945 hectares), identify the critical factors that determine these differences between groups and analyze their productive behavior. For this, a sample of 150 producers was taken, to whom a questionnaire was applied. Dimensionless indices were calculated to which cluster analysis was applied. The groups were characterized with descriptive statistics and the critical factors were identified with analysis of variance or χ^2 , depending on the type of variable. The results show the formation of 4 groups with good values for the agronomic index (0.60), but not for the managerial index, whose values do not exceed 0.50. Groups 3 and 4 stand out for their post-harvest indices (0.71 and 0.48, respectively) and show the highest income per hectare (393.91 and 317.31 US\$/ha), because they receive a better price. The significant critical factors ($p \geq 0.05$) turned out to be postharvest management, agronomic management (fertilization, pruning and irrigation), public services, technical assistance in its relations with the environment and from the managerial point of view, the records management, labor, legalization of the land and being associated. The analysis of the productive indicators by group, allowed us to conclude that postharvest practices have an impact on the income of each producer and the postharvest index will be the most important critical factor to improve the response of the system.

Key words: cocoa, cluster, dimensional analysis, socioeconomic factors, productive factors, functional groups,

RÉSUMÉ

L'Équateur se distingue pour être le premier producteur traditionnel de cacao fin et aromatisé au monde. Cependant, il y a des pratiques et de caractéristiques (sociales, techniques et économiques) qui persistent dans les systèmes de production, qui limitent leur productivité et leur qualité. Compte tenu de la multiplicité de variables impliquées dans l'activité productive et la complexité des interrelations systémiques des formes de production, les objectifs de cette recherche sont: typifier les systèmes de production de cacao de la province de Manabí, qui compte avec la plus grande surface de cacao dans notre pays (130 945 hectares) ; identifier de facteurs critiques qui déterminent l'existence de groupes différenciés ; et, analyser leur comportement productif. Pour ce faire, un échantillon de 150 producteurs a été prélevé pour l'application d'un questionnaire. Des indices sans dimension ont été calculés auxquels nous avons appliqué, par la suite, une analyse par grappes. Les groupes en étude ont été caractérisés en employant de méthodes de statistiques descriptives. Des facteurs critiques ont été identifiés avec une analyse de variance ou χ^2 selon le type de variable. Les résultats obtenus par cette méthode-ci, ont permis d'identifier 4 groupes dont l'indice agronomique montre de bonnes valeurs (0,60). Ce résultat-ci n'est pas semblable dans le cas de l'indice managérial dont les valeurs ne dépassent pas le 0,50. Les groupes 3 et 4 se distinguent par le haut niveau de leurs indices post-récolte (respectivement 0,71 et 0,48) et ils présentent, également, les revenus à l'hectare les plus élevés (393,91 et 317,31 \$/ha), car ils reçoivent un meilleur prix. Les facteurs critiques significatifs ($p \geq 0,05$) obtenus sont les suivants: la gestion post-récolte, la gestion agronomique (fertilisation, élagage et irrigation), les services publics, l'assistance technique et les enregistrements.

Mots-clés : cacao, cluster, analyse dimensionnelle, facteurs socio-économiques, facteurs productifs, groupes fonctionnels, productivité, post-récolte, Équateur

RESUMO

O Equador destaca-se por ser o primeiro produtor tradicional de cacau fino e aromático do mundo. No entanto, persistem práticas e características (sociais, técnicas e econômicas) nos sistemas de produção que limitam a expressão de sua produtividade e qualidade. Levando em conta a multiplicidade de variáveis envolvidas e a complexidade das inter-relações sistêmicas dessas formas de produção, esta pesquisa teve como objetivos: tipificar os sistemas de produção de cacau da província de Manabí, visto que esta representa a maior área de cacau cultivada no Equador (130.945 hectares); identificar os fatores críticos que determinam essas diferenças entre os grupos e analisar o

comportamento produtivo. Para isso, foi selecionada uma amostra de 150 produtores, aos quais foi aplicado um questionário. Em seguida, foram calculados índices adimensionais e aplicada a análise de agrupamento. Os grupos foram caracterizados com estatística descritiva, e os fatores críticos foram identificados com análise de variância ou χ^2 , dependendo do tipo de variável. Os resultados mostraram a formação de 4 grupos com bons valores para o índice agrônomo (0,60), mas não para o índice gerencial, cujos valores não ultrapassaram 0,50. Os grupos 3 e 4 destacaram-se por seus índices pós-colheita (0,71 e 0,48, respectivamente) e apresentam os maiores rendimentos por hectare (393,91 e 317,31 US\$/ha), pois recebem um preço melhor. Os fatores críticos significativos ($p \geq 0,05$) foram a gestão pós-colheita, a gestão agrônoma (adubação, poda e irrigação), os serviços públicos, a assistência técnica em sua relação com o meio ambiente e, do ponto de vista gerencial, o manejo de registros, a mão de obra, a legalização de terras e o fato de estar associado a uma cooperativa. A análise dos indicadores de produção por grupo levou à conclusão de que as práticas pós-colheita têm impacto sobre a renda de cada produtor e o índice pós-colheita será o fator crítico mais importante para melhorar a resposta do sistema.

Palavras-chave: cacao, cluster, análise dimensional, fatores socioeconômicos, fatores produtivos, grupos funcionais, produtividade, pós-colheita, Equador

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) es un rubro esencial para el sustento de millones de personas en todo el mundo. Los principales continentes productores son África, seguido por Asia y América Latina, en donde alrededor del 90 al 95% del cacao mundial es producido por pequeños agricultores. Este producto ha sido un ingrediente importante en las culturas globales y en la historia, tomando una gran importancia en la economía de los países dedicados a su cultivo (Sánchez *et al.*, 2020).

En Latinoamérica las exportaciones de cacao han alcanzado un crecimiento ascendente en los últimos años, siendo Ecuador el país con mayor producción y exportación de cacao desde 2019. Asimismo, ocupa el cuarto puesto a nivel mundial, de manera que se ha constituido en un rubro importante para el país tanto en los aspectos económicos como en los sociales (Serrano, 2020). Cumple un rol significativo en la economía de los ecuatorianos, ya que las condiciones climáticas, biológicas y geográficas se encuentran ligadas al rendimiento y calidad de las almendras, características que atribuyen al cacao ecuatoriano fino y de aroma como de los mejores del mundo (Abad *et al.*, 2019).

Tal como lo citan Sánchez, Vayas, Mayorga & Freire (2020), según la International Cocoa Organization (ICCO), el Ecuador lidera la producción mundial de cacao fino de aroma, con más del 70% del volumen total, atribuyéndole a este país la mayor exportación.

