






Recibido: 9 enero 2023
Aceptado: 17 mayo 2023
Disponible: 8 junio 2023

©Instituto Tecnológico Metropolitano
Este trabajo está licenciado bajo
una Licencia Internacional
Creative Commons Atribución
(CC BY-NC-SA)



Caracterización de los procesos en el beneficio del cacao (*Theobroma cacao* L) en producciones a pequeña escala en el municipio de Guamal del Piedemonte llanero colombiano

Characterization of Processes in the Cacao (*Theobroma Cacao* L) Production at Small Scale in the Municipality of Guamal, Colombian Piedemonte Llanero

  Andrés Felipe Góngora-Duarte¹;
 Francisco José Morales-Espitia²;
 Juan Manuel Trujillo-González³;
 Marco Aurelio Torres-Mora⁴

¹ Universidad de los Llanos, Villavicencio - Colombia, andres.gongora@unillanos.edu.co

² Universidad de los Llanos, Villavicencio - Colombia, francisco.morales@unillanos.edu.co

³ Universidad de los Llanos, Villavicencio - Colombia, jtrujillo@unillanos.edu.co

⁴ Universidad de los Llanos, Villavicencio - Colombia, marcotorres@unillanos.edu.co

Cómo citar / How to cite

A. F. Góngora-Duarte, F. J. Morales-Espitia, J. M. Trujillo-González, M. A. Torres-Mora, "Caracterización de los procesos en el beneficio del cacao (*Theobroma cacao* L) en producciones a pequeña escala en el municipio de Guamal del Piedemonte llanero colombiano," *Tecnológicas*, vol. 26, nro. 57, e2633, 2023.
<https://doi.org/10.22430/22565337.2633>

Resumen

La producción de cacao es una de las alternativas productivas en la región del Piedemonte llanero. El proceso de cultivo y beneficio del cacao es fundamental para las familias campesinas, el cual se realiza de manera tradicional. En zonas rurales de municipios productores de la región se evidencia el uso de diferentes sistemas tradicionales, donde el cultivo del cacao cumple un rol fundamental en la resiliencia de los pequeños cacaocultores, desde el punto de vista social y económico. Sin embargo, son escasas las investigaciones sobre los procesos de beneficio de cacao en pequeña escala. El objetivo de la presente investigación fue caracterizar el proceso de beneficio del cacao en producción a pequeña escala del municipio de Guamal, en el Piedemonte llanero de Colombia, teniendo en cuenta las etapas de: cosecha, fermentación, secado y almacenamiento. La información se recolectó mediante la aplicación de entrevistas semiestructuradas, las cuales se llevaron a cabo en las unidades productivas de la zona rural del municipio con un cultivo de cacao menor a cuatro hectáreas, denominados pequeños productores. Los principales resultados mostraron que los pequeños agricultores cuentan con mezclas de variedades en sus cultivos, identificándose un total de ocho variedades o clones; se encontró, además, dos sistemas de fermentación: cajón de madera (82 %) y lona plástica (18 %); tres sistemas de secado: marquesina (64 %), casa Elba (29 %) y lona plástica (7 %). Asimismo, se halló que la fuerza laboral recae sobre los adultos mayores y las mujeres, y en algunas unidades productivas realizan procesos de transformación de derivados del cacao como: bebidas alcohólicas, nibs de cacao, chocolate de mesa y compostaje. No se evidencia preocupación por la calidad final del grano, debido a que no existe un precio diferencial por implementar buenas prácticas poscosecha.

Palabras clave

Agricultura familiar, beneficio del cacao, fermentación de cacao, pequeños productores de cacao, *Theobroma cacao* L.

Abstract

Cocoa production is one of the productive alternatives in the Piedemonte Llanero region, the process of cultivation and processing of cocoa is essential for farming families and is carried out in a traditional way, in rural areas of producing municipalities in the region there is evidence of the use of different traditional systems, cocoa cultivation plays a key role in the resilience of small cocoa farmers, from the social and economic point of view, however, there is little research on the processes of cocoa processing on a small scale. The objective of this research was to characterize the process of cocoa processing in small-scale production in the municipality of Guamal, Meta, Colombia, taking into account the stages of harvesting, fermentation, drying and storage. The information was collected through the application of semi-structured interviews, which were carried out in the productive units of the rural area of the municipality with a cocoa crop of less than 4 hectares, called small producers. The main results showed that small farmers have mixtures of varieties in their crops, identifying a total of eight varieties or clones. Additionally, two fermentation systems were found: wooden boxes (82 %) and plastic sheets (18 %). Three drying systems were also identified: shade structures (64 %), Elba house (29 %), and plastic sheets (7 %). It was also found that the labor force relies on older adults and women, and some productive units carry out processing of cocoa derivatives such as alcoholic beverages, cocoa nibs, table chocolate, and composting. There is no evidence of concern for the final quality of the beans, as there is no differential price for implementing good post-harvest practices.

Keywords

Family agriculture, cacao processing, cacao fermentation, small-scale cocoa producers, *Theobroma cacao* L.

1. INTRODUCCIÓN

El cacao *Theobroma cacao* L. es un cultivo plantado especialmente por pequeños agricultores en zonas tropicales de América Latina, África Occidental e Indonesia [1]. Para el mundo es un producto importante debido a que es el ingrediente principal en la elaboración de chocolate y se caracteriza por sus sabores únicos y complejos [2], [3], [4]. En la más reciente década, la demanda mundial de cacao y sus productos derivados se incrementó tres veces y, para los próximos años, se estima que tendrá un crecimiento del 20 % [5]. Cerca del 90 % del cacao producido en el mundo proviene de pequeños productores, donde el tamaño promedio de los sistemas productivos alcanza 3 ha (hectáreas) y en su mayoría el rendimiento está entre 500 y 600 kg/ha anuales de grano seco [6].

