



UNIVERSIDAD DE LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL

(UCI)

ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE TRAZABILIDAD EN CADENA DE BLOQUES PARA LA GESTIÓN DE LA INOCUIDAD EN UNA CADENA DE ABASTECIMIENTO DE CACAO.

LAURA REÑAZCO MARTÍNEZ

PROYECTO FINAL DE GRADUACION PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE MÁSTER EN GERENCIA DE PROGRAMAS SANITARIOS EN INOCUIDAD DE ALIMENTOS

SAN JOSE, COSTA RICA

Febrero, 2021



UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue Aprobado por la Universidad como Requisito parcial para optar al grado de Máster en Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos.

Dr. Félix Modesto Cañet Prades

TUTOR

MSc. Ana Cecilia Segreda Rodríguez

LECTORA

Laura Reñazco Martínez

SUSTENTANTE

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi mamá y a mi papá por todo lo que me han dado en la vida y por su amor incondicional.

RECONOCIMIENTOS

A todas las personas que de una u otra manera me ayudaron en la construcción de este trabajo, entre las que destaco:

A don Martín Chacón Outten por brindarme el espacio para la realización de este trabajo.

Al profesor Dr. Félix Cañet Prades por su guía a lo largo de este proceso, por compartir su experiencia y conocimiento.

A la profesora MSc. Ana Cecilia Segreda, por su guía, empuje y su apoyo para que finalice esta maestría.

A Jimmy, por su amor, compañía y comprensión.

Y finalmente, pero no en menor medida, a mi familia, por estar siempre allí para mí.

INDICE DE CONTENIDO	PAG
DEDICATORIA	iii
RECONOCIMIENTOS	iv
INDICE DE ABREVIACIONES.....	ix
RESUMEN EJECUTIVO	xii
INTRODUCCION.....	15
1.1 El cultivo de Cacao en Costa Rica.....	15
1.1.1 Generalidades históricas y retos comerciales	15
1.1.2 Importancia de la trazabilidad para la inocuidad y calidad del cacao	16
1.2 Objetivos	20
2. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1 Estado actual de la cadena de abastecimiento del cacao costarricense:	21
2.2 Importancia de la Trazabilidad en la gestión de la Inocuidad/calidad alimentaria	22
2.3 Beneficios de la trazabilidad.....	27
2.4 Diseño del sistema de trazabilidad.....	30
2.5 La Cadena de abastecimiento del Cacao	35
2.6 La Tecnología de Cadena de Bloques.....	38
2.6.1 Generalidades.....	38
2.6.2 Contratos inteligentes, IoTs y Tokens:	47
2.6.3 Tipos de Cadenas de Bloques y plataformas	48
2.6.4 Capas de una Cadena de Bloques	50

2.6.5 Aplicación de la Cadena de Bloques en la trazabilidad del cacao y cadenas alimentarias	51
3. METODOLOGIA.....	53
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
5. CONCLUSIONES:.....	130
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	133
7. ANEXOS	142

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Comparación entre el sistema de trazabilidad convencional y la cadena de bloques (CB).....	40
Figura 2 Representación gráfica de los sistemas centralizados, descentralizados y distribuidos.....	41
Figura 3 Diagrama de un sistema de Bloques.....	42
Figura 4 Composición de los bloques o unidades de una cadena de bloques	43
Figura 5 Representación de las actividades que integran el proceso de validación de un bloque para ser añadido a una cadena de bloques.	46
Figura 6. Ejemplo de una arquitectura simple y genérica de una cadena de bloques.	51
Figura 7. Vista esquemática del sistema de trazabilidad transparente y voluntario de cadena de bloques para el abastecimiento del cacao.	57
Figura 8 Cadena de abastecimiento del cacao y comercialización de los subproductos y productos terminados del cacao de la empresa.	58
Figura 9 Cadena de Abastecimiento de cacao y los actores de la cadena.	60
Figura 10 Utilización del clon R-1 en una plantación joven de Cacao en el Pacífico sur.	66
Figura 11 Sistema de fermentación de 3 cajones y uso de hojas de plátano en la.....	72
Figura 12 Mesa de secado con cacao en proceso de secado.	73
Figura 13 Estiba de cacao clasificado por calidad en instalación del proveedor (izquierda) y secador de aire caliente utilizado para el secado del cacao (derecha).	75
Figura 14 Acceso de los consumidores a la información de la cadena de bloques.	128

INDICE DE CUADROS

<u>Cuadro I. Dimensiones de la trazabilidad.....</u>	<u>30</u>
<u>Cuadro II. Principales características de los 4 tipos de cadena de bloques.....</u>	<u>46</u>
<u>Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la Cadena de Abastecimiento (CA).....</u>	<u>79</u>
<u>Cuadro IV. Identificación de ECT, URT utilizando los estándares GS1 para un sistema de trazabilidad de la CA del cacao.....</u>	<u>101</u>
<u>Cuadro V. Identificación de ECT, UTR Y EDC utilizando los estándares GS1 para un sistema de trazabilidad de la CA del cacao.....</u>	<u>104</u>
<u>Cuadro VI. Requerimientos de Inocuidad, calidad y sostenibilidad incluidos en datos externos del sistema de trazabilidad propuesto.....</u>	<u>107</u>
<u>Cuadro VII. Identificación de la información de inocuidad por ECT.....</u>	<u>108</u>
<u>Cuadro VIII. Identificación de la información de calidad por ECT</u>	<u>113</u>
<u>Cuadro IX. Identificación de la información de Sostenibilidad social y medio ambiente por ECT.....</u>	<u>115</u>

INDICE DE ABREVIACIONES

API	Interfaz de programación de aplicaciones (por sus siglas en inglés)
A_w	Actividad del agua
BPCS	Policlorobifenilos (por sus siglas en inglés)
BRC	Consortio de Detallistas Británico (por sus siglas en inglés)
CA	Cadena de Abastecimiento
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CAOBISCO	Asociación Europea de Chocolatería, Galletas y Confitería (por sus siglas en francés)
CB	Cadena de Bloques
CI	Contrato Inteligente
CIC	Comisión Interinstitucional de Cacao
CIDE	Centro de Investigación y Docencia en Educación
DLT	Tecnología distribución de registros (por sus siglas en inglés)
DPoS	Prueba de participación delegada (por sus siglas en inglés)
EAN	número de artículo europeo (por sus siglas en inglés)
ECA	Asociación Europea de Chocolatería (por sus siglas en inglés)
ECT	Evento Crítico de Trazabilidad
EDC	Elementos de datos clave
EE. UU.	Estados Unidos de Norteamérica
EM	Microorganismos eficientes (por sus siglas en inglés)

EPCIS	Servicios de Información de Código de Producto Electrónico
FCC	Federación del Comercio del Cacao
FDA	Administración de Medicamentos y Alimentos (por sus siglas en inglés)
FSMA	Ley de Modernización de Inocuidad de los Alimentos (por sus siglas en inglés)
GSI	Estándares Mundiales Uno (por sus siglas en inglés)
GDSN	Red global de sincronización de datos (por sus siglas en inglés)
GDTI	Identificador de tipo de documento global (por sus siglas en inglés)
GIAI	Identificador global de activos individuales (por sus siglas en inglés)
GPS	Sistema de posicionamiento global (por sus siglas en inglés)
GLN	Número de ubicación global (por sus siglas en inglés)
GTIN	Número de artículo comercial global (por sus siglas en inglés)
HACCP	Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (por sus siglas en inglés)
HAP	Hidrocarburos aromáticos policíclicos
IFS	Estándar Internacional de Alimentos (por sus siglas en inglés)
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INTECO	Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (
IoT	Internet de las cosas (por sus siglas en inglés)
LPoS	Prueba de participación alquilada (por sus siglas en inglés)
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería

MEIC	Ministerio de Economía, Industria y Comercio
MH	Ministerio de Hacienda
MS	Ministerio de Salud
OTA	Ocratoxina A
PCC	Punto Crítico de Control
Pol	Prueba de importancia (por sus siglas en inglés)
PoS	Prueba de participación (por sus siglas en inglés)
PoW	Pruebas de trabajo
RFID	Identificación por radio frecuencia (por sus siglas en inglés)
SAFA	Evaluación de la Sostenibilidad de los Sistemas Alimentarios y Agrícolas (por sus siglas en inglés)
SEPSA	Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria
SNITTA	Sistema Nacional Investigación y Transferencia Tecnología Agropecuaria
SQF	Alimentos Seguros de Calidad (por sus siglas en inglés)
URT	Unidad de recursos trazable

RESUMEN EJECUTIVO

El cultivo del cacao fue uno de los principales productos agrícolas de Costa Rica en el siglo XVII. Las condiciones geográficas, climáticas y calidad del suelo del país permiten la producción de cacao de alta calidad, por lo que se convirtió en uno de los principales productos de exportación en ese momento. Sin embargo, esta actividad agrícola fue desincentivada por diversas razones entre las que se sobresalen la aparición del hongo *Moniliophthora roreri* (Cif.) H.C. Evans, Stalpers, Samson & Benny, la caída del precio internacional y la antigüedad de los sembradíos.

El gobierno costarricense tiene actualmente el objetivo de incentivar el cultivo del cacao, debido a su potencial para el desarrollo de negocios inclusivos y estrategias de producción sostenibles, en términos sociales, económicos y ambientales. Para lograrlo, será necesario adecuarse a los nuevos estándares de inocuidad y calidad que hoy son requisitos para la comercialización nacional e internacional de alimentos.

El objetivo general del presente trabajo es elaborar un sistema de trazabilidad en cadena de bloques, para la gestión de la inocuidad en una cadena de abastecimiento de cacao en Costa Rica. El sistema podrá ser una herramienta que permita aportar soluciones al sector en temas de transparencia, confianza entre los actores y visibilidad de inicio a fin de las transacciones comerciales.

Los objetivos específicos son: a) aplicar un diagnóstico de la inocuidad y calidad en la cadena cacaotera de Costa Rica, para obtener el estado vigente del sistema de gestión y b) analizar el estado vigente del sistema de gestión de la cadena cacaotera de Costa Rica para proponer un sistema de trazabilidad en una cadena de bloques.

La metodología aplicada incluyó la revisión bibliográfica de literatura especializada en el cultivo del cacao, inocuidad, calidad, trazabilidad y tecnología de cadena de bloques. Se incluyeron visitas a fincas, a la industria y al comercio en donde se pudo observar de primera mano las prácticas implementadas. Esta información permitió identificar a los actores y caracterizar los eslabones de la cadena de abastecimiento.

Se investigaron las normas de inocuidad y calidad, recomendaciones para la producción y los requisitos legales relacionados con inocuidad y calidad para cada eslabón. La información fue utilizada para realizar un análisis de peligros de inocuidad y calidad en la cadena.

El análisis de la información recolectada permitió construir un sistema de trazabilidad que utiliza el estándar GS1, el cual es compatible con la tecnología de bloques. Finalmente, se analizó y definió el tipo de cadena de bloques apropiada

para la cadena de abastecimiento del cacao, tomando en consideración las oportunidades de mejora que hay en el sector.

El resultado de este trabajo permitió identificar a productores, acopiadores, industriales, distribuidores, detallistas y consumidores como sus actores. Los eslabones son la Producción del cacao seco, Acopio del grano seco, Industrialización, Distribución y Comercialización.

Se realizó el análisis de peligros de inocuidad y calidad para la cadena de abastecimiento de cacao. Se encontró que el eslabón de producción de cacao en grano seco (cultivo, extracción y beneficio) tiene el potencial de introducir peligros. Durante el cultivo es posible la incorporación de metales pesados provenientes de los agroquímicos y de la bacteria *Salmonella* spp. Durante la etapa de extracción la incorporación de *E. coli* O157:H7. En la etapa de Beneficiado, al igual que en el eslabón de Acopio, se identificaron peligros químicos por la producción de aflatoxinas, ocratoxina y la introducción de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP). Por su parte en el chocolate procesado, están presentes los peligros de *Salmonella* spp, aflatoxinas y ocratoxinas por deficiencias en el procesamiento. En lo referente a la calidad, ésta se identificó a la escogencia de la variedad genética del cacao, la operación de fermentado, el secado y el tostado como los principales responsables de la generación del sabor y aroma del cacao. Durante la distribución y comercialización, es la fluctuación de la temperatura de almacenamiento la principal causa de problemas de floración de la grasa y el azúcar en el chocolate.

Para la elaboración del sistema de trazabilidad, se utilizó el estándar GS1 para la identificación de las locaciones, activos y unidades de recurso trazable (UTR). La tecnología de las cosas IoT se utilizó para la identificación y toma de datos objetiva. Los eventos críticos de trazabilidad (ECT) son los eslabones de la cadena de abastecimiento y los transportes realizados entre éstos. Cada ECT cuenta con elementos de datos claves (EDC) que corresponden a las características que impactan la inocuidad, calidad y el cumplimiento legal, social y ambiental.

Se trabajó el sistema de trazabilidad utilizando una cadena de bloques pública con contratos inteligentes (CI). Los CI son una herramienta para el monitoreo del uso de sustancias restringidas y la verificación automática de cumplimiento de estándares y condiciones previamente acordadas entre los actores. Esto brinda al sistema de trazabilidad las características de inmutabilidad, democratización de la información y objetividad, aumentando la confianza y la transparencia en la cadena.

Se recomienda utilizar en los acuerdos comerciales entre eslabones los EDC identificados en este trabajo, debido a su impacto en la inocuidad y calidad del grano de cacao seco y del chocolate. La legislación y normas identificadas podrán brindar una referencia para definir los valores de aceptación y rechazo de estos criterios.

Palabras claves: Cadena de Bloques, trazabilidad, Cacao, Calidad, Inocuidad alimentaria

EXECUTIVE SUMMARY

The cultivation of cocoa was one of the main agricultural products of Costa Rica in the seventeenth century. The country's geographical, climatic and soil quality conditions allow the production of high-quality cocoa, which is why it became one of the main export products at that time. However, this agricultural activity was discouraged for various reasons, but mainly by the appearance of the fungus *Moniliophthora roreri* (Cif.) H.C. Evans, Stalpers, Samson & Benny, the fall in international prices and the age of the crops.

The Costa Rican government currently has the objective of encouraging the cultivation of cocoa, due to its potential for the development of inclusive businesses and sustainable production strategies, in social, economic, and environmental terms. To achieve this, it will be necessary to adapt to the new standards of safety and quality that today are requirements for national and international food marketing.

The general objective of this work is to develop a blockchain traceability system for the management of food safety and quality in a cocoa supply chain in Costa Rica. The system could be a tool that brings solutions to the sector in transparency, trust between the actors and visibility of commercial transactions from the beginning to the end in the production chain.

The specific objectives are: a) apply a food safety and quality diagnosis in the cocoa chain in Costa Rica, to obtain the current status of the management system and b) analyze the current status of the Costa Rican cocoa chain management system to propose a blockchain traceability system.

The methodology used in this work included a bibliographic review of specialized literature on cocoa cultivation, quality, safety, traceability and blockchain technology. Visits to farms, industry and commerce were included, where the practices implemented could be observed first-hand. This information made it possible to identify the actors and characterize the links in the supply chain.

Food safety and quality standards, production recommendations and legal requirements related to food safety and quality were investigated for each link of the supply chain. The information was used to carry out an analysis of food safety and quality hazards in the chain.

The analysis of the information made it possible to define a traceability system that uses the GS1 standard, which is compatible with blockchain technology. Finally, the type of blockchain for the cocoa supply chain is analyzed and defined, considering the opportunities for improvement in the sector.

The result of this work, allowed to identify cocoa beans producers, dried cocoa beans gathering operator, factories, distributors, retailers, and consumers as its actors. The identified stages in the chain are the of cocoa dried beans production, dried cocoa beans gathering, chocolate manufacturing, distribution, and retail.

The food safety and quality hazard analysis were carried out for the stages of the cocoa supply chain. The cocoa dried beans production (cultivation, extraction, fermentation and dried) was found to have the potential to introduce hazards. In the crop there is a risk of incorporating heavy metals from agrochemicals and the bacteria *Salmonella spp.* During the Extraction stage there is a risk of the incorporation of *E. coli* O157: H7. In the fermentation and dried steps, as in the Gathering stage, the chemical hazards are the introduction of aflatoxins, ochratoxin and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH). On the other hand, in processed chocolate, the dangers of *Salmonella spp.*, aflatoxins and ochratoxins due to deficiencies in processing are present.

Regarding quality, the choice of the genetic variety of cocoa, the fermenting, drying, and roasting operation were identified as the main responsible for the generation of the cocoa flavor and aroma. During distribution and marketing, fluctuation in storage temperature is the main cause of fat blooming problems in chocolate.

For the elaboration of the traceability system, the GS1 standard was used to identify the locations, assets, and traceable resource units (UTR). The technology of things IoT was used for identification and objective data collection. Critical traceability events (TCEs) are the links in the supply chain and the transports carried out between them. Each ECT has key data elements (EDC) that correspond to the characteristics that impact food safety, quality, and legal, social, and environmental compliance.

The traceability system was worked on using a public blockchain with smart contracts. The smart contracts are a tool for monitoring the use of restricted substances and the automatic verification of compliance with standards and conditions previously agreed between the actors. This gives the traceability system the characteristics of immutability, democratization of information and objectivity, increasing trust and transparency in the chain.

It is recommended to use the EDCs identified in this work in the commercial agreements between links of the supply chain, due to their impact on the safety and quality of dry cocoa beans and chocolate. The legislation and standards identified could provide a reference to define the values of acceptance and rejection of these criteria.

Keywords: Block Chain, traceability, Cocoa, Quality, Food safety

INTRODUCCION

1.1 El cultivo de Cacao en Costa Rica

1.1.1 Generalidades históricas y retos comerciales

Alrededor del siglo XVII, la siembra y producción de cacao constituyó uno de los principales productos de exportación de Costa Rica (SNITTA, 2013). Los años de apogeo del cultivo se ubican entre las décadas de 1960 y 1980, experimentando una caída importante a finales de la década de 1970, causada principalmente por: a) la aparición de la enfermedad moniliasis o monilia del cacao causada por el hongo *Moniliophthora roreri* (Cif.) H.C. Evans, Stalpers, Samson & Benny, b) la baja en los precios internacionales del cacao y c) problemas asociados con la antigüedad de los sembradíos y los materiales de siembra poco resistentes a las plagas que afectaron directamente la productividad (CIC, 2018).

La problemática con la producción de cacao provocó en algunos casos, el abandono de plantaciones y en otros el cambio a cultivos más rentables o con mayores incentivos del sector público (CIC, 2018). Consecuentemente, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y la Banca Nacional cerraron el Programa de Cacao y se paralizaron las acciones de apoyo de los diferentes actores relacionados con el cultivo (SNITTA, 2013)

Actualmente, el gobierno costarricense está impulsando un nuevo Plan Nacional de Cacao, cuya visión es incrementar la competitividad y sostenibilidad de la cadena nacional de cacao como un medio para promover la distribución eficiente y equitativa de los beneficios generados por la actividad a lo largo de todos los actores involucrados en ésta (CIC, 2018).

En este plan, se busca aprovechar las ventajas competitivas que tiene el cacao costarricense como el diseño policlonal de las plantaciones que combina en campo seis variedades de cacao mejoradas por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), las que se caracterizan por ser de buena producción, de calidad y tolerantes a la monilia, una de las amenazas más graves para la cultura del cacao (O'Neal, 2019)

La competitividad también está sustentada por las condiciones climáticas, abundantes suelos aptos, ubicación geográfica con cercanías a grandes consumidores, el tránsito directo a Europa y Estados Unidos de Norteamérica (EE. UU.) y el reconocimiento del país como exportador de cacao fino de aroma. (SEPSA, 2017). A esto se le suma que, el estar en manos de pequeños productores, con alta vinculación de mano de obra familiar y propiciar prácticas amigables con el ambiente, hacen del rubro un cultivo que puede aportar de manera significativa al desarrollo rural, al medioambiente y a la mejora de las condiciones de vida de las familias asociadas a esta actividad (CIC, 2018)

A pesar de estas ventajas competitivas, se hace necesario adecuarse a nuevos estándares de calidad e innovación que se han convertido en requisitos para la comercialización nacional e internacional, tal y como lo indica el Centro de Investigaciones y Desarrollo Empresarial (CIDE). Esta adecuación conlleva a la búsqueda de soluciones a las limitantes que impiden desarrollar una cadena de abastecimiento competitiva (CIC, 2018).

1.1.2 Importancia de la trazabilidad para la inocuidad y calidad del cacao

La inocuidad y calidad del cacao, está íntimamente relacionada con la variedad genética, el desarrollo del cacaotero y el posterior procesamiento de las semillas extraídas de los frutos. En particular, las etapas de fermentación y secado de las

semillas son clave para la inocuidad del producto, debido a que una ejecución deficiente podría representar problemas por presencia de sustancias fúngicas nocivas para la salud del consumidor (aflatoxinas), contaminaciones con microorganismos patógenos tales como la *Salmonella spp.* y la *Escherichia coli*, al igual que a la exposición a contaminantes químicos provenientes del ambiente y/o gases de combustión en las etapas de secado artificial. Además, ambas etapas junto con el tostado son las principales responsables del desarrollo de los sabores y aromas deseados en el cacao. Por lo tanto, la aplicación de controles que permitan evidenciar la implementación de las técnicas correctas es de importancia comercial.

La forma en la que se le da valor agregado al cacao consiste en el procesamiento industrial de su semilla para la producción de licor de cacao, subproductos de cacao (nibs, manteca, cocoa) y chocolates, acción que aumenta su valor en el mercado en lo referente a su demanda y a su precio. En esta etapa, la operación de tostado es la que mayormente impacta la inocuidad y calidad del cacao. Por medio de este proceso térmico, los sabores y aromas son resaltados, lo que a su vez garantiza la eliminación de la *Salmonella spp.* y otros patógenos. Por esta razón, el tostado del cacao se identifica como un punto crítico de control (PCC) dentro de Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP por sus siglas en inglés) y como un Control Preventivo de acuerdo con la Ley de Modernización de Seguridad Alimentaria de Estados Unidos (FSMA por sus siglas en inglés). Dada la importancia en la salud pública, es obligatorio contar con una evidencia que demuestre que cada lote de cacao tostado utilizado en los productos terminados recibió el adecuado proceso térmico y en ese sentido la trazabilidad es la herramienta que permite vincular los lotes de producto terminado con las partidas de cacao tostado.

Las siguientes etapas de la cadena de abastecimiento tales como la distribución, venta en establecimientos para el consumidor final, pueden impactar negativamente la inocuidad y calidad de los productos del cacao por lo que se establecen cuidados

específicos para el adecuado manejo, rotación y condiciones de almacenamiento. También, en estos eslabones la trazabilidad permite trazar el origen del producto, haciendo posible que programas como el de retiro del producto, atención de quejas del cliente, entre otros que se puedan ejecutar.

La longitud de la cadena de abastecimiento también afecta la inocuidad y calidad del cacao. Muchos de los productores desconocen las necesidades de la industria del chocolate y los industriales desconocen la capacidad productiva de los productores. Adicionalmente, existen figuras intermediarias que compran en el campo para vender a un sobreprecio al industrial. Por lo tanto, cada actor tiene información diferente creando polémicas por los temas de abastecimiento, balances de masas en finca, trazabilidad, cumplimiento de estándares de inocuidad y calidad y precios del cacao. Adicionalmente, la presencia de tantos intermediarios hace inevitable que se realicen varios cambios de dueño y de la ubicación física del cacao, incrementando la posibilidad de pérdida de información necesaria para la trazabilidad, de contaminación o pérdidas de la calidad por manejos inadecuados en alguno de los puntos de la cadena y encarecimiento del producto.

Las normas internacionales, como las de la Asociación Europea del chocolate, galletas y confitería del azúcar, la Asociación Europea de Chocolatería y Federación del Comercio del Cacao, (CAOBISCO, ECA, & FCC, 2015) establecen recomendaciones para cada una de las etapas de la cadena de abastecimiento del cacao, con el fin de asegurar la inocuidad y calidad desde el cacaotal hasta el consumidor final. Estas normativas establecen un punto partida, para que el sector pueda establecer controles en sus procesos en aras de mejorar su competitividad.

Miarka, Kowalska, & Urbańska (2018), indican que la cadena de abastecimiento de cacao debe contar un sistema de trazabilidad. Por medio del sistema de trazabilidad es posible conocer el origen del cacao que compone un lote, la categoría de calidad,

y los métodos de producción utilizados en la producción primaria. Por lo tanto, por medio de la trazabilidad es posible garantizar que un lote de cacao fue producido por métodos orgánicos o convencionales, convirtiéndose en un mecanismo para prevenir el fraude alimentario (Alywin, 2013), (GS1, 2017) & (Pérez Cortés, 2019)). Es así como la trazabilidad brinda a los productores la posibilidad de colocar sus productos en el mercados especiales y exigentes más rentables que requieren certeza de origen y de las distintas etapas del proceso (Herrera & Orjuela, 2014).

Por medio de la trazabilidad, debe ser posible demostrar el cumplimiento de los requisitos de los mercados meta y su legislación vigente. Mercados tales como el europeo y el estadounidense, han establecido legislaciones referentes a la inocuidad de alimentos que exigen la utilización de sistemas de trazabilidad en la industria alimentaria. Para los países que se rigen por el marco normativo del Codex Alimentarius dicho marco ha establecido en el "Código de Prácticas Internacionales Recomendadas para los Principios Generales de Higiene de los Alimentos" (CAC/RCP 1-1969, rev. 1997, ad. 1999), la necesidad de que la industria alimentaria utilice lotes para identificar sus productos y que desarrollen la capacidad para la identificación de productos sospechas de contener un peligro y retirarlo del mercado en el menor tiempo posible.

El Plan Nacional de Cacao incluye la trazabilidad como herramienta para mejorar la productividad a través de un sistema de información de parámetros productivos y para agregar valor al cultivo del cacao por medio del seguimiento de protocolos de calidad (CIC, 2018). Sin embargo, no incluye la implementación de la trazabilidad como requerimiento básico, para garantizar la inocuidad del producto, como lo sugieren Urbańska et. al (2018) quienes indican que su empleo permite incrementar la inocuidad, beneficia al sistema de producción y a la cadena de suministro. Las alertas alimentarias de los últimos años han exigido a la industria alimentaria la revisión de sus sistemas de producción y cadenas de suministro por lo que se han

visto en la necesidad de desarrollar sistemas de trazabilidad que les permita identificar los problemas en cualquier punto de la cadena Rivas (2011).

La tecnología de cadena de bloques (blockchain en inglés) surge como una nueva forma de resolver los retos que enfrenta la trazabilidad y asegurar la transparencia de la información en la cadena de abastecimiento del cacao. Esta tecnología permite almacenar datos de forma encriptada e inviolable, que se comparte con las partes participantes, en orden cronológico, tiempo real, queda disponible como un histórico para ser consultada en cualquier momento y permite conocer la ubicación actualizada del producto.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Elaborar un sistema de trazabilidad en cadena de bloques, para la gestión de la inocuidad en una cadena de abastecimiento de cacao en Costa Rica.

1.2.2 Objetivos Específicos:

Aplicar un diagnóstico de la inocuidad en la cadena cacaotera de Costa Rica, para sondear el estado vigente del sistema de gestión.

Analizar el estado vigente del sistema de gestión de la cadena cacaotera de Costa Rica, para proponer un sistema de trazabilidad en una cadena de bloques.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado actual de la cadena de abastecimiento del cacao costarricense:

La cadena de abastecimiento del cacao en Costa Rica ha sido caracterizada por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) (2017) en cuatro etapas: Producción, Acopio, Procesamiento y Distribución y Comercialización. La primera etapa corresponde a las etapas de cultivo y beneficiado del cacao, la cual está constituida por cacaotales ubicados en zonas de difícil acceso, cuyo tamaño oscila entre 5 y menos de 10 hectáreas y en los que se utiliza sistemas agroforestales tradicionales (IICA, 2017). Los que manejan el cacao en Costa Rica son mayoritariamente familias o pequeños productores. En esta actividad agrícola, es usual el empleo de mano de obra familiar, lo que genera que los rendimientos suelen ser bajos y en consecuencia también los ingresos económicos (SEPSA, 2017). Los productores tienen la posibilidad de entregar el cacao a acopiadores locales, compradores independientes, procesadores primarios y secundarios o lo procesan ellos mismos para obtener productos terminados (procedimiento artesanal) (CIC, 2018).