Allí los pequeños productores cacaoteros lideran con el 70%, seguido de los medianos (20%) y grandes (10%), siendo esta la materia prima utilizada para la fabricación de los mejores chocolates.

En Ecuador se cultiva cacao CCN-51 y el nacional, así como el cacao ecuatoriano conocido también como «Arriba». Es el país con mayor participación a nivel mundial, en el que se comercializa cacao orgánico, convencional, secado, sin fermentar y fermentado (INIAP, 2010). El producto es comercializado a exportadores, asociaciones e intermediarios que mayormente lo ofertan en grano. Así, en el año 2017 el país se convirtió en el primer exportador de cacao en Latinoamérica y el cuarto en el mundo (Asanza, Alvarado, Peñafiel & Fernández, 2019).

No obstante, el cacao fino o de aroma representa apenas entre 6% y 8% de la producción mundial, considerándose como un importante segmento en el comercio cacaotero mundial. El 80% de este cacao es producido en América Latina, siendo Ecuador responsable del 54% del total de dicho segmento. El Ministerio de Agricultura y Ganadería del gobierno de Ecuador reportó en 2019 que este país era el cuarto principal exportador del producto. Importante acá destaca que en él se cultivan cerca de 601.000 hectáreas, de las cuales 77% se localizan en la región litoral, 13% en la sierra y 10% en la región amazónica (Cobos, 2021). Sin embargo, es un cultivo que enfrenta

diversas amenazas, destacando entre las más importantes su vulnerabilidad a enfermedades, la alta exposición a efectos nocivos del cambio climático y a las condiciones macroeconómicas, aunadas al rol dañino que productores y comerciantes le ocasionan al degradar la calidad del cacao fino, producto de las mezclas entre variedades y procesos poscosecha no adecuados (ESPAE-ESPOL, 2016).

Por provincias, Manabí es la segunda con mayor superficie de cacao cultivado en el país, con 105.480 hectáreas sembradas (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2021). En ella es considerado como un producto representativo de varios cantones, dado que su producción ha sido durante años la principal fuente de ingresos para muchas familias. En estas unidades de producción el 52% corresponde a monocultivos, en tanto que en el 48% se encuentran asociadas (INIAP, 2018).

Por otra parte, el sabor y aroma del cacao depende esencialmente de los factores genotipo, tratamiento poscosecha y la torrefacción. Además, los métodos de fermentación varían de una zona de producción a otra y hasta de un productor a otro. Por lo tanto, la calidad depende entonces no solo del origen genético del cacao, sino de los intervalos entre las cosechas, de la cantidad de cacao a fermentar y de la cantidad de pulpa que rodea la semilla (Portillo *et al.*, 2009). De allí que las adecuadas prácticas agronómicas tienen un papel fundamental en el mejoramiento, calidad e inocuidad del cacao, para el bienestar de los agricultores y de la comunidad en general, el cuidado del ambiente y recursos naturales, al tiempo que reduce la propagación de plagas y enfermedades. Tales aspectos contribuyen a su vez al aumento de producción cacaotera y reducen el riesgo de contaminación (López, Garzón, Proaño & Herrera, 2021).

Otro aspecto importante a destacar es que el cacao que se comercializa por medio de los intermediarios no ha sido sometido a un correcto proceso poscosecha (fermentación y secado). De hecho, el 98% del cacao que se produce en Manabí –equivalente a 23.351 TM (INEC, 2021)– se comercializan de esta manera, alcanzando valores que no cumplen con la Norma

INEN 176 exigida para su exportación (Muñoz & García, 2017).

Como puede observarse, existe una gran cantidad de factores con diferentes ponderaciones que inciden en la calidad del cacao, que abarcan desde el mismo proceso productivo, pasando por la poscosecha y la comercialización. Adicionalmente, las decisiones que el productor debe tomar para colocar un producto de calidad en el mercado también dependen de su conocimiento, de la preparación que tenga para afrontar los retos de una productividad con calidad que le permita acceder a mejores precios. Sus condiciones de vida también pueden incidir en la decisión de mantenerse con cacaos finos de aroma de menor productividad que las nuevas introducciones de tipos de cacao menos aromáticos (CCN). Para realizar un análisis que involucre múltiples factores, ponderaciones y sus relaciones funcionales en sistemas de producción se utilizará el enfoque sistémico. Muchas referencias conocidas (Coronel & Ortuño, 2005; Ordoñez, Navia & Ballesteros, 2019; Solano *et al.*, 2000; Escobar & Berdegú, 1990) aportan una visión integral muy útil para abordar este tipo de investigaciones.

De acuerdo con Casanova, Martínez, López & López (2016) la agricultura actual se caracteriza por la convergencia de procesos ambientales, económicos, sociales, cuya sinergia rebasa espacial y temporalmente a las unidades de producción. Es así que para comprender el comportamiento de los sistemas productivos es necesario también comprender los mercados y las políticas agrícolas, entre otros factores del entorno donde están inmersos. Asimismo, Robert Hart (1985) estableció que la teoría de sistemas debe ser considerada la base conceptual para la investigación agrícola en el trópico, puesto que existe poca esperanza de entender los procesos agrícolas si se siguen estudiando solamente los detalles, con visión «atmista» o reduccionista. De manera que se hace necesario el estudio de las múltiples variables y las interacciones que se dan en totalidades organizadas como son los sistemas agrícolas, porque el análisis tradicional no responde a su complejidad.

Con la intención de integrar al análisis todos los elementos que se interrelacionan en los

sistemas productivos, emerge el concepto de agroecosistema. Platas-Rosado *et al.*, (2017) consideran al agroecosistema una visión necesaria para identificar una unidad de estudio en diferentes niveles jerárquicos de los sistemas de producción primaria en los que se establece el manejo del hombre para su aprovechamiento, mediante la adaptación, modificación e interacción con los recursos naturales en la producción de alimentos y servicios que requiere la sociedad. De manera tal que estos sistemas se definen como un ecosistema modificado por el hombre, al utilizar los recursos naturales en los procesos de producción agrícola, valorando así el papel de los productores como tomadores de decisiones en las prácticas de manejo del mismo. Al mismo tiempo ratifican la necesidad de analizar sus relaciones funcionales y el papel del hombre para su estudio y comprensión integral.