El cultivo de cacao representa un importante recurso de vida y desarrollo para más de 350000 agricultores a lo largo del continente americano [7], donde la pequeña escala cumple un rol importante para el sostenimiento de las economías locales y la subsistencia de los productores, especialmente para aquellos que no cuentan con mecanismos de asistencia técnica continua [8]. A raíz de esto, diversos estudios han evaluado los factores tecnológicos, agronómicos, socioeconómicos y ambientales de la producción de cacao a pequeña escala, donde se ha encontrado que el diseño y la implementación de los sistemas para procesos como la fermentación y el secado se llevan a cabo de manera tradicional y rudimentaria, con poca preocupación por la calidad y seguridad de los granos de cacao; adicionalmente, los pequeños productores implementan métodos subjetivos para evaluar la calidad de la fermentación y el secado [9], lo que da como resultado producciones caracterizadas por poseer bajos rendimientos, que a su vez pueden estar asociadas al uso continuo de prácticas agronómicas deficientes y además de la baja fertilidad de los suelos [10].

En los sistemas tradicionales de cacao, la fuerza laboral está integrada principalmente por el núcleo familiar, donde los jóvenes y adultos participan en las labores de cultivo y cosecha, y en algunos sistemas se recurre a fuerza laboral externa, lo que incrementa la brecha de rendimiento en estas unidades productivas [11], [12]; adicionalmente, los pequeños productores pueden experimentar afectaciones reales en sus fincas debido a variaciones de los patrones climáticos, los cuales se evidencian en mortalidad de plántulas y bajo rendimiento, aunado a ello, están también las dificultades que se presentan en el beneficio y el almacenamiento del cacao [13].

Colombia tiene alrededor de 35000 familias que poseen unidades productivas de 3,3 hectáreas como media, caracterizadas por emplear mano de obra familiar y de personal temporal, y que por lo general presentan bajo rendimiento y tecnificación [14].

Aproximadamente se cultivan alrededor de 153000 hectáreas de cacao en el territorio colombiano, que en su gran mayoría corresponden a economías campesinas que desarrollan el cultivo, cosecha, fermentación y secado, actividad que representa el 75 % de los ingresos netos de la familia [15]. El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural enfoca al departamento del Meta como una de las zonas con potencial para aumentar la producción en el país, ya que entre los años 2007 a 2018 el área de cacao sembrada aumentó de 1162 a 7448 hectáreas, con una estimación para el año 2022 de un área sembrada de 9831 hectáreas, con un rendimiento de 0,60 t/ha [16]. Sin embargo, son escasos los estudios que describan los procesos de beneficio del cacao en producciones a pequeña escala. Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue caracterizar el proceso de beneficio de cacao en producciones a pequeña escala en el municipio de Guamal, Meta (Colombia). Esta información se puede convertir en una línea base de información para estructurar procesos de mejoramiento continuo en la producción a pequeña escala y fortalecer al productor campesino.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

El presente estudio contempló pequeñas unidades productivas de cacao localizadas en el municipio de Guamal, departamento del Meta, subregión del Piedemonte llanero de Colombia, con condiciones de temperatura media de 25,1 °C, precipitación promedio es 4146 mm/año y elevación promedio del casco urbano de 525 msnm. De acuerdo con el último censo poblacional del 2018, el municipio cuenta con aproximada de 14462 habitantes, donde el 67 % habita la parte urbana y el 33 % está asentado en la zona rural y centros poblados [17]. Las actividades económicas principales corresponden a turismo, ganadería, porcicultura, agricultura y avicultura [18]. En la zona de estudio las oportunidades de desarrollo socioeconómico se caracterizan por girar en torno a la producción alimentaria y la explotación de recursos naturales [19].

Las unidades productivas objeto de estudio se distribuyen en las diferentes veredas del municipio, teniendo como criterio de selección la escala de la producción, en este caso pequeños productores de cacao que no sobrepasaran las cuatro hectáreas sembradas, teniendo en cuenta que los pequeños productores de cacao en Colombia cuentan con 3,3 hectáreas sembrada [20]. En la Tabla 1 se presentan las características principales de las unidades productivas objeto de la investigación. Las condiciones de selección en el estudio fueron: tener un área sembrada de cacao menor a 4 ha y realizar procesos de beneficio de cacao. Establecidas estas condiciones, se aplicó la entrevista en diecisiete unidades productivas. La información secundaria se tomó de informes institucionales y datos facilitados por la alcaldía municipal. Estas unidades productivas corresponden a fincas donde los agricultores realizan diferentes procesos de beneficio de cacao, caracterizándose por aplicar técnicas tradicionales en las diferentes etapas del beneficio y en algunos casos con baja tecnificación. Estas unidades son parte representativa de la producción agrícola local, y son indispensables para la economía familiar y del sustento de los pequeños productores.

2.2 Recolección de la información

La información primaria sobre los procesos en el beneficio del cacao en finca se recolectó mediante la herramienta de la entrevista semiestructurada, donde se obtiene la información a partir de un dialogo [21]. Se aplicaron un total de treinta y una preguntas abiertas. Los temas tratados en la entrevista semiestructurada estuvieron focalizadas a describir las características de la producción, como área sembrada, material, manejo agronómico, rendimiento, problemáticas, entre otras, y aspectos puntuales sobre cosecha, fermentación, secado y almacenamiento (ver Tabla 2). También se revisó información secundaria en portales de búsqueda científica como Research Gate y Google Scholar, y la base de datos Scopus. El principal criterio de inclusión de la búsqueda fue que las investigaciones se enfocaran en proceso de beneficio del cacao en finca y que el 80 % de los documentos consultados fueran de los últimos diez años; como criterios de exclusión de la información está que los trabajos traten a gran escala, o industrial, el beneficio del cacao.

Tabla 1. Localización de unidades productivas de cacao evaluadas y variedades/clones en Guamal, Meta (Colombia). Fuente: elaboración propia.