En segundo lugar, está la etapa de acopio, en la que se reúne una gran cantidad de granos para su venta nacional o internacional. Algunos acopiadores prefieren comprar el grano de cacao en mucílago para su reventa a beneficios de cacao, los cuales se encargan de los procesos de fermentación y secado natural del cacao (Producción primaria). Por el contrario, otros proveedores compran el grano secado naturalmente en la finca, para su posterior comercialización a empresas tostadoras de cacao y artesanos del chocolate (CIC, 2018).

La tercera etapa, es llamada procesamiento y distribución, e incluye las producciones primaria y secundaria del grano. La primaria se refiere al beneficiado

del cacao, que inicia con la cosecha de las mazorcas e incluye la fermentación y los procesos de secado. La producción secundaria, se refiere al procesamiento que recibe el grano de cacao seco de venta comercial, cuando es adquirido por industrias chocolateras y/o artesanos. Ésta, también incluye la distribución de los subproductos del cacao y derivados del chocolate a nivel nacional e internacional. Los productores primarios venden el cacao seco al por mayor en el mercado nacional e internacional, mientras que los productores secundarios y artesanos venden los derivados de chocolate también en el mercado nacional e internacional con la diferencia que los productores secundarios tienen la posibilidad de colocar subproductos del cacao en esos mismos mercados como materias primas (CIC, 2018).

Finalmente, la cuarta etapa de la cadena es la comercialización en donde se identifican los destinos finales en que se comercializan los granos de cacao secos, los subproductos del cacao y derivados del chocolate. Los productos terminados de chocolate y los subproductos del cacao se comercializan a nivel nacional en industrias agroalimentarias, tiendas especializadas, supermercados, ferias locales, restaurantes y cafeterías. A nivel internacional, se comercializan granos de cacao seco, subproductos del cacao y productos terminados del chocolate a mercados de Estados Unidos, Europa, Asia, Centroamérica y Suramérica (CIC, 2018).

2.2 Importancia de la Trazabilidad en la gestión de la Inocuidad/calidad alimentaria

El término trazabilidad de producto se refiere a una metodología (Moe, 1998) que, aplicada en un contexto alimenticio, brinda la capacidad para seguir el desplazamiento de un alimento a través de una o varias etapas especificadas de su producción, transformación y distribución (FAO, Principios para la rastreabilidad/rastreo de productos como herramienta en el contexto de la

inspección y certificación de alimentos, 2006). En la cadena de abastecimiento permite identificar información relacionada con el seguimiento y rastreo de unidades trazables durante el proceso de producción y comercialización (Fonseca, Orjuela, & Rincón, 2017)

La trazabilidad se caracteriza por cuatro elementos que son la identificación del objeto trazable, la captura y registro de datos, la administración de conexiones y la comunicación. La *Identificación*, incluye las entidades pertinentes en el proceso de transformación de lotes de manufactura y unidades logísticas que deben ser identificadas de manera única e inequívoca. La *captura y registro de datos*, se refiere a la recepción y registro de información variable del proceso de transformación de cada lote, los cuales se almacenan en bases de datos para conservarlos y mantenerlos siempre disponibles. Por otro lado, el término *administración de conexiones* se asocia a las conexiones sucesivas entre los lotes de manufactura y las unidades logísticas a lo largo de toda la cadena de abastecimiento, las que permiten relacionar los materiales y materias primas recibidos con los bienes producidos y/o embarcado (y viceversa). La *Comunicación* de la información de trazabilidad asociada a la mercadería puede darse por medios digitales o en documentos físicos. Estos elementos son básicos en la implementación de sistema de trazabilidad en cualquier sector, país o sistema organizacional (GS1, 2003). Los sistemas de trazabilidad pueden ser de tipo logístico o cualitativo; donde el logístico sigue solo el movimiento físico del producto y el cualitativo asocia información relativa a la calidad del alimento y la seguridad del consumidor (Folinas, Manikas, & Manos, 2006).

En el año 2010, el Instituto de Tecnología de Alimentos (IFT) por sus siglas en inglés), propuso un nuevo marco para elaborar sistemas de trazabilidad de cadenas de abastecimiento de alimentos, que integra los elementos logísticos con los cualitativos (Bhatt & Zhang , 2014), y que brinda solución a los retos del sector en

la protección de la salud pública, mayor control en la cadena de abastecimiento, reducción de tiempos y incremento de efectividad en la trazabilidad, cumplimiento de requisitos legales, necesidades del negocio y de los consumidores (Bhatt & Zhang, 2014 & Hitchcock, 2017). Dicho marco, define la trazabilidad como la capacidad sistemática de rastrear la ruta de los ingredientes alimentarios y / o productos terminados a lo largo de todo su ciclo de vida, mediante registros previamente capturados y almacenados que consisten en eventos críticos de Trazabilidad (ECT) y elementos de datos clave (EDC) (Hitchcock, 2017). Un ECT, se describe como cualquier evento a lo largo de la cadena de transformación o entrega de una instancia de producto alimenticio donde un actor de la cadena de suministro realiza cambios en la naturaleza o en la custodia del lote de productos y se determina que es un punto donde la captura de datos es necesaria para mantener la trazabilidad (Bhatt & Zhang , 2014). Por su parte, los EDC son aquellos datos claves para rastrear con éxito un producto y / o sus ingredientes y deben definir: ¿Quién es el responsable del ECT?, ¿Qué se realizó?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Para qué?, ¿Cómo? También puede incluir información relacionada con las métricas y medidas correctivas tomadas para cumplir metas de proceso como Límites Críticos Máximos de Residuos de Plaguicidas (LCMRP), recuentos microbianos, valores establecidos por el mercado con base en las regulaciones nacionales o internacionales. Adicionalmente, se puede sumar información que permita determinar, en un punto en específico de la cadena de suministro de un alimento, ¿cuáles son los efectos acumulativos de los peligros microbiológicos relevantes?, y utilizar esta información en herramientas de microbiología predictiva como el sistema modelo Combase para inocuidad-calidad alimentaria y ¿cuáles son las medidas para prevenirlas? (Bhatt & Zhang , 2014) y (Martínez, 2016). Por lo tanto, el marco de trazabilidad propuesto por el IFT propone que en una cadena de abastecimiento existen varias actividades (ECT), en los que la captura de ciertos datos o EDC es necesaria para seguir el movimiento del producto u objeto trazable (Bhatt & Zhang , 2014). En donde en un determinado punto de la cadena de

suministro de un alimento dado, el objeto *trazable* se refiere a un objeto físico o digital para el que hay una necesidad de recuperar información sobre su historia, aplicación o ubicación (GS1, 2017). El estándar de trazabilidad GS1, ampliamente utilizado alrededor del mundo, adoptó los conceptos de ECT/EDC y los ha incorporado en su metodología para la implementación de sistemas de trazabilidad en cadenas de abastecimiento (GS1, 2020). Esto a su vez, le facilita a aquellas organizaciones y cadenas de abastecimiento que hayan construido sus sistemas de trazabilidad con el estándar GS1, la adopción de la propuesta del IFT, aprovechando así las tecnologías implementadas en temas de identificación, captura y compartición de datos (GS1, 2020).

Existen varios conceptos relacionados con la trazabilidad que son utilizados para desarrollar el tema, los cuales expresan relaciones de seguimiento y rastreo, los tipos de objetos, datos trazables o el ámbito de acción de la trazabilidad, por citar algunos (Fonseca, et al, 2017).

A continuación, se resumirán los principales conceptos relacionados con el tema:

2.2.1 *Unidad de Recursos Trazable (URT)*: en un sistema de lotes, la URT es una unidad única, lo que significa que ninguna otra puede o tienen exactamente las mismas características o son comparables desde el punto de vista de la trazabilidad. Para un sistema continuo, dependerá del cambio en una materia prima o en las condiciones de proceso (Moe, 2018).

2.2.2 *Trazabilidad aguas arriba o hacia los proveedores*: se refiere a la trazabilidad hacia los ingredientes, componentes, materiales suministrados por los proveedores (GS1, 2017).

2.2.3 *Trazabilidad aguas abajo o de seguimiento hacia los clientes:* se refiere a la trazabilidad extendida hacia los clientes de los productos terminados incluyendo a los consumidores finales (GS1, 2017).

2.2.4 *Rastreo (Tracing en inglés):* capacidad de identificar el origen de una URT aguas arriba dentro de la cadena de abastecimiento haciendo referencia a los registros para seguir su curso hacia atrás en la cadena (GS1, 2003).

2.2.5 *Seguimiento (Tracking en inglés):* capacidad de seguir el sendero de una URT aguas abajo dentro de la cadena de abastecimiento (GS1,2003).

2.2.6 *Trazabilidad interna o de proceso:* es la capacidad de relacionar los productos que se han recibido en la empresa, las operaciones o procesos que éstos han seguido (equipos, líneas, cámaras, mezclado, división, entre otros) dentro de la misma y los productos finales que salen de la misma (Herrera & Orjuela, 2014). Es la que ocurre cuando el URT está en las instalaciones de una empresa (Moe, 2018).

2.2.7 *Trazabilidad externa o de cadena externa:* hace referencia a lo que ocurre a lo largo de la cadena de suministro o parte de esta (Fonseca, et al, 2017).

2.2.8 *Trazabilidad de principio a fin:* se refiere al sistema de trazabilidad en el cual los socios comerciales han implementado efectivamente los procesos de trazabilidad internos y externos posibilitando que cada socio identifique la fuente directa y destinatario de elementos rastreables (GS1, 2017)

Adicional al enfoque del IFT, existen otros acercamientos de diferentes autores al tema de trazabilidad. Moe (1998) define la trazabilidad, como la capacidad de rastrear un lote de producto y su historia a través de la totalidad o parte de una cadena de producción o internamente en uno de los pasos de la cadena. Para

lograrlo, éste propone elaborar una estructura que integre entidades principales, descriptores esenciales y sub descriptores mediante el cual es posible trazar el producto y las actividades que describen el camino recorrido por el producto. Otro enfoque, establece que además del producto, las actividades (asociadas al producto como cocción, venta, transporte) son fundamentales en un sistema de trazabilidad y estas pueden utilizar descriptores (Tipo, cantidad duración) y sub descriptores (variedad, calidad, peso, operación unitaria, fecha, entre otros) para recolectar la información que se considere necesaria para la trazabilidad (Gruninger, Fox, & Kim, 1995)

2.3 Beneficios de la trazabilidad

En la economía mundial actual, las cadenas de suministro son largas y complejas y no es extraño que se crucen una con otras. Para operar en múltiples países deben alinear su operación a las jurisdicciones de cada región y país, haciéndose necesario un nivel exigente de trazabilidad que permita cumplir con las regulaciones y su constante evolución (GS1, 2017). Por otro lado, los consumidores se caracterizan por poseer mayor conciencia en tema de inocuidad alimentaria, mayor preocupación por las amenazas a la salud, atribuibles a los peligros de los alimentos y menor confianza en la capacidad de los sistemas actuales de suministro de alimentos para gestionar los riesgos de la inocuidad alimentaria son factores adicionales que deben tenerse en cuenta en el desarrollo de una estrategia de cadena alimentaria (FAO, 2005). Resumiendo, cada organización de la cadena de abastecimiento enfrenta una multitud de requisitos de trazabilidad interna y externa (GS1, 2017). En este contexto retador, la trazabilidad ha sido reconocida como una herramienta esencial para garantizar la seguridad alimentaria y la calidad de los alimentos (Dabbene, Gay, & Tortia, 2013).

Moe (1998) brinda una visión más compleja de la trazabilidad y la describe como un subsistema esencial de gestión de calidad, que permite mejorar calidad, eficiencia y transparencia de la cadena de suministro. Esto debido a que el intercambio y uso de los datos permiten el desarrollo de soluciones que mejoran la seguridad y confianza entre los participantes de la cadena. Por estas razones, se ha convertido en una prioridad estratégica para las organizaciones de todo el mundo (GS1, 2017)

Su fuerza se encuentra en la prevención de la incidencia de los riesgos de seguridad y reducción de la magnitud y el impacto de tales incidentes, facilitando la identificación de alimentos o lotes afectados, especificando lo que ocurrió, cuándo y dónde se produjo y la identificación de quién es el responsable (Dabbene et al., 2013), (Calvin, Golan, Krissoff, Kuchler, & Nelson, 2004) y (Opara, 2003). También, su aplicación faculta a las empresas, a aplicar procedimientos adecuados para retirar los alimentos del mercado cuando exista un riesgo para la salud de los consumidores (Fernández, 2002), brinda un mecanismo que facilita demostrar el origen del alimento (Miarka, Kowalska , & Urbańska, 2018) por lo contribuye a la protección del consumidor contra prácticas engañosas de comercio y facilita el comercio sobre la base de una descripción exacta de los productos (FAO, 2006).

En una cadena de abastecimiento, esta tecnología facilita los procesos de intercambio de información y del producto entre cada uno de los eslabones que la componen, permitiendo acceder en cualquier momento a información inherente a procesos, movimientos y características del alimento, con lo cual se puede dar seguimiento y controlar el suministro, distribución, inocuidad y calidad de éste (Fonseca, Orjuela y Rincón, 2017).

Los datos recolectados por la trazabilidad pueden ser analizados o brindar información a las organizaciones, permitiéndoles tomar decisiones, mejorar las operaciones, resolver desafíos aparentemente no relacionados y establecer

controles y supervisiones proactivas de las cadenas de suministro (GS1,2017). En un contexto de inspección y certificación de alimentos y siendo aplicada por una autoridad competente, debería mejorar la eficacia y/o eficiencia de las actividades que puedan ser necesarias con respecto a las medidas o requisitos de su sistema de inspección y certificación de alimentos (FAO, 2006).

En una cadena de suministro, los actores son independientes en términos de trazabilidad, pero son corresponsables de la creación y éxito de su sistema de trazabilidad, de manera que cuente con la capacidad para trazar el producto, captar los datos claves, relacionar la manufactura, los productos obtenidos y realizar el seguimiento de las rutas de los productos (GS1,2017). Dichos actores pueden aprovechar su implementación para lograr el cumplimiento de objetivos específicos; razón por la cual es importante considerar sus necesidades y puntos de vista al momento de su diseño (GS1, 2017). Por ejemplo, para los equipos de calidad y seguridad de las organizaciones les facilita la gestión de riesgos, preparación de registros, auditorías, gestión de errores e incidentes, gestión de fechas de vencimiento, rotación de existencias de los productos. En el caso de los encargados de cumplimiento regulatorio, esta tecnología les permite evidenciar y facilitar el auditaje del cumplimiento de requisitos legales de diferentes países y requisitos organizacionales. Para los equipos internos que tienen la tarea de darle seguimiento a la falsificación y al fraude alimentario, ésta permite establecer controles a lo largo de la cadena que logren evidenciar la protección del producto y de las marcas.

Adicionalmente, facilita establecer controles en la cadena mediante los cuales puedan evidenciar el cumplimiento de las metas de otros programas de la cadena ,como por ejemplo metas relacionadas con el empleo de mano de obra de menores de edad y colaboradores extranjeros que son temas a incluir en los programas de responsabilidad social y/o metas relacionadas con la protección del medio ambiente, que incluye e impacto de la operación en la gestión de la tierra, el agua,

la atmósfera, biodiversidad, bienestar animal y materiales y energía. En temas de mercadeo, ésta brinda un mecanismo para acceder a información de interés de los consumidores, tales como la inocuidad, calidad y sostenibilidad respectivamente. Para finalizar, ésta permite a los equipos de mejora de producto, obtener información del comportamiento de éste en cada etapa de la cadena y facilita al personal logístico mantener la ubicación y condiciones en que se encuentra el producto (GS1, 2017).

2.4 Diseño del sistema de trazabilidad

El diseño del sistema está influenciado por factores como la estructura de la cadena de abastecimiento, la relación entre actores, la capacidad (humano o tecnológica) de la gestión de las transacciones y los procesos de calidad y producción (Dabbene et al., 2013). Sus objetivos, ámbito de aplicación y procedimientos deben ser transparentes y estar a disposición de las autoridades pertinentes para su utilización como herramienta de inspección y certificación (FAO, 2006).

La ejecución de una variedad de procesos empresariales llevados a cabo por cada organización de la cadena genera los datos que alimentan su sistema. Éste trata de reunir, almacenar y presentar información detallada sobre cada acontecimiento importante ocurrido en la cadena de suministro y en la producción. Por lo tanto, será necesario acceder y combinar datos de varias organizaciones para lograr la trazabilidad de la cadena de suministro de extremo a extremo, incluyendo a empresas que podrían no ser sus socios comerciales directos (GS1, 2017).

Es por tal motivo, que es importante crear un lenguaje común para la gestión de datos de trazabilidad y definir principios para la creación de sistemas de trazabilidad interoperables que puedan satisfacer todas las necesidades de todos los interesados (GS1, 2017). Esto quiere decir, que el intercambio de la información

debe realizarse en un formato estandarizado entre las organizaciones de la cadena (Saltini , Akkerman, & Frosch, 2012), de manera que los sistemas sean capaces de soportar datos estandarizados sin llegar al extremo de utilizar un único sistema (GS1, 2017).

El primer paso para diseñar un sistema de trazabilidad de una cadena de suministro es definir los sistemas de trazabilidad interna de cada uno de los miembros de la cadena y que estos sistemas permitan el intercambiar información entre miembros. Por lo tanto, cada organización identifica mediante identificadores estandarizados los procesos comerciales internos y los pasos críticos que son relevantes para su trazabilidad (GS1, 2017). En otras palabras, se identifican los eventos críticos de trazabilidad (ECT) y los elementos de datos claves (EDC) que describen los ECT y cubren las 5 dimensiones de la trazabilidad (Cuadro I), las cuales permiten contextualizar los eventos en un entorno empresarial de una organización.

Cuadro I. Dimensiones de la trazabilidad

<i>¿Quién?:</i>	<i>Entidades identificadas de forma única y que participan en el manejo, la custodia o la propiedad de los objetos que se mueven a través de la cadena de suministro.</i>
<i>¿Qué?:</i>	<i>La identificación de objetos que se mueven a través de la cadena. Pueden incluir otros objetos físicos o virtuales tales como medios de transporte, equipo y documentos.</i>
<i>¿Dónde?:</i>	<i>Ubicaciones identificadas de forma única que permiten entender el camino que recorre un objeto en una cadena de suministro. Por ejemplo: un sitio de fabricación, una línea de producción, un almacén, un punto de venta, un barco, un vagón, un océano o un campo.</i>
<i>¿Cuándo?:</i>	<i>La fecha, hora y zona horaria en la que se produce un evento específico proporciona la línea de tiempo del movimiento de un objeto a través de la cadena de suministro.</i>
<i>¿Por qué?:</i>	<i>Proporciona el contexto empresarial en torno a los eventos que se han producido. Por ejemplo, los eventos de envío y recepción representan cambios la custodia o propiedad del objeto. En la fabricación, los eventos de combinación de ingredientes (transformación) crear uno o más productos o productos nuevos.</i>

Fuente: GS1, 2017.

Los objetivos del sistema de trazabilidad y la propia cadena de suministro, son criterios clave para determinar el nivel adecuado de identificación del objeto. Para el caso de productos e ingredientes asociados a un alto riesgo, se escogerá identificar en lotes o instancias. (GS1, 2017), tal y como sucede en gran parte de la industria de los alimentos.

Los datos que se recopilan en el sistema de trazabilidad de cada organización provienen de la información generada en los procesos internos como lo son datos de control de diseño, de calidad del producto, de procesos, de producción, de adquisición y de logística y distribución respectivamente. Varios departamentos pueden necesitar estar involucrados con el diseño del sistema y varios sistemas internos pueden desempeñar una función (GS1, 2017).

También, cada organización define los métodos de captura de los datos que alimentan el sistema, de manera que éstos permitan su uso dentro y fuera de la organización. Por medio de tecnologías tales como el código de barras y la identificación por radio frecuencia (RFID por sus siglas en inglés), se captura la codificación de la identidad de un objeto y los atributos adicionales (por ejemplo, la fecha de caducidad). Esto asegura que la lectura automática del objeto, el tiempo (¿cuándo?), la ubicación (¿dónde?) y otros datos (¿quién? y ¿por qué?) (GS1, 2017).

Una vez definido el lenguaje común para la identificación y la captura de datos, los datos recopilados se perfeccionan y mejoran con el contexto empresarial, transformándolos en datos compartidos utilizando una semántica estandarizada, en un formato estandarizado y utilizando el protocolo de intercambio estándar (GS1,2017).

Es usual, que los eslabones de la cadena trabajen en conjunto para garantizar la interoperabilidad de sus sistemas. Mientras se logre el intercambio de información entre las partes, es viable optar por tecnologías diferentes, o implementen la misma tecnología de diferentes maneras. La adopción de estándares internacionales que proponen el uso de un lenguaje comercial que identifica, captura y comparte información clave sobre productos, ubicaciones, activos y más, permite asegurar una interoperabilidad entre todas las partes al establecer reglas comerciales, los requisitos mínimos de diseño roles y responsabilidades. De esta manera se obtienen mejoras en la eficiencia, la seguridad y la visibilidad de las cadenas de suministro (GS1,2017).

Finalmente, el resultado mínimo aceptable permitirá a cada miembro identificar la procedencia del alimento (forma ascendente o aguas arriba) y el destino de éste (descendente o aguas abajo) en cualquier etapa de la cadena alimentaria (de la producción a la distribución), según corresponda a los objetivos del sistema de inspección y certificación (FAO,2006).

Es importante recordar, que el diseño del sistema de trazabilidad también debe considerar las necesidades de cada una de las organizaciones que conforman la cadena de suministro, los actores a lo interno de cada organización, y de la cadena como un todo, tal y como se señaló anteriormente. Estas necesidades obedecen al cumplimiento del marco jurídico de cada país, requisitos de los estándares de inocuidad, calidad (Fernández, 2002) y sostenibilidad (Miarka, et al. 2018).

El tema de sostenibilidad es una exigencia en tendencia por parte de consumidores y el comercio internacional sostenible (Centro de Comercio Internacional UNCTAD/OMC, 2001). En ese sentido, el comercio mundial y la gobernanza de las externalidades interestatales sobre los bienes públicos han transformado a la

cadena de suministro en un vehículo regulador de la sostenibilidad, ya que las reglas tienen efectos secundarios a lo largo de la cadena FAO (2013).

De allí, la importancia de incorporar en el diseño del sistema de trazabilidad los ejes de la sostenibilidad incluidas en la metodología para Evaluación de la Sostenibilidad de los Sistemas Alimentarios y Agrícolas (SAFA por sus siglas en inglés) que son: medio ambiente, social, económico y dimensiones de gobernanza de la sostenibilidad. (FAO, 2013)

El comprender el vasto conjunto de interacciones entre los ecosistemas, las tierras agrícolas, los pastizales, el trabajo, la infraestructura, la tecnología, las políticas, las regulaciones y las instituciones, las culturas y las tradiciones que inciden en el cultivo, el procesamiento, la distribución y el consumo de alimentos y el empleo de marcos de enfoque sistemático que analice las cadenas de valor agroalimentarias, son recomendaciones para desarrollar sistemas sostenibles, los cuales ayudarán a poner de manifiesto numerosas reservas y flujos importantes que, aunque económicamente invisibles o sin relación con el mercado, también han de tenerse en cuenta (FAO, 2013) y (Organización de las Naciones Unidas, ONU, 2018). Las reservas o capitales en los sistemas agroalimentarios son el capital producido, el natural, el humano y el social respectivamente. Se recomienda por medio de la documentación y el registro de todos los flujos importantes derivados de éstas, el reconocimiento y valoración de sus funciones, así como a través de la identificación y la evaluación de sus resultados y repercusiones (Organización de las Naciones Unidas, ONU, 2018).

Muchos estándares voluntarios y marcos legislativos incluyen a la trazabilidad como un tema obligado cuando se trata de alimentos. La Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación (FAO por sus siglas en inglés), por medio del Codex Alimentarius cuenta con la norma CAC/RCP 1-1969 “Principios para la

rastreabilidad/rastreo de productos como herramienta en el contexto de inspección y certificación de alimentos”. En Europa, el reglamento 178/2002 exige a todas las empresas alimentarias contar con un programa de trazabilidad y recuperación (GS1 Perú, 2014). En Estados Unidos es requisito para el cumplimiento la Ley de Modernización de Seguridad Alimentaria de 2011 (FSMA por sus siglas en inglés).

Las certificaciones de inocuidad alimentaria reconocidas por la Iniciativa Global de Inocuidad alimentaria (GFSI por sus siglas en inglés), al igual que el Esquema de Sistema de Inocuidad Alimentaria 22000 (FSSC 22000 por sus siglas en inglés), el Consorcio de Detallistas Británico (BRC, por sus siglas en inglés), el Estándar Internacional de Alimentos (IFS, por sus siglas en inglés), el Programa de Alimentos Seguros de Calidad (SQF por sus siglas en inglés), incluyen a la trazabilidad en la estructura de los sistemas que proponen. Para el funcionamiento de otros programas tales como el retiro del producto, defensa y fraude alimentarios, se requiere que éstos permitan conocer el origen y destino de los productos. Adicionalmente, esto permite demostrar el uso en la producción de proveedores, materias primas y lotes aprobados y en cumplimiento con las especificaciones de inocuidad, calidad y origen. Otras certificaciones relacionadas con los métodos de producción (por ejemplo, cultivos orgánicos), procedencia, comercio justo o enfoques más holísticos que buscan una mayor sostenibilidad. En el caso particular del cacao, estas certificaciones funcionan como mecanismo de verificación debido a la extensión de la cadena de suministro (Cacao Móvil, 2020)

2.5 La Cadena de abastecimiento del Cacao

La cadena de abastecimiento (CA) inicia desde los pequeños agricultores, en regiones tropicales remotas y menos desarrolladas del mundo, hasta fábricas y consumidores principalmente en países industrializados desarrollados (Miarka, Kowalska, et al. 2018).

El sector productivo está constituido principalmente por pequeños agricultores que se encargan de cultivar, cosechar, fermentar y secar el cacao, para convertirlo en el cacao seco que se exportará o se comercializará a nivel local. El cultivo como tal, es susceptible a múltiples factores tales como los cambios climáticos, las plagas y las enfermedades causadas especialmente por hongos y virus, los cuales se pueden controlar plantando el adecuado material genético (semilla), las buenas prácticas de cultivo, higiene y los agroquímicos adecuados. La declaración de estos últimos, es requerida por los importadores para corroborar su inocuidad. El incremento en la temperatura del planeta, debido al cambio climático, alarga la ventana de oportunidad de los insectos para su reproducción. Al incrementarse su cantidad, puede darse una mayor afectación en el cultivo, y a su vez, son atraídas plagas de mayor tamaño que buscan alimento. Esto hace necesario el reforzamiento del programa para el manejo integrado de plagas (Miarka et al. 2018).

Las mazorcas que maduran exitosamente son cosechadas y su grano extraído para dar lugar a una fermentación espontánea, la cual ocurre debido a los azúcares presentes en el mucílago y éste es responsable del desarrollo de los precursores de sabor del chocolate. Existen muchas técnicas de fermentación, pero el común denominador es que esta gestión se realice con fases anaeróbicas y aeróbicas en periodos que no deben superar los 7 días. Debido al papel fundamental que desempeña esta operación en el desarrollo del sabor y los riesgos de contaminación con aflatoxinas por un proceso mal ejecutado, es necesario controlar parámetros tales como el pH, la temperatura de la masa, los días de fermentado, el grado de fermentación alcanzado y los volteos (OIRSA, 2016). De igual manera, para el proceso de secado del grano, se emplean técnicas que evitan la proliferación de hongos, la contaminación con químicos presentes en el ambiente o producidos durante el secado artificial como de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP por sus siglas en inglés), dioxinas y policlorobifenilos (BPCs por sus siglas en inglés). Una vez alcanzado el nivel de humedad (6-7%), el producto terminado se empaca en

sacos y se procede a su traslado al acopiador o al industrial en condiciones de humedad relativa que evite que el producto absorba humedad (OIRSA, 2016).