Por otra parte, Lugo & Rodríguez (2018) proponen una visión ecológica para el análisis de los sistemas agrícolas. Afirman que el agroecosistema tiene mayor correspondencia epistémica con la agronomía ecologizada por tratarse de un objeto de estudio cosificado, ordenado, manipulado, calculado, optimizado, para la productividad y el rendimiento, cuya dimensión ecológica le atribuye interrelaciones armónicas con la naturaleza. De acuerdo con estos autores surgen dimensiones relacionadas con el hombre, su potencialidad como productor y sus funciones de tomador de decisiones, así como con todos los aspectos agronómicos, productivos, de mercado y otros del entorno. La dimensión ambiental es en esencia una característica natural del cultivo del cacao y sus formas de producción, ya que los sistemas de producción de cacao desde el enfoque productivo y económico asociados a los modelos agroforestales ayudan al incremento de beneficios tanto socioeconómicos como ambientales en el marco del desarrollo sostenible, involucrando la conservación del agua, reducción de la erosión y la conservación de la diversidad biológica (Rojas & Sacristán, 2013; Carillo, 2017).

Las tipificaciones de los sistemas de producción se realizan a partir del análisis de

innumerables variables estructurales, sociales, económicas, productivas, así como de las relaciones que se producen entre los individuos que se relacionan con las variables analizadas. A partir de este enfoque se tipifican grupos homogéneos con base en la metodología del análisis estadístico multivariante, el cual permite construir grupos considerando diversas variables (Coronel & Ortuño, 2009).

Tomando en cuenta los aspectos que deben ser considerados en el estudio de los sistemas agrícolas y la necesidad de conocer las relaciones funcionales que determinan su comportamiento productivo, se desarrolló esta investigación, con los objetivos de: i) tipificar los sistemas de producción de cacao de la provincia de Manabí; ii) identificar los factores que determinan esas diferencias entre grupos; y, iii) determinar su respuesta productiva. El fin último fue establecer los grupos funcionales y sus factores críticos en esta primera etapa, que permitirá –en una segunda etapa de la investigación–, establecer posteriores relaciones con la calidad del producto en el laboratorio.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación está enmarcada dentro del pensamiento racionalista moderno y la corriente epistemológica neo-positivista, ya que concibe una realidad más compleja e incierta, pero que mantiene el carácter empírico por medio de métodos científicos (Sáez & Padrón, 2013). De acuerdo con Padrón (2007) & Hurtado (2010), es de tipo explicativa y atraviesa estadios descriptivos y analíticos, el diseño es de campo, *ex post facto* ya que no se manipulan ni controlan variables, se tomó la información tal como se presentó en la realidad del evento de estudio y transeccional porque fue en un solo corte trasversal en el tiempo.

2.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

El universo de estudio estuvo constituido por los sistemas de producción de cacao en la provincia de Manabí, sobre el cual se realizó un muestreo aleatorio estratificado con afijación proporcional (Sheaffer, Mendenhall & Ott, 2011). Para poder seleccionar una muestra representativa de la región, los estratos estuvieron conformados por las diferentes zonas de producción de cacao en la provincia,

seleccionándose como muestra el 9,5% de la población (*i.e.*, 150 de 1.581 unidades de producción). La muestra quedó conformada de la siguiente manera: 40% Norte, 39,33% Centro y 20,66% Sur.

2.2. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la toma de información se utilizó la técnica de la encuesta, cuyo instrumento es el cuestionario. En este sentido, se estructuró un formulario de 45 preguntas cerradas, la mayoría con respuestas dicotómicas (sí = 1; no = 0) o de selección, dependiendo de los tipos de alternativas específicamente codificadas para cada una. Las valoraciones se establecieron de menor a mayor, en la medida que la respuesta aportara valor positivo a los índices calculados. Así, por ejemplo, a los tipos de control de plagas, malezas y fertilización se le dio un mayor valor cuando era biológico, es decir cuando realizaban prácticas armónicas con el ambiente; asimismo, la región más acorde agroecológicamente para el cultivo recibió la mayor valoración. También hubo indicadores tipo variables continuas, como la edad del productor, la superficie sembrada o la producción, que fueron registradas con sus medidas respectivas (años, hectáreas, quintales).

La Tabla N° 1 muestra la sistematización de la variable independiente agroecosistema de producción de cacao, con sus dimensiones e indicadores. Los mismos responden al planteamiento teórico sistémico desarrollado para este análisis.

Los 45 indicadores mencionados en la Tabla N° 1 son aquellos que resultaron con una consistencia y coherencia de los datos para todos los productores encuestados. La Tabla N° 2 muestra la sistematización de la variable dependiente productividad del agroecosistema. Allí se muestra la producción física y la económica. Y aunque también se recabó información de costos, la misma no fue consistente para todos los productores encuestados.

2.3. ANÁLISIS DE DATOS

A partir de los datos obtenidos en la encuesta socioeconómica y productiva a los productores de cacao de la provincia de Manabí, se

organizaron las variables (nombres, tipo, clases, códigos), para luego ser procesadas. Una vez tomados los datos fueron analizados usando el programa SPSS V21.

2.3.1. CONSTRUCCIÓN DE ÍNDICES ADIMENSIONALES

La construcción de índices adimensionales se basa en el análisis dimensional, el cual surge de la Física y extiende su utilidad a otras áreas del conocimiento incluso a la agricultura (Moenifar, Kalantari, Reza & Seyedi, 2013). Se considera como un método de análisis de fenómenos físicos o problemas físicos, que se aplica a la resolución de ecuaciones generales desconocidas en variables ordinarias o clásicas, continuas y reales. Tales ecuaciones se expresan mediante otra ecuación en variables adimensionales, es decir, todas con naturaleza de números absolutos, también continuas y reales y en menor número que las ordinarias (González, 2000).

Con base en estos principios se procesaron todos los indicadores, dividiendo los valores de las variables no dicotómicas entre el mayor valor obtenido para cada una. Así se transformaron todos a la escala del 0 al 1. Los valores de variables dicotómicas (0 y 1) se dejaron así.

Luego se construyó un índice adimensional por cada dimensión conceptual establecida en la sistematización de variables (Sociogerencial, Agronómica, Poscosecha y Entorno), considerando los indicadores de cada una. Los índices y subíndices se calcularon como la media del comportamiento en cada caso, tal como se muestra a continuación:

$$\text{Índice Sociogerencial} = (\text{subíndice potencialidad del productor} + \text{subíndice control} + \text{subíndice dirección de mano de obra}) / 3$$

En este caso el índice potencialidad del productor corresponde a aquellas características que favorecen la toma de decisiones del productor (Peña, Urdaneta, Arteaga & Casanova, 1995); la V1 suma a la inversa, es decir mientras más edad menos suma al índice, se le da más valor a los más jóvenes quienes manifiestan actitud positiva a la adopción de tecnología (Pérez & Larios, 2018).