Unidad productiva	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Área cultivada (ha)	Variedades/clones cultivados
1	3°53'23,6"	73°44'31,5"	467	1	Criollo, CCN51, FEAR5
2	3°53'43,9"	73°47'13,0"	563	0,5	Híbrido, San Vicente 41, FEAR 5
3	3°56'30,8"	73°49'26,1"	783	1,5	Criollo, San Vicente 41, FEAR 5, CCN51
4	3°53'52,5"	73°47'04,1"	562	3,5	FEAR 5, Tame2, San vicente41
5	3°54'08,9"	73°47'19,8"	531	0,75	Híbrido, Tame2
6	3°52'50,7"	73°45'20,9"	493	1	Criollo, FEAR 5
7	3°54'13,4"	73°47'37,7"	589	4	Criollo, ICS1
8	3°52'42,7"	73°45'12,8"	481	2	Híbrido
9	3°53'38,3"	73°47'01,5"	568	4	Criollo
10	3°53'26,2"	73°44'29,9"	525	1,4	Híbrido, FEAR5, CCN51
11	3°53'57,0"	73°47'25,2"	535	1	FEAR5, ICS 1
12	3°53'08,7"	73°47'16,7"	535	1	Criollo, FEAR 5
13	3°53'24,1"	73°45'56,8"	535	1,3	Híbrido
14	3°49'53,9"	73°45'47,0"	485	1	CCN51, FEAR 5, San Vicente 41
15	3°50'32,39"	73°44'38,85"	470	0,5	San Vicente 41, ICS1
16	3°50'10,2"	73°44'58,5"	472	0,5	Tame 2, ICS1
17	3°49'45,1"	73°45'04,3"	470	2,5	Saravena 13, FEAR5, Tame 2, CCN51, San Vicente41

Tabla 2. Temas de interés en la recolección de la información asociados a las características y técnicas del beneficio de cacao en pequeños productores. Fuente: elaboración propia.

Ítem	Etapas	Temas de interés
1	Producción y cosecha	Área del cultivo Material sembrado Fuerza laboral Rendimiento del cultivo Número de plantas Materiales de cosecha
2	Fermentación	Sistema de fermentación Capacidad del sistema de fermentación Tiempo de fermentación Numero de volteos Seguimiento de la temperatura
3	Secado	Sistema de secado Tiempo de secado Influencia de las condiciones ambientales Verificación de humedad Problemas por hongos
4	Almacenamiento y comercialización	Tiempo de almacenamiento Cuarto de almacenamiento Material de empaque del grano

2.3 Análisis de la información

La finalidad de las entrevistas fue identificar los aspectos clave del proceso de beneficio del cacao en el municipio de Guamal, Meta. Con este fin, los resultados obtenidos se organizaron y se tabularon con la finalidad de realizar estadística descriptiva, donde se describieron parámetros sobre el conjunto de datos recolectados. El tratamiento de la información se realizó con el *software* Microsoft Excel®.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Generalidades

Las unidades productivas se ubican en altitudes que varían entre los 480 hasta los 783 msnm. La mayoría cuenta con vías de acceso en condiciones aceptables que les permite sacar su producción hasta los puntos de comercialización. La tenencia de la tierra corresponde en un 70 % a propietarios y el porcentaje restante corresponde a arrendatarios. Las unidades se caracterizan por poseer producciones diversificadas, donde se combina con otros cultivos agrícolas y producciones pecuarias. El área de cultivo de cacao promedio es de 1,66 ha, con áreas mínimas de 0,5 ha, las de mayor tamaño alcanzan 4 ha. La fuerza laboral corresponde en su mayoría a la familia, donde el trabajo de campo es realizado por los adultos mayores y mujeres, y en épocas de alta producción se incluye fuerza laboral externa contratada a jornales. El papel de la mujer rural es fundamental en las unidades productivas, ya que en el 53 % de estas hay participación directa en las labores culturales del cacao, siendo el apoyo de la mujer fundamental para que el sector cacaotero sea prospero en un futuro, resiliente en cuanto a factores como seguridad alimentaria, alivio a la pobreza rural, contribución a la economía y desarrollo de los países productores de cacao [22], [23].

En las unidades objeto de estudio se evidencia el acceso a fuentes hídricas, el 90 % de los pequeños productores cuenta con acueducto veredal, mientras que el porcentaje restante corresponde a pozos o aljibes de donde se extrae el recurso hídrico para su abastecimiento. Para el 23,5 % de los productores, los ingresos de la producción de cacao suplen el 100 % de su economía familiar, se obtienen productos secundarios derivados del cacao y se generan abonos orgánicos a partir de los residuos de cosecha. En la Figura 1 se evidencia los productos generados en finca que contribuyen en la economía familiar. El 47,1 % de los productores de la zona tienen una participación media en su economía y se complementa con actividades agropecuarias como la siembra de plátano, yuca, cítricos, cría de ganado y aves de corral; mientras que el 29,4% de los productores faltantes corresponde a una participación económica baja. Estos pequeños productores manifiestan que cuentan con empleos alternos a la producción de cacao y consideran el beneficio del cacao como un ingreso adicional. Se evidencia que la participación económica en las unidades productivas está relacionada con el área de cultivo siendo alta en producciones con mayor área sembrada. De acuerdo con [24], [25], los pequeños productores tienen el cacao como una alternativa de ingresos donde se aprovecha el área de tierra que poseen; sin embargo, otra parte de productores cuentan con empleos estables que les permiten cubrir sus necesidades básicas; por lo tanto, la subsistencia del cacaocultor se debe principalmente a ingresos externos como jornales y negocios informales.

Un estudio de caracterización socioeconómica y productiva del cultivo de cacao en el departamento de Santander (Colombia), desarrollado por [26], reportó que el área promedio de las plantaciones en la zona corresponde a 6,6 ha, presentando un rendimiento promedio

cercano a 500 kg/ha; además, señalan que la actividad productiva del cacao es complementada con otras actividades agropecuarias como frutales, hortalizas, aves de corral y ganadería. Estos autores muestran que la actividad productiva del cacao recae sobre pequeños agricultores, los cuales dependen, en gran medida, de la actividad económica del cacao. Con base en lo anterior, los resultados evidencian una similitud en factores como el complemento del cultivo de cacao con otras actividades, la fuerza laboral ejercida por personas adultas y valores de rendimiento cercanos a los 600 kg/ha. No obstante, en la presente investigación solo el 26 % tiene una dependencia alta sobre la actividad productiva del cacao.