En la industria, el cacao es limpiado, tostado y despojado de su cáscara para ser quebrado y molido. El calor generado por la molienda funde las grasas del grano y los transforma en una pasta o licor de cacao. Pero es en la etapa de tostado donde se alcanza el desarrollo total del potencial de sabor del cacao debido a las reacciones de Maillard, reacciones que se generan entre los azúcares y aminoácidos, al igual que la desnaturalización parcial de las proteínas y la pérdida de ácidos volátiles responsables de la acidez y amargura (aldehídos, cetonas, alcoholes y ésteres) (Beckett, 2009). A su vez, esta es la única etapa del proceso que permite reducir la población de microorganismos indeseables y patógenos como *Salmonella spp.* y *E. coli* O157 H:7, procedentes del campo y cuya cantidad pueden incrementarse en etapas posteriores por un manejo inadecuado. La pasta de cacao es el punto de partida para todos los derivados del chocolate como la manteca, la cocoa en polvo y los chocolates en diferentes presentaciones. Estos productos posteriormente se convertirán en materias primas para otras industrias o productos dirigidos a consumidores nacionales o internacionales. Los distribuidores y los supermercados completan la cadena de abastecimiento.

Los factores sociales, de salud pública y económicos han ganado protagonismo a través de la preocupación del consumidor por adquirir productos que garanticen el comercio justo, la inocuidad y calidad y el cumplimiento de garantías sociales. Esto ha presionado a los actores de la cadena a evidenciar su adecuada gestión, como ha sucedido con el tema de mano de obra infantil que, en países como Costa de Marfil, han sido señalada como un tipo de esclavitud (Brice, Chabi, Déligas, & Djossou, 2019), (Chanthavong, 2002), y (Fernández, 2002).

Por lo tanto, el sistema de trazabilidad en una cadena de abastecimiento puede ser un aliado para demostrar a socios y consumidores el cumplimiento de las responsabilidades. Es un mecanismo usado para identificar proveedores, métodos de producción y tiempos de entrega entre socios comerciales (Deasy, 2002) así como la identificación de insumos o materias primas (Miarka et al. 2018). También, permite proteger al consumidor de los peligros transmitidos por los alimentos, las prácticas comerciales engañosas y facilitar el comercio (Briz & Felipe, 2004). Utilizando la trazabilidad en conjunto con otras tecnologías, es posible demostrar el cumplimiento del marco legislativo en temas sensibles como el trabajo infantil (Brice, et al. 2019). Además, les brinda a los productores la posibilidad de colocar sus productos en mercados especiales y exigentes más rentables (Rivas, 2011). De esta forma, se vuelve indispensable para abrir nuevas oportunidades de negocio a nivel local e internacional (Aylwin, E (2013), Pérez, C (sf), GS1, 2017).

2.6 La Tecnología de Cadena de Bloques

2.6.1 Generalidades

Uno de los aspectos más relevantes, que debe formar parte del seguimiento que se pretende dar a una cadena de bloques dada, es la posibilidad de poder rastrear un lote particular de granos de cacao desde el usuario final hasta los agricultores que lo originaron. Sin embargo, la realidad es que los múltiples pequeños productores que integran la cadena de abastecimiento y la consecuente mezcla de pequeños lotes de cacao lo dificultan (Miarka, et al. 2018). Existen otros retos que aún debe enfrentar la trazabilidad, como lo son la existencia de socios que aún dependen de sistemas de gestión no automatizada (Casino, Dasaklis, Kanakaris, & Moschuris, 2019). La problemática incluye deficiencias en la precisión de la información, la alta proporción de trabajo manual, escalabilidad, tiempos prolongados de respuesta, corrupción, riesgo de manipulación de datos, errores humanos y la falta de

interoperabilidad de la cadena (Casino et al. 2019) (Borrero, 2019). La falta de transparencia y confianza que han caracterizado a las cadenas de abastecimiento internacionales ha provocado que se legisle y se realicen sistemas de trazabilidad y retiro con un enfoque defensivo ((Holland, Keogh, Martindale, & Swainson, 2018). Varios estudios consideran la utilidad de adoptar tecnologías avanzadas en la gestión de la trazabilidad como RFID, códigos de barras o QR, sensores inalámbricos, sistema de posicionamiento global (GPS), o el Internet de las cosas (IoT) (Borrero, 2019); (Holland et al. 2018); (Tsang, Wu, Choy, Ho, & Lam, 2019).

Actualmente, la tecnología de cadena de bloques (CB) ha llamado la atención del sector agroalimentario como una alternativa integral para ser utilizada en todas las cadenas de abastecimiento. Ésta, tiene potencial para facilitar el intercambio de información y reducir las oportunidades de fraude, adulteración y aumentar la transparencia y confianza de los consumidores (Borrero, 2019) y demás actores de la cadena de abastecimiento (DHL, 2018).

Consiste en una base de datos descentralizada que permite realizar transacciones transparentes, seguras que no pueden ser modificadas y que pueden ser verificadas en cualquier momento por cualquier socio (Arkeman, Iswari, & Muslich, 2019). Además, ésta es posible utilizarla en combinación con el “Internet de las cosas” (IoT por sus siglas en inglés) y otras tecnologías relevantes (Casino et al, 2019); (Borro,2019).

En términos generales, los participantes (nodos) se comunican directamente entre sí, sin ninguna entidad ni nodo central o intermediario debido a la interacción “Peer to Peer” (P2P, por su acrónimo en inglés). Por lo tanto, las transacciones pueden efectuarse entre pares de la misma red sin necesidad de contar con la intervención de una autoridad central (descentralización). Las transacciones conforman una base de datos distribuida a la que cada nodo tiene acceso. Esto indica que ningún

nodo la controla y que es fácil de verificarla o regenerarla en caso de ser necesario, sin ningún intermediario central. Se tiene conocimiento de que los registros son inmutables, porque las transacciones que se intercambian a través de la red atraviesan un proceso de validación, confirmación, y almacenamiento distribuido en diferentes nodos de la red. De acuerdo con lo que se menciona, resulta casi imposible modificar las transacciones almacenadas. Adicionalmente, consultando las transacciones almacenadas en la cadena de bloques (CB), participantes de la red y/o usuarios de las aplicaciones que interactúan con ésta, pueden verificar y llevar una trazabilidad de registros almacenados incluyendo la procedencia o el origen de cada transacción por lo que constituyen registros auditables (Pereira, Toscano, & Villar, 2019).

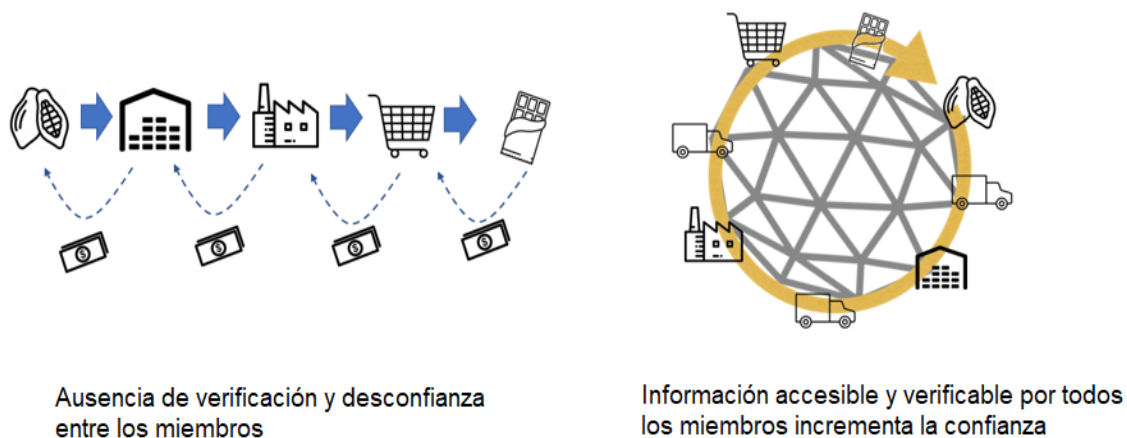


Figura 1 Comparación entre el sistema de trazabilidad convencional y la cadena de bloques (CB).

Fuente: Elaboración propia.

La figura 1, compara el sistema de trazabilidad convencional y uno que incorpora la tecnología de CB. En el primero de estos, es posible acceder la información del socio inmediato y se utilizan sistemas de verificación entre eslabones de la cadena, incurriendo en costos adicionales. Mientras que, en el sistema con CB cualquiera de los socios puede acceder en cualquier momento la información de cualquier socio de la cadena de abastecimiento haciendo innecesaria la verificación.

Esta tecnología, permite transferir valor de manera digital e instantánea con altos niveles de seguridad, basados en métodos confiables de encriptación y autenticación (Rojas, 2019). A diferencia de otras bases de datos, el cambio fundamental es el migrar de un sistema de base de datos centralizado o descentralizado por uno descentralizado y distribuido (Pastor, 2018).

En un sistema centralizado un servidor central almacena la información que es consultada por los miembros de la red; mientras que uno descentralizado utiliza más de un servidor. En cambio, en un sistema distribuido y a su vez descentralizado todos los nodos participantes de la red contienen una copia exacta de la información (DHL, 2018)



Figura 2 Representación gráfica de los sistemas centralizados, descentralizados y distribuidos.

Fuente: DHL, 2018.

Los **sistemas de trazabilidad centralizados** se caracterizan por una gobernanza en la que una organización recibe y procesa la información de trazabilidad y decide qué parte de la información comparte. Por lo tanto, el nivel de intercambio de información es bajo y los tiempos para identificar desviaciones de inocuidad o calidad se extiende a días o semanas, reduciendo así el nivel de confianza y generando una posible causa para el conflicto de intereses entre socios comerciales. En contraste, en el **sistema descentralizado** y compartido, todos los participantes intercambian y validan la información de par a par en días o segundos,

generando así un alto nivel de transparencia, creando confianza y reduciendo la probabilidad de conflictos. La CB se define como una tecnología de distribución de registros (DLT por sus siglas en inglés) que permite crear una red distribuida de base de datos en forme de bloques cifrados (figura 3), en la que se registran inmutablemente y en orden cronológico y geográfico, todas las transacciones o eventos ejecutadas y compartidas por sus participantes (nodos). La información de las transacciones permanece indefinidamente disponible en la red, haciendo posible la verificación desde cualquier ubicación, hora del día y por cualquiera de los nodos. De manera que es posible crear, validar, almacenar y diseminar información de manera segura y eficiente, a través de la geografía y del tiempo. (Miarka et al. 2018); (Gálvez, Mejuto, & Simal-Gandara, 2018).

Los nodos utilizan un programa computacional o una interfaz web para conectarse a la red. La comunicación de las transacciones ocurre mediante la interacción “Peer-to-Peer” (P2P), lo significa que cada nodo se conecte únicamente con un número determinado de nodos, los cuales, a su vez, se conectarán con otros nodos hasta lograr la interconexión de todos los participantes. Los conjuntos de transacciones son organizados y almacenados en forma de bloques (Allende, 2018).

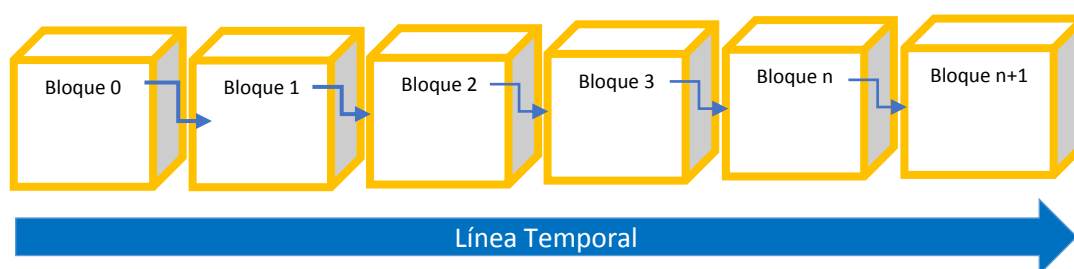


Figura 3 Diagrama de un sistema de Bloques
Fuente: Elaboración Propia

Cada bloque contiene información básica requerida para su adecuado funcionamiento e información de las transacciones generadas los nodos. Los elementos esenciales para el funcionamiento del bloque son el número de

encabezado del bloque, el número del encabezado del bloque previo, la marca de tiempo, el valor nonce, el valor de la raíz del árbol de Merkle y la dificultad. La composición de un bloque y el inicio de una CB se presentan en la Figura 4, en donde cada cuadrado representa un bloque de la cadena.

La cabecera del bloque es un número alfanumérico obtenido por criptografía, mediante una función, la cual es capaz de convertir textos, documentos o información en una sucesión de caracteres denominados Hash. Debido a lo anterior, el encabezado del bloque se denomina “header (encabezado) hash” y su función es nombrar a cada bloque dentro de la CB para su identificación (Muelle-Kunimagi, Redi, & Serale, 2019).

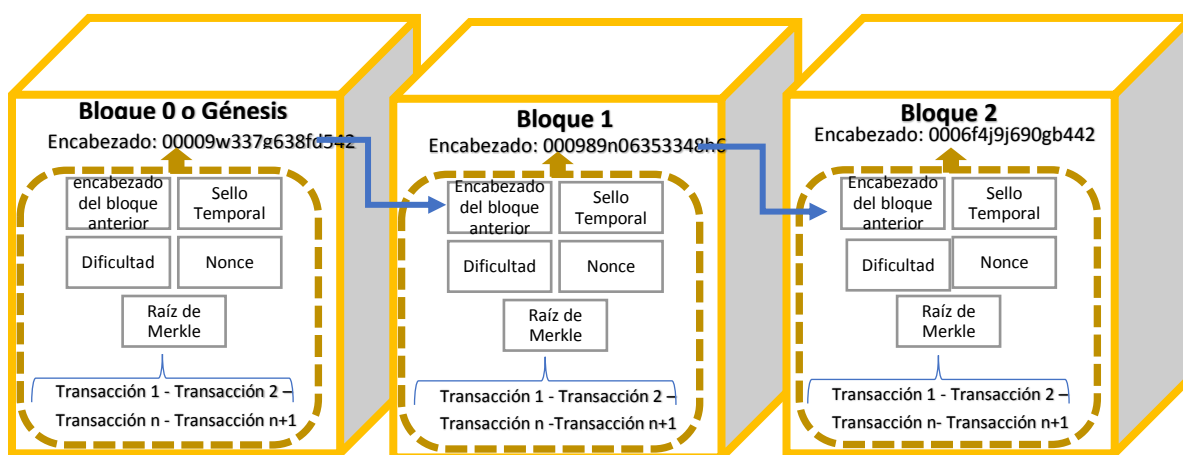


Figura 4 Composición de los bloques o unidades de una cadena de bloques

Fuente: (Bel , Dolader, & Muñoz, 2017)

En la figura 4, se ilustra el Hash de encabezado que es un resumen encriptado de la información que contiene el bloque con línea punteada que representa: el instante en que fue creado el bloque (sello temporal), un número aleatorio llamado “nonce”, el grado de complejidad del proceso de validación del bloque denominado dificultad, el hash o encabezado del bloque predecesor y la raíz de Merkle, que a su vez

contiene transacciones encriptadas. El bloque cero es el inicio de la CB, y se diferencia de los bloques posteriores en que no posee valor Hash del bloque anterior por tratarse origen de la cadena (Buchman, 2016); (Pastor,2018).

Es importante resaltar, que cada bloque posee dos tipos de “hashes”: el propio del bloque con el que se identifica dentro de la cadena y el que le precede. Dado que cada uno de éstos, hará referencia al “hash” del bloque anterior (que es un resumen de toda la información que contiene), se crea un encadenamiento de bloques, representado con una flecha azul en la figura 4.

De esta manera, los bloques se vinculan en orden cronológico y la información permanece inalterable, porque pequeño cambio en el contenido del bloque significa un recálculo del número de hash (Buchman,2016); (Allende, 2018).

Para emitir transacciones válidas, se deben utilizar claves digitales llamadas llaves. Con una llave privada el creador de la transacción firma y posteriormente envía a los nodos receptores con los que está conectado y éstos a su vez la comparten con otros similares, hasta que todos tienen la misma información. Éstos a su vez, cuentan con una llave pública del emisor mediante la cual pueden verificar la autenticidad de la transacción (Bel , Dolader, & Muñoz, 2017). Tras comprobar la autenticidad, cada nodo incluye la transacción en un listado de transacciones conocido en este contexto como “*pool*”, el cual se reenvía a los otros nodos de su grupo (Allende, 2018).

Cada cierto tiempo, un nodo es escogido para proponer un bloque que contendrá las transacciones registradas en su “*pool*”. La manera de proponerlo es tomando la versión actual de la CB y añadirle el bloque propuesto. Esta nueva cadena es comunicada a sus pares por medio del P2P, para la verificación de su información y minado del “hash” (Alija, sf); (Allende, 2018).

El proceso de escogencia del nodo es llamado protocolo de consenso y es el más importante, porque posibilita que la CB sea una base de datos en donde las distintas partes no requieran confiar unas en otras. La elección del nodo es aleatoria, así que cualquier nodo tiene oportunidad de ser elegido, pero aquellos con mayor interés individual en el correcto desarrollo de la CB tendrán una mayor probabilidad (Allende, 2018).

Existen varias propuestas de protocolos de consenso entre los que se encuentran la prueba de trabajo (Proof of Work (PoW), en idioma inglés), utilizado en CB públicas. Este tipo de protocolo exige un esfuerzo a los participantes del sorteo para determinar quién propone el bloque y se recompensa al ganador. Este esfuerzo se llama minado y consiste en un cálculo matemático efectuado por un ordenador. Éste, utiliza la información contenida en el bloque para busca un número aleatorio (nonce) que, unido a la información del bloque, genera un código hash menor que un valor dado (dificultad). El código "Hash" será la identificación del bloque (encabezado en la figura 4). Cuando se propone un nuevo bloque, esto se hace sin un código hash, de forma tal que todos los nodos pueden competir por encontrarlo. Sólo algunos lo hacen (mineros) porque la minería (el proceso de encontrar el hash) implica un alto consumo de energía (Alija, sf); (Allende, 2018).

Otros procesos de protocolos de consenso, tales como la prueba de participación (PoS por sus siglas en inglés), la prueba de participación alquilada (LPoS por sus siglas en inglés), la prueba de participación delegada (DPoS por sus siglas en inglés) y la prueba de importancia (PoI por sus siglas en inglés), buscan distribuir las probabilidades de ganar el sorteo proporcionalmente al número de activos, propiedades o bienes en la red de cada nodo. Lo que es equivalente a obtener mayores probabilidades de proponer el bloque según la valoración del nodo dentro de la red (Allende,2018).



Hash: 000045h68802gs700876566789598756800d8087648627940630979w5

Figura 5 Representación de las actividades que integran el proceso de validación de un bloque para ser añadido a una cadena de bloques.

Fuente: (Cañet-Prades, Segreda, Trejos, & Vega, 2019)

Antes de que los nodos añadan un nuevo bloque a la CB, éstos se verifican tal y como sucede con las transacciones (que son verificadas automáticamente para asegurar que las operaciones involucradas son correctas, coherentes y consistentes), de manera que las transacciones y el “hash” sean válidos. La figura 5 resume este proceso.

El “hash” obtenido en el proceso de minado, es usado en el siguiente minado para validar el siguiente bloque y así sucesivamente. Aquí es donde entra la cuasi-inviolabilidad (inmutabilidad) de la cadena. Dado que los bloques están enlazados mediante los “hashes”, cualquier mínimo cambio en el contenido de un bloque, cambia el hash de ese bloque y subsecuentemente el “hash” del siguiente bloque y los bloques previos. Esto significaría volver a minar los bloques, para recalculando los “hashes”, lo que implica un gran costo energético y una considerable inversión de tiempo.

En caso de que se tratara de introducir de forma maliciosa un bloque nuevo con mutaciones, éste sería detectado por los miembros de la cadena, porque todos poseen una copia idéntica de la cadena previa a la incorporación del bloque nuevo. Así que, en caso de que una cadena individual mutara debido a una manipulación mal intencionada, esta última quedaría invalidada, pues todas las demás copias de la cadena serían diferentes a la cadena mutada (Alija, sf).

Existen dos tipos de bloques en el contexto de CB, rechazados y los huérfanos. Los primeros corresponden a nodos en la que parte de su información no concordó con la información que poseían los nodos validadores, por lo que se rechaza. Las transacciones que sí eran válidas en el bloque estarán contenidas en el Pool de otros nodos (porque los nodos reciben y ordenan las transacciones en forma diferente) siendo así incluidas en futuros bloques (Allende, 2018).

Finalmente, el bloque huérfano son bloques válidos que no forman parte de la CB o “blockchain” y que están almacenados en un pool de éstos. Las transacciones contenidas en un bloque huérfano también están incluidas en el pool de otros nodos, por lo que eventualmente se incorporarán a nuevos bloques que una vez validados se sumarán a la CB.

2.6.2 Contratos inteligentes, IoT y Tokens:

Las cadenas de bloques permiten la inclusión de algoritmos digitales llamados Contratos Inteligentes (Smart Contract, en idioma inglés), que permiten llevar a cabo una transacción de forma automática, siempre y cuando se cumplan ciertas condiciones acordadas previamente por las partes interesadas. Una vez escrito el código y firmado digitalmente cuando éste es agregado a la cadena de bloques, su ejecución (cuando se cumpla alguna condición establecida o se active a través de un pago) es realizada –y corroborada– por todos los participantes de la red.

Al tratarse de un tipo de software, éste facilita la automatización de procesos a través del establecimiento de reglas que se ejecutarán, sin la necesidad de intermediarios si se cumplen ciertos requisitos preestablecidos, lo cual, sumado a la confianza que la CB promete, plantea en principio desafíos importantes al sector público, cuyas instituciones están acostumbradas a operar en las antítesis de esta lógica (Muent-Kunigami, 2019).

El uso del internet de las cosas (IOT por sus siglas en inglés) permiten la comprobación automática de cláusulas establecidas en los contratos inteligentes. Esto acelera, abarata y optimiza la realización de las transacciones. Los dispositivos inteligentes que envíen información a la CB deben tener una identidad digital, que les permita firmar digitalmente dicha información, dado que en caso contrario la información no sería de confianza (Allende, 2018).

Los contratos inteligentes permiten la existencia de tokens criptográficos, que son activos y/o derechos de acceso que son administrados por la CB. Éstos a la vez, pertenecen a una dirección de la CB y para ser accedidos se debe utilizar un software de billetera. Los tokens utilizan llaves pública y privada que son administradas por este último. Solo la persona que tiene la clave privada para esa dirección puede acceder a los tokens respectivos. Por lo tanto, esta persona puede considerarse como el propietario o custodio de ese token (Voshmgir, 2019). El token es una forma de representar de manera digital un activo y así contar con un registro confiable de su camino y de los cambios de propiedad (o de localización, en el caso de cadenas de producción o de distribución) (Muenta-Kunigami, 2019).

2.6.3 Tipos de Cadenas de Bloques y plataformas

La versatilidad de la tecnología de CB, permite que estas sean utilizadas por el público general o únicamente por un grupo de actores. Según Sunyer (2018), esto permite que se desarrollen cuatro tipos de cadenas de bloques: Pública, Privada e Híbrida y como servicio.

Como se observa en el cuadro II, la CB pública es la más democrática permitiendo cualquiera participe en ambos roles: de minero y de nodo. La utilización de protocolo de consenso y función del “hash” soluciona el problema de confianza y

transparencia. Los casos más emblemáticos son la Bitcoin o Ethereum (Sunyer, 2018)

En una CB privada, un administrador se encarga de brindar acceso a la cadena. Éste, escoge el tipo de privilegios que les otorga a los participantes (proponer transacciones, minar). Por lo tanto, éstos no son descentralizados y no se consideran como una solución al problema de falta de confianza y transparencia. La ventaja que representan es su velocidad, rendimiento y confidencialidad. Además, al igual que las redes públicas y privadas soportan contratos inteligentes. Algunos de los ejemplos recurrentes son: Quorum, Hyperledger (Allende, 2018), (Sunyer, 2018).

Finalmente, en una CB se ofrecen en la nube servicios de almacenamiento de los datos de la cadena. En general, las ventajas que esto representa son un aumento en la seguridad, la no necesidad de invertir en un “hardware” y la posibilidad de un entorno más amigable con el que se pueda trabajar, lo que permite crear tu propio canal de la CB o blockchain sin necesidad de programar. Ejemplos de este servicio son R3, Hyperledger Fabric (Allende, 2018).

Cuadro II. Principales características de los 4 tipos de cadena de bloques.

Tipos/ Características	Público <i>Bitcoin</i> <i>Ethereum</i>	Privado <i>Hyperledger</i> <i>Quorum, Corda</i>	Permisiónada <i>Hyperledger,</i> <i>Quorum, Corda</i>	Como servicio <i>IBM, Microsoft</i>
Cualquiera Participa	SÍ	NO	NO	NA
Los participantes actúan como nodos	SÍ	NO	NO	NA
Transparencia	SÍ	A VECES	A VECES	NA
Hay un único administrador	NO	SÍ	NO	NA
Hay más de un administrador	NO	NO	SÍ	NA
No hay administradores	SÍ	NO	NO	NA

Participantes tienen derechos iguales	SÍ	NO	NO	NA
Permite Contratos inteligentes	SÍ	SÍ	SÍ	NA
Recompensa por minado	A VECES	NO	NO	NA
Solución al problema de confianza	SÍ	NO	A VECES	NA
Seguridad basada en el protocolo de consenso	SÍ	NO	A VECES	NA
Seguridad basada en funciones "hash"	SÍ	A VECES	A VECES	NA
Provee servicios en la nube	NA	NA	NA	SÍ

Fuente: Allende, 2018.

2.6.4 Capas de una Cadena de Bloques

La CB trabajará en equipo con otros componentes para convertirse en una solución que puede implementarse con los problemas de las organizaciones. Uno de estos componentes es un interfaz web o una aplicación a través de la cual los usuarios interactúan con el sistema. Otro componente es una base de datos en donde los documentos pesados se guardan, de manera que lo único que se sube a la CB es el "hash" resultante de la encriptación del documento. También, se requiere el uso de un interfaz de programación de aplicaciones (API por sus siglas en inglés) el cual permite el intercambio de información entre el usuario con la cadena de bloques y la base de datos (Allende, 2018); ((Muenta-Kunigami, 2019).

Un diagrama sencillo que ilustra una posible arquitectura simple y genérica podría ser el que se muestra en la figura 6. En el diseño propuesto, a los usuarios se les proporciona un acceso web o móvil que consume una API. En la parte inferior, se tiene la CB o el blockchain y una capa de acceso a datos que se encarga, en caso necesario, de controlar el intercambio de información con las bases de datos

(Allende, 2018). Los contratos inteligentes deben estar ubicados en la red de Ethereum, al igual que los nodos encargados de la minería y la CB.