Tabla 1

Sistematización de la variable agroecosistema de producción de cacao

Dimensión	Subdimensión	Indicadores
Sociogerencial	Potencialidad del productor	V1. Edad
		V2. Nivel de Instrucción
		V3. Vive en la Parcela
		V4. Tenencia de la tierra
		V5. Asistencia técnica
		V6. Asociado
		V7. Actividad adicional
	Control	V8. Lleva registros
		V9. Realiza análisis de suelo
		V10. Realiza análisis de agua
	Dirección	V11. Mano de obra fija
		V12. Mano de obra familiar
		V13. Total de Mano de obra
Agronómica	Características de la plantación	V14. Región
		V15. Superficie con cacao
		V16. Tipo de cacao
		V17. Edad de la plantación
	Siembra	V18. Densidad de siembra
		V19. Tipo de propagación
	Fertilización	V20. Fertiliza
		V21. Tipo de fertilización
		V22. Frecuencia de fertilización
	Poda	V23. Poda
		V24. Frecuencia de poda
	Riego	V25. Riega
		V26. Tipo de riego
Control de malezas	V27. Controla malezas	
	V28. Tipo de control de maleza	
	V29. Controla plagas y enfermedades	
Control de plagas y enfermedades	V30. Tipo de control de plagas y enfermedades	
	V31. Fermenta	
Poscosecha	Fermentación	V32. Tipo de fermentación
		V33. Remueve
	Remoción	V34. Frecuencia de remoción
		V35. Seca el grano
		V36. Tipo de secado
Entorno	Servicios públicos	V37. Tiempo de secado
		V38. Electricidad
		V39. Agua
	Vialidad	V40. Comunicaciones
		V41. Centros de salud
Comercialización	V42. Tipo de validad	
	V43. Estado vía	
Financiamiento	V44. Tipo de venta del grano	
	V45. Posee financiamiento	

Tabla 2
Productividad del agroecosistema de producción de cacao

Variable	Dimensión	Indicadores
Productividad del agro ecosistema	Productiva	Quintales anuales Quintales por ha
	Económica	Precio de las cosechas Ingreso por finca Ingreso por ha

Sub índice potencialidad del productor
 $= [(1 - V1 / 84) + V2 + V3 + V4 + V5 + V6 + V7] / 7$

Sub índice control = $(V8 + V9 + V10) / 3$

Sub índice dirección de mano de obra
 $= (V11 + V12 + V13) / 20$ (máximo valor)

De esta manera se calcularon el resto de los índices:

Índice Agronómico = $(\text{Subíndice de plantación} + \text{Subíndice de siembra} + \text{Subíndice fertilización} + \text{Subíndice poda} + \text{Subíndice riego} + \text{Subíndice control de malezas} + \text{Subíndice control de plagas y enfermedades}) / 7$.

Índice Poscosecha = $(\text{subíndice fermentación} + \text{subíndice remoción} + \text{subíndice secado}) / 3$.

Índice de Entorno = $[\text{subíndice servicios} + \text{subíndice vías de comunicación} + \text{comercialización} (V44 / 2) + \text{financiamiento} (V45)] / 4$.

2.3.2. ANÁLISIS CLÚSTER

Se conformaron conglomerados o grupos por «K-means», utilizando índices adimensionales previamente calculados (Índice Sociogerencial, Índice Agronómico, Índice Poscosecha e Índice de Entorno). Se realizaron varias pruebas hasta seleccionar la mejor construcción de grupos, es decir cuando el cuadrado medio del error no varió para el siguiente número de grupos solicitados al programa. Luego de obtenidos los grupos se realizaron tablas cruzadas, utilizando estadísticas descriptivas para caracterizarlos.

2.3.3. ANÁLISIS DE COMPARACIÓN ENTRE GRUPOS

Para conocer cuales variables son críticas en la clasificación se realizaron análisis de varianza para variables continuas y Chi-cuadrado para variables discretas. Por último, también se realizó análisis de la varianza para determinar diferencias entre grupos para los indicadores de productividad.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los índices adimensionales se logró una clasificación multivariada en cuatro grupos, donde todos los índices mostraron diferencias significativas entre ellos ($p < 0,01$). En estos casos, las pruebas F solo se deben utilizar con una finalidad descriptiva, puesto que los conglomerados han sido elegidos para maximizar las diferencias entre los casos de diferentes conglomerados; no puede interpretarse como una prueba de hipótesis. El grupo 2 se conformó con el mayor número de unidades de producción ($n = 63$), seguido del grupo 4 ($n = 42$) y el grupo 1 ($n = 34$), siendo el más pequeño el grupo 3 ($n = 11$).

3.1. TIPIFICACIÓN SOCIO-TÉCNICA-ECONÓMICA

Como ya se ha explicado, los grupos resultaron de la creación de cuatro índices, los cuales incluyen las características sociogerenciales (ISG), agronómicas (IAG), poscosecha (IPC) y el entorno (IDE), obteniendo los resultados que se muestran en la Tabla N° 3. En el mismo se observa que el Grupo 1 muestra altos valores para la mayoría de los índices: índice Sociogerencial (0,41), índice Agronómico (0,80) e índice De entorno (0,71), no así para el índice de Poscosecha (0,03).

El grupo 2 muestra los valores más bajos para ISG (0,24), IPC (0,03) e IDE (0,42). Por otra parte, se presenta el grupo 3 con el mayor valor del índice de Poscosecha (IPC=0,71). En cambio, el grupo 4 muestra valores intermedios para ISG (0,27) e IDE (0,48) y uno de los mejores valores para IPC (0,45), pero con el valor más bajo para IAG (0,63). Estas características se deben tener en cuenta porque pueden ayudar a explicar la respuesta productiva de cada grupo (clúster) de unidades de producción.

En términos generales se observa que los cuatro grupos muestran adecuados valores para el IAG ya que todos superan el valor de 0,60, lo que indica que cuidan el manejo agronómico de sus plantaciones, no así para el índice Sociogerencial cuyos valores no superan 0,50. En este caso es pertinente analizar los aspectos de administración y características del productor que puedan surgir como limitantes para el manejo del sistema de producción.

Los grupos 3 y 4 resaltan por sus índices poscosecha, ya que son los más altos (0,71 y 0,48 respectivamente). Este aspecto en el manejo del cacao es sumamente importante para alcanzar estándares de calidad del grano producido. Para cada uno de los grupos es pertinente identificar los factores que hacen la diferencia entre ellos y conocer su respuesta productiva y económica. Este proceso explicativo permitirá realizar un análisis integral del proceso que apunte a la obtención de un grano de calidad, a mejores productividades y a una mejor calidad de vida del productor y su familia.