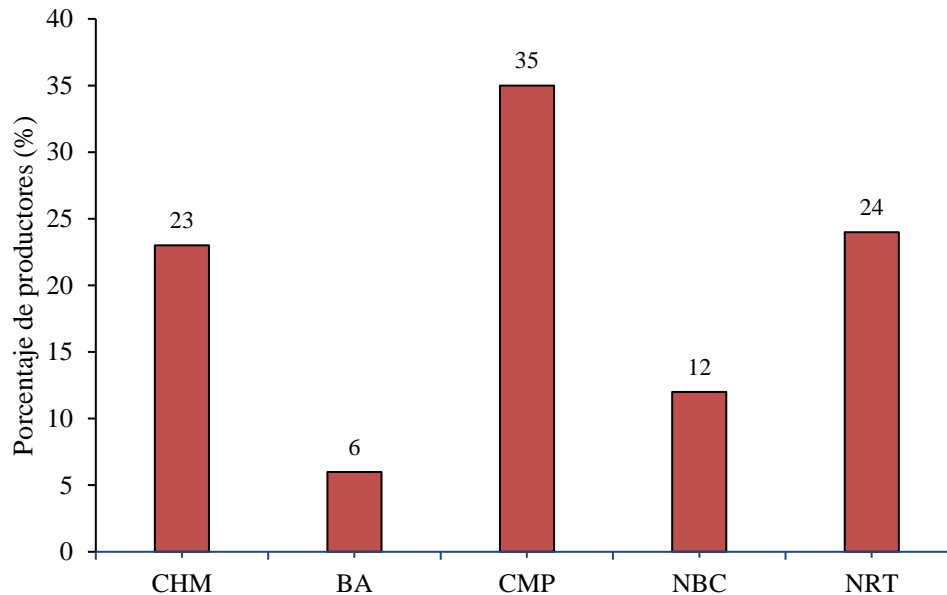


Figura 1. Productos transformados de cacao y porcentaje de productores que lo realizan
Nota: (CHM: chocolate de mesa), (BA: bebidas alcohólicas), (CMP: compostaje), (NBC: nibs de cacao), (NRT: no realizan transformación). Fuente: elaboración propia.

3.2 Producción y cultivo

Los productores en su mayoría logran diferenciar los materiales cultivados en sus parcelas; sin embargo, cerca del 20 % no lo logra, debido a que, en algunos casos, el cultivo ha sido heredado o donado a través de proyectos de entidades público-privadas. En el 100 % de las unidades productivas estudiadas se tienen más de una variedad, y algunas alcanzan a tener cinco variedades de cacao, tal como se presenta en la Figura 2. En la zona objeto de estudio se tiene un promedio de 0,64 ton/ha, siendo el rendimiento promedio en el departamento del Meta para el cultivo de cacao de 0,63 ton/ha [16]; ahora, solo el 65 % de los productores de la zona lleva registros de la producción, y cabe destacar que únicamente el 12 % de los productores cuenta con certificación de buenas prácticas agrícolas (BPA). De acuerdo con [27], en los departamentos del Meta y Guaviare se evidencia poco conocimiento en las etapas de cosecha, postcosecha y transformación, también mencionan que existen deficiencias en conocimiento sobre: densidad de siembra y diseño del cultivo. Los autores mencionan debilidades a la hora de identificar los clones sembrados, atributos sensoriales y la compatibilidad entre los mismos. De esta manera, se observa que el reconocimiento y manejo

de los clones es indispensable a la hora de implementar prácticas de cosecha y postcosecha, a fin de obtener un grano de buena calidad.

3.3 Cosecha

El proceso de cosecha de cacao es realizado en las fincas de acuerdo al volumen de producción y usualmente se realiza cada quince días, con el empleo de tijeras de poda para retirar los frutos del árbol, este ciclo de cosecha es cercano a los que mencionan [28], donde el proceso de cosecha debe realizarse cada diez días, tomando los frutos en estado de madurez, debido a que en esta etapa los azúcares presentes en el grano se encuentra en condiciones óptimas para iniciar los procesos fermentativos.

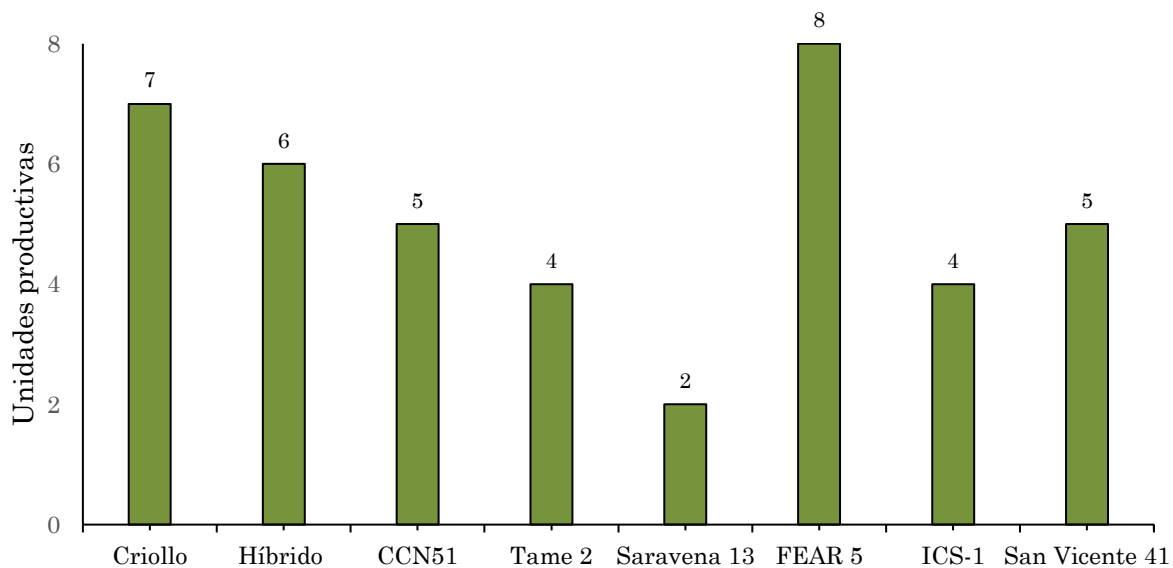


Figura 2. Variedades/clones de cacao cultivadas en las unidades productivas estudiadas

Fuente: elaboración propia.

Una vez cosechadas las mazorcas de cacao, los productores realizan una selección primaria de los frutos donde separan en una primera instancia los frutos enfermos. Los productores mencionan que son afectados principalmente por *Phytophthora palmivora* y *Moniliophthora roreri*. De acuerdo con [29], estas plagas afectan a los frutos de cacao y han aumentado la incidencia de frutos dañados en los últimos veinticinco años. Los frutos sanos y maduros son agregados al lote principal para iniciar con el proceso de extracción de las semillas de las mazorcas que luego serán llevadas al proceso de fermentación; para realizar este proceso, los productores emplean en su mayoría machetes o tijeras y se apoyan sobre bancos de madera. La fermentación se inicia una vez son extraídas las semillas de las mazorcas, este tiempo de espera no debe exceder las veinticuatro horas. Algunos productores cuentan con sistemas para escurrir el grano de cacao de donde obtienen el mucílago empleado para la producción de bebidas alcohólicas a partir de un proceso de fermentación.