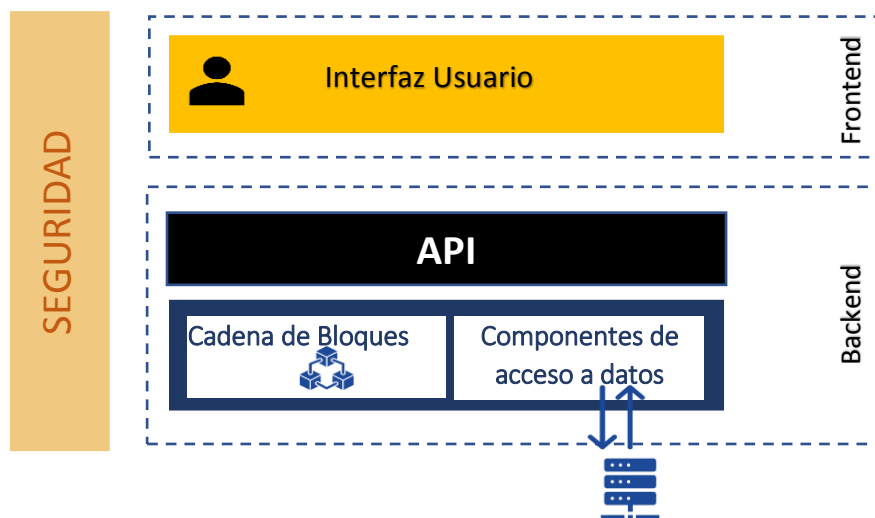


Figura 6. Ejemplo de una arquitectura simple y genérica de una cadena de bloques. Fuente: Allende, 2018.

2.6.5 Aplicación de la Cadena de Bloques en la trazabilidad del cacao y cadenas alimentarias

La CB junto con las tecnologías (IoT, RFID, entre otros) están creando oportunidades significativas en la industria alimentaria, redefiniendo la cadena de suministro en términos de negocio, procesos operacionales y revisiones requeridas de modelos analíticos existentes. (Casino et al., 2019).

Al ser utilizado éste en la cadena de abastecimiento de alimentos, es posible seguir el movimiento físico de la unidad trazable, consultar información de la trazabilidad externa con mayor rapidez, alcanzar mayores niveles de transparencia y seguridad gracias a la red descentralizada, compartida e inmutable y la eliminación de figuras

intermediarias gracias a una mayor automatización de los procesos obtenida con la utilización de los contratos inteligentes (Hollands, et al, 2018) y (Hitchcock, 2017).

Muchas de estas virtudes de la tecnología de CB son aplicables a las cadena de suministro de alimentos y en el caso particular del cacao, éstas podrían representar una solución para contrarrestar algunas características de su operación que puedan afectar su la transparencia y confianza. Por ejemplo: el desconocimiento que tienen los actores sobre las necesidades de sus socios comerciales, las diferencias de criterio en las capacidades de producción que generan incertidumbre en su abastecimiento, la presencia de intermediarios informales que especulan con el precio, la disponibilidad y que en muchos casos descuidan la trazabilidad.

Con la adopción de la tecnología de CB y los contratos inteligentes, será posible eliminar intermediarios innecesarios, demostrar y garantizar las cantidades de producto y su trazabilidad, la sostenibilidad de la producción primaria, el cumplimiento de requisitos legales como uso de pesticidas, garantías sociales y trabajo infantil. (Casino et al, 2019), (Arkeman et al, 2018).

Los beneficios de esta tecnología no pasaron inadvertidos por grandes transnacionales tales como Wal-Mart, Nestlé, Unilever y Dole respectivamente, las cuales ya han adoptado esta tecnología por medio de la herramienta “Food Trust”, desarrollada por IBM y así mejorar la visibilidad y la responsabilidad en toda la cadena de suministro de alimentos (IBM), sf)

3. METODOLOGIA

El presente trabajo plantea un modelo de recolección de información, para la implementación de la tecnología de CB en la gestión de la inocuidad en una cadena de abastecimiento de cacao en grano seco.

Para su desarrollo se utilizaron las siguientes actividades:

- **Identificación de actores en la cadena de abastecimiento:** por medio de revisión bibliográfica, entrevistas y visitas de campo a la producción primaria del cacao, se identificaron los actores involucrados en cada eslabón de la cadena de abastecimiento del cacao.
- **Caracterización de las etapas de la cadena de abastecimiento:** con la información recolectada en las visitas a campo y complementando con la revisión bibliográfica se caracterizan las operaciones unitarias realizadas por cada actor en cada eslabón.
- **Identificación de requisitos legales, comerciales, Inocuidad- Calidad:** por medio de revisión bibliográfica, normativa se definieron los valores permitidos o recomendados para los peligros de inocuidad identificados, ajustándolos a las recomendaciones del Codex Alimentarius, el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) y la Asociación Francesa de Chocolates, galletas y confitería (CAOBISCO por sus siglas en francés), para lo cual se realizó una revisión bibliográfica. Adicionalmente se incluyeron requisitos para la adecuada trazabilidad recomendados por FAO (2018).
- **Realización de un Análisis de peligros:** tomando como referencia una de las fincas de tamaño medio visitada, se realiza un análisis de peligros del grano de

cacao seco como materia prima. Posteriormente, por medio de información bibliográfica y se identifican los principales peligros para los eslabones restantes de la cadena.

- **Definir y analizar el tipo de cadena de bloques es apropiada para una cadena de abastecimiento:** tomando como referencia la investigación bibliográfica citada en la metodología y la consultada, se realiza un análisis de las necesidades de la cadena de abastecimiento (aumento de transparencia, confianza, rapidez, exactitud de la información, robustecimiento de los sistemas de la compañía que sustentan el sistema de inocuidad y confidencialidad de la información) para realizar la escogencia del tipo de cadena de bloques y se analiza cómo responde a estas necesidades.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para diseñar la propuesta del sistema de trazabilidad para la cadena de abastecimiento del cacao utilizando tecnología de CB fue necesario entender el engranaje de los eslabones que conforman la cadena de abastecimiento.

4.1 Este ejercicio permitió identificar:

- a los actores y las interacciones que ocurren entre ellos.
- las necesidades de información.
- como comprender los flujos del producto y de la información a lo largo de la cadena.

4.2 Este entendimiento de la cadena y los requisitos que se deben cumplir en cada eslabón permitió:

- la identificación de algunas operaciones como ECT y los EDC necesarios para mantener la trazabilidad del producto y de la información a lo largo de la cadena.

4.3 Adicionalmente, se incorporó el uso de las tecnologías IoT, RFID y los estándares GS1 para identificar, captar y compartir la información de los EDC la cual alimenta el sistema de trazabilidad haciendo posible seguir el movimiento de la URT y de la información.

4.4 Para solventar los problemas de transparencia, especulación en el desabastecimiento y del precio del cacao, así como el garantizar y demostrar el cumplimiento de estándares de inocuidad, calidad, sostenibilidad o requerimientos de los actores de la cadena, se propone utilizar una CB pública. La información ingresaría a la cadena de bloque gracias al empleo de las tecnologías IoT, RIFD y

los contratos inteligentes, que están asociados a los eventos críticos de trazabilidad (ECT) identificados. De esta forma la información es compartida en forma de transacción sin manipulación humana, caracterizándose por su inmutabilidad, anonimato y disponibilidad para todos los participantes de la cadena.

4.5 Por tratarse de una cadena de bloques pública, la información encriptada en la cadena puede ser accesada por medio de contratos inteligentes por entidades con universidades, Ministerios gubernamentales como el MAG, el Ministerio de Salud (MS), Ministerio de Economía (MEIC), y otras oficinas del gobierno con fines de investigativos y de fiscalización. A la vez, facilita la labor de auditaje para la verificación del cumplimiento de requisitos legales, normativas y/o comerciales de interés del consumidor como la sostenibilidad del producto, su inocuidad y calidad. La incorporación de la tecnología de contratos inteligentes permite la comprobación de dichos requisitos o condiciones previamente acordadas entre las partes de una forma automática, imparcial y sin intermediarios.

4.6 La figura 7, que se muestra a continuación se resume el sistema de trazabilidad propuesto. Cada ECT tendrá su bloque en la CB que contendrá las transacciones de dicho ECT y los contratos inteligentes. Las transacciones pueden estar constituidas por los datos recolectados por IoT y los RFID y la verificación del cumplimiento de las condiciones estipuladas en los contratos inteligentes.

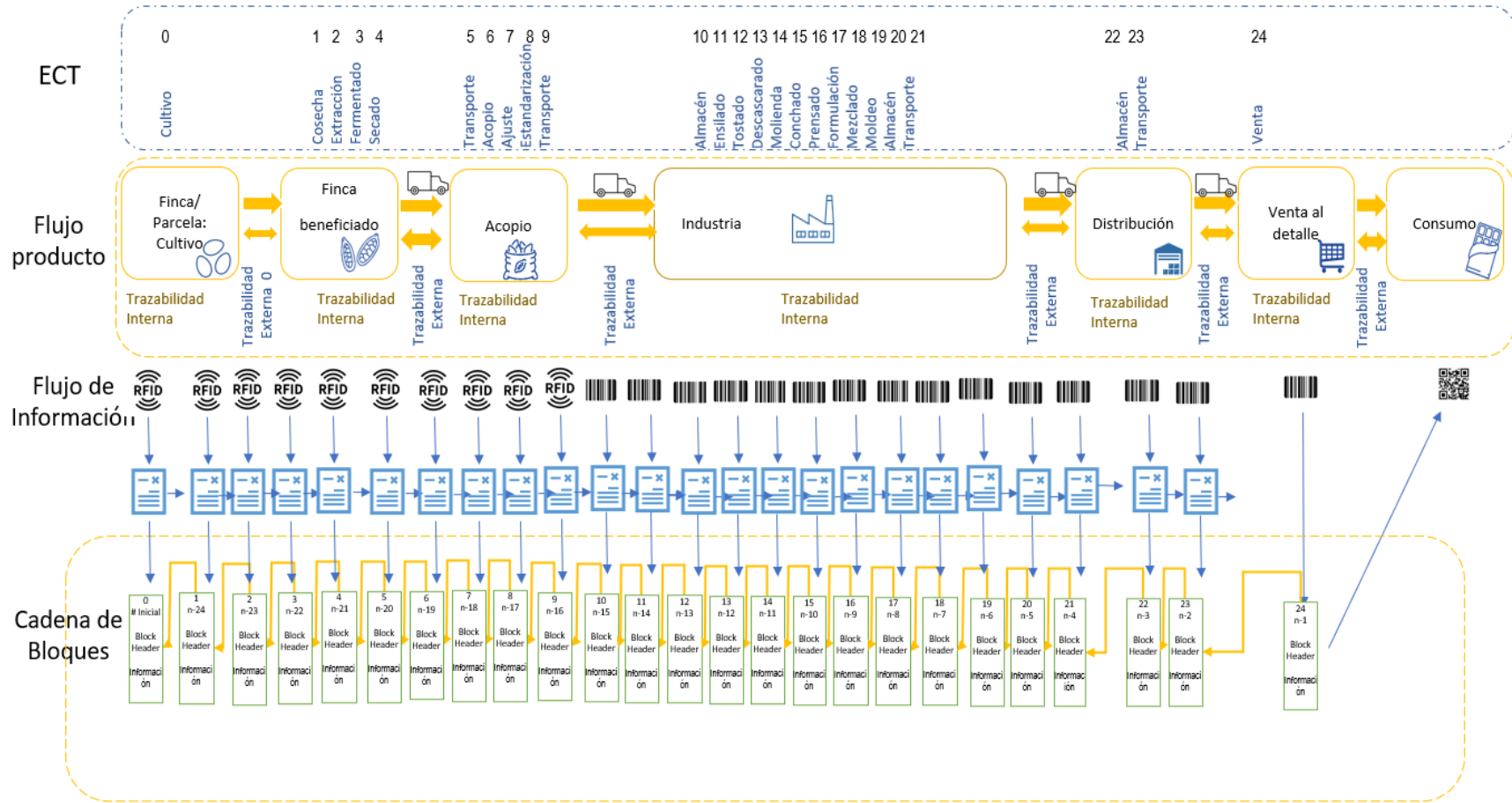


Figura 7. Vista esquemática del sistema de trazabilidad transparente y voluntario de cadena de bloques para el abastecimiento del cacao.

Fuente: Elaboración propia.

4.7 Identificación de los actores y caracterización de los eslabones

Para realizar el presente trabajo, se realizaron visitas de campo a proveedores de cacao de una compañía chocolatera costarricense.

Las visitas constaron de recorridos para observar la operación y las prácticas y se realizaron entrevistas a los administradores de las fincas.

De igual manera, se conoció el proceso de abastecimiento de cacao de la compañía chocolatera y los destinos de su producto aguas abajo en las etapas de comercialización.

Con esta información fue posible complementar la descripción de la cadena de abastecimiento encontrada en la revisión bibliográfica y generar una versión a la medida de la realidad de los entrevistados (Figura 8).

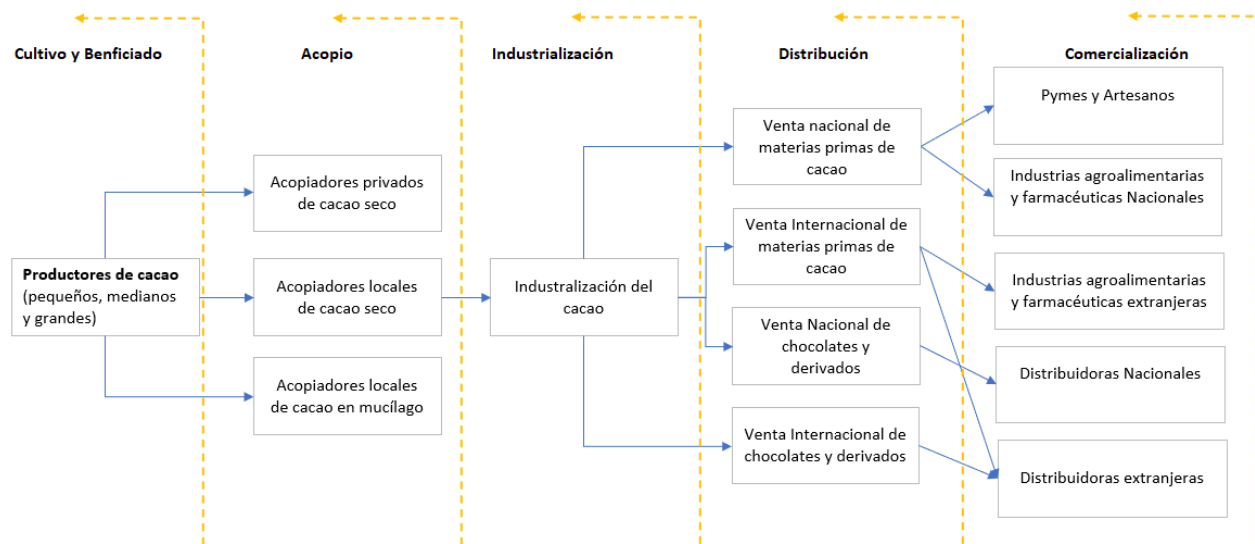


Figura 8 Cadena de abastecimiento del cacao y comercialización de los subproductos y productos terminados del cacao de la empresa.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 8, se pueden observar que el productor de cacao coloca el grano de cacao seco en centros de acopio, los cuales se encargan de acopiar el cacao en cantidades importantes para su venta industrial.

El cacao en grano seco es procesado por la industria chocolatera para la elaboración de productos terminados para consumo directo, así como productos intermedios que serán materias primas para otros procesos. El chocolate y los subproductos se vende localmente y en ocasiones internacionalmente.

El uso de los productos es para consumo directo y en el caso de los subproductos son materias primas para artesanos, pequeñas industrias, e industrias agroalimentarias y farmacéuticas.

Mediante un análisis más detallado de las transformaciones implicadas para convertir las semillas de cacao en chocolate y la cadena de comercialización del chocolate para consumo directo, se realizó la definición de eslabones de la cadena de abastecimiento de cacao para la producción del chocolate para consumo directo, representada en la Figura 9.

En la figura 9, se identifican los eslabones denominados como Cultivo, Acopio, Industrialización, Distribución y Consumo.

El eslabón de cultivo está constituido por varias operaciones agrupadas de la siguiente manera: **Cultivo** (abastecimiento de insumos y cultivo de los cacaoteros), Cosecha, Beneficio (extracción del grano, fermentado, secado). El actor en este eslabón es el productor de cacao.

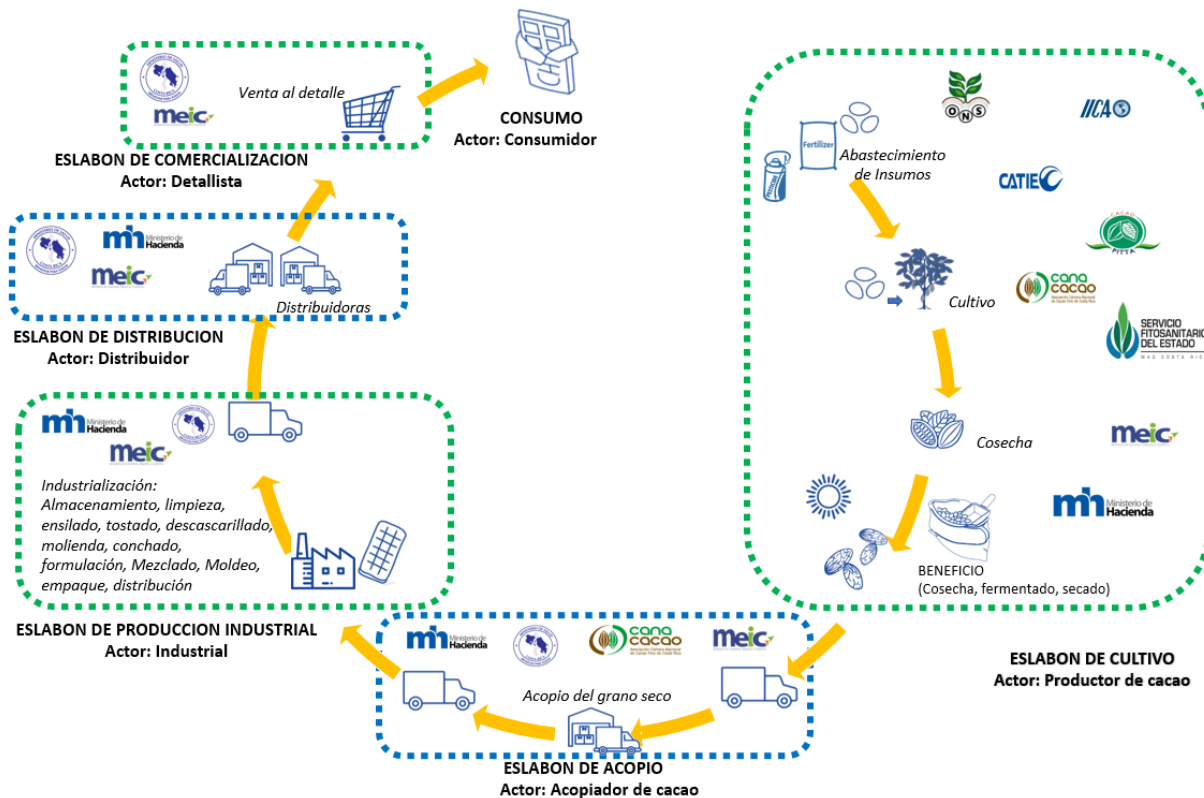


Figura 9 Cadena de Abastecimiento de cacao y los actores de la cadena.

Fuente: Elaboración propia.

El cultivo inicia con la obtención de las semillas de cacao por medio de proveedores autorizados por el MAG, quien difunde el uso de semillas mejoradas para soportar enfermedades y adaptadas al clima costarricense. Las semillas se germinan en viveros dentro de las fincas, para ser posteriormente sembradas en un terreno que satisfaga sus requerimientos de suelo y clima.

Las plantas de cacao requieren de una serie de cuidados especializados (podas, manejo de enfermedades y plagas, gestión del suelo, riego en época seca, calidad del agua), así como la administración de suplementos nutricionales y otras sustancias químicas aprobadas por el MAG (naturales o artificiales) para su adecuado mantenimiento, crecimiento y productividad.

La cosecha consiste en la remoción de las mazorcas con la técnica y herramientas adecuadas para no maltratar los frutos inmaduros y los cojines florales, así como para evitar la transmisión de enfermedades entre árboles. Los utensilios para recolección de las mazorcas cosechadas varían desde canastos, hojas de plátano, bolsos o en algunas fincas se colocan en el suelo. Esta actividad, requiere de personal dedicado a la actividad que esté entrenado en la técnica, en las prácticas higiénicas y que también esté dotado del equipo requerido para realizar la tarea.

A las mazorcas cosechadas se les extrae el cacao en mucílago en el menor tiempo posible, evitando cortes en la semilla y la incorporación de suciedad. Se recolecta en canastas plásticas, baldes o algún recipiente que permita el posterior traslado al cuarto de fermentación a pie o en vehículo.

La fermentación, consiste en colocar una cantidad de cacao en mucílago en un recipiente (usualmente de madera) que lo proteja de los cambios ambientales para que espontáneamente se produzca la fermentación del grano y el cambio en su color interior. Es de gran importancia para la calidad del chocolate y sus derivados, ya que permite el desarrollo de los precursores de sabor y aroma. Debido a la importancia de este proceso en su ejecución se monitorea como parte del control de la calidad del grano de cacao. El secado consiste en reducir la humedad del grano a un porcentaje adecuado para asegurar la prevención de la producción de hongos que afectan la inocuidad, sabor del chocolate. Para llevar a cabo este proceso, se cuenta con técnicas que permiten el aprovechamiento de la luz solar y el adecuado tiempo de secado según su variedad. Debido a que la técnica empleada afecta el sabor resultante del chocolate, su proceso se monitorea como sucede con la fermentación. Una vez seco el grano, éste se empaca y se estiba a espera de su venta.

El segundo eslabón es el **acopio** y el actor es el acopiador. En este eslabón, el acopiador compra cacao seco a distintos productores y se encarga de trasladarlo a su bodega.

Cuando el cacao está en manos del acopiador, éste verifica la calidad según la norma acordada con su cliente. También, se determina el nivel de humedad porque en caso de no cumplir con el estándar éste se ajusta por medio del secado artificial para volver posteriormente al inventario.

Finalmente, el acopiador realiza mezclas de cacao según las necesidades de sus clientes y lo empaca en sacos de nylon. El mismo acopiador se encarga de la distribución de su producto.

La **Industrialización** es el tercer eslabón y el industrial su el actor. Éste, consiste en una serie de operaciones unitarias que transforman el cacao seco en chocolate. En la figura 9 se identifican: el almacenamiento, la limpieza, el ensilado, tostado, descascarillado, molienda, conchado, formulación, mezclado, moldeado, empaque, almacenamiento y distribución.

En este eslabón, el que hace el acopio del cacao lo entrega en las bodegas del industrial, donde es muestreado y analizado para la verificación de la calidad definida por la norma técnica costarricense. Una vez liberado, éste se identifica con el lote interno y se coloca en una bodega para su almacenamiento en tarimas a la espera de su utilización. La limpieza consiste en cernir en cacao en un equipo con una secuencia de aditamentos para la limpieza del cacao (despedradoras, mallas y trampas magnéticas). El cacao limpio es ensilado para ser dosificado en el tostador.

El tostado permite desarrollar el aroma y sabor del chocolate cuyos precursores fueron desarrollados en el fermentado y secado. Se considera importante mencionar que, éste es el proceso térmico más severo del todo el proceso productivo del chocolate, por lo que se asocia con la reducción de la carga microbiana proveniente del campo.

Es por esta razón, que esta etapa del proceso se considera de importancia para la inocuidad del producto terminado, por lo que se establecen estrictos controles de tiempo y temperatura.

Seguidamente, el cacao tostado aun con cáscara es descascarillado con un equipo que la separa del “nib” y éstos luego son depositados en el molino, en donde por efecto de la fricción que se genera entre los nibs, se funde la grasa para transformarse en pasta o licor de cacao.

El conchado consiste en el proceso de expulsión de los ácidos volátiles del licor de cacao, procedimiento en el que se aplica agitación con calor por largos periodos de tiempo.

El licor obtenido antes de pasar a la etapa de prensado pasa a través de mallas y trampas magnéticas para su purificación, con la finalidad de obtener la manteca de cacao y la cocoa en polvo respectivamente, siendo ambos ingredientes de la producción de chocolates.

La formulación del chocolate consiste en el pesado de los ingredientes que se indican en ésta, los cuales pueden contener manteca de cacao, licor de cacao y/o cocoa en polvo.

En la etapa de mezclado, los ingredientes se integran para producir un chocolate con determinada viscosidad y fineza de la pasta.

Durante la etapa del moldeo, el equipo vierte la pasta temperada en un molde frío y seco hasta su endurecimiento y posterior retiro del molde.

Para realizar la operación unitaria del empaque, las barras de chocolate son colocadas dentro de su empaque individual y, posteriormente, en cajas para su comercialización.

El almacenamiento consiste en mantener el producto bajo condiciones ambientales controladas que permitan mantener su calidad.

Para la distribución del producto terminado se cargan las cajas en el camión para su entrega en la distribuidora.

El cuarto eslabón es el **distribuidor** y su actor lleva el mismo nombre. Recibe los productos de chocolate transportado en los camiones de la compañía procesadora, los almacena en tarimas colocadas en estanterías a espera de su distribución bajo condiciones ambientales controladas y en seco. Éste, puede distribuir cajas enteras de producto o unidades según el requerimiento de la tienda detallista. Por medio de su flotilla de camiones, éste se encarga de colocar el producto en las tiendas detallistas al alcance del público en general.

El penúltimo actor identificado es el **detallista** ubicado en el eslabón de comercialización, éste es quien recibe los chocolates procedentes del distribuidor y los almacena en una bodega temporal en condiciones ambiente y/o los coloca directamente en góndola. Por medio de sus (tiendas supermercados, tiendas de abarrotes los chocolates) vende al público general.

Finalmente, el último actor identificado es el **consumidor**, quien compra y utiliza el producto terminado. Este eslabón se denominó Consumo.

Tal y como se puede observar en la figura 3, en ésta se hace alusión a entes gubernamentales, centros de investigación y asociaciones del sector que interaccionan con los actores ya que brindan soporte, insumos o solicitan el cumplimiento de requisitos legales como el pago de impuestos, permisos de funcionamiento, estándares comerciales, entre otros.

4.8 Identificación de requisitos legales, comerciales y normativos

Las observaciones realizadas durante las visitas a campo complementaron la investigación bibliográfica y permitieron conocer y comprender las necesidades de información de las operaciones que los actores realizan en cada eslabón y la identificación de las actividades que impactan el cumplimiento de estándares o requisitos de inocuidad y calidad.

En el Anexo II, se adjunta el resumen de la revisión bibliográfica de los requisitos de inocuidad y calidad identificados, así como los parámetros y sus valores permitidos o recomendados en las normas Codex Alimentarius, la legislación costarricense, CAOBISCO, FAO, INTECO. Adicionalmente, se incluyeron algunos requerimientos relacionados con la sostenibilidad (ambiental, social, económica) y la productividad, aspectos que fueron identificados durante la revisión.

Tomando como referencia las visitas a campo y el resultado de la identificación de los requisitos para la CA, se hará una descripción de las operaciones que se realizan en cada eslabón de la agrocadena.

4.9 Visitas a campo y la Identificación de Peligros

4.9.1 Eslabón de Cultivo:

La plantación está ubicada en la zona sur del país, a un 1 km de una autopista, cerca de pequeños pueblos con acceso a servicios médicos, transporte y escuelas. Los colaboradores de la finca (4-8 personas dependiendo del volumen la cosecha) son mayores de edad, vecinos de la zona, asalariados, cuentan con seguro social y póliza por riesgos del trabajo. Los trabajadores cuentan con agua potable y servicios sanitarios, instalaciones de lavado de manos y botas.

El productor está en cumplimiento con los requisitos legales indicados en el Anexo I, los cuales regulan el impacto ambiental, las garantías sociales de sus colaboradores, los derechos de los colaboradores extranjeros y menores de edad, los requisitos fitosanitarios, del ministerio de Hacienda y del MEIC.

Los clones de cacao encontrados en finca son el clon R-1 y el PMCT-58, los cuales pertenecen al catálogo de clones mejorados por CATIE y autorizadas por la Oficina Nacional de Semillas del MAG.