3.2. DIMENSIÓN SOCIOGERENCIAL

Al revisar los indicadores de la dimensión social se pudo determinar que el nivel educativo no resultó estar asociado al hecho de pertenecer a grupos diferentes, ya que la prueba de Chi-Cuadrado mostró ser no significativa [p (χ^2) \gg 0,05]. Sin embargo, se puede observar que el nivel universitario predomina en el grupo 2, con un 40%; y el cuarto nivel en el grupo 4, con un 71,40%. El nivel educativo es un factor que siempre debe ser considerado en las relaciones funcionales de los sistemas de producción, ya que se ha reportado como factor de importancia en la respuesta productiva (Martínez, 2019).

Al analizar los descriptores continuos de la dimensión Sociogerencial, el análisis de varianza mostró que no hubo diferencias entre grupos ($p \gg$ 0,05) para la edad del productor. Por el contrario, en cuanto a la mano de obra se pudo constatar que el número de trabajadores y número de trabajadores fijos resultaron con diferencias entre los grupos ($p \gg$ 0,05). El grupo 1 maneja la mayor cantidad de trabajadores, lo cual exige del productor una mayor atención a los procesos de dirección de personal para asegurar la adecuada ejecución de las labores y su efectividad. Por otra parte, el alto costo de la mano de obra también amerita esa atención particular.

Los descriptores dicotómicos de la subdimensión socioeconómica resultaron con diferencia significativa [p (c^2) \gg 0,01]. Tanto el hecho de tener la tierra legalizada, como de recibir asistencia técnica, pertenecer a alguna asociación, realizar alguna actividad adicional y llevar registros, son factores que están

Tabla 3
Índices adimensionales por grupo

Valor de los Índices adimensionales	Grupos			
	1 (n = 34)	2 (n = 63)	3 (n = 11)	4 (n = 42)
Índice Sociogerencial (ISG)	0,41	0,24	0,29	0,27
Índice Agronómico (IAG)	0,8	0,67	0,76	0,64
Índice Poscosecha (IPC)	0,03	0,03	0,71	0,48
Índice de Entorno (IDE)	0,7	0,42	0,66	0,48

Tabla 4
Nivel educativo del productor en cada grupo

Nivel educativo	Frecuencia	Grupo				Total
		1	2	3	4	
Primaria	n	23	48	7	23	101
	%	22,80	47,50	6,90	22,80	100,00
Bachiller	n	7	8	2	10	27
	%	25,90	29,60	7,40	37,00	100,00
Universitario	n	3	6	2	4	15
	%	20,00	40,00	13,30	26,70	100,00
Cuarto nivel	n	1	1	0	5	7
	%	14,30	14,30	0,00	71,40	100,00

Tabla 5
Descriptores continuos de la dimensión Sociogerencial

Grupo		Edad del productor (años)	Número de trabajadores*	Número de trabajadores fijos*	Total de Mano de obra
1	Media	62,3	1,4	1,4	2,8
	n = 34 DE	10,9	3,6	1	4,1
2	Media	51,9	0,7	1,1	1,8
	n = 63 DE	16,8	1,6	0,4	1,8
3	Media	57,6	0,8	1	1,8
	n = 11 DE	10,1	1,2	0	1,2
4	Media	53,1	0,7	1,3	2,1
	n = 42 DE	13,1	1,2	0,7	1,3
Total	Media	55	0,9	1,2	2,1
n = 150	DE	14,7	2,1	0,7	2,4

Notas: DE: Desviación estándar; (*) p d» 0,05

Tabla 6
Descriptores dicotómicos de la dimensión Sociogerencial

Descriptor	Grupo				Total (n = 150)
	1 (n = 34)	2 (n = 63)	3 (n = 11)	4 (n = 42)	
	Frecuencia (%)				
Vive en la parcela	26,1	38,7	6,3	28,8	100
Tierra legalizada**	25,8	42,4	7,6	24,2	100
Recibe asistencia técnica**	38	18,3	12,7	31	100
Está asociado**	28,9	31,6	7,9	31,6	100
Realiza actividad adicional**	35,8	46,9	3,7	13,6	100
Lleva registros**	49,2	25,4	9,5	15,9	100
Realiza análisis de suelo	36,4	27,3	0	36,4	100
Realiza análisis de agua	28,6	14,3	0	57,1	100

Notas: (**) p (c²) d» 0,01; (*) p (χ²) d» 0,05

asociados al hecho de pertenecer a grupos diferentes, tal como se muestra en la Tabla N° 6. Los primeros construyen la potencialidad del productor y el hecho de llevar los registros indica el cumplimiento de la función control. Tales aspectos deben ser considerados al momento de establecer los resultados productivos y de calidad del grano.

3.3. DIMENSIÓN PRODUCTIVA

Los descriptores continuos de la dimensión productiva como superficie de la finca, superficie sembrada de cacao y edad de plantación no presentaron diferencias significativas ($p \gg 0,05$) entre grupos, aun cuando se pudo apreciar que la media de edad de plantación más alta se encuentra en el grupo 4 con 21,72 años y la menor en el grupo 3 con una media de 13,29 años. Las fincas más grandes se encuentran en el grupo 3, con

una superficie de 11,64 ha y las de menor tamaño en el grupo 1, con una media de 3,82 ha. Sin embargo, es en el grupo 4 donde se encuentra la media más alta de superficie sembrada de cacao (Tabla N° 7).

La densidad de siembra es un descriptor que tampoco mostró diferencias significativas ($p \gg 0,05$) entre grupos. Para realizar este análisis se establecieron los siguientes criterios: densidades de 833 hasta 1.111 plantas/ha se consideraron como densidad alta; aquellas con 500 hasta 625 plantas/ha se clasificaron como densidad media, en tanto las que tenían menos de 500 plantas como densidad baja. Tampoco se observaron diferencias entre grupos para el tipo de propagación (semilla, injerto y ramillas).

Sin embargo, el sistema de siembra sí mostró diferencias entre grupos (Tabla N° 8). Destaca allí el grupo 2, que se encuentra

Tabla 7

*Sistema de siembra**

Grupo		Superficie de la finca (ha)	Superficie sembrada de cacao (ha)	Edad de la plantación (años)
1	Media	3,82	2,62	13,29
n = 34	DE	4,93	2,49	9,68
2	Media	8,97	3,17	16,89
n = 63	DE	16,59	3,56	14,84
3	Media	11,64	2,64	14,55
n = 11	DE	14,23	1,8	12,09
4	Media	9,64	3,9	21,72
n = 42	DE	12,83	3,96	16,21
Total	Media	8,19	3,21	17,22
n = 150	DE	13,6	3,38	14,28

Notas: DE: Desviación estándar

Tabla 8

*Sistema de siembra**

	Grupo				Total (n = 150)
	1 (n = 34)	2 (n = 63)	3 (n = 11)	4 (n = 42)	
	Frecuencia (%)				
Asociado	21,10	68,40	5,30	5,30	100,00
Monocultivo	23,20	33,00	8,00	35,70	100,00
Total	22,70	42,00	7,30	28,00	100,00

Notas: (**) $p (c^2) d \gg 0,01$; (*) $p (\chi^2) d \gg 0,05$

mayormente asociado con otros cultivos (con un 68,40%) y los grupos 3 y 4 con tan solo 5,30%, respectivamente. Por lo general, la asociación con otros cultivos está estrechamente ligada al tipo de sombra. Como dato adicional se pudo conocer que el 64,60% de los productores del grupo 2 utilizan sombra permanente.