De este proceso se obtiene como residuos las cáscaras o cacota, aprovechadas por el 41 % de los productores mediante un proceso de valorización a partir del compostaje, y se emplea como sustrato para los cultivos y, en ocasiones, es vendido a otros productores, mientras que el 59 % restante realiza la recolección y apilamiento de la cacota para posteriormente ser

agregadas al cultivo sin ningún tipo de proceso. De acuerdo con [30], esta práctica puede ser perjudicial para el cultivo debido a que puede convertirse en un foco de enfermedad y plagas. En Colombia se ha fomentado el aprovechamiento de residuos de las producciones agropecuarias, fortaleciendo así las prácticas sostenibles, como parte integral del desarrollo de los pequeños productores y claro ejemplo de economía circular [31].

3.4 Fermentación

El proceso de fermentación en las unidades productivas se lleva a cabo de manera tradicional, en algunos casos se emplean sistemas tecnificados, donde el principal factor para la implementación de los sistemas en las fincas corresponde a la capacidad económica de los productores. En las unidades estudiadas se identificaron un total de dos sistemas de fermentación: cajón de madera y lonas plásticas (ver Figura 3). El 82 % de los productores emplea cajones de madera, en la mayoría de los casos de cedro o cobo, con capacidad de fermentación que va desde los 35 kg hasta los 360 kg. El cajón de fermentación se caracteriza por tener compartimentos con la finalidad de realizar las remociones de la masa y, en algunos casos, los productores lo recubren con hojas de plátano. Los volteos del cacao en fermentación varían en algunos productores que lo realizan cada veinticuatro horas, otros cada cuarenta y ocho horas para el primer volteo y, posteriormente, cada veinticuatro horas para el siguiente volteo; otro grupo de productores realiza un volteo cada tres días hasta completar seis días.

Las herramientas empleadas para los volteos son diversas. El 47 % utiliza pala plástica, el 35 % pala de madera, el 5 % rastrillo y el 13 % restante no emplea volteos debido a que utilizan el sistema de lonas. El tiempo promedio de fermentación es de seis días. Para determinar el fin de la etapa de la fermentación los productores aplican métodos subjetivos, tales como revisar el cambio de color en la superficie de los granos, que cambia de blanco a tonos marrones [9].

El sistema de fermentación en lona plástica, empleado por el 18 % de los productores, se caracteriza por no realizar volteos. El tiempo de fermentación va de cuatro a cinco días, no se realizan recubrimientos para aumentar la temperatura del grano y a diferencia del sistema de fermentación en cajón de madera este se realiza al aire libre. La fermentación del grano de cacao es un proceso que ocurre de manera espontánea en el campo, principalmente es llevada a cabo por levaduras, bacterias ácido lácticas y bacterias ácido acéticas. Estos microorganismos, responsables de la fermentación, forman parte del ambiente cercano al cultivo [32], [33]. Las características finales del chocolate están ligadas al proceso fermentativo, donde incide la duración del proceso en días, la temperatura y la ubicación geográfica, variables que influyen sobre el sabor y la calidad del chocolate, por lo cual es un aspecto de calidad [34].

Una investigación realizada por [35], evaluó las prácticas postcosecha en una región de Ecuador y encontró tres sistemas de fermentación: costales de fique, lona plástica y cajón de madera, demostrando que el uso de cada sistema interviene en la calidad final del grano. Estos autores identificaron que en el sistema de cajón de madera y costal de fique se alcanza mayor temperatura comparado con la lona plástica. Esto se puede relacionar con la capacidad de cada material de retener el calor y las altas temperaturas se asocian con un óptimo grado de fermentación del grano, que otorga características de calidad debido a su acidez, amargor y astringencia. De esta manera, alternativas como el uso del costal de fique para el proceso de fermentación puede ser una opción de bajo costo para los pequeños productores de cacao.

La caracterización del proceso de beneficio del cacao desarrollado por [36], identificó las prácticas de beneficio en zonas cacaoteras del departamento de Arauca (Colombia). Estos

autores identificaron la implementación de sistemas de fermentación tales como: cajón de madera, cajón plástico, caneca plástica, costal y cajón de madera en escalera. Además, se menciona que los productores realizan un recubrimiento al sistema de fermentación, con la finalidad de conseguir una mayor temperatura, generalmente se emplean hojas de plátano o lonas plásticas. Los resultados obtenidos en la presente investigación coinciden con la implementación de los sistemas de cajón de madera y lona plástica, además de la aplicación de los recubrimientos del sistema de fermentación. Sin embargo, los demás sistemas no fueron identificados en las unidades productivas del estudio, los resultados obtenidos coinciden en que las dimensiones y las capacidades de los sistemas implementados en las unidades productivas están ligados al tamaño del cultivo y a la capacidad económica de los cacaocultores.



Figura 3. Sistemas de fermentación de cacao, A) Cajón de madera, B) Lona plástica
Fuente: elaboración propia.

3.5 Secado

En el proceso de secado del grano se encontraron tres sistemas: al aire libre, casa Elba y marquesina (ver Figura 4), donde el 64 % de los productores emplean sistema de marquesina, el 29 % sistema de casa Elba y 7 % restante realizan el secado al sol, mientras que los productores que emplean sistemas con un mayor grado de tecnificación, como la marquesina, en su mayoría pertenecen a asociaciones de productores favorecidas por proyectos de fomento.

El rendimiento y la calidad del secado depende de las condiciones ambientales. En época seca, el promedio de días de secado es de 4,59 días, mientras que en época húmeda el promedio es de 12,2 días, esto se evidencia en el aspecto y la calidad del grano. Los productores manifiestan que en época húmeda el grano tiende a tener un endurecimiento y, en ocasiones, una reducción del tamaño del grano, lo que afecta directamente el rendimiento del proceso. Variables como la temperatura y la humedad inciden en el contenido y tamaño del grano. En humedad superior al 8 % se presenta la aparición de hongos; sin embargo, valores de humedad muy bajos < 6 % pueden ocasionar menores rendimientos debido al quiebre del grano [37].