Estas variedades están adaptadas a las condiciones ambientales del país, poseen una mayor resistencia a las enfermedades y mejores rendimientos. Esto significa que se reduce el empleo de agroquímicos (fertilizantes, enmiendas y plaguicidas) que impactan la salud humana y del medio ambiente (flora, fauna, suelo y agua). En el Anexo II, se incluyen los clones aprobados en el país. Las semillas se plantan en viveros y luego se trasplantan a las parcelas en que se subdivide la finca y se siembran siguiendo un diseño de pata de gallo.

La ubicación y el terreno de la finca se caracterizan por las adecuadas condiciones climáticas (temperatura promedio de 23°C, humedad relativa del 75%, precipitación 3000 mm anuales, periodo seco corto 3 meses máximo), el suelo del tipo inceptisol que es lo recomendado para el cultivo, el terreno con pendiente que facilita el drenado y una altitud máxima de 27m.s.n.m. La totalidad de las necesidades identificadas se resumen en los apartados de suelo y ubicación de la finca en el Anexo II).



Figura 10 Utilización del clon R-1 en una plantación joven de Cacao en el Pacífico sur.
Fuente: Elaboración propia.

Se encontró, que en esta empresa realizan análisis químicos al suelo que permiten caracterizar y verificar el cumplimiento de los rangos indicados en el Anexo II. Esto es importante porque permite identificar y aplicar químicos cuando sea requerido por la

planta, reduciendo así las aplicaciones innecesarias de sustancias y la contaminación químicas del suelo y del manto acuífero.

Cuando se realizó la visita, los reportes de análisis no estuvieron disponibles, lo que dificultó la gestión requerida para identificar el tipo de parámetros que fueron evaluados.

El cultivo actual de cacao es la primera actividad humana conocida en ese terreno, por lo que no hay riesgo de contaminación por actividades antropológicas. La finca es accesada por animales salvajes provenientes del bosque húmedo que pueden dañar las mazorcas, pero a su vez ayudan con la polinización de los árboles frutales de sombra los cuales generan un ingreso adicional para empleados de la finca.

Los desastres naturales (inundaciones, actividades volcánicas, entre otros) que son fuentes de contaminantes químicos como dioxinas y BPCs no han ocurrido en la finca. Sin embargo, al encontrarse esta cerca de una autopista de alto tránsito de vehicular y sus emisiones, existe el peligro de contaminación del suelo y el producto expuesto a dioxinas, HAP, BPCs y cadmio (Cd) (la gasolina en Costa Rica no contiene plomo (Pb), por eso no se incluye como contaminante).

En el Anexo II. se resumen los límites para el Cd en el chocolate y productos agrícolas (enmiendas y fertilizantes) y algunas de las actividades mitigantes para reducir la incidencia de dioxinas, HAP y BPCs.

El MAG permite el uso de agroquímicos en el cultivo del cacao con el compromiso de que se cumplan sus regulaciones establecidas por la normativa correspondiente. En el Anexo II, se incluyen las que se refieren a las directrices a seguir para el manejo de los residuos de metales pesados en enmiendas, fertilizantes, al igual que el de los residuos de fungicidas y plaguicidas permitidos en el grano de cacao.

La finca visitada para realizar esta investigación no emplea agroquímicos sintéticos y fabrica biofermentos, sustancias naturales repelentes de insectos y microorganismos eficientes (EM por sus siglas en inglés) autóctonos para el control hongos en el cacao.

Por otro lado, los detalles de su preparación, control de insumos y las formulaciones estandarizadas son documentados. Durante el desarrollo de la investigación, se encontró que la cantidad de aplicaciones necesarias para mantener estable el cultivo del cacao se ha ido reduciendo con la aplicación de las buenas prácticas agrícolas (BPA), las cuales brindan beneficios tales como la prevención de la propagación de enfermedades del cultivo (técnicas de poda, rondas de cosecha, mantenimiento y limpieza de herramientas), auto generar materia orgánica para la fertilización del suelo (sistemas agroforestales), reducir la incidencia de plagas (sistemas agroforestales, programa de podas), una menor incidencia de frutos con hongos (programa de podas, técnicas de cosecha, manejo integrado de plagas (MIP)), una mejor productividad (programa de podas, sistemas agroforestales), una reducción en la erosión y contaminación (sistemas agroforestales), reducción de la disponibilidad del cadmio en el suelo (sistemas agroforestales, programa de podas, entre otros).

Por lo tanto, el impacto es positivo para la inocuidad, calidad, productividad, medio ambiente (agua, suelo, la flora y la fauna), la salud y economía de los empleados.

En el eslabón de cultivo, la prevención de la producción de hongos productores de micotoxinas (como la ocratoxina) en los árboles, frutos y granos importante para garantizar la salud del cacaotal y la inocuidad y calidad resultantes de los granos. En el Anexo II, en las secciones de cosecha, fermentación y secado se incluyen recomendaciones de normas técnicas para prevenir su formación.

Las prácticas observadas en finca para prevenirlos son la existencia de infraestructura para el almacenamiento de insumos como las herramientas de poda, su limpieza, y el uso exclusivo que se le da.

También, la ausencia de aspersores para el riego, las aplicaciones foliares con microorganismos, el control de malezas y en el programa de podas la técnica de corte y tratamiento de heridas a los árboles, y las rondas en días previos a la cosecha para retirar frutos enfermos.

A nivel documental, cuentan con un mapa con la división en parcelas, el histórico del uso del suelo, el registro de compras de insumos incluyendo semillas o plántulas y su procedencia. Se tienen identificadas las medidas para la protección de fuentes de agua y manejo del suelo para evitar la erosión y mejorar la fertilidad que incluye resultados de análisis, registro de las aplicaciones de enmiendas y fertilizantes. En el programa integrado de plagas, se documenta la aplicación y se registra el entrenamiento que recibe el personal en temas de aplicación de los productos. También, hay constancia de capacitación en higiene y buenas prácticas de los empleados durante las labores de cosecha y registro de las capacitaciones.

La trazabilidad de los sacos de cacao se lleva indicando en un código el código de la finca, el número de semana de cosecha, los días de secado y el código de la parcela. Por medio del número de parcela y de la semana de cosecha y de las mesas de secado es posible asociar los registros del sistema documental que registran las prácticas aplicadas en las etapas de cultivo y beneficio.

4.9.2 Beneficiado del cacao

El beneficiado está constituido por las operaciones de cosecha, apertura de la mazorca, fermentado y secado. En todas ellas, el denominador común es la prevención de hongos, por lo que se aplican una serie de técnicas para conseguirlo. En el Anexo II en los apartados de Cosecha, extracción del grano, fermentado y secado, se resumen las recomendaciones encontradas en la literatura.

4.9.3 Cosecha

La cosecha se realiza entre 4 - 8 colaboradores, los cuales cuentan con servicios sanitarios y lavamanos, pero no así de casilleros, ni de un comedor. El recorrido y las herramientas de corte son exclusivas para cosechar para evitar la propagación de enfermedades y hongos. La cosecha no se realiza bajo la lluvia, para prevenir la formación de hongos y no se cosechan mazorcas dañadas o enfermas. Las que son cosechadas se colocan sobre hojas de plátano, para no hacerlo directamente en el suelo y evitar la contaminación cruzada de las mazorcas con hongos (aflatoxinas, OTA) y evitar la contaminación de las mazorcas con contaminación procedente del suelo como microorganismos de origen fecal y bacterias patógenas como *Salmonella spp* y *E. coli* H O157: H7.

La extracción del grano en mucílago se realiza directamente en el campo. Las mazorcas son seleccionadas durante la cosecha para separar las de aquellas con indicios de daño o que ya estén dañadas. A éstas se les extrae las semillas de inmediato para aprovechar el material y posteriormente se realiza la misma práctica con las sanas, la cual se hace usando cuchillos exclusivos, con el fin de evitar el contacto con el grano en mucílago para no contaminarlo ni lastimarlo.

Sin embargo, la extracción se realiza directamente en el campo, por lo que es difícil prevenir la introducción de contaminantes. La literatura consultada y resumida en el Anexo II (Ver Anexo II, Cosecha) recomienda realizarla en un espacio protegido de la contaminación ambiental. Una vez abierta la mazorca, se extraen los granos manualmente y se eliminan los dañados, enfermos y el material extraño. El producto se recolecta en cubetas plásticas recicladas las cuales permanecen en el campo y sin protección hasta su traslado a la instalación de fermentación, favoreciendo la introducción de contaminantes ambientales.

4.9.4 Fermentación

La fermentación es una de las etapas de mayor impacto en las características de sabor, aroma y color de los derivados del cacao. También, es una de las etapas con mayor susceptibilidad a contaminarse con hongos ocratoxinógenos y productores de aflatoxinas B₁, B₂, G₁ y G₂.

En el Anexo II, se consolidan las pautas principales que regulan esta operación según las normas especializadas consultadas.

La instalación en donde se lleva a cabo el proceso de fermentación cuenta con un techo, con paredes y piso lavables, lo que facilita la limpieza y la protección del grano de las condiciones ambientales y plagas respectivamente. Esta área, es de acceso restringido y la operación unitaria es manejada por un único colaborador que cuenta con las condiciones establecidas para asegurar su higiene personal y las buenas prácticas de manufactura. Estas condiciones favorecen la inocuidad y calidad del sabor (*Aspergillus flavus* y otros mohos producen micotoxinas, sabores indeseables y liberación de lipasas). La fermentación se realiza en un lapso de 6 días, utilizando un sistema con tres cajones de madera colocando cada uno de estos a una altura mayor que el anterior, tal y como se puede apreciar en la figura 11. El aguamiel se utiliza para la preparación de herbicida y abono foliar. Los cajones son forrados a lo interno con hojas de plátano y se vierten, por gravedad, las cubetas con cacao en mucílago hasta alcanzar la capacidad máxima. Se tapa con hojas de plátano para favorecer el mantenimiento del calor tal y como se ilustra en la figura 11. Los volteos se realizan dejando caer la masa fermentado del cajón superior al inferior y esto se aprovecha para monitorear la temperatura. El volteo favorece la aireación de la masa, la proliferación de las bacterias beneficiosas en la fermentación y previene la formación de hongos ocratoxinógenos y aflatoxinas B₁, B₂, G₁, G₂.

El proceso está estandarizado, se tienen definidos los protocolos de higiene del personal, la cantidad de producto que se va a fermentar, el control de las temperaturas diarias (siendo la máxima 53°C), el tiempo de permanencia en cada cajón (2 días), la cantidad

de volteos que se le debe dar al producto (1 cada dos días) y las pruebas de corte. La higiene de los cajones se lleva a cabo con una pasta de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) con agua (H_2O), por tratarse de una base que puede neutralizar parte de los ácidos producidos durante la fermentación favoreciendo la producción de hongos.



Figura 11 Sistema de fermentación de 3 cajones y uso de hojas de plátano en la fermentación.

Fuente: Elaboración propia.

También, se llevan registros de la evolución de la actividad de fermentación, mediante la cual es posible mantener la trazabilidad del cacao con la fecha de cosecha y las parcelas de donde procede el cacao. En la documentación son incluidos parámetros tales como el tiempo de permanencia en los cajones, la cantidad de volteos, el incremento gradual de la temperatura, el resultado de la prueba de corte y los kilogramos iniciales y finales.

4.9.5 Secado

Finalizada la etapa de la fermentación, los granos se colocan en mesas de secado construidas en madera y cedazo plástico ubicadas en el mismo en que se ubican los fermentadores, lugar en la que queda expuesto a la luz solar que traspasa las láminas plásticas. En el Anexo II, se establecen los parámetros y valores recomendados por la literatura especializada, para realizar el secado de forma que se alcance la calidad deseada.

El paso del cacao de fermentado a la etapa de secado es simultáneo, para evitar la reproducción de hongos. Para llevar a cabo este proceso, éste se coloca en la mesa en un pilar de menos de 6 cm de grosor y durante el día se realizan volteos manuales (con guantes desechables). Este procedimiento va a permitir un secado más homogéneo, por medio del cual se puede eliminar el material extraño (impurezas, granos planos, germinados, pequeños, dañados por insectos, y quebrados) que causa desviaciones en el sabor y prevenir la formación de granos aglomerados y moho. El tiempo de secado promedio es de una semana; sin embargo, esto lo determina la humedad de grano. En la finca se tiene definido como valor máximo permitido un 9% de humedad, siendo este valor superior al recomendado según se observa en el Anexo II.

La limpieza de las mesas se realiza con bicarbonato de sodio (NaHCO_3) y agua (H_2O). Al introducir humedad en la madera aumenta la probabilidad de producción de hongos y la Ocratoxina A (OTA).



Figura 12 Mesa de secado con cacao en proceso de secado.

Fuente: Elaboración propia.

Las mesas de secado están enumeradas, por lo tanto, los registros de secado permiten trazar el cacao con las parcelas, semana de cosechas, fermentador y mesas de secado utilizadas para ese cacao. Adicionalmente, se reporta el porcentaje de humedad obtenido por medio de una balanza de humedad y la calidad del lote según el grado de fermentación expresado en porcentajes de granos cafés (granos bien fermentados).

Una vez alcanzado el porcentaje de humedad, el cacao se empaca en sacos de nylon reciclados de arroz o harina que fueron comprados ya limpios. Los cuales son rotulados con un número de lote que permite conocer las mesas de procedencia del cacao y las fechas de secado. Esta codificación permite la trazabilidad del producto, porque las fechas de secado se relacionan con las fechas y la identificación del fermentador utilizado y los registros de la fermentación se asocian con las fechas de cosecha y las parcelas. Finalmente, las parcelas se asocian con la variedad de cacao, los registros de aplicaciones de agroquímicos, podas y otros programas implementados en la finca.

El producto empacado se almacena en un cuarto cerrado construido con cemento, la cual funciona como la bodega del cacao seco. Ésta, se encuentra ubicada a pocos metros de la instalación de secado y fermentación. En las cercanías de la bodega hay una quebrada, por lo que se instaló un sistema de comederos para el control de roedores. El cacao seco se mantiene en tarimas, a temperatura y humedad relativa ambiental. La probabilidad de proliferación de hongos y OTA por el efecto de la alta humedad (9%) en el grano, las fluctuaciones de temperatura y la humedad relativa de la zona, que oscila entre 78-99%, se ve reducida con el corto periodo de almacenamiento del cacao. La finca procesa su propio cacao en productos de mayor valor agregado y el excedente del cacao seco se vende.

4.9.6 Acopio

El acopiador compra el cacao directamente en la finca y lo retira con un camión con cajón metálico cerrado dedicado para esta actividad. Éste, cuenta con una bodega en donde realiza pruebas de corte y humedad para verificar la calidad del cacao adquirido según la tabla de calidad del cacao establecida por INTECO e incluida en el Anexo II en la sección de Fermentación. El cacao detectado como húmedo, se seca por medio de un secador rotario de aire caliente (figura 13). A pesar de que el aire se calienta por la combustión de la madera, el calentamiento del aire es indirecto de manera que los gases de combustión no entran en contacto con el producto.

Una vez seco, el cacao se coloca sobre un toldo plástico para su enfriamiento. Tanto la manipulación para el secado, como el enfriamiento se realizan con buenas prácticas higiénicas (BPH) para evitar aumentar la carga microbiana y la introducción de contaminación cruzada de origen fecal en el cacao.



Figura 13 Estiba de cacao clasificado por calidad en instalación del proveedor (izquierda) y secador de aire caliente utilizado para el secado del cacao (derecha).

Fuente: Elaboración propia.

Una vez seco, el cacao puede ser mezclado con otros lotes de la misma calidad (estandarización), para generar el volumen requerido por la industria que compra el cacao. Para este fin, se utilizan sacos de nylon limpios en el empaque los cuales son reciclados (harina o arroz) y son comprados ya limpios a un proveedor.

No se cuentan con registros, que permitan evidenciar la composición de mezclas; sin embargo, sí posee documentos relacionados con la compra de cacao (proveedor, fecha, cantidad, calidad), de insumos y servicios varios (facturas de compra de sacos, hilos, combustible, alquiler del secador secado) y las ventas que realiza (cantidad, porcentaje de grano café, fecha, nombre del proveedor).

Dada la cercanía del centro de acopio con la carretera principal, es posible la introducción de gases emitidos por vehículos a la bodega (HAP, dioxinas, BPCS) cuando el tránsito es alto. También, colinda con un lote baldío que constituye un atractor de plagas (ratas y cucarachas) y no tiene un plan de control de roedores. La infraestructura sí protege al producto de los cambios bruscos de temperatura que podrían generar condensación y

proliferación de hongos en los granos que no tengan una humedad inferior al 8%. El cacao rota en su bodega en una o dos semanas, dependiendo de la demanda.

El acopiador traslada el cacao a las instalaciones del industrial en un camión de cajón metálico cerrado y brinda una carta de garantía de la inocuidad del producto.

Tanto la finca como el acopiador, están en cumplimiento con los requisitos del Ministerio de Hacienda y el MEIC indicados en el Anexo II. El acopiador no emplea a menores de edad, sin embargo, no fue posible conocer la nacionalidad, ni el cumplimiento de las garantías sociales de los ayudantes los cuales estaban ausentes al momento de la visita.

4.9.7 Industrialización

El cliente que recibe el cacao es una industria alimentaria que cumple con los requisitos legales establecidos para este tipo de establecimiento en el Anexo II, sección Industrialización.

Por tratarse de una industria alimentaria, cuenta con un sistema de aseguramiento de la inocuidad y calidad basado en la norma FSSC 22000.

La recepción inicial con la verificación del camión, la documentación del cargamento y su descarga. La descarga se realiza siguiendo las BPM y un montacargas que opera con gas y se mantiene en tarimas. La verificación de la calidad se realiza tomando como referencia la tabla de calidad del cacao establecida por INTECO e incluida en el Anexo II. Para la verificación de la ausencia de peligros químicos se realizan análisis en laboratorios externos para conocer el contenido de estos contaminantes en el cacao adquirido. Los controles se realizan para cadmio (Cd), plomo (Pb), arsénico (As), aflatoxinas totales, y residuos de agroquímicos de forma aleatoria al menos dos veces al año (Los límites para estos contaminantes se indican en el Anexo II, en la sección de industrialización) y los resultados de los últimos 3 años demostraron cumplimiento.

Los resultados de la prueba de corte son registrados y cuando el producto es aceptado, se le otorga un número de lote interno que lo acompañará hasta la operación de ensilado. El tiempo de permanencia del cacao en bodega no supera los 15 días, para prevenir la proliferación de hongos (aflatoxinas y OTAS).

Se cuenta con un programa para la evaluación de proveedores que exige la carta de garantía y se programan. Sin embargo, la herramienta de auditoría no evalúa el uso de prácticas recomendadas en el Anexo II para la mitigación de cadmio (Cd), plomo (Pb), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), dioxinas y bifenilos policlorados (BPCS).

Previo al ensilado, el cacao pasa por una limpieza que consta de la eliminación de piedras, material metálico y extraño procedente de campo. En el silo se realizaron mezclas de cacao de una misma calidad, pero de distintos proveedores. A pesar de que no se otorga un nuevo lote a las mezclas, se mantiene la documentación de las cantidades, los lotes de cacao recibido, la fecha de ingreso al silo, inicio de su procesamiento y final.

El cacao del silo se traslada por corrientes de aire al tostador. En el tostado los precursores de sabor desarrollados durante la fermentación y el secado producen el sabor y aroma a chocolate y se da la muerte de microorganismos patógenos, como la *Salmonella spp.* La empresa cuenta con varios procesos térmicos con distintas combinaciones en tiempo (20 a 40 min) y temperatura (110 a 140) y su empleo está en función de la variedad de cacao y de las características deseables del producto resultante. Este proceso está identificado por la compañía como un punto crítico de control de su plan HACCP.

En la etapa de descascarillado, se da el quebrado del cacao separándose así el nibs de la cáscara. El porcentaje de cascarilla obtenida es un indicador de la eficiencia de este proceso. Los nibs son molidos en un sistema de molinos en los cuales por efecto de la fricción se funde las grasas de los nibs para formar el licor de cacao (pasta de cacao). El licor recibe agitación con calor (40-45°C) para la eliminación de los compuestos volátiles responsables de la acidez. El licor es pasado por tamices y trampas magnéticas y se le

realizan pruebas fisicoquímicas y microbiológicas entre los que se encuentran *Salmonella spp.* y *E. coli* como un mecanismo para verificar la ausencia de patógenos.

Seguidamente, éste es prensado provocando la separación de sus componentes (manteca de cacao fundida y los sólidos de cacao llamada **torta**).

Los productos resultantes se pesan para calcular el rendimiento, se les asigna un lote y se toman muestra para realizar análisis microbiológicos, sensoriales y fisicoquímico. La calidad de estos productos es importante, porque son utilizados para la preparación de productos terminados tales como cocoas, bebidas de cocoa y chocolates. La línea de producción desde el descascarillado hasta la producción de la manteca de cacao cuenta con mecanismos tales como imanes y mallas para eliminar peligros físicos.

En el caso de la fabricación de chocolates, se aplica una formulación diseñada para tal fin en cumplimiento con las normas del Codex Alimentarius (Ver Anexo II) para esta categoría de producto, regulando así el nombre y los ingredientes permitidos. Debido a que el proceso productivo como tal no posee etapas posteriores que reduzcan o eliminen peligros microbiológicos, la confección de chocolates se realiza bajo la adopción de las BPM como lo son las prácticas higiénicas del personal, los protocolos de elaboración además de programas limpieza y desinfección / “sanitización”, monitoreo microbiológico, gestión de alérgenos, aprobación de proveedores, mantenimiento del edificio y servicios. El sistema de inocuidad y calidad documenta las actividades que realizan para asegurar ésta en el producto terminado, Además, éste cuenta con un programa de trazabilidad y retiro de producto, que permite asociar estas las actividades con la producción de productos intermedio y productos terminados.

En general, la producción del chocolate consta del mezclado de ingredientes que por fricción reducen el tamaño de las partículas de los ingredientes y generan el calor que funde las grasas presentes. Posteriormente, esta materia prima se concha y se verifica el cumplimiento de las especificaciones de proceso tales como la viscosidad, los grados Brix, fineza, humedad, color y sabor.

Cuando estos análisis son satisfactorios, se inicia el proceso de temperado, que consiste en cristalizar las grasas de la manteca de cacao. Su importancia radica en que este procedimiento brinda mayor dureza, brillo y estabilidad térmica, que su vez ayuda en la prevención de las migraciones de grasa o azúcar a la superficie del chocolate, que, al ser percibidos como posibles problemas de calidad, éstos acortan la vida útil de producto a pesar de ser inocuos. El proceso consiste en calentar el chocolate a 45°C con el fin de fundir todos los seis tipos de cristales de grasa presentes en la manteca. Seguidamente, se enfría a 27°C, para promover únicamente la formación de cristales (tipo IV y V) y finalmente se calienta a 31°C para eliminar los cristales tipo IV, dejando sólo los de tipo V.

El chocolate temperado es moldeado y colocado en un cuarto frío para acelerar el proceso de endurecimiento. Al estar este duro o compacto se desmoldea y se introduce en un empaque provisional para ser trasladado a la sección de empaque, en donde el producto permanece en cuarentena. Durante ese tiempo de espera que es utilizado para que estabilice el chocolate, se realizan análisis fisicoquímicos, sensoriales y la evaluación del temperado, los cuales deben cumplir la especificación del producto para que se ordene su liberación.

Una vez liberado el producto terminado, éste se empaca en su presentación individual (unidad de consumo), se etiqueta indicando el nombre, lote, vencimiento, el código EAN 13, la presencia de trazas de alérgenos y condiciones de almacenamiento. Seguidamente, se introducen las barras de chocolate en cajas para la venta al por mayor (unidad de distribución) y se vuelve a identificar con otra etiqueta que contiene el código EAN 14 (Dun 14), el nombre y lote del producto.

Posteriormente, el producto terminado pasa a la bodega en donde se coloca en tarimas, luego de haber sido embalado. De forma simultánea, las cajas se identifican con el código EAN 128 (unidad de distribución), quedando de esta forma almacenado a la espera de su distribución.

La bodega de almacenamiento no cuenta con cielo raso, aspecto que, en presencia de cambios bruscos de temperatura, puede llegar a causar problemas de calidad tales como la migración de grasas y/o azúcares a la superficie del chocolate.

Las características del chocolate tales como su bajo a_w (aprox. 0,3), alto contenido de grasa, azúcar y el pH promedio (5,5 aproximadamente), son factores que dificultan la proliferación de microorganismos. A pesar de esto, la viabilidad de las esporas de *Salmonella spp*, no se ve afectada y es posible una toxiinfección en pequeñas dosis (100 UFC/g) en personas inmunocomprometidas. Por esta razón y por ser un requisito legal, se realizan verificaciones de la calidad microbiológica del producto incluyendo la presencia de *Salmonella spp* en todo el producto.

Las operaciones unitarias de moldeo, empaque, embalado y entarimado son documentadas, acción que permite conocer la trazabilidad interna del producto aguas arriba, es decir el origen de las materias primas. Por otro lado, el registro de despacho permite conocer el destino del producto aguas abajo o los clientes de los productos.

4.9.8 Distribución

La empresa cuenta con una flotilla de camiones dotados de cajón metálico, seco, sin temperatura controlada, para la entrega de los productos al Centro de Distribución (CEDI) del cliente. Son de uso exclusivo y cuentan con programas de limpieza, mantenimiento, verificación de carga, fumigaciones y se encuentran con la legislación del país. La carga del camión se realiza en la bodega de producto terminado con la limpieza del camión previamente verificada y el motor apagado, utilizando un montacargas de gas. La documentación de esta actividad recoge los códigos internos, nombres, lotes, cantidad de producto despachado, envío de certificados de calidad y nombre del cliente.

El cliente es una cadena especializada en servicios de alimentación que cuenta con tiendas de venta directa al consumidor con más de 20 años de funcionamiento. En el CEDI del cliente, las tarimas son descargadas e introducidas a un andén a temperatura ambiente y queda a la espera de ser aceptados e introducidos a una cámara de refrigeración. Estas fluctuaciones de temperatura afectan la estabilidad de los cristales de grasa del chocolate, por lo que éste puede perder su temperado, deformarse o presentar migraciones de azúcar o grasas.

4.9.9 Venta al detalle

El distribuidor cuenta con tiendas de venta al detalle a las cuales hace envíos de unidades de distribución (cajas de producto). Cuentan con un espacio de bodega y otro de exposición al consumidor. Las cajas se ingresan físicamente por la bodega y luego son introducidas en la información del sistema o inventario quedando registrado en el sistema su nueva ubicación. El sistema de inventario es digital, permite la lectura del código EAN 14 y convierte la lectura en la cantidad de unidades de consumo que se ingresan (EAN 13). La construcción de los establecimientos comerciales y su disposición en la parte baja de los anaqueles permiten proteger al producto de la luz solar, fuentes de calor y aromas fuertes.

4.9.10 Consumidor:

El consumidor puede adquirir las barras en las tiendas del distribuidor, en donde por medio del código de barras EAN 13 y se registra qué producto se está comprando y saliendo del inventario de la tienda. Una vez comprada la barra, puede ser consumida en cualquier momento, ya que éstas fueron elaboradas para su consumo directo. Si, por el contrario, se transporta y almacena la barra, la etiqueta brinda información sobre las condiciones de almacenamiento para garantizar la calidad y vida útil del producto. Se sugiere complementar la información con recomendaciones sobre la adecuada manipulación del producto después de abierto para asegurar el mantenimiento de su inocuidad y calidad.

Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la Cadena de Abastecimiento (CA):

Etapa: Cultivo		
Peligro	Tipo	Razón/ justificación
<i>Salmonella spp.</i> y <i>E. coli.</i>	B	Presencia de animales domésticos, corral y silvestres en cacaotales que dejan sus excretas en el sembradío. Lejanía de servicios desfavorece su utilización ante una emergencia del personal operativo. Uso de excretas en la producción de fertilizantes orgánicos o compra de los mismos deben estar libres de patógenos. La calidad del agua potable para consumo y la de riego debe cumplir los límites de contaminantes microbiológicos establecidos por AYA y el MINAE.
Objetos extraños	F	La carencia de casilleros provoca la presencia de objetos personales en las labores de campo.
Micotoxinas del moho del género <i>Aspergillus spp</i> (Ocratoxina y aflatoxinas B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂)	Q	Transmisión de enfermedades productoras de micotoxinas por presencia de animales silvestres e insectos. Posibilidad de contaminación cruzada por deficiencias en los protocolos de las herramientas de poda No se realizan estudios de las carencias nutricionales del suelo lo que puede producir árboles susceptibles a enfermedades La variedad o clon de semilla escogido pueden producir árboles susceptibles a enfermedades
Presencia de dioxinas, bifenilos policlorados (BPCs), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)	Q	La finca colinda con una carretera de vehículos pesados por lo que posible la existencia en el ambiente de dioxinas, BPCs, HAP. Uso de excretas en la producción de fertilizantes orgánicos o compra de los mismos deben estar libres de dioxinas y BPCs. Conocimiento del historial de uso del suelo y de actividades industriales aledañas previo al cultivo para identificar posibles contaminaciones del suelo. No se cuenta con acceso restringido a bodegas de almacenaje de sustancias con potencial de contaminación por dioxinas, BPCs
Metales pesados (plomo y cadmio)	Q	No se monitorean los niveles de metales pesados en el suelo ni en las hojas para determinar si las prácticas implementadas para mitigarlos son suficientes (Podas, materia orgánica en suelo).

Fuente: Elaboración propia.

Continuación: Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la CA.

Etapa: Cultivo		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
Metales pesados (plomo (Pb) y cadmio (Cd))	Q	<p>Garantizar la utilización de semillas aprobadas por la Oficina Nacional de Semillas (ONS).</p> <p>Uso de abonos y enmiendas no orgánicos que no cuenten con certificación de su contenido de Cd y Pb.</p> <p>Falta de monitoreo en los límites de metales pesados en el agua de re uso para riego establecidos MINAE.</p>
Presencia de Fungicidas, Plaguicidas y fertilizantes	Q	<p>Uso de abonos y enmiendas no orgánicos que no cuenten con certificación de su contenido de Cd y Pb.</p> <p>Falta de monitoreo en los límites de metales pesados en el agua de re uso para riego establecidos MINAE.</p> <p>Deficiencias en el diseño de plan para el manejo de agroquímicos: por el uso de cantidades superiores a las recomendadas, irrespeto de los tiempos de espera entre aplicaciones, o el empleo de agroquímicos no recomendados para el tipo de cultivo, o la carencia de este.</p> <p>No se cuenta con acceso restringido al almacenaje de agroquímicos</p> <p>Fallas en la gestión de los programas para el manejo integrado de plagas y podas, así como los campos con monocultivo pueden aumentar la necesidad del empleo de sustancias químicas.</p>
Metales pesados (plomo (Pb) y cadmio (Cd))	Q	<p>Garantizar la utilización de semillas aprobadas por la Oficina Nacional de Semillas (ONS).</p> <p>Uso de abonos y enmiendas no orgánicos que no cuenten con certificación de su contenido de Cd y Pb.</p> <p>Falta de monitoreo en los límites de metales pesados en el agua de re uso para riego establecidos MINAE.</p>
Variedad clonal	Calidad	Escogencia de clones apropiados para la resistencia a enfermedades y obtener un rendimiento

Continuación: Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la CA.

Etapa: Cosecha		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
<i>Salmonella spp.</i> , <i>E. coli</i>	B	Contaminación de la mazorca por contacto intencional o involuntario con el suelo Deficiencias en las buenas prácticas agrícolas del personal Lejanía de servicios desfavorece su utilización ante una emergencia del personal operativo. Contaminación por uso de instrumentos para la recolección (sacos, canastos, hojas de plátano) con deficiencias en la limpieza. Falta de estandarización en los procedimientos de limpieza y mantenimiento de los equipos de cosecha Presencia de animales domésticos durante la actividad
Objetos extraños	F	La carencia de casilleros provoca la presencia de objetos personales en las labores de campo. Introducción de materia orgánica (ramas, hojas piedras) por colocar las mazorcas directamente en el suelo.
Presencia de Fungicidas, Plaguicidas y fertilizantes	Q	Contaminación de la mazorca por contacto intencional o involuntario con el suelo Uso de indumentaria y ropa para la aplicación de químicos en las operaciones de cosecha
Presencia de dioxinas, BPCs, HAP	Q	Peligro de HAP, dioxinas y BPCs por realización de quemas de restos de materiales orgánicos de la cosecha y podas dentro del sembradío. Contaminación de la mazorca por contacto intencional o involuntario con el suelo contaminado con estas sustancias Presencia de gases de combustión de vehículos en las cercanías de las áreas de extracción del grano del a mazorca procedentes de la carretera Traslado en vehículos (gasolina o Diesel) del cacao en mucílago en baldes sin tapa Ausencia de una infraestructura que proteja al área de extracción de granos de los contaminantes ambientales como el polvo, gases de combustión de los vehículos. Utilización o reciclaje de recipientes vacíos de pintura para la recolección y traslado del cacao en mucílago.
Metales pesados (Cd y Pb)	Q	Ausencia de una infraestructura que proteja al grano en mucílago del polvo proveniente del suelo de la finca y de los gases de combustión (Cd) procedentes de la autopista cercana y de los vehículos utilizados dentro de la finca.

Continuación: Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la CA.

Etapa: Fermentación		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
Micotoxinas del moho del género <i>Aspergillus niger</i> (Ocratoxina y aflatoxinas B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂)	Q	<p>Deficiencias en la limpieza de las herramientas para el corte y/o equipo de recolección de mazorcas.</p> <p>Producción de daños en las mazorcas durante la recolección y del grano durante la apertura de la mazorca.</p> <p>Uso de los restos de mazorcas enfermas o dañadas por insectos como materia orgánica o materia prima para la elaboración de plaguicidas orgánicos.</p> <p>Cosecha o almacenamiento de mazorcas sanas con otras con indicios de enfermedad o daños por insecto</p> <p>Cosechar y/o abrir mazorcas en presencia de lluvia</p> <p>Almacenamiento de mazorcas dañadas durante la cosecha o periodos superiores a los 7 días para la extracción del grano en mazorcas sanas.</p> <p>Ausencia de una infraestructura que proteja al grano en mucílago de la intemperie (humedad), insectos, polvo.</p> <p>Ausencia de una infraestructura que proteja al grano en mucílago de la intemperie (humedad), insectos, polvo.</p>
<i>Salmonella spp.</i> y <i>E. coli</i> .	B	<p>Deficiencias en las prácticas higiénicas del personal</p> <p>Deficiencias en la limpieza de los cajones, palas y equipo de contacto directo con el grano de cacao en mucílago.</p> <p>Incumplimiento en los límites de contaminantes microbiológicos establecidos por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (A y A) para el agua potable.</p> <p>Presencia de plagas atraídas por el aguamiel liberada durante la fermentación.</p> <p>Presencia de animales domésticos y/o silvestres.</p> <p>Deficiencias en las condiciones de tiempo, temperatura y pH alcanzados durante el proceso de fermentación favoreciendo flora bacteriana no deseada.</p>
Objetos extraños	F	<p>La carencia de casilleros provoca la presencia de objetos personales</p> <p>Deficiencias en el aislamiento de la masa de cacao en mucílago de insectos.</p>

Continuación: Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la CA.

Etapa: Fermentación		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
Micotoxinas del moho del género <i>Aspergillus niger</i> (Ocratoxinas y aflatoxinas B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂)	Q	Empleo de métodos de fermentación que dificultan el volteo completo de la masa mucilaginoso
		Cajones de fermentación con indicios de hongos o mal higienizados.
		Uso de agua en la limpieza de los cajones.
		Uso de sustancias básicas en la limpieza de los cajones de fermentación que pueden neutralizar el ácidos acético, láctico y cítrico Falta de estandarización del proceso de fermentación (definición de masa a fermentar, tiempos, temperaturas, pH, volteos, pruebas de corte) Tiempos prolongados de fermentación Empleo en el secado de granos fermentados con restos de materia extraña procedente del campo
Presencia de dioxinas, BPCs, HAP	Q	Tiempos prolongados de fermentación
Presencia de fungicidas, plaguicidas y fertilizantes	Q	Empleo en el secado de granos fermentados con restos de materia extraña procedente del campo
Alérgenos (gluten, maní, nueces de árbol, leche)	Q	Uso de sacos de harina para realizar fermentaciones
Sabor amargo y astringencia	Calidad	Fermentación insuficiente según criterios de norma técnica nacional. Presencia de granos pizarrosos mayor al 3% Utilización de mazorcas sin madurar Variedad genética
Elevada acidez y reducción en el sabor a chocolate	Calidad	Fermentaciones en cajas profundas Insuficiente remoción de la masa (pH bajo) Fermentación inmediata de las mazorcas cosechadas (sin almacenamiento de 24h)
Sabor humo /jamón/moho	Calidad	Fermentación excesiva Contaminación con gases (humo)

Continuación: Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la CA.

Acido grasos libres	Calidad	Lipasas producidas por mohos en el grano asociadas a acción microbiana. tiempos prolongados de fermentación. pH insuficiente durante el fermentado. Volteos insuficientes. Presencia de humedad.
Carencia de sabor y aroma a chocolate	Calidad	Bajo porcentaje de grano café generado en la fermentación. Variedad del cacao.
Etapa: Secado		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
<i>Salmonella spp.</i> y <i>E. coli.</i>	B	Deficiencias en la limpieza de las mesas, superficies y/o equipo de contacto directo con el grano de cacao fermentado. Acceso a los granos por parte de animales domésticos, silvestres y/o plagas durante la exposición al sol. Tiempos de secado inadecuados (muy lentos o rápidos). Apilado de sacos de cacao seco a nivel del suelo. Deficiencias en el aislamiento de la bodega del cacao seco permiten el ingreso de animales, insectos y contaminantes ambientales (polvo). Deficiencias o carencia de un programa para el manejo integrado de plagas reutilización de sacos utilizados originalmente para almacenar otros alimentos que presentaron infestación por plagas. Atracción de plagas por deficiencias en la limpieza del área de almacenamiento
Etapa: Secado		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
Objetos extraños	F	La carencia de casilleros provoca la presencia de objetos personales Presencia de restos de tierra y/o materia extraña procedente del campo o de la fermentación (piedras, hojas secas, granos dobles, fermentados)

Continuación: Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la CA.

Etapa: Secado		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
Alérgenos (gluten, maní, nueces de árbol, leche)	Q	Uso de bolsas plásticas reutilizadas para el almacenamiento temporal o empaque del grano de cacao seco. Uso de sacos de nylon reciclados de la industria alimentaria con residuos de alérgenos para el almacenamiento de los granos secos. Almacenamiento de sacos con residuos de alérgenos en la bodega de almacenamiento del cacao seco en grano.
Presencia de fungicidas, plaguicidas y fertilizantes	Q	Contaminación cruzada de superficies de contacto directo (manos, rastrillos) Uso de químicos no aprobados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), para tratar plagas del cacao en grano seco durante el almacenamiento de los sacos
Presencia de dioxinas, BPCs, HAP	Q	Ausencia de una infraestructura que proteja al grano en proceso de secado de los gases de combustión procedentes de la autopista cercana y de los vehículos utilizados dentro de la finca.
Metales pesados (Cd y Pb)	Q	Ausencia de una infraestructura que proteja al grano en proceso de secado de los gases de combustión procedentes de la autopista cercana y de los vehículos utilizados dentro de la finca.
Micotoxinas del moho del género <i>Aspergillus niger</i> (Ocratoxina y aflatoxinas B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂)	Q	Tiempos prolongados entre la fermentación y el proceso de secado Ausencia de una infraestructura que proteja al grano en proceso de secado de la contaminación ambiental y la lluvia Deficiencias o falta de un método de secado (camas muy gruesas, poca luz solar, poca circulación del aire, deficiencias en el número de remociones, tiempos prolongados) Método calibrado para la medición de humedad en el grano Mezcla de granos en diferente etapa de secado Humedades superiores al 8% en el grano Uso de equipo para el secado de cacao humedecido Deficiencias en los métodos de limpieza de las superficies de secado Almacenamiento de sacos de cacao en condiciones con poca ventilación, sin utilizar tarimas, separación entre estibas insuficiente, y humedad relativa mayor al 70%

Continuación: Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la CA.

Etapa: Secado		
Alérgenos (gluten, maní, nueces de árbol, leche)	Alérgeno	Reutilización de sacos que contuvieron alérgenos
Sabor mohoso	Calidad	Tiempo prolongado de secado Absorción de humedad después del secado
Sabor Humo	Calidad	Exposición al humo de quemados, humos de equipo de secado, gases de combustión entre otros.
Acidez elevada	Calidad	Secado muy rápido
Etapa: Transporte		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
<i>Salmonella spp.</i> y <i>E. coli.</i>	B	Apilado de los sacos de cacao seco a nivel del suelo Uso de camiones con cajones abiertos que permiten la exposición de los sacos de cacao seco a animales, insectos y contaminantes ambientales (polvo). Presencia de plagas por deficiencias en la limpieza en el cajón de transporte Deficiencias o carencia en el programa para el manejo de plagas del camión
Objetos extraños	F	No se encuentran peligros
Alérgenos	Q	Uso de camiones que transportan por separado o al mismo tiempo otros alimentos como harinas, sacos de leche, etc.
Presencia de Fungicidas, Plaguicidas y fertilizantes	Q	Uso de camiones de transporte general para el trasiego de los sacos de cacao seco que pusieran transportar químicos como agroquímicos
Presencia de dioxinas, BPCs, HAP	Q	Exposición del cargamento de cacao seco a los gases de combustión del vehículo y de la carretera debido a la carencia de un cajón que proteja a producto.
Metales pesados (Cd y Pb)	Q	Exposición del cargamento de cacao seco a los gases de combustión del vehículo y de la carretera
Micotoxinas del moho del género <i>Aspergillus niger</i> (Ocratoxina y aflatoxinas B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂)	Q	Contacto de los sacos de cacao seco con la lluvia o humedades dentro del camión

Continuación: Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la CA.

Etapa: Transporte		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
Alérgenos	A	Uso de camiones que transportan por separado o al mismo tiempo otros alimentos como harinas, sacos de leche, entre otros.
Sabor a moho	Calidad	Tiempo prolongado de secado Absorción de humedad después del secado
Sabor Humo	Calidad	Exposición al humo de quemas, humos de equipo de secado, gases de combustión entre otros.
Etapa: Acopio		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
<i>Salmonella spp.</i> y <i>E. coli.</i>	B	Deficiencias en la limpieza de las superficies y/o equipo de contacto directo con el grano de cacao fermentado. Apilado de sacos de cacao seco a nivel del suelo Deficiencias en la limpieza de las superficies y/o equipo de contacto directo con el grano de cacao fermentado. Apilado de sacos de cacao seco a nivel del suelo Deficiencias en el aislamiento de la bodega permiten el ingreso de animales, insectos y contaminantes ambientales (polvo). Deficiencias o carencia de un programa para el manejo integrado de plagas Atracción de plagas por deficiencias en la limpieza del área de almacenamiento
Peligros físicos	F	No se encontraron
Alérgenos (gluten, maní, nueces de árbol, leche)	Q	Almacenamiento de sacos con residuos de alérgenos en la bodega de almacenamiento del cacao seco en grano.
Presencia de fungicidas, plaguicidas y fertilizantes	Q	Uso de químicos no aprobados por el MAG para tratar plagas del cacao en grano seco durante el almacenamiento de los sacos
Presencia de dioxinas, BPCs, HAP	Q	Bodega ubicada sobre calle de alto tránsito vehicular por lo que en el ambiente existen gases de combustión
Metales pesados (Cd y Pb)	Q	Bodega ubicada sobre calle de alto tránsito vehicular por lo que en el ambiente existen gases de combustión

Continuación: Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la CA.

Etapa: Acopio		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
Micotoxinas del moho del género <i>Aspergillus</i> (Ocratoxina y aflatoxinas B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂)	Q	Almacenamiento de sacos de cacao en condiciones con poca ventilación, sin utilizar tarimas, separación entre estibas insuficiente, y humedad relativa mayor al 70% Tiempos de almacenamiento prolongados
Alérgenos (gluten, maní, nueces de árbol, leche)	Q	Reutilización de sacos que almacenaron alérgenos Almacenamiento compartido con alérgenos.
Sabor a moho	Calidad	Tiempo prolongado de secado Absorción de humedad después del secado
Sabor a humo	Calidad	Exposición al humo de quemas, gases de combustión del equipo de secado, gases de combustión de vehículos.
Ácidos grasos libres	Calidad	Producción de mohos productores de lipasas
Etapa: Ajuste de humedad		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
<i>Salmonella spp.</i> y <i>E. coli.</i>	B	Deficiencias en la limpieza de las superficies y/o equipo de contacto directo con el grano de cacao fermentado. Deficiencias en el aislamiento de la bodega permiten el ingreso de animales, insectos y contaminantes ambientales (polvo). Apilado de sacos de cacao seco a nivel del suelo
Material extraño	F	Deficiencias en las prácticas del personal (uso de joyería)
Alérgenos (gluten, maní, nueces de árbol, leche)	Q	Almacenamiento de sacos con residuos de alérgenos en la bodega de almacenamiento del cacao seco en grano.
Micotoxinas del moho del género <i>Aspergillus niger</i> (Ocratoxina y aflatoxinas B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂)	Q	Humedad del grano mayor a 7,5% humedad relativa del ambiente mayor al 70%
Presencia de dioxinas, BPCs, HAP y Pb	Q	Ubicación en cercanías de calle de alto tránsito vehicular Exposición del grano a los gases de combustión del equipo de secado artificial

Continuación: Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la CA.

Etapa: Estandarización		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
Salmonella spp. y E. coli.	B	Deficiencias en la limpieza de las superficies y/o equipo de contacto directo con el grano de cacao fermentado. Apilado de sacos de cacao seco a nivel del suelo. Deficiencias en el aislamiento de la bodega permiten el ingreso de animales, insectos y contaminantes ambientales (polvo). Deficiencias en las prácticas higiénicas de los colaboradores. Atracción de plagas por deficiencias en la limpieza del área de almacenamiento.
Objetos extraños	F	Deficiencias en las buenas prácticas de manufactura de los operadores o colaboradores. Deficiencias en el proceso de selección de los granos
Presencia de fungicidas, plaguicidas y fertilizantes	Q	Uso de químicos no aprobados por el MAG para tratar plagas del cacao en grano seco durante el almacenamiento de los sacos
Presencia de dioxinas, BPCs, HAP	Q	Bodega ubicada sobre calle de alto tránsito vehicular por lo que en el ambiente existen gases de combustión
Metales pesados (Cd y Pb)	Q	Bodega ubicada sobre calle de alto tránsito vehicular por lo que en el ambiente existen gases de combustión
Micotoxinas del moho del género <i>Aspergillus niger</i> (Ocratoxina y aflatoxinas B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂)	Q	Almacenamiento de sacos de cacao en condiciones con poca ventilación, sin utilizar tarimas, separación entre estibas insuficiente, y humedad relativa mayor al 70% Tiempos de almacenamiento prolongados
Alérgenos (gluten, maní, nueces de árbol, leche)	Q	Reutilización de sacos que contuvieron alérgenos
Sabor a moho	Calidad	Tiempo prolongado de secado Absorción de humedad después del secado
Sabor a Humo	Calidad	Exposición al humo de quemas, gases de combustión del equipo de secado, gases de combustión de vehículos.
Ácidos grasos libres	Calidad	Producción de mohos productores de lipasas

Continuación: Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la CA.

Etapa: Transporte hacia Industria		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
<i>Salmonella spp.</i> y <i>E. coli.</i>	B	Apilado de los sacos de cacao seco a nivel del suelo Uso de camiones con cajones abiertos que permiten la exposición de los sacos de cacao seco a animales, insectos y contaminantes ambientales (polvo). Presencia de plagas por deficiencias en la limpieza en el cajón de transporte. Deficiencias o carencia en el programa para el manejo de plagas del camión.
Objetos extraños	F	No se encuentran peligros
Presencia de fungicidas, plaguicidas y fertilizantes	Q	Uso de camiones de transporte general para el trasiego de los sacos de cacao seco que pusieran transportar químicos como agroquímicos
Presencia de dioxinas, BPCs, HAP	Q	Exposición del cargamento de cacao seco a los gases de combustión del vehículo y de la carretera debido a la carencia de un cajón que proteja a producto.
Metales pesados (Cd y Pb)	Q	Exposición del cargamento de cacao seco a los gases de combustión del vehículo y de la carretera
Micotoxinas del moho del género <i>Aspergillus niger</i> (Ocratoxina y aflatoxinas B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂)	Q	Contacto de los sacos de cacao seco con la lluvia o humedades dentro del camión
Alérgenos (gluten, maní, nueces de árbol, leche)	Q	Uso de camiones que transportan por separado o al mismo tiempo otros alimentos como harinas, sacos de leche, entre otros.
Sabor Humo	Calidad	Exposición al humo de quemas, humos de equipo de secado, gases de combustión entre otros.

Continuación: Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la CA.

Etapa: Almacenamiento (Industria)		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
Materia Prima Evaluada: Cacao		
Presencia de enterobacterias (coliformes, <i>E. coli</i> , <i>Salmonella spp</i>)	B	Microorganismos transmitidos por roedores o cucarachas que pudiesen estar por deficiencias en el manejo integrado de plagas (MIP) o en el Programa de limpieza y desinfección.
Micotoxinas del moho del género <i>Aspergillus niger</i> (Ocratoxinas y aflatoxinas B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂)	Q	Almacenamiento bajo condiciones de humedad relativa mayor al 70% Humedecimiento del material de empaque Tiempos prolongados de almacenamiento
Presencia de sustancias químicas para control de plagas	Q	Presencia de residuos de pesticidas de fumigación del área o tratamiento de plagas.
Presencia de dioxinas, BPCs, HAP	Q	Exposición del cargamento de cacao seco a los gases de combustión del vehículo y los gases procedentes de la carretera debido a su cercanía.
Astillas de tarimas (material extraño)	F	Contaminación por tarimas en mal estado
Materia Prima Evaluada: Azúcar		
Enterobacterias	B	Re-contaminación durante el proceso o manejo a nivel del proveedor
Material extraño (virutas metálicas, partes de insectos, trozos de plástico)	F	Virutas metálicas procedentes del proveedor por roce metal de sus equipos Restos de Insectos Introducidos por deficiencias en el manejo a nivel del proveedor Trozos de plástico Provenientes del material de empaque a nivel del proveedor
Dióxido de azufre (SO ₂)	Q	Coadyuvante en la elaboración del azúcar blanco
Materia Prima Evaluada: Lecitina de girasol		
Trazas de soya	Q	Se embotella en una misma planta de procesamiento en la que se trabaja con soya
Material Evaluado: Bolsa de empaque		
Presencia de enterobacterias (coliformes, <i>E. coli</i> , <i>Salmonella spp</i>) y <i>Staphylococcus. aureus</i>	B	Deficiencias en las prácticas higiénicas del personal del proveedor
Presencia de olores en el material de empaque	Calidad	Deficiencias en las prácticas de almacenamiento de material de empaque

Continuación: Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la CA.

Etapa: Almacenamiento (Industria)		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
Material Evaluado: Etiqueta adhesiva		
Omisión de información de alérgenos	Alérgeno	Por omisión o fallas en el análisis de peligros de alérgenos (formulación, trazas o contaminación cruzada)
Etapa: Limpieza (mecánica)		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
Presencia de enterobacterias (coliformes, <i>E. coli</i> , <i>Salmonella spp</i>)	B	Contaminación cruzada por deficiencias en el nivel de higiene del equipo. Deficiencias en el nivel de higiene del equipo por acumulación de materia orgánica en zonas con corrosión.
Material extraño	F	Incorporación de material extraño proveniente de los utensilios durante la apertura de los sacos o del mismo saco. Presencia de óxido de hierro producido por el humedecimiento del equipo.
Peligros químicos	Q	No hay
Material extraño	Calidad	Impurezas procedentes de campo desarrollando sabores extraños
Etapa: Ensilado		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
Presencia de enterobacterias (Coliformes, <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i>)	B	Contaminación cruzada por deficiencias en el nivel de higiene del equipo. Deficiencias en el nivel de higiene del equipo por Acumulación de materia orgánica en zonas con corrosión.
Micotoxinas del moho del <i>Aspergillus niger</i> (Ocratoxinas y aflatoxinas B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂)	Q	Humedecimiento del grano de cacao por almacenamientos prolongados
Material extraño	F	Presencia de óxido de hierro (Fe ₂ O ₃) producido por el humedecimiento del equipo.

Continuación: Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la CA.

Tostado		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
Supervivencia de enterobacterias (coliformes, <i>E. coli</i> , <i>Salmonella spp</i>)	B	Proceso térmico insuficiente
Re-contaminación del producto con enterobacterias (coliformes, <i>E. coli</i> , <i>Salmonella spp</i>), <i>Aspergillus niger</i>	B	Deficiencias en: <ul style="list-style-type: none"> manipulación del cacao posterior al proceso térmico nivel de higiene del área de tostado
Material extraño	F	Roce metal con metal por mecanismo de funcionamiento de la línea de tostado
Tamaño del cacao	Calidad	Heterogeneidad en el tamaño del grano produce deficiencias en el desarrollo de sabor del chocolate (quemado o falta de proceso).
Acidez, amargor y astringencia pronunciados	Calidad	Proceso térmico insuficiente
Contaminación cruzada con alérgeno (lactosa)	Q	Deficiencias en el programa de control de alérgenos, zonificación y BPM.
Etapa: Descascarillado		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
Micotoxinas del moho del <i>Aspergillus niger</i> (Ocratoxinas y aflatoxinas B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂)	Q	Residuos de cascarilla en nibs de cacao
Material extraño	F	Roce metal - metal por mecanismo de funcionamiento de la línea. Residuos de óxido ferroso (Fe ₂ O ₃) producido por humedecimiento de descascarilladora (hierro negro) Falla en funcionamiento de trampa magnética
Re-contaminación del producto con enterobacterias (coliformes, <i>E. coli</i> , <i>Salmonella spp</i>), <i>Aspergillus niger</i> , <i>Penicillium verrucosum</i> .	B	Deficiencias en: <ul style="list-style-type: none"> la manipulación del cacao posterior al proceso térmico el nivel de higiene del área de descascarillado

Continuación: Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la CA.

Moliendas 1		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
Re-contaminación del producto con enterobacterias (coliformes, <i>E. coli</i> , <i>Salmonella spp</i>).	B	Por deficiencias en el nivel de higiene del equipo
Material extraño	F	Roce metal con metal por mecanismo de funcionamiento de la línea de proceso. Residuos de óxido ferroso (Fe_2O_3) producido por humedecimiento del hierro negro. Falla en funcionamiento de trampa magnética Deterioro en malla del molino
Peligros químicos	Q	No hay
Tamaño de partícula grande (mayor a 25 micras)	Calidad	Textura de arenosa o granulosa y deficiencias en el desarrollo del sabor a causa de un grado de fineza insuficiente durante la molienda.
Etapa: Conchado		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
Re-contaminación con enterobacterias (coliformes, <i>E. coli</i> , <i>Salmonella spp</i>).	B	Por deficiencias en el nivel de higiene del equipo
Material extraño	F	Roce metal con metal por mecanismo de funcionamiento de la línea de proceso. Residuos de óxido ferroso (Fe_2O_3) producido por humedecimiento del hierro negro. Deterioro de la malla en la boca del tanque (evaporación de gases)
Peligros químicos	Q	No hay
Tamaño de partícula grande (menor de 25 micras)	Calidad	Textura de arenosa o granulosa y deficiencias en el desarrollo del sabor a causa de un grado de fineza insuficiente durante la molienda.
Viscosidad inadecuada	Calidad	Fluctuaciones en el contenido de grasa del grano de cacao utilizado
Acidez, amargor y astringencia pronunciados	Calidad	Poco tiempo o temperatura de conchado insuficiente Tanque con tapa

Continuación: Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la CA.