La práctica de asociaciones con otros cultivos mejora las condiciones del cacao y diversifica los ingresos, considerando que los primeros años del cultivo se asocia con plátano y este además de brindar sombra permite al productor obtener ingresos por este rubro. Es importante mencionar que el cultivo de cacao necesita de sombra permanente para protegerse de la radiación solar.

En la Tabla N° 9 se muestran los descriptores de producción ligados al manejo de cultivo como riego, poda, control de plagas y enfermedades. Ellos presentan diferencias entre grupos [$p (\chi^2) d \gg 0,05$], no así la fertilización y el control de maleza. Dentro de las prácticas culturales se reporta que el 40% de los productores de los grupos 1 y 4 realizan una poda por año, mientras que el grupo 2 indica que el 41% lo realiza dos veces al año y en el grupo 3 predomina en un 30% que lo realiza solo una vez al año. Esta práctica es sumamente importante para el cacao porque tiene un efecto directo en el crecimiento de las plantas, así como el desarrollo de chupones y ramas que se direccionen en sentido no equilibrado a la

estructura de la planta. Además, las podas contribuyen a la disminución de incidencia de plagas y enfermedades (López, Sánchez, Córdova & Gallardo, 2016).

3.4. DIMENSIÓN POSCOSECHA

En la dimensión poscosecha las variables fermentación, remoción y secado muestran diferencias altamente significativas entre grupos (Tabla N° 10). El grupo 4 se caracteriza por fermentar en un 77,80%, realizar remociones en un 63,30% y secar en un 69,50%. Este es el que mejor realiza las prácticas, seguido por el grupo 3, mientras que el grupo con los valores más bajos es el 1.

La importancia del manejo poscosecha empieza con la correcta fermentación. Con ello se producen las reacciones bioquímicas que disminuyen el amargor y la astringencia, porque dan origen a los precursores del aroma y sabor a chocolate. Con el secado se elimina el exceso de humedad, se desarrollan los compuestos de aroma y sabor, así como la evolución de los pigmentos de color marrón a partir de los compuestos fenólicos. Asimismo, el tiempo de remoción es importante porque actúa sobre la actividad bacteriana y los cambios de temperatura durante la fermentación. De no realizarse de manera correcta el proceso de fermentación, no será homogéneo en las almendras. Así, un buen manejo poscosecha asegura las condiciones de conservación de un cacao de calidad.

Tabla 9
Manejo del cultivo

	Grupo				Total (n = 150)
	1 (n = 34)	2 (n = 63)	3 (n = 11)	4 (n = 42)	
	Frecuencia (%)				
Fertiliza	36,80	21,10	15,80	26,30	100,00
Riega**	36,80	30,90	10,30	22,10	100,00
Poda*	26,50	34,20	9,40	29,90	100,00
Control de maleza	22,80	42,10	7,60	27,60	100,00
Control de plagas y enfermedades*	26,30	40,00	10,50	23,20	100,00

Notas: (**) $p (\chi^2) d \gg 0,01$; (*) $p (\chi^2) d \gg 0,05$

Tabla 10
Labores poscosecha**

Poscosecha	Grupo				Total (n = 150)
	1 (n = 34)	2 (n = 63)	3 (n = 11)	4 (n = 42)	
	Frecuencia (%)				
Fermenta**	0,00	1,90	20,40	77,80	100,00
Remueve**	0,00	0,00	36,70	63,30	100,00
Seca**	1,70	10,20	18,60	69,50	100,00

Notas: (**) p (χ^2) d» 0,01; (*) p (χ^2) d» 0,05

3.5. DIMENSIÓN ENTORNO

Lo referente al entorno de los productores, la provisión de agua, internet, centro de salud, televisión por cable y las condiciones de vía asfaltada resultaron con diferencias significativas entre los grupos (Tabla N° 11). Ello subraya el rol de los servicios públicos como potenciadores del desempeño productivo, características del entorno que deben ser consideradas al momento de analizar limitantes del desarrollo agrícola de una zona.

Otras actividades relacionadas con el entorno productivo, tales como la comercialización y el financiamiento, presentaron diferencias altamente significativas (Tabla N° 12). El grupo 1 es el que mayoritariamente comercializa en baba (*i.e.*, la almendra húmeda con el mucilago) con un

56,90% seguido del grupo 3 con un 43,10%. En cuanto al financiamiento el grupo 1 es el que reporta acceder a mayor financiamiento con 52,40%. Estas características se deben a que los productores que comercializan en baba están asociados y entregan su producción a una corporación manejada por agricultores, lo que les facilita el acceso al crédito. Los grupos 3 y 4 realizan las labores poscosecha de la almendra, de manera que ya venden el cacao beneficiado.

3.6. RESULTADOS PRODUCTIVOS

La comparación entre grupos de los indicadores productivos se puede observar en la Tabla N° 13. En ella los ingresos por hectárea y el precio son los indicadores que presentan diferencias entre ellos (p d» 0,05 y p d» 0,01

Tabla 11
Descriptorios dicotómicos de la dimensión Entorno

Descriptor	Grupo				Total (n = 150)
	1 (n = 34)	2 (n = 63)	3 (n = 11)	4 (n = 42)	
	Frecuencia (%)				
Electricidad	22,70	42,00	7,30	28,00	100,00
Agua*	29,30	42,40	6,50	21,70	100,00
Internet*	30,60	19,40	16,70	33,30	100,00
Centro de salud*	27,50	23,50	15,70	33,30	100,00
Tv Cable**	37,50	21,90	15,60	25,00	100,00
Vialidad (asfalto)**	33,90	37,30	11,90	16,90	100,00

Notas: (**) p (χ^2) d» 0,01; (*) p (χ^2) d» 0,05

respectivamente), no así el rendimiento y la producción media por finca.