La aparición de hongos en el grano es un problema que predomina en el 47 % de las unidades productivas. En el proceso de secado, el productor no cuenta con técnicas precisas para medir la humedad del grano y su determinación se basa en métodos subjetivos, tales

como el sonido de los granos o triturar la cáscara, por esto la presencia de hongos en el grano es común en las unidades productivas del estudio. En el estudio de [38] se informó que el porcentaje de granos infectados por especies fúngicas puede alcanzar hasta un 45 %. Esto ocurre cuando aún hay mucílago sin fermentar, ya que este sirve como sustrato para dichas especies. Además, los valores altos de humedad contribuyen a esta problemática. El estudio también destaca que el número de granos afectados aumenta durante las etapas de secado y almacenamiento. Con base en lo anterior, se evidencia en las unidades productivas la deficiencia en aplicación de buenas prácticas postcosecha por parte de los pequeños productores; de esta manera se reafirma la necesidad de capacitación y fortalecimiento de sus capacidades técnicas.

En el departamento de Arauca [36] se evidenció la implementación de tres sistemas de secado: tendal, marquesina y casa Elba. Los sistemas son hechos de madera y pueden tener varias bandejas. El sistema más empleado en la zona corresponde al sistema de casa Elba, seguido por el tendal y, en último lugar, la marquesina. Los autores afirman que los factores socioeconómicos y culturales inciden en la implementación de estos sistemas en las fincas; también se menciona la falta de prácticas como la clasificación del grano, según su tamaño, y retirar impurezas. En contraste con la presente investigación, el sistema más utilizado en la zona de Guamal es la marquesina, seguido por la casa Elba. Cabe destacar que los materiales empleados no varían significativamente de una zona a otra. De esta manera, se evidencia que la falta de buenas prácticas postcosecha es una constante en zonas como el Meta y Arauca, donde el pequeño productor no recibe los incentivos necesarios que motiven a la obtención de un grano de calidad óptima.



Figura 4. Sistemas de secado. A) Sistema de marquesina, B) Secado al sol C) Sistema de casa Elba
Fuente: elaboración propia.

3.6 Almacenamiento y comercialización

El 76 % de las unidades productivas hacen almacenamiento de los granos de cacao seco. Esta actividad la realizan en costales de fique y lona plástica. El 24 % no realiza almacenamiento debido a que una vez está seco es llevado a centros de acopio. Los pequeños productores manifiestan que no almacenan debido a la necesidad de vender el grano o por la carencia de espacio; solamente el 17 % cuenta con un cuarto destinado únicamente al almacenamiento del grano. El 67 % de los productores vende el grano a intermediarios ubicados en la cabecera municipal, mientras que el 33 % lo vende a cooperativas o asociaciones donde se acopia el grano para ser revendido a grandes comercializadores. Los

pequeños productores de cacao son el primer eslabón de cadena de comercialización, inicialmente venden a intermediarios quienes buscan al agricultor para asegurar el producto. Estos distribuyen a grandes mayoristas, los cuales finalmente venden a los principales exportadores, lo que genera un menor margen de ingresos para los pequeños agricultores [39], [40].

En la zona de estudio se cuenta con cooperativas y asociaciones que acopian el cacao procedente de las fincas productoras, con la finalidad de realizar procesos de transformación y de reventa a grandes acopiadores para exportación. Es importante resaltar que en las unidades productivas no se tienen implementadas las buenas prácticas postcosecha, debido a que no existe un valor diferencial en la comercialización. De acuerdo con [41], aproximadamente el 70 % de los procesos de comercialización del cacao se realizan por medio de centros de comercialización, ubicados en los centros poblados, y que el 20 % de estos procesos es realizado por acopiadores, quienes sostienen una relación comercial con el pequeño agricultor. En las unidades productivas se observa que los procesos elaborados se realizan de manera tradicional, sin un grado de tecnificación y, en la mayoría, se carece de preocupación por la calidad final del grano; además, los agricultores afirman que no reciben los incentivos suficientes para realizar una mayor inversión en los sistemas de beneficio del cacao. Los pequeños productores de cacao cuentan con escasas condiciones para la transformación del grano, debido a la inexistencia de una diferenciación en el precio basado en la calidad, esto influye de manera significativa en la motivación para producir un cacao de calidad. A pesar del incremento en los precios, los pequeños productores no obtienen un margen de ganancias suficiente, finalmente estos son aspectos que influyen en que no se mejoren las técnicas de beneficio de cacao en las pequeñas producciones [9].

4. CONCLUSIONES

Los productores de cacao a pequeña escala del municipio de Guamal, Meta, cuentan con diversas variedades de cacao, que, en algunos casos, no diferencian o no reconocen en su unidad productiva. El beneficio del cacao se realiza principalmente de manera tradicional. La fuerza laboral está conformada por el grupo familiar, especialmente por las personas de mayor edad. Se identificó que los productores de cacao realizan el proceso de fermentación mediante cajones de madera y lonas plásticas. El proceso de secado es llevado a cabo mediante tres sistemas: casa Elba, marquesina y secado al sol. A través de este estudio se encontró que no se implementan buenas prácticas en procura de garantizar la calidad final del grano, debido a que en la comercialización no hay criterios claros de calidad-precio, situación que desmotiva a la implementación de prácticas adecuadas en el beneficio del cacao a pequeña escala. Una parte de los productores realizan procesos de transformación del cacao a fin de generar valor agregado a su producción. La información obtenida en la presente investigación puede servir como línea base para la formulación de planes, proyectos y capacitaciones, orientados al fortalecimiento de las capacidades técnicas y productivas de los pequeños cacaocultores, con el propósito de generar un cacao de óptima calidad. Son necesarios estudios de laboratorio para conocer la calidad del cacao de acuerdo con los sistemas aplicados en las fincas.

5. AGRADECIMIENTOS Y FINANCIACIÓN

Los autores agradecen a los productores de cacao de la región de Guamal, en el departamento del Meta, por su disposición, y al grupo de estudio en Gestión Ambiental Sostenible del Instituto de Ciencias Ambientales de la Universidad de los Llanos.