Etapa: Prensado		
Re-contaminación con enterobacterias (coliformes, <i>E. coli</i> , <i>Salmonella spp.</i>)	B	Por deficiencias en el nivel de higiene del equipo o en la recolección de la manteca y/o torta de cacao
Material extraño	F	Roce metal con metal por mecanismo de funcionamiento de la prensa. Deterioro de la malla de filtrado de la manteca
Peligros químicos	Q	No hay
Ácidos Grasos libres elevados en la manteca	Calidad	Prácticas inadecuadas de post cosecha
Manteca suave	Calidad	Alto contenido de ácidos grasos por alta cantidad de granos rotos o dañados por insectos almacenados por largos periodos Variedad de cacao inapropiada para las condiciones ambientales del país
Sabores extraños en manteca (jabonosos)	Calidad	Alto contenido de ácidos grasos por presencia de granos rotos o dañados por insectos almacenados por largos periodos
Etapa: Formulación		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
<i>Salmonella spp.</i> y <i>E. coli.</i> , <i>S. aureus</i> , enterobacterias	B	Deficiencias en las buenas prácticas de manufactura al momento de la formulación
Objetos extraños (plásticos, restos de insectos, virutas metálicas)	F	Deficiencias en las buenas prácticas de manufactura de los operadores o colaboradores. Materiales extraños procedentes del azúcar (plásticos, restos de insectos, virutas metálicas)
Peligros químicos	Q	No hay
Cristalización de la grasa en la superficie de chocolate	Calidad	Mezcla de grasas incompatibles o en relaciones inadecuadas utilizadas en la formulación
Cristalización del azúcar en la superficie de chocolate	Calidad	Formulación con alto nivel de higroscopía (facilidad de absorber la humedad del ambiente que lo rodea)

Continuación: Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la CA.

Etapa: Mezclado		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
<i>Salmonella spp.</i> y <i>E. coli.</i> , <i>S. aureus</i> , enterobacterias	B	Deficiencias en las buenas prácticas de manufactura al momento del mezclado
Objetos extraños (metálicos)	F	Roce metal con metal del equipo Estado de mantenimiento deficiente en mallas y trampas magnéticas
Peligros químicos	Q	No hay
Fineza del chocolate inadecuada	Calidad	Tiempo de conchado o refinado del chocolate insuficiente
Etapa: Moldeo		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
<i>Salmonella spp.</i> y <i>E. coli.</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , enterobacterias	B	Deficiencias en las buenas prácticas de manufactura al momento del mezclado. Condensados procedentes del túnel de enfriamiento
Objetos extraños (metálicos)	F	Estado de mantenimiento deficiente en mallas y trampas magnéticas
Peligros químicos	Q	No hay
Acumulación de cristales de azúcar en la superficie	Calidad	Problemas en la formulación por ingredientes higroscópicos y alta humedad en el ambiente. Uso de moldes húmedos
Acumulación de cristales de grasa en la superficie	Calidad	Deficiencias en el proceso de temperado o cristalización de la grasa del chocolate
Chocolates opacos	Calidad	Tiempo de enfriamiento muy corto o acelerado. Cristalización de grasa o azúcar en la superficie
Etapa: Empaque		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
<i>Salmonella spp.</i> y <i>E. coli.</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , enterobacterias	B	Deficiencias en las buenas prácticas de manufactura al momento del empaque. Contaminación procedente del material de empaque
Peligros químicos	Q	No hay
Acumulación de cristales de azúcar en la superficie	Calidad	Condensación sobre la superficie del chocolate por encontrarse a una temperatura inferior al punto de rocío.
Acumulación de cristales de grasa en la superficie	Calidad	Fluctuaciones de temperatura en el cuarto frío en donde se empaqueta la barra de chocolate, generando altas temperaturas durante el proceso de sellado

Continuación: Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la CA.

Etapa: Empaque		
Peligro	Peligro	Peligro
Barras opacas	Calidad	Presencia de cristalización de azúcar, grasa o tiempo de endurecimiento insuficiente
Aromas extraños	Calidad	Procedentes del material de empaque mal almacenado
Etapa: Transporte a Distribuidora		
Peligro	Peligro	Peligro
Barras de chocolate quebradizas	Calidad	Tiempo de cristalización de las barras es insuficiente. Temperatura del cuarto de empaque y cristalización superior a los 18°C Humedad relativa alta (mayor 60%)
Etapa: Transporte a Distribuidora		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
<i>Salmonella spp.</i> y <i>E. coli.</i> , <i>S. aureus</i> , enterobacterias	B	Deficiencias en el MIP
Presencia de material extraño (insectos)	F	Insectos producto de las deficiencias en el MIP pueden intentar penetrar el empaque del producto
Peligros químicos	Q	No hay
Sabores y/o aromas extraños	Calidad	Almacenamiento cerca de productos con aromas fuertes
Barras opacas	Calidad	Efecto de la cristalización del azúcar o la manteca por fluctuaciones en la temperatura durante el almacenamiento
Etapa: Distribuidora		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
<i>Salmonella spp.</i> y <i>E. coli.</i> , <i>S. aureus</i> , enterobacterias	B	Deficiencias en el MIP
Presencia de material extraño (insectos)	F	Insectos producto de las deficiencias en el MIP pueden intentar penetrar el empaque del producto
Peligros químicos	Q	No hay
Sabores y aromas extraños	Calidad	Almacenamiento en áreas expuestas a la luz solar o calor Almacenamiento cerca de productos con aromas fuertes
Barras opacas	Calidad	Efecto de la cristalización del azúcar o la manteca por fluctuaciones en la temperatura durante el almacenamiento

Continuación: Cuadro III. Identificación de peligros de Inocuidad y calidad en la CA.

Etapa: Transporte a Detallista		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
<i>Salmonella spp.</i> y <i>E. coli.</i> , <i>S. aureus</i> , enterobacterias	B	Deficiencias en el manejo integrado de plagas
Presencia de material extraño (insectos)	F	Insectos producto de las deficiencias en el MIP pueden intentar penetrar el empaque del producto
Peligros químicos	Q	No hay
Sabores y/o aromas extraños	Calidad	Almacenamiento cerca de productos con aromas fuertes
Barras opacas	Calidad	Efecto de la cristalización del azúcar o la manteca por fluctuaciones en la temperatura durante el almacenamiento
Etapa: Detallista		
Peligro	Tipo	Razón/justificación
<i>Salmonella spp.</i> y <i>E. coli.</i> , <i>S. aureus</i> , enterobacterias	B	Deficiencias en el MIP
Presencia de material extraño (insectos)	F	Insectos producto de las deficiencias en el MIP pueden intentar penetrar el empaque del producto
Peligros químicos	Q	No hay
Sabores y aromas extraños	Calidad	Almacenamiento en áreas expuestas a la luz solar o calor. Almacenamiento cerca de productos con aromas fuertes
Barras opacas	Calidad	Efecto de la cristalización del azúcar o la manteca por fluctuaciones en la temperatura durante el almacenamiento

Fuente: Elaboración propia.

4.10 Sistema de trazabilidad utilizando tecnología de CB

En la revisión bibliográfica, se señaló la problemática de los sistemas de trazabilidad en la CA del cacao como el desconocimiento de la legislación, los requisitos comerciales y normativos que los socios comerciales requieren cumplir. También, la presencia muchos intermediarios que reducen la visibilidad de la cadena, generando desconfianza e incertidumbre sobre el abastecimiento y el precio del grano.

A estos factores se les suma las condiciones propias del cultivo como su vulnerabilidad a las plagas, enfermedades y otros requerimientos agronómicos que afectan directamente la inocuidad, calidad y sostenibilidad de su producción.

Teniendo en cuenta esta problemática, se propone un sistema de trazabilidad que incorpore la tecnología de cadena de bloques (CB) con la finalidad de:

1. Lograr un sistema de trazabilidad de principio a fin para la cadena de abastecimiento.
2. Evidenciar el cumplimiento de los requisitos legales, comerciales y normativos aplicables a todos los socios de la CA.
3. Establecer mecanismos automáticos que aseguren el cumplimiento de requisitos de inocuidad, calidad, sostenibilidad pre acordados entre los actores de la CA.
4. Aumentar la visibilidad en la CA.
5. Desarrollar la confianza entre socios comerciales y consumidores mediante la inmutabilidad de la información generada en la CA.

Previamente, se caracterizó la CA logrando identificar quienes son actores y cuáles son sus funciones e interacciones, así como los controles trazabilidad que actualmente utilizan. También, se conoció el flujo físico del cacao de inicio a fin de la cadena y las transformaciones que experimenta principalmente en las etapas de cosecha, beneficiado e industrialización.

Utilizando de referencia esta información, se establecieron la Unidad de Recurso Trazable (URT) y los Eventos Críticos de la Trazabilidad (ECT) tal y como se muestra en el cuadro IV.

Los ECT se determinaron con la identificación de los eventos de creación, transformación del cacao, los envíos con su cambio de custodia, consumo (venta al detallista) y la disposición de producto como el desecho o consumo.

El sistema de trazabilidad propuesto utiliza el estándar GS1 para la identificación de artículos comerciales, debido a que el eslabón comercial ya lo venía utilizando por ser el de mayor uso en la venta al detalle en Costa Rica.

La identificación incluyó al Número Global de Artículo Comercial (GTIN por sus siglas en inglés), el número de ubicación global (GLN por sus siglas en inglés) y el Identificador Global de Activos Individuales (GIAI por sus siglas en inglés). El código GTIN se utilizó para identificar al cacao desde la etapa cultivo hasta su comercialización en forma de chocolate, el GLN para identificar los locales identificados como ECT y el GIAI para identificar los ECT de transporte pertenecientes a las actividades de acopio, industrialización y de la distribución respectivamente (el detalle de esta asignación se puede revisar en el Cuadro IV).

Vale mencionar que, estos identificadores GS1 permiten asociar atributos que son datos maestros estáticos. Por ejemplo, se puede incluir información sobre el país de origen, el fabricante, ubicación geográfica y una descripción. En la identificación en campo se puede incluir información sobre la variedad del cacao (los clones utilizados), el método de cultivo (convencional, orgánico, transición) y en la etapa comercial la cantidad de unidades para el consumo por caja, peso, la marca comercial. Esta información es compartida con todos los miembros de la cadena por medio de La Red Global de Sincronización de Datos (GDSN por sus siglas en inglés).

Seguidamente, se definieron los métodos de captura de la información proponiendo el empleo etiquetas RFID para el cultivo, beneficiado y acopio, las cuales son compatibles con IoT y resistentes a las condiciones ambientales. Los códigos de barras EAN 13 para la identificación de la unidad de consumo de la industrialización, venta al detalle y EAN 14 para la unidad de distribución utilizada por la industria y el distribuidor. Finalmente, en la unidad de consumo se incluyó un código QR dirigido a los consumidores. En el cuadro IV se detalla las tecnologías de captura de datos utilizada por ECT.

La ejecución de las actividades en los ECT genera datos que permiten conocer los EDC los cuales dan respuestas a las preguntas de las 5 dimensiones de la trazabilidad que brindan información del contexto comercial. En el cuadro IV se detallan los ECT identificados para cada ECT. Para compartir la información generada por el movimiento del producto a través del ECT se utiliza los Servicios de Información de Código de Producto Electrónico (EPCIS por sus siglas en inglés) el cual permite a los usuarios obtener una vista compartida de objetos físicos o digitales dentro de un contexto comercial.

Cuadro IV. Identificación de ECT, URT utilizando los estándares GS1 para un sistema de trazabilidad de la CA del Cacao

Actores CA	Eslabón CA	ECT	Tipo de ECT	Codificación Locaciones trazables	Objeto Trazable (URT) Presentación	Presentación	Identificación física	Codificación del objeto trazable	Tecnología Captura de datos
Productor de Cacao	Producción	Cultivo	Creación	GLN+ Componente de extensión	Parcela	Hectáreas	Identificación de localización	GLN + lote	RFID
	COSECHA	Extracción del grano en mucílago	Transformación	GLN+ Componente de extensión	Mazorcas y rendimiento en mazorcas (ton/hectáreas)	Kilogramos/por /hectárea	Lote de cosecha (fecha de cosecha)	GTIN + lote	RFID
	BENEFICIO (Fermentación del grano)	Fermentado del grano	Transformación	GLN+ Componente de extensión	Grano fermentado	Kilogramos (Kg)	Lote de cosecha (fecha de cosecha)	GTIN + lote	RFID
	BENEFICIO (Secado Natural)	Secado Natural del grano	Transformación	GLN+ Componente de extensión	Grano fermentado y con secado natural	Sacos (kg y cantidad de sacos)	Lote de secado (sacos)	GTIN + lote	RFID
Acopiador	Acopio de grano seco (secado y mezclado)	Transporte GRANO con Secado natural al CENTRO de Acopio	Transporte	GIAI	Cacao fermentado y Secado natural	Sacos (kg y cantidad de sacos)	Lote de secado (sacos)	GTIN + lote	RFID
		Acopio GRANO Secado artificial	Transformación	GLN+ Componente de extensión	Cacao secado artificialmente	Sacos (kg y cantidad)	Lote de acopio (sacos)	GTIN + lote	RFID
		Secado Artificial (Ajuste de humedad)	Transformación	GLN+ Componente de extensión	Cacao secado artificialmente	Sacos (kg y cantidad)	Lote de acopio (sacos)	GTIN + lote	RFID
		Mezcla de cacaos Estandarización de la calidad	Transformación	GLN+ Componente de extensión	Mezcla de cacao	Sacos (kg y cantidad de sacos)	Lote de acopio (sacos)	GTIN + lote	RFID
		Transporte a la Industria	Transporte	GIAI	Mezcla de cacao	Sacos (kg y cantidad de sacos)	Lote de acopio (sacos)	GTIN + lote	RFID
Industria	Transformación secundaria	Almacenamiento	Transporte	GLN+ Componente de extensión	Mezcla de cacao	Sacos (kg y cantidad de sacos)	Lote de ingreso	GTIN + lote	RFID
		Limpieza	Transformación	GLN+ Componente de extensión	Mezcla de cacao	Kilogramos (kg)	Lote de ingreso	GTIN + lote	IoT
		Ensilado	Transformación	GLN+ Componente de extensión	Mezcla de cacao	Kilogramos (kg)	Lote de Ensilado	GTIN + lote	IoT

Fuente: Elaboración propia

Continuación Cuadro IV. Identificación de ECT, URT utilizando los estándares GS1 para un sistema de trazabilidad de la CA del Cacao

Actores CA	Eslabón CA	ECT	Tipo de ECT	Codificación Locaciones trazables	Objeto Trazable (URT) Presentación	Presentación	Identificación física	Codificación del objeto trazable	Tecnología Captura de datos
Industrial	Producción Industrial	Tostado	Transformación	GLN+ Componente de extensión	Mezcla de cacao Tostado	Kilogramos (kg)	Lote de Tostado	GTIN + lote	IoT
		Descascarillado	Transformación	GLN+ Componente de extensión	Mezcla de cacao Tostado	Kilogramos (kg)	Lote de Tostado	GTIN + lote	IoT
		Molienda	Transformación	GLN+ Componente de extensión	Licor de cacao	Kilogramos (kg)	Lote de Licor	GTIN + lote	IoT
		Conchado	Transformación	GLN+ Componente de extensión	Licor de cacao	Kilogramos (kg)	Lote de Licor	GTIN + lote	IoT
		Prensado	Transformación	GLN+ Componente de extensión	Torta de Cacao Manteca de Cacao	Kilogramos (kg)	Lote de Torta de manteca	GTIN + lote	IoT
		Formulado	Transformación	GLN+ Componente de extensión	Torta, manteca y/o licor de cacao	Kilogramos (kg)	Lote de Proceso	GTIN + lote	IoT
		Mezclado	Transformación	GLN+ Componente de extensión	Chocolate	Kilogramos (kg)	Lote de Proceso	GTIN + lote	IoT
		Moldeo	Transformación	GLN+ Componente de extensión	Chocolate	Kilogramos (kg)	Lote de Proceso	GTIN + lote	IoT
		Empaque	Transformación	GLN+ Componente de extensión	Chocolates	Unidad de consumo, Cajas de distribución y Tarimas	Lote de producción (cajas)	GTIN+ lote o SSC	EAN 13, EAN 14
		Almacenamiento	Transporte	GLN+ Componente de extensión	Chocolates	Unidad de consumo, Cajas de distribución y Tarimas	Lote de producción (cajas)	GTIN+ lote o SSC	EAN 13, EAN 14
Transporte a Distribuidor	Transporte	GIAI	Chocolates	Unidad de consumo, Cajas de distribución y Tarimas	Lote de producción (Cajas)	GTIN+ lote o SSC	EAN 13, EAN 14		

Continuación Cuadro IV. Identificación de ECT, URT utilizando los estándares GS1 para un sistema de trazabilidad de la CA del Cacao

Actores CA	Eslabón CA	ECT	Tipo de ECT	Codificación Locaciones trazables	Objeto Trazable (URT) Presentación	Presentación	Identificación física	Codificación del objeto trazable	Tecnología Captura de datos
Distribuidor	Distribución	Distribuidor	Consumo	GLN	Chocolates	Unidad de consumo, Cajas de distribución y Tarimas	Lote de producción (Cajas)	GTIN+ lote o SSC	EAN 13, EAN 14
		Transporte al Detallista	Transporte	GIAI	Chocolates	Unidad de consumo, Cajas de distribución y Tarimas	Lote de producción (Cajas)	GTIN+ lote o SSC	EAN 13 y EAN 14
Detallista	Comercialización	Detallista	Agotamiento	GLN+ componente de extensión	Chocolates	Unidad de consumo	Lote de producción (unidad)	GTIN + lote	EAN 13
Consumidor	Consumo	Consumidor	Agotamiento	GSRN	Chocolate	Unidad de consumo	Lote de producción (Unidad)	GTIN+ lote	EAN 13 QR

Cuadro V. Identificación de ECT, UTR Y EDC utilizando los estándares GS1 para un sistema de trazabilidad de la CA del Cacao.

Actores	Eslabón CA	ECT	EDC									
			QUIEN		QUE			DONDE		CUANDO		POR QUE
Productor de Cacao	Producción	Cultivo	GLN+ Componente de extensión	Finca/parcela	GTIN + lote	Parcela	Hectáreas (m2)	GLN+ Componente de extensión	Finca (Parcela)	Fecha y hora del evento	En la siembra	Cultivo
	COSECHA	Extracción del grano en mucilago	GLN+ Componente de extensión	Finca/área de extracción	GTIN + lote	Mazorcas cosechadas por parcela	Ton/parcela	GLN+ Componente de extensión	Finca (Parcela)	Fecha y hora del evento	En la cosecha de frutos	Cosecha
	BENEFICIO (Fermentación del Grano)	Fermentado del grano	GLN+ Componente de extensión	Finca/ área fermentación beneficio	GTIN + lote	Grano fermentado	Kilogramos	GLN+ Componente de extensión	Finca- Beneficio Área de Fermentación	Fecha y hora del evento	Fermentación	Fermentación
	BENEFICIO (Secado Natural)	Secado Natural del grano	GLN+ Componente de extensión	Finca/ área de secado beneficio	GTIN + lote	Grano fermentado y con secado natural	Cantidad (kg, número sacos)	GLN+ Componente de extensión	Finca-Beneficio Área de Fermentación	Fecha y hora del evento	Secado	Secado natural
Acopiador	Acopio de grano seco (secado y mezclado)	Transporte del grano secado natural al Centro de Acopio	GIAI	Transporte al Acopio	GTIN + lote	Cacao fermentado y Secado natural	Cantidad (kg, número sacos)	GIAI	Camión de acopiador	Fecha y hora del evento	Envío	Transporte
		Acopio grano secado artificial	GLN	Acopio	GTIN + lote	Cacao secado artificialmente	Cantidad (kg, número sacos)	GLN	Centro de Acopio	Fecha y hora del evento	Ingresos MP,	Acopio de lotes
		Mezcla de cacaos y Estandarización de la calidad	GLN	Acopio	GTIN + lote	Mezcla de cacao	Cantidad (kg, número sacos)	GLN	Centro de Acopio	Fecha y hora del evento	Egresos, Reempaque	Estandarización
		Transporte a la Industria	GIAI	Transporte a la Industria	GTIN + lote	Chocolates	Cantidad (kg, número sacos)	GIAI	Camión acopiador	Fecha y hora del evento	Envío	Transporte

Fuente: Elaboración propia.

Continuación Cuadro V. Identificación de ECT, UTR Y EDC utilizando los estándares GS1 para un sistema de trazabilidad de la CA del Cacao.

Actores	Eslabón CA	ECT	EDC									
			QUIEN		QUE			DONDE		CUANDO		POR QUE
Industrial	Producción Industrial	Almacenamiento	GLN+ Componente de extensión	Industria Bodega de MP	GTIN+ lote1	Chocolates	Cantidad (kg, número sacos)	GLN+ Componente de extensión	Industria Bodega MP	Fecha y hora del evento	En recibo	Abastecimiento de materia prima
		Limpieza	GLN+ Componente de extensión	Industria Área de proceso	GTIN+ lote1	Chocolates	Cantidad (kg, número sacos)	GLN+ Componente de extensión	Industria Área de limpieza	Fecha y hora del evento	Limpieza del grano	Acondicionamiento de materia prima
		Ensilado	GLN+ Componente de extensión	Industria	GTIN+ lote2	Chocolates	Cantidad (kg, número sacos)	GLN+ Componente de extensión	Industria Área ensilado	Fecha y hora del evento	Almacenamiento en silos	Acopio de materia prima
		Tostado	GLN+ Componente de extensión	Área de proceso	GTIN+ lote3	Chocolates	Cantidad (kg, número sacos)	GLN+ Componente de extensión	Industria Área de tostador	Fecha y hora del evento	Proceso térmico en tostador	Procesamiento del grano
		Descascarillado	GLN+ Componente de extensión	Industria	GTIN+ lote3	Chocolates	Cantidad (kg, número sacos)	GLN+ Componente de extensión	Industria Área Tostador	Fecha y hora del evento	Producción de nibs (descascarillado)	Producción de Nibs
		Molienda	GLN+ Componente de extensión	Área de proceso	GTIN+ lote3	Chocolates	Cantidad (kg, número sacos)	GLN+ Componente de extensión	Industria Área del Licor	Fecha y hora del evento	Molienda de granos tostados	Producción de licor
		Conchado	GLN+ Componente de extensión	Industria	GTIN+ lote4	Chocolates	Cantidad (kg, número sacos)	GLN+ Componente de extensión	Industria Área del licor	Fecha y hora del evento	Conchado del licor	Producción de licor
		Prensado	GLN+ Componente de extensión	Área de proceso	GTIN+ lote5	Chocolates	Cantidad (kg, número sacos)	GLN+ Componente de extensión	Industria Área de prensas	Fecha y hora del evento	Prensado del licor	Producción de manteca y torta de cacao
		Formulado	GLN+ Componente de extensión	Industria	GTIN+ lote5	Chocolates	Cantidad (kg, número sacos)	GLN+ Componente de extensión	Industria Cuarto de formulación	Fecha y hora del evento	Pesado de ingredientes	Producción de chocolate
		Mezclado	GLN+ Componente de extensión	Área de proceso	GTIN+ lote6	Chocolates	Cantidad (kg, número sacos)	GLN+ Componente de extensión	Industria Área de coberturas	Fecha y hora del evento	Mezcla de ingredientes	Producción de chocolate
		Moldeo	GLN+ Componente de extensión	Industria	GTIN+ lote6	Chocolates	Cantidad (kg, número sacos)	GLN+ Componente de extensión	Industria Área de coberturas	Fecha y hora del evento	Formado del tabletas de chocolate	Producción de chocolate
Empaque	GLN+ Componente de extensión	Área de proceso	GTIN+ lote7 o SSCC	Chocolates	Cantidad (kg, número sacos)	GLN+ Componente de extensión	Industrial Área de empaque	Fecha y hora del evento	Empaque de tabletas	Producción de chocolate		

Continuación Cuadro V. Identificación de ECT, UTR Y EDC utilizando los estándares GS1 para un sistema de trazabilidad de la CA del Cacao.

Actores	Eslabón CA	ECT	EDC									
			QUIEN		QUE			DONDE		CUANDO		POR QUE
Industrial	Producción Industrial	Empaque	GLN+ Componente de extensión	Área de proceso	GTIN+ lote 7o SSCC	Chocolates	Cantidad (kg, número sacos)	GLN Componente de extensión	Industrial	Fecha y hora del evento	Empaque de tabletas	Producción de chocolate
		Almacenamiento	GLN+ componente de extensión	Bodega Producto Terminado	GTIN+ lote 7o SSCC	Chocolates	Cantidad (kg, número sacos)	GLN Componente de extensión	Industrial	Fecha y hora del evento	Empaque de tabletas	Producción de chocolate
		Transporte a Distribuidor	GIAI	Transporte a Distribuidor	GTIN+ lote o SSCC	Chocolates	Cantidad (cajas, Paletas, kg)	GIAI	Camión del industria	Fecha y hora del evento	Envío	Transporte
Distribuidora	Distribución	Distribuidor	GLN	Distribuidor	GTIN+ lote o SSCC	Chocolates	Cantidad (cajas, Paletas, kg)	GLN	Distribuidor	Fecha y hora del evento	Ingreso	Venta
		Transporte al Detallista	GIAI	Transporte al Detallista	GTIN+ lote o SSCC	Chocolates	Cantidad (cajas, Paletas, kg)	GIAI	Camión de distribuidor	Fecha y hora del evento	Envío	Transporte
Detallista	Comercialización	Detallista	GLN	Detallista	GTIN + lote	Chocolates	Cantidad (Unidad de consumo y kg)	GLN	Tienda al detalle	Fecha y hora del evento	Ingreso	Venta
Consumidor		Consumidor	GSRN	Consumidor	GTIN+ lote	Chocolate	Cantidad (Unidad de consumo y kg)	GSRN	Consumidor	No aplica	No aplica	Consumo o desecho

Fuente: Elaboración propia.

Para la comunicación de los datos de transacciones comerciales (orden de compra, envío y recepción de factura, avisos de envío, inventarios, comprobante) de cada CTE, el estándar GS1 tiene la opción del uso del intercambio electrónico de datos (EDI por sus siglas en inglés) en el formato lenguaje extensible de marcas (XML por sus siglas en inglés). Por medio del EDI, las transacciones quedan digitalizadas y se convierten en un registro que brinda información de visibilidad (qué, cuándo, donde, porqué) tal y como se observa en el cuadro VII. En el diseño del sistema de trazabilidad de la CA se incluyó el cumplimiento con los requerimientos normativos y legales del sector que corresponden también con los intereses de los consumidores. Estos requerimientos significan una gran cantidad de información, alguna de carácter confidencial, por lo que fue necesario definir cuál información se iba a compartir con la cadena y cuál se mantendría como trazabilidad interna. En el cuadro V, se resume la información que formará parte de la trazabilidad externa para poder evidenciar el cumplimiento de requerimientos de inocuidad, calidad y sostenibilidad.

Cuadro VI. Requerimientos de Inocuidad, calidad y sostenibilidad incluidos en datos externos del sistema de trazabilidad propuesto.

Requerimiento	Peligro o situación que se controla:
Sostenibilidad social y económica	Cumplimiento de la Ley trabajo menores y extranjeros
Sostenibilidad ambiental	Manejo del suelo (análisis de suelo, agroforestería, uso del agua)
Peligros químicos para la inocuidad	Medidas para la prevención de metales pesados, HAP, dioxinas, BPCs, aflatoxinas, OTA y alérgenos. Medidas para el uso adecuado de agroquímicos.
Peligros microbiológicos para la inocuidad	Medidas de prevención de bacterias patógenas <i>Salmonella spp.</i> y <i>E coli</i> O157: H7
Peligros Físicos	Medidas de prevención de material extraño
Calidad del producto	Medidas para: <ul style="list-style-type: none"> • adecuado desarrollo de precursores de sabor y aroma en cosecha y post cosecha y en la industrialización • mayor obtención de grano café y prevención de material de desecho (daño por insecto, granos dobles, aplastados, entre otros.) • prevención de problemas de calidad durante el almacenamiento de los chocolates.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro VII se detallan las prácticas que se deben cumplir para evidenciar el cumplimiento por ECT identificado.