El grupo 3 muestra el mejor ingreso por unidad de superficie (384,58 US\$/ha) producto de un rendimiento de 5,36 quintales por hectárea (qq/ha) y un precio de 68,73 dólares estadounidenses por quintal (US\$/qq). Sin embargo, en la producción media por finca (15 qq) es superado por el grupo 4 (con 23,44 qq), de manera que se aprecia la importancia del diferencial de precio y rendimiento por superficie que favorece al grupo 3. Por su parte, el grupo 4 obtiene el segundo mejor valor de precios de cosecha (66,15 US\$) y del rendimiento (4,72 qq/ha) con un ingreso de 317,31 US\$/ha. El resto de los grupos distan de estos valores, siendo el grupo 1 el que exhibe los valores más bajos en todos los indicadores productivos calculados.

En general, los rendimientos por hectárea de los grupos son bajos ya que no superan la media provincial de 16,5 qq/ha, ni la media nacional de 4,6 qq/ha (INIAP, 2019).

Las relaciones funcionales previamente estudiadas para cada grupo deben atenderse, ya que los factores críticos estarían asociados a los resultados productivos. Definir el perfil de los grupos con mejores resultados resulta de utilidad para la formulación de estrategias de mejora de estos agroecosistemas.

4. CONCLUSIONES

El análisis clúster permitió la conformación de cuatro grupos de unidades de producción en la provincia de Manabí (Ecuador), los cuales muestran adecuados valores para el índice agronómico ya que en general cumplen con los procesos de manejo básico del cultivo. No

Tabla 12
Comercialización y financiamiento

	Grupo				Total
	1	2	3	4	
	Frecuencia (%)				
Venta en baba **	56,90	43,10	0,00	0,00	100,00
Tiene financiamiento **	52,40	7,10	16,70	23,80	100,00

Notas: (**) p (χ^2) d» 0,01; (*) p (χ^2) d» 0,05

Tabla 13
Indicadores de los resultados productivos y económicos

Clúster		Rendimiento (Quintales/ha)	Precio (\$/quintal)**	Producción (Quintales)	Rendimiento (kg/ha)	Ingresos (US\$/ha)*
1	Media	3,51	46,12	11,73	175,59	161,11
N = 34	DE	2,88	7,29	17,83	143,89	132,76
2	Media	5,02	47,03	31,18	251,15	225,24
N = 62	DE	6,91	8,34	81,28	345,39	278,38
3	Media	5,36	68,73	15	268,18	393,91
N = 11	DE	4,63	12,08	17,03	231,6	384,58
4	Media	4,72	66,15	23,44	235,9	317,31
N = 39	DE	5,54	12,2	46,68	276,78	353,47
Total	Media	4,61	53,65	23,31	230,62	247,76
N = 145	DE	5,64	13,51	59,02	281,78	290,69

Notas: (**) p D» 0,01; (*) p D» 0,05; DE: Desviación estándar

ocurre así para el índice gerencial, donde se evidenció la necesidad de mejorar las capacidades gerenciales de los productores, por cuanto los valores del índice resultaron muy bajos en todos los grupos (ISG $d \gg 0,41$). Esto último indica el escaso cumplimiento de actividades gerenciales relacionadas con la dirección y el control, entre otros aspectos.

Así mismo, solo dos de los grupos (3 y 4) resaltan por sus índices poscosecha, realizando las labores necesarias para una mejor calidad de la almendra. En general todos los grupos presentaron niveles aceptables en sus relaciones con su entorno porque la mayoría dispone de los servicios públicos básicos y logra comercializar su producción, ya sea «en baba» o como grano fermentado.

Otros hallazgos revelaron que los factores críticos significativos ($p \gg 0,05$) resultaron ser el manejo poscosecha (fermentación, remoción y secado), el manejo agronómico (fertilización, poda y riego), la presencia de servicios públicos y la asistencia técnica en sus relaciones con el entorno. Adicionalmente, desde el punto de vista gerencial, lo fueron también la necesidad de registros, la cantidad de mano de obra bajo la dirección del productor, la legalización de la tierra y el hecho de pertenecer a alguna asociación, lo que le otorga un valor alto a su potencialidad como productor.

El análisis de los indicadores productivos por grupo permitió concluir que las prácticas poscosecha repercuten en los ingresos de cada productor, pues reciben una mayor cuantía por cada quintal vendido y aun cuando manifiesten un buen índice gerencial, agronómico y de entorno, será el índice poscosecha el factor crítico más importante para mejorar la respuesta del sistema. Se observó igualmente que la muestra estudiada presenta baja productividad por unidad de superficie, respuesta que debe mejorarse priorizando la atención a los factores críticos encontrados en este estudio.

Por último, se recomienda como hipótesis para la segunda fase de esta investigación —a realizarse en el laboratorio—, valorar las calidades de almendras de cacao de los grupos 3 y 4 para poder asociar la productividad a la calidad del producto.

REFERENCIAS

- Abad, A., Acuña, C., & Naranjo, E. (2019). El cacao en la costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. *Revista Internacional de Administración*, 1(7), 59-83. <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.7.3>
- Asanza, K., Alvarado, R., Peñafiel, G., & Fernández, F. (Diciembre 2019). Crecimiento económico del cacao ecuatoriano. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana* (2019). Recuperado de <http://www.eumed.net/rev/oel/2019/12/crecimiento-cacao-ecuador.html>.
- Carrillo, L. (2017). *Percepción de la dimensión ambiental de productores de cacao para el desarrollo de una estrategia de mercado en la organización el Manantial de Coper (Boyacá)*. (Tesis de especialidad inédita). Universidad Libre, Colombia. Recuperado de <https://repository.unilivre.edu.co/handle/10901/10678>
- Casanova, L., Martínez, J., López, S., y López, G. (2016). De von Bertalanffy a Luhmann: Deconstrucción del concepto «agroecosistema» a través de las generaciones sistémicas. *Revista Mad*, (35), 60-74. <https://doi.org/10.5354/0718-0527.2016.42797>
- Cobos, E. (2021). Ecuador tiene en el cacao una oportunidad de oro. *Revista Gestión Digital* (marzo). Recuperado de <https://www.revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/ecuador-tiene-en-el-cacao-una-oportunidad-de-oro>
- Coronel, M., & Ortuño, S. (2005). Tipificación de los sistemas productivos agropecuarios en el área de riego de Santiago del Estero, Argentina. *Problemas del Desarrollo*. 36(140), 63-88. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362005000100004
- Escobar, G., y Berdegué, J. (Eds.). (1990). *Tipificación sistemas producción agrícola*. Santiago, Chile: Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción-RIMISP. Recuperado de <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/3969/49675.pdf?sequence=1>