CONFLICTOS DE INTERÉS DE LOS AUTORES

Se declara que no existe conflicto de interés, ya sea financiero, profesional o personal, que pueda influir de forma inapropiada en los resultados obtenidos en la investigación.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Andrés Felipe Góngora-Duarte y Francisco José Morales-Espitia participaron en la construcción metodológica, ejecución, análisis de datos y redacción del manuscrito. Juan Manuel Trujillo-González y Marco Aurelio Torres-Mora contribuyeron en la revisión metodológica, seguimiento en la ejecución, revisión de los datos y revisión final del manuscrito.

6. REFERENCIAS

- [1] S. P. Akoa, P. E. Onomo, J. M. Ndjaga, M. L. Ondobo, and P. F. Djougoue, "Impact of pollen genetic origin on compatibility, agronomic traits, and physicochemical quality of cocoa (*Theobroma cacao* L.) beans," *Sci Hort*, vol. 287, p. 110278, Sep. 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110278>
- [2] M. Franzen and M. Borgerhoff Mulder, "Ecological, economic and social perspectives on cocoa production worldwide," *Biodivers Conserv*, vol. 16, pp. 3835–3849, Jun. 2007. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-007-9183-5>
- [3] E. Solórzano Chavez, C. Nicklin, F. Amores Puyutaxi, J. Jiménez Barragan, and S. Barzola Miranda, "Comparación sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del Ecuador," *Ciencia y Tecnología*, vol. 8, no. 1, pp. 37–47, Dec. 2015. <http://dx.doi.org/10.18779/cyt.v8i1.142>
- [4] A. C. Aprotosoai, S. V. Luca, and A. Miron, "Flavor Chemistry of Cocoa and Cocoa Products-An Overview," *Compr Rev Food Sci Food Saf*, vol. 15, no. 1, pp. 73–91, Jan. 2016. <http://dx.doi.org/10.1111/1541-4337.12180>
- [5] N. N. Suh and E. L. Molua, "Cocoa production under climate variability and farm management challenges: Some farmers' perspective," *J Agric Food Res*, vol. 8, p. 100282, Jun. 2022. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100282>
- [6] L. Batista, *Guía Técnica el Cultivo de Cacao en la República Dominicana*, Santo Domingo, República Dominicana: Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, 2009.
- [7] M. Arvelo, T. Delgado, S. Maroto, J. Rivera, I. Higuera, and A. Navarro, *Estado actual sobre la producción y el comercio del cacao en América*, San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2016.
- [8] G. Schroth, P. Läderach, A. I. Martínez-Valle, and C. Bunn, "From site-level to regional adaptation planning for tropical commodities: cocoa in West Africa," *Mitig Adapt Strateg Glob Chang*, vol. 22, pp. 903–927, Mar. 2016. <http://dx.doi.org/10.1007/s11027-016-9707-y>
- [9] S. Escobar, M. Santander, and P. Useche, C. Contreras, and J. Rodríguez, "Aligning Strategic Objectives with Research and Development Activities in a Soft Commodity Sector: A Technological Plan for Colombian Cocoa Producers," *Agriculture*, vol. 10, no. 5, p. 141, Apr. 2020. <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture10050141>

- [10] M. Scudder, N. Wampe, Z. Waviki, G. Applegate, and J. Herbohn, "Smallholder cocoa agroforestry systems; is increased yield worth the labour and capital inputs?," *Agric Syst*, vol. 196, p. 103350, Feb. 2022. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103350>
- [11] I. Abdulai *et al.*, "Variations in yield gaps of smallholder cocoa systems and the main determining factors along a climate gradient in Ghana," *Agric Syst*, vol. 181, p. 102812, May 2020. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102812>
- [12] W. Ballesteros Possú, J. F. Navia, and J. G. Solarte, "Socio-economic characterization of the traditional cacao agroforestry system (*Theobroma cacao* L.)," *Revista de Ciencias Agrícolas*, vol. 38, no. 2, pp. 17–35, Sep. 2021. <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.213802.156>
- [13] W. A. Asante, E. Acheampong, E. Kyereh, and B. Kyereh, "Farmers' perspectives on climate change manifestations in smallholder cocoa farms and shifts in cropping systems in the forest-savannah transitional zone of Ghana," *Land Use Policy*, vol. 66, pp. 374–381, Jul. 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.05.010>
- [14] S. Rojas González, A. Pesca Moreno, M. Tarazona Yanes, C. L. Calderón Medina, and P. C. Zapata Arango, *CACAO Agricultura climáticamente inteligente con énfasis en agroforestería: Experiencias en el Ariari, Meta, Colombia*, Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria., 2019. <http://dx.doi.org/10.21930/agrosavia.institucional.7403152>
- [15] F. Ríos, A. Ruiz, J. Lecaro, and C. Rehpani, *Estrategias país para la oferta de cacao especiales -Políticas e iniciativas privadas exitosas en el Perú, Ecuador, Colombia y República Dominicana*, Bogotá, Colombia: Fundación Swisscontact Colombia, 2017. https://www.swisscontact.org/Resources/Persistent/b/7/9/0/b7909c63ce01d3c0333defd340188b15376359d7/Estrategias_pais_para_la_oferta_de_cacaos_especiales.pdf
- [16] MADR, "Cadena Productiva Cacao-Área, producción y rendimiento. Colombia Da-tos Abiertos," <https://sioc.minagricultura.gov.co/DocumentosContexto/S4128-Plan%20OP%20Cacao%202020.pdf>
- [17] DANE, "Censo Nacional de Población y Vivienda." 2018.
- [18] J. S. Castelblanco and Y. L. Orjuela, "Diseño de una herramienta de verificación del desarrollo económico y ambiental sustentable en el municipio de Guamal – Meta," (Trabajo de grado), Facultad de Ciencias Empresariales, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Villavicencio, 2014. <http://hdl.handle.net/10656/3080>
- [19] J. A. López Guerrero and N. Agudelo Guerra, "Identificación y seguimiento de oportunidades de desarrollo socioeconómico, humano, integral y sustentable alrededor de la producción alimenticia en los municipios de Guamal, Cubarral Villavicencio en el departamento del Meta", Facultad de Economía, Empresa y Desarrollo Sostenible, Universidad de La Salle, Colombia, 2015. https://ciencia.lasalle.edu.co/contaduria_publica/103
- [20] E. L. Osorio Arias, "Caracterización de los Productores de Cacao (*Theobroma Cacao*) del Municipio de Marquetalia, Caldas," (Trabajo de grado), Facultad Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas, Manizales, 2022. <https://repositorio.ucaldas.edu.co/handle/ucaldas/17373>
- [21] G. Tonon de Toscano, "La entrevista semi-estructurada como técnica de investigación." 2009.
- [22] M. A. Torres-Mora, M. Á. Venegas-Rojas, N. A. Tovar-Hernández, J. A. Rojas-Bernal, I. A. Praga Nagai, and J. M. Trujillo González, "100 mujeres: una iniciativa de educación ambiental con perspectiva de género," *Rev. Luna azul*, no. 36, pp. 26-39, Jun. 2013. Disponible en: <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/lunazul/article/view/1657>
- [23] M. Kuhn, L. Tennhardt, and G. A. Lazzarini, "Gender Inequality in the Cocoa Supply Chain: Evidence from Smallholder Production in Ecuador and Uganda," *World Development Sustainability*, vol. 2, p. 100034, Jun. 2023. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wds.2022.100034>
- [24] S. Barrezueta-Unda and A. Paz González, "Caracterización de la sostenibilidad en función de aspectos socioeconómicos del sistema agrario cacao en la provincia de El Oro, Ecuador," *Revista científica Agroecosistemas*, vol. 5, no. 1, pp. 6-16, Jun. 2017. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/93/129>
- [25] O. Parada-Gutiérrez and R. L. Veloz-Cordero, "Análisis socioeconómico de productores de cacao, localidad Guabito, provincia Los Ríos, Ecuador," vol. 27, no. 1 pp. 1–17, Jan. 2021. <https://www.redalyc.org/journal/1815/181565709001/html/>
- [26] M. Pabón, "Caracterización socio-económica y productiva del cultivo de cacao en el departamento de Santander (Colombia)," *Revista Mexicana de Agronegocios*, vol. 38, pp. 283-294, Jun. 2016. <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.22004/ag.econ.239289>
- [27] G. A. Gutiérrez García, I. Gutiérrez-Montes, H. E. Hernández Núñez, J. C. Suárez Salazar, and F. Casanoves, "Relevance of local knowledge in decision-making and rural innovation: A methodological proposal for leveraging participation of Colombian cocoa producers," *J Rural Stud*, vol. 75, pp. 119–124, Apr. 2020. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.01.012>