Cuadro VII. Identificación de la información de Inocuidad por ECT

ECT	Indicadores de inocuidad	Cultivo	Extracción del grano	Fermentado del grano	Secado natural del	Transporte hacia el acopiador	Acopio del grano seco naturalmente	Ajuste de humedad (secado artificial)	Mezcla de cacao	Estandarización	Transporte a la	Almacenamiento	Limpieza	Ensilado	Tostado	Descascarillado	Molienda 3	Conchado	Prensado	Formulación	Mezclado	Moldeo	Almacenamiento	Transporte	Distribuidora	Transporte al detallista	Detallista
		Escogencia de clones recomendados por el MAG (resistencia a enfermedades)	Sí																								
La ubicación permite mantener el cultivo y/o producto protegido de contaminantes procedentes de instalaciones o estructuras vecinas (emisiones de gases de vehículos, quemas, productoras de sustancias con potencial de contaminación (hospitales, fábricas de pinturas, agroquímicos, gasolineras, entre otros) y de fenómenos naturales (erupciones, inundaciones).	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí															
El registro histórico de usos del suelo permite conocer las actividades realizadas en la finca, los cultivos, agroquímicos utilizados y fenómenos naturales que la afectaron (erupciones volcánicas, inundaciones, plagas, enfermedades del cultivo).	Sí																										
Cumplimiento de las condiciones apropiadas para el cultivo (precipitación, altitud, temperatura, luminosidad, humedad relativa, viento)	Sí																										
Cumplimiento de las condiciones recomendadas para el suelo (pH, contenido de materia orgánica, drenaje, nutrientes en el suelo, fertilidad, entre otros).	Sí																										
Exclusión de animales domésticos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí																						
Disponibilidad y ubicación adecuada de instalaciones sanitarias y/o servicios para el personal.	Sí	Sí	Sí	Sí																							
Uso de abonos orgánicos y enmiendas libres de patógenos, dioxinas y PBCs y metales pesados (cadmio y plomo).	Sí																										
Uso de abonos orgánicos y enmiendas con niveles cadmio y plomo certificados y dentro de los límites permitidos.	Sí																										
Programa para el manejo de agroquímicos en cumplimiento de la legislación nacional (MAG), específicos para el cultivo y sus aplicaciones son documentadas.	Sí																										
Monitoreo de la potabilidad del agua para consumo humano	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí		Sí																				
Monitoreo de la Calidad microbiológica, metales pesados y residuos de pesticidas en el agua de riego	Sí																										
MIP y sustancias químicas utilizadas aprobadas por el MAG.	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí													Sí	sí	sí	Sí
Buenas prácticas de higiene personal de los colaboradores en todas las etapas	Sí	Sí	Sí	Sí				Sí	Sí						Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí						
Buenas Prácticas higiénicas/ manufactura durante el manejo del producto (mazorcas, grano en mucílago, grano en fermentación, grano seco, pasta de cacao, chocolate)		Sí	Sí	Sí				Sí	Sí				Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí							
Técnicas adecuadas para la cosecha, apertura y extracción y manipulación de granos en mucílago previo y durante la fermentación.		Sí	Sí																								

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro VII. (cont.) Identificación de la información de Inocuidad por ECT

ECT	Indicadores de inocuidad																								
	Cultivo	Extracción del	Fermentado del	Secado natural del	Transporte hacia el acopiador	Acopio del grano seco naturalmente	Ajuste de humedad (secado artificial)	Mezcla de cacao Estandarización	Transporte a la	Almacenamiento	Limpieza	Ensilado	Tostado	Descascarillado	Molienda 3	Conchado	Prensado	Formulación	Mezclado	Moldeo	Almacenamiento	Transporte	Distribuidora	Transporte al detallista	Detallista
Se evita/ limita el tránsito de vehículos de combustión, las quemas y expulsión de gases de combustibles fósiles en las cercanías de los cultivos, áreas de extracción de los granos, fermentado, secado y almacenamiento para prevenir su contaminación con HAP, dioxinas, PBCs por exposición a condiciones con el potencial de contaminación (Ej.: gases de combustión vehículos, inundaciones, suelos contaminados, quemas, entre otros).	Sí	Sí	Sí	Sí			Sí			Sí															
Se utilizan prácticas para la prevención de la incorporación de contaminantes químicos, biológicos o físicos en el producto (mazorca, granos en mucílago, grano seco o grano empacado) Ej: tapar el grano en mucílago durante el transporte, buenas prácticas higiénicas.		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí																
Buen estado de mantenimiento del equipo y la infraestructura necesaria para proteger al producto (mazorca, granos en mucílago, grano seco, grano empacado) de contaminantes ambientales y/o material extraño		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí		Sí	Sí		Sí						
Prohibición de reutilización de cubetas que contuvieron sustancias químicas (ej. Pintura, combustibles, agroquímicos)	Sí	Sí																							
Bodegas generales, de fertilizantes, sustancias químicas para el control de plagas están separadas físicamente y con acceso restringido.	Sí																								
Monitoreo del nivel de metales pesados en suelo y follaje	Sí																								
Existencia de un programa de podas	Sí	Sí																							
Implementación de procedimientos de limpieza, desinfección y almacenamiento de las herramientas (poda, cosecha, apertura de mazorca, medición de temperatura y pH, palas de volteo o remoción de granos, balanzas), superficies de contacto directo con el grano (cajones de fermentado, mesas de secado, secador artificial, tarimas, sacos, silos, entre otros) y áreas de trabajo (área de extracción, fermentador, secado natural y artificial, almacenamiento y transporte).	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí															
Se limita el uso de agua y sustancias alcalinas en la limpieza de los cajones de fermentación, las mesas de secado y los utensilios utilizados en estas actividades.			Sí	Sí																					
La herramienta para la apertura de las mazorcas se mantiene limpia y es desinfectada previa a su uso.		Sí																							
Uso de mazorcas sanas, sin daño por insectos para la elaboración de abonos y plaguicidas orgánicos.	Sí																								

Cuadro VII. (cont.) Identificación de la información de Inocuidad por ECT

ECT	Indicadores de inocuidad	Cultivo	Extracción del grano	Fermentado del grano	Secado natural del	Transporte hacia el acopiador	Acopio del grano seco naturalmente	Ajuste de humedad (secado artificial)	Mezcla de cacao Estandarización	Transporte a la	Almacenamiento	Limpieza	Ensilado	Tostado	Descascarillado	Molienda 3	Conchado	Prensado	Formulación	Mezclado	Moldeo	Almacenamiento	Transporte	Distribuidora	Transporte al detallista	Detallista
		Almacenamiento independiente de las mazorcas sanas de las mazorcas con indicios de daño leve.	Sí																							
Eliminación en campo de mazorcas enfermas en rondas independientes de la cosecha.	Sí																									
La cosecha y apertura de mazorcas se realiza en ausencia de lluvia.	Sí																									
Tiempos de almacenamiento de mazorcas no supera los 7 días y 24 horas para las mazorcas con indicio de daño.	Sí																									
Estandarización de la fermentación según el tipo de cacao (cantidad de cacao, número volteos, tiempo, temperatura, pH, asilamiento de la masa, prueba de corte)		Sí																								
El procedimiento de fermentación evita la mezcla de granos con diferente nivel de fermentación.		Sí																								
Tiempos de fermentado no exceden los 6 días.		Sí																								
Se monitorean las temperaturas diarias de la masa de cacao en fermentación para garantizar su incremento (40-50 °C) y que no existen pérdidas de calor.		Sí																								
Se establecen la prueba de corte para establecer el fin de la fermentación.		Sí																								
Método de fermentación evita el uso de utensilios y equipo que tuvieron contacto con sustancias alérgenas.		Sí																								
Se cuenta con un proceso estandarizado del secado (cantidad de cacao en mesas, número de remociones, tiempo, variedades de cacao, protección contra humedad y lluvia)			Sí																							
El diseño del proceso de secado previene un secado demasiado rápido (según la variedad) y establece las acciones correctivas en caso de que se demore en alcanzar una humedad inferior al 8%.			Sí																							
Durante el secado del cacao se evita el uso de utensilios, equipo y material de empaque con potencial de contaminación con alérgenos.			Sí				Sí																			
Se separan los materiales extraños y/o los residuos provenientes del campo, fermentado, manejo de granos secos.	Sí	Sí	Sí						Sí																	
Tiempo entre la finalización de la etapa de fermentación y el inicio del secado es inmediato.			Sí																							
Equipo de medición se mantiene calibrado		Sí	Sí				Sí	Sí						Sí						Sí						
Humedad del grano seco es inferior al 7.5%		Sí	Sí				Sí			Sí																

Cuadro VII. (cont.) Identificación de la información de Inocuidad por ECT

ECT	Indicadores de inocuidad	Cultivo	Extracción del grano	Fermentado del grano	Secado natural del	Transporte hacia el acopiador	Acopio del grano seco naturalmente	Ajuste de humedad (secado artificial)	Mezcla de cacao Estandarización	Transporte a la	Almacenamiento	Limpieza	Ensilado	Tostado	Descascarillado	Molienda 3	Conchado	Prensado	Formulación	Mezclado	Moldeo	Almacenamiento	Transporte	Distribuidora	Transporte al detallista	Detallista
		El procedimiento de secado evita la mezcla de granos con diferente nivel de secado.					Sí			Sí																
El diseño del equipo de secado artificial evita la contaminación del producto con gases de combustión.					Sí			Sí																		
Condiciones de almacenamiento del cacao se realizan en seco, en tarimas separadas entre ellas favoreciendo la ventilación natural, protegido del calor, luz solar y con una humedad relativa menor al 70%.					Sí	Sí	Sí		Sí	Sí	Sí	Sí														
El almacenamiento del cacao se realiza en ausencia de sustancias alérgenas, de origen animal o sustancias químicas.					Sí	Sí	Sí																			
Empleo de camiones con cajón o cobertor						Sí				Sí																
Transporte del cacao en contenedores o cajones secos						Sí				Sí																
Exclusión del empleo de camiones consolidados con sustancias químicas, productos de origen animal y/o productos alérgenos.						Sí				Sí																
Ausencia de sacos húmedos (filtraciones, lluvia, goteos de condensado, etc)						Sí				Sí																
El material de empaque del cacao se protege de la contaminación por alérgenos y se evita el uso de sacos que contuvieron alimentos que contienen alérgenos.					Sí		Sí		Sí																	
Tiempos de almacenamiento del cacao en saco no excede los 2 meses							Sí		Sí	Sí	Sí	Sí														
Programa de monitoreo de la inocuidad de las materias primas (ausencia de salmonella spp)											Sí															
Programa de monitoreo de la inocuidad de las materias primas (cadmio menor 1.4 mg/kg)											Sí															
Programa de monitoreo de la inocuidad de las materias primas (residuos de plaguicidas indicados por Codex Alimentarius para el cacao en grano)											Sí															
Programa de monitoreo de la inocuidad de las materias primas (Micotoxinas: Ocratoxina, aflatoxinas totales <20ug/kg)											Sí															

Fuente: Elaboración propia

Cuadro VII. (cont.) Identificación de la información de Inocuidad por ECT

ECT	Indicadores de inocuidad	Cultivo	Extracción del grano	Fermentado del grano	Secado natural del	Transporte hacia el acopiador	Acopio del grano seco naturalmente	Ajuste de humedad (secado artificial)	Mezcla de cacao Estandarización	Transporte a la	Almacenamiento	Limpieza	Ensilado	Tostado	Descascarillado	Molienda 3	Conchado	Prensado	Formulación	Mezclado	Moldeo	Almacenamiento	Transporte	Distribuidora	Transporte al detallista	Detallista
		Programa de auditoría a proveedores y entrega de certificados de calidad por lote											Sí													
Programa para el manejo de alérgenos											Sí															
Proceso térmico (110/140 °C por 20 a 40 min)														Sí												
Limpieza y desinfección de áreas y superficies de contacto directo														Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí					
Adecuado funcionamiento de dispositivos para la captación de material extraño (filtros, trampas magnéticas).												Sí	Sí		Sí	Sí	Sí	Sí								
Porcentaje de descascarillado según especificación del tipo de cacao															Sí											
Ausencia de Salmonella Spp /25 g en producto terminado																			Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Contenido de metales pesados (Cadmio (Cd) <0,8 mg/kg), arsénico (As) y plomo (Pb) <0,4 mg/kg en chocolate a la taza)																			Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Certificado de calidad										Sí														Sí	Sí	Sí

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro VIII. Identificación de la información calidad

ECT	Indicadores de Calidad																								
	Cultivo	Extracción del grano	Fermentado del grano	Secado natural del	Transporte hacia el acopiador	Acopio del grano seco naturalmente	Ajuste de humedad (secado artificial)	Mezcla de cacao Estandarización	Transporte a la Almacenamiento	Limpieza	Ensilado	Tostado	Descascarillado	Molienda 3	Conchado	Prensado	Formulación	Mezclado	Moldeo	Almacenamiento	Transporte	Distribuidora	Transporte al detallista	Detallista	
Variedad clonal	Sí		Sí	Sí																					
Riego del cultivo (contenido de manteca)	Sí															Sí									
Nutrición del suelo (productividad)	Sí																								
Cosecha de mazorcas maduras únicamente		Sí																							
Presencia de granos pizarrosos menor al 3% en el cacao fermentado			Sí																						
Presencia de granos mohosos menor al 3% en el cacao fermentado			Sí																						
Presencia de granos violeta menor 30% en el cacao fermentado			Sí																						
Presencia de grano dañado (insectos) menor al 3%			Sí													Sí									
Presencia de grano partido menor al 1%			Sí													Sí									
Presencia de granos planos y/o germinados menor al 3%			Sí																						
Humedad en el grano fermentado y seco menor o igual a 7,5%			Sí	sí	sí	sí	Sí																		
Eliminación del material ajeno al cacao (sabores extraños)	Sí	Sí	Sí					sí		Sí															
Cosecha de mazorcas maduras únicamente		Sí																							
Disponibilidad y ubicación adecuada de instalaciones sanitarias y servicios para el personal.	Sí	Sí	Sí																						
Tiempo de fermentación no excede los 6 días			Sí																						
Tiempos de almacenamiento de mazorcas no supera los 7 días y 24 horas para las mazorcas con indicio de daño.		Sí																							
Estandarización de la fermentación según el tipo de cacao (cantidad de cacao, número volteos, tiempo, temperatura, pH, aislamiento de la masa, prueba de corte)			Sí																						
Evidencia del Incremento de temperatura de 40 a 50C durante el fermentado			Sí																						
Evidencia de la modificación del pH durante el fermentado (4-7)			Sí																						
Evidencia de frecuencia de volteos (5 volteos en 6 días)			Sí																						
Ausencia de actividades que emitan gases de combustión y sustancias con aromas fuertes			Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí										Sí	sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Protección contra el agua durante la fermentación, seco, empaque y transporte			Sí	Sí	Sí	sí	sí	sí	Sí																

Fuente: Elaboración propia.

(Cont.) Cuadro VIII. Identificación de la información calidad

ECT	Indicadores de Calidad	Cultivo	Extracción del grano	Fermentado del grano	Secado natural del	Transporte hacia el acopiador	Acopio del grano seco naturalmente	Ajuste de humedad (secado artificial)	Mezcla de cacao	Estándarización	Transporte a la	Almacenamiento	Limpieza	Ensilado	Tostado	Descascarillado	Molienda 3	Conchado	Prensado	Formulación	Mezclado	Moldeo	Almacenamiento	Transporte	Distribuidora	Transporte al detallista	Detallista
		Humedad relativa durante el almacenamiento del grano seco menor al 70%.					Sí	Sí		Sí	Sí		Sí														
Tiempo de almacenamiento menor a los 2 meses					Sí	Sí	Sí		Sí		Sí		Sí														
Se realiza el pre secado en un tiempo de 3 días					Sí																						
Estandarización del secado por el tipo de cacao (5 a 10 remociones, grosor de cama <6 cm.					Sí																						
Homogeneidad del tamaño del grano de cacao															Sí												
Proceso térmico (110/140 °C por 20 a 40 min)														Sí													
Eliminación de cáscara de los nibs de cacao															Sí												
Tiempo y temperatura de conchado del licor (>100°C por 15 h)																		Sí									
Fineza del producto (según estándar del producto medido en micrones)																Sí	Sí					Sí					
Estandarización de la formulación del chocolate																				Sí							
Contenido de cacao en formulación conforma a norma técnica (<35% de cacao)																				Sí							
Contenido de grasa vegetal contiene mínimo 95% manteca de cacao.																				Sí							
Control de humedad relativa almacenamiento de las materias primas higroscópicas																				Sí							
Estandarización de las temperaturas, tiempos del conchado																					Sí						
Cumplimiento de especificaciones de fineza y viscosidad																					Sí						
Temperado del chocolate previo al moldeo																						Sí					
Condiciones de almacenamiento protegen al producto terminado (humedad relativa, temperaturas, evitan fuentes de calor, luz y aromas fuertes)																							Sí	sí	sí	sí	Sí
Vida útil igual o menor a 24 meses (Chocolate negro).																							Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Contenido de metales pesados (Cadmio (Cd)<0,8 mg/kg), arsénico (As) y plomo (Pb) <0,4 mg/kg en chocolate a la taza)																				sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	Sí
Etiquetado del producto y código de barras																				sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	Sí

Cuadro IX. Identificación de la información Social, económico ambiental

ECT	Cultivo	Extracción del grano	Fermentado del grano	Secado natural del	Transporte hacia el acopiador	Acopio del grano seco naturalmente	Ajuste de humedad (secado artificial)	Mezcla de cacao	Estandarización	Transporte a la	Almacenamiento	Limpieza	Ensilado	Tostado	Descascarillado	Molienda 3	Conchado	Prensado	Formulación	Mezclado	Moldeo	Almacenamiento	Transporte	Distribuidora	Transporte al detallista	Detallista
Indicadores de Social, económico ambiental																										
Trabajo Infantil																										
La finca y el beneficio registrados	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
se emplean menores de edad <15 años	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
Constancia del centro educativo evidenciando que continúan con su educación en la escuela o colegio de menores de edad	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
Se otorga seguro médico y póliza de trabajo a menores de edad	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
Jornada laboral máxima de 36 horas (6 horas diarias) para los menores de edad	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
Registro documental con la información básica del adolescente, sus condiciones en la empresa (horario, puesto, salario) y evidencia de continuidad de sus estudios	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
Recibe una capacitación para el puesto desempeña considerando su condición de persona en desarrollo	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
Se evita su exposición a peligros para su desarrollo, salud física, mental y emocional	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
Derecho al Trabajador y extranjeros																										
¿los colaboradores extranjeros están al día con su estatus migratorio?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
Todos los trabajadores incluyendo los extranjeros (sin importar el estatus migratorio) cuentan con seguro social y póliza de riesgos del trabajo	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
Los trabajadores nacionales y extranjeros (sin importar el estatus migratorio) realizan una jornada laboral máxima de 48 horas (8 diarias) y los menores de 18 años una de 36 horas (6 horas diarias)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
Todos los empleados nacionales y extranjeros reciben pago por las horas extra laboradas	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
¿Se brindan los descansos de ley para la toma de alimentos, se da un día libre semanal y vacaciones anuales?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
¿A todos los trabajadores (nacionales y extranjeros) se le pagan doble los días feriados?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
¿Las mujeres embarazadas siguen laborando?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
¿Se brinda licencia de maternidad de 4 meses y licencia de lactancia?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
¿Los colaboradores extranjeros están al día con su estatus migratorio?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
Todos los trabajadores incluyendo los extranjeros (sin importar el estatus migratorio) cuentan con seguro social y póliza de riesgos del trabajo	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	

Fuente: Elaboración propia.

(Cont.) Cuadro IX. Identificación de la información Social, económico ambiental

ECT	Cultivo	Extracción del grano	Fermentado del grano	Secado natural del	Transporte hacia el acopiador	Acopio del grano seco naturalmente	Ajuste de humedad (secado artificial)	Mezcla de cacao	Estandarización	Transporte a la	Almacenamiento	Limpieza	Ensilado	Tostado	Descascarillado	Molienda 3	Conchado	Prensado	Formulación	Mezclado	Moldeo	Almacenamiento	Transporte	Distribuidora	Transporte al detallista	Detallista
Estudio de impacto ambiental																										
Se cuenta con un estudio de impacto ambiental	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Se cuenta con un programa para la gestión del suelo	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Se cuenta con un programa para el manejo de residuos, cosecha, empaques y envases de agroquímicos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Se incluye un programa para el manejo del agua (escorrentía, procesos y aguas servidas)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Se cuenta con un plan de manejo ambiental	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Plan de manejo ambiental	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Se monitorea la calidad del suelo para conocer los requerimientos nutricionales de la planta	Sí																									
Se fomenta el uso de agroquímicos orgánicos	Sí																									
Los agroquímicos o químicos utilizados en campo o establecimientos son aprobados por el MAG y/o Ministerio de Salud (MS) para el uso propuesto	Sí		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Se implementan prácticas que evitan la erosión de suelo	Sí																									
No se incurre en talas de bosque primario para ni se invaden zonas protegidas	Sí																									

Fuente: Elaboración propia.

Para la sostenibilidad social y económica se escogió evidenciar el cumplimiento de las leyes relacionadas con el trabajo de las personas menores de edad y extranjera en las etapas de producción y acopio por considerarse las más vulnerables. El cumplimiento incluye al Código de la Niñez y la Adolescencia, (Ley 7739), la ley de trabajo peligroso e insalubre para personas adolescentes trabajadoras (Ley 8922), el código de trabajo Ley 8764, Ley General de Migración y Extranjería, Código de Trabajo y legislación conexas, Decreto Ejecutivo No. 19010-G, Reglamento a la Ley General de Migración y Extranjería.

Para la inocuidad del producto, se incorporaron actividades y programas que se ejecutan con la finalidad de reducir, eliminar o prevenir la presencia de peligros de inocuidad alimentaria como la presencia de metales pesados (Cd, Pb), micotoxinas (aflatoxinas, OTA), contaminación microbiana (*Salmonella spp* y *E. coli* O157:H7), HAP, dioxinas y BPCs, alérgenos, materiales extraños.

Para la calidad, se promueven las prácticas que harán que el productor obtenga un mejor precio por el cacao producido al aumentar el porcentaje de granos de color café (reduciendo los de coloración violeta, pizarroso), previniendo defectos en los que son asociados con sabores no deseados en el cacao y que son castigados al momento de evaluar la calidad del cacao según las normas del sector.

Al igual como sucede con los otros datos del sistema de trazabilidad (datos maestros, datos de transacción y de visibilidad), esta información complementaria pasa al formato digital para ser incluida en la cadena de bloques. Para realizarlo, el modelo propone que parte de los datos de las etapas de cultivo, beneficiado y acopio se recopilen haciendo uso del internet de las cosas (IoT) y etiquetas RFID. Mediante el uso de estas tecnologías, el agricultor puede acceder a una mayor cantidad de información obteniendo una visión más amplia de lo que sucede con el cultivo en comparación con una visita al campo. Los sensores IoT y RFID realizan lecturas asociadas a la ubicación (identificada por el código GLN) y por medio de internet y/o radio frecuencia son comunicadas a un servidor que actúa como vínculo con la cadena de bloques, omitiéndose así la intervención humana, asegurando la veracidad e inmutabilidad de los datos.

Su utilización hace posible el monitoreo objetivo del pH, humedad, temperatura y fertilidad del suelo, condiciones ambientales (temperatura, velocidad y dirección del viento,

humedad relativa, intensidad lumínica, precipitación), temperatura y humedad en la planta. Esta información permite una mejor gestión del cultivo, con la finalidad de prevenir enfermedades de la planta, evitar condiciones que faciliten la absorción de metales pesados, programar aplicaciones de enmiendas y fertilizantes, entre otros. Al igual que en el campo, por medio de sensores se pueden monitorear condiciones críticas para la inocuidad y calidad en las etapas de fermentación, secado y acopio como los tiempos, temperatura y pH de la fermentación las condiciones ambientales (tiempos, temperatura, intensidad lumínica, humedad relativa) durante el secado y la humedad relativa y temperatura en las condiciones de almacenamiento.

Sin embargo, la intervención de del talento humano sí será necesaria para completar aquella información para la cual no exista un sensor inteligente, tales como el cumplimiento de los requisitos de trabajo de menores de edad y extranjeros. Para estos casos, es necesario concientizar a los actores de la cadena de la importancia de designar para esta labor a colaboradores de confianza, de manera que se pueda asegurar la transparencia y veracidad de la información suministrada.

La información se ingresa manualmente en una aplicación o portal en internet de la cadena, que es el interfaz del usuario ante la cadena de bloques. La información en lenguaje humano ingresa a una interfaz de programación de aplicaciones (API por sus siglas en inglés) en donde es transformada a un lenguaje electrónico que permita su incorporación en la cadena. El cumplimiento de los estándares pre acordados por los miembros de la cadena será revisado por medio de contratos inteligentes escritos en la cadena como códigos. De esta manera, cuando las condiciones sean satisfactorias se proceda automáticamente con el cambio de custodia y los pagos por el producto.

La información de los códigos identificadores y los datos de trazabilidad que se van generando durante el movimiento del producto través de los ECT se digitalizan, encriptan y se almacenan en forma de “hashes” en un repositorio descentralizado y replicado que es la cadena de bloques. Cada actor cuenta también con un repositorio complementario debido a que en la cadena de bloques únicamente se almacena la información encriptada (hashes) para prevenir problemas en la velocidad de la cadena conforme se aumenta el número de bloques de la cadena.

4.11 Escogencia del tipo de cadena de Bloques

La escogencia de la cadena de bloques para el sistema de trazabilidad estuvo en función de mejorar la transparencia de las transacciones comerciales, la confianza entre los participantes y la visibilidad del producto de principio a fin. En ese sentido, se escogió trabajar con la plataforma Ethereum que soporta cadenas de bloques públicas, las cuales se consideran con mayor transparencia. Se consideran, así porque permite el acceso de cualquier persona (nodos) y todos los participantes tienen los mismos privilegios, garantizando que nadie tiene control sobre la CB.

Además, todos los participantes tienen la misma oportunidad de proponer bloques nuevos por medio del protocolo de consenso, como las pruebas de trabajo Proof of Work o Proof of Stake ((Pow) y (PoS) respectivamente por sus siglas en inglés), y participan validando los bloques antes de que sea añadido de forma inmutable a la cadena. Por tratarse de una red “peer to peer” (P2P por sus siglas en inglés) que permite el intercambio directo de información, en cualquier formato, entre los ordenadores interconectados. Esto significa que, todos tienen la misma copia de la cadena y ésta puede consultarse en cualquier momento brindando visibilidad. Finalmente, al trabajar con la plataforma Ethereum se hizo posible la inclusión de contratos inteligentes en la cadena, que como se señaló anteriormente, se utilizan para validar el cumplimiento de los parámetros de calidad, inocuidad y sostenibilidad en cada ECT como requisito para ejecutar la compra y traslado físico del lote de cacao al siguiente eslabón de la cadena.

4.12 Propuesta del sistema

El acceso a la cadena se da por medio de un dispositivo electrónico en el que descarga una aplicación que consume un API que se comunica con la cadena de bloques. El usuario descarga la aplicación en su equipo e ingresa con una dirección de Ethereum lo que ejecuta un contrato inteligente que consulta al usuario por su identidad, clave de acceso y clave privada con fines de verificar que se encuentre inscrito como usuario en la cadena de bloques. El usuario (nodo) utiliza un pseudónimo para interactuar en la red

y todas las transacciones que realicen quedan asociadas al usuario. Una vez validado, el usuario actualiza o descarga