- ESPAE-ESPOL (Escuela de Postgrados en Administración de Empresas- Escuela Superior Politécnica del Litoral). (2016). *Estudios industriales orientación estratégica para la toma de decisiones: Industria de Cacao*. Guayaquil, Ecuador: ESPAE-ESPOL. Recuperado de <https://www.espae.edu.ec/publicaciones/estudios-industriales-orientacion-estrategica-para-la-toma-de-decisiones-industria-de-cacao/>
- González Redondo, F. (2000). *Historia del análisis dimensional*. (Tesis doctoral inédita). Doctorado Análisis Dimensional. Aplicaciones a la Física, la Ingeniería y la Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid, España. Recuperado de <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.52425>
- Hart, R. (1985). *Agroecosistemas. Conceptos básicos*. San José, Costa Rica: CATIE-Fundación Kellogs. Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/a4474e/a4474e.pdf>
- Hurtado, J. (2010). *Metodología de la investigación. Guía para la comprensión holística de la ciencia*. (4a. ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones Quirón.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). (2021). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2021*. Quito, Ecuador: INEC. Recuperado de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC_2021.pdf
- INIAP (Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias). (2010). *Manejo Técnico del cultivo de cacao en Manabí*. Manta, Ecuador: INIAP.
- INIAP (Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias). (2018). *Informe técnico Anual 2018*. Portoviejo, Ecuador: INIAP.
- INIAP (Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias). (2019). *La cadena de valor del cacao y el bienestar de los productores en la provincia de Manabí - Ecuador*. Quito, Ecuador: INIAP.
- Lugo, L., y Rodríguez, L. (2018). El agroecosistema: ¿objeto de estudio de la agroecología o de la agronomía ecologizada? Anotaciones para una tensión epistémica. *Interdisciplina*, 6(14), 89-112. <https://doi.org/10.22201/ceich.24485705e.2018.14.63382>
- López, S., Sánchez, Á., Córdova, V., y Gallardo, F. (2016). Efecto de la poda en plantaciones de cacao en el estado de Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14, 2807-2815. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i14.452>
- López, M., Garzón, I., Proaño, A., Herrera, L. (2021). *Guía 7: Recomendaciones de Buenas Prácticas Agronómicas para prevenir el riesgo de contaminación con cadmio en la cadena de cacao. Caja de herramientas para la prevención y mitigación de la contaminación de cadmio en la cadena de cacao-Ecuador*. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado de https://balcon.mag.gob.ec/mag01/magapaldia/Caja%20de%20Herramientas_Cadmio_Cacao/Guia_7.pdf
- Martínez, J. (2019). *Relaciones funcionales del sistema de producción de cacao fino de aroma en el sur del lago de Maracaibo y su incidencia en la productividad*. (Tesis doctoral inédita). Universidad del Zulia, Venezuela.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2021). *Boletín situacional. Cultivo de cacao*. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Boletín 7.
- Moenifar, A., Kalantari, D., Reza, S., y Seyedi, M. (2013). Application of dimensional analysis in determination of traction force acting on a narrowblade. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(9), 1034-1039. Recuperado de <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20133186851>
- Muñoz, W., y García, L. (2017). *Diagnóstico de los parámetros físicos del cacao en centros de acopio en la zona de influencia de los valles Carrizal-Chone*. (Tesis de grado inédita). Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.espm.edu.ec/handle/42000/533>
- Ordóñez, H., Navia, J., y Ballesteros, W. (2019). Tipificación de sistemas de producción de café en La Unión Nariño, Colombia. *Temas Agrarios*, 24(1), 53-65. <https://doi.org/10.21897/rta.v24i1.1779>
- Padrón, J. (2007). Tendencias epistemológicas de la investigación científica en el Siglo XXI. *Cinta de Moebio: Revista Electrónica de Epistemología de Ciencias Sociales*, (28), 1-28. Recuperado de <https://cintademoebio.uchile.cl/index.php/CDM/article/view/25930>

- Peña, M., Urdaneta, F., Arteaga, G., y Casanova, A. (1997). Niveles gerenciales en sistemas de producción de ganadería de doble propósito (Taurus-Indicus). I. Construcción de un índice de gestión. *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia*, 7(3), 221-229. Recuperado de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/14299>
- Pérez, E., y Larios, R. (2018). Adopción de tecnologías y prácticas agropecuarias en sistemas de producción en Jinotega, Nicaragua. *La Calera*, 18(30), 48-55. <https://doi.org/10.5377/calera.v18i30.7739>
- Platas-Rosado, D., Vilaboa-Arroniz, J., González-Reynoso, L., Severino-Lendechey, V. H., López-Romero, G., y Vilaboa-Arroniz, I. (2017). Un análisis teórico para el estudio de los agroecosistemas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(3), 395-399. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93953814017>
- Portillo, E., Labarca, M., Grazziani, L., Cros, E., Assemat, S., Davrieux, F., Boulanger, R., y Marcano, M. (2009). Formación del aroma del cacao Criollo (*Theobroma cacao* L.) en función del tratamiento poscosecha en Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(2), 458-468. Recuperado de <http://udoagricola.orgfree.com/V9N2UDOA/V9N2Portillo458.pdf>
- Rojas, F., & Sacristán, E. (2013). *Guía ambiental para el cultivo del cacao*. (2a. ed.). Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-Federación Nacional de Cacaoteros. Recuperado de http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/03/fedecacao-pub-doc_05B.pdf
- Sáez, R., & Padrón, J. (2013). Consideraciones teóricas en el diseño de modelos. *Interacción y Perspectiva*, 3(1), 37-58. Recuperado de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/interaccion/article/view/500>
- Sánchez, V., Zambrano, J., Iglesias, C., Rodríguez, E., Villalobos, V., Díaz, F.,... Rodríguez, O. (2019). *La cadena de valor del cacao en América Latina y El Caribe*. Quito, Ecuador: INIAP. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5382/1/Informe%20CACAO.pdf>
- Sánchez, A., Vayas, T., Mayorga, F., & Freire, C. (2020). *Sector cacaotero ecuatoriano. Observatorio Económico y Social de Tungurahua*. Recuperado de <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/07/An%C3%A1lisis-de-cacao-24-de-junio-2020-7.pdf>
- Serrano, C. (2020). *El sector exportador de cacao enfrenta la pandemia con estables resultados*. *Revista Vistazo* [edición digital]. Recuperado de <https://www.vistazo.com/enfoque/el-sector-exportador-de-cacao-enfrenta-la-pandemia-con-estables-resultados-AXV1193636>
- Sheaffer, R., Mendenhall, W., y Ott, L. (2011). *Elementary survey sampling*. (6a. ed.). México, DF: Thomson.
- Solano, C., Bernués, A., Rojas, F., Joaquín, N., Fernández, W., y Herrero, M. (2000). Relationships between management intensity and structural and social variables in dairy and dual-purpose systems in Santa Cruz, Bolivia. *Sistemas Agrícolas*, 65(3), 159-177. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(00\)00030-5](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(00)00030-5)