- [28] L. X. Parra Forero, E. Molano Rojas, and D. I. Betancur Vanegas, “Estudio De Caso Sector Primario, Cosecha Y PosCosecha Del CACAO,” (Diplomado de profundización para grado), Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2021.
- [29] J. Alomía, C. Alomía, and B. Vega, “Carmenta foraseminis Eichlin y Phytophthora palmivora en frutos de Theobroma cacao L. en Satipo, Perú,” *Manglar*, vol. 18, no. 3, pp. 283–288, Sep. 2021. <http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2021.037>
- [30] F. Lu *et al.*, “Valorisation strategies for cocoa pod husk and its fractions,” *Curr Opin Green Sustain Chem*, vol. 14, pp. 80–88, Dec. 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cogsc.2018.07.007>
- [31] D. N. de Planeación, “Bioeconomía y sectores potenciales en Colombia Resumen. Recuperado de Departamento Nacional de Planeación,” <https://www.unilibre.edu.co/pereira/imagenes/biotecnologia/pdf/9-resumenbiointropic.pdf>
- [32] L. De Vuyst and F. Leroy, “Functional role of yeasts, lactic acid bacteria and acetic acid bacteria in cocoa fermentation processes,” *FEMS Microbiol Rev*, vol. 44, no. 4, pp. 432–453, May. 2020. <http://dx.doi.org/10.1093/femsre/fuaa014>
- [33] C. Díaz-Muñoz *et al.*, “An in-depth multiphasic analysis of the chocolate production chain, from bean to bar, demonstrates the superiority of *Saccharomyces cerevisiae* over *Hanseniaspora opuntiae* as functional starter culture during cocoa fermentation,” *Food Microbiol*, vol. 109, p. 104115, Feb. 2023. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2022.104115>
- [34] D. T. Nguyen *et al.*, “A method for non-destructive determination of cocoa bean fermentation levels based on terahertz hyperspectral imaging,” *Int J Food Microbiol*, vol. 365, p. 109537, Mar. 2022. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109537>
- [35] S. Streule, S. Freimüller Leischfeld, M. Galler, and S. Miescher Schwenninger, “Monitoring of cocoa post-harvest process practices on a small-farm level at five locations in Ecuador,” *Heliyon*, vol. 8, no. 6, p. e09628, Jun. 2022. <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09628>
- [36] L. M. Cardona Velásquez, E. Rodríguez-Sandoval, and E. M. Cadena Chamorro, “Diagnóstico de las prácticas de beneficio del cacao en el departamento de Arauca,” *Rev Lasallista Investig*, vol. 13, no. 1, pp. 94–104, 2016. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69545978009>
- [37] G. C. Chire, P. A. Verona, and J. H. Guzmán, “Cambios en el color durante el beneficio del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) peruano procedente de Piura,” *Cienc. Invest.*, vol. 19, no. 1, pp. 29–34, Aug. 2017. <http://dx.doi.org/10.15381/ci.v19i1.13625>
- [38] E. I. Champion Martínez, “Estudio de la dinámica de microorganismos (bacterias, levaduras y hongos filamentosos) que influyen en la contaminación del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) con Ocratoxina A (OTA),” (Tesis doctoral), Instituto Tecnológico de Veracruz, México, 2017. <https://agritrop.cirad.fr/585157/>
- [39] J. A. M. Rodríguez J. Quijano, “Estudios Industriales, Orientación Estratégica para la toma de decisiones, Industria de Cacao.” 2016.
- [40] E. Romero-Cárdenas, M. Fernández-Ronquillo, J. Macías-Onofre, and K. Zúñiga-Gurumendi, “Producción y comercialización del cacao y su incidencia en el desarrollo socioeconómico del cantón Milagro,” *Revista Ciencia UNEMI*, vol. 9, no. 17, pp. 56–64, Jan. 2016. <https://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/251/234>
- [41] D. Oliveros and S. Pérez, “Medición de la competitividad de los productores de cacao en una región de Santander – Colombia,” *Revista Le Bret*, no. 5, Jan. 2023. <http://dx.doi.org/10.15332/rl.v0i5.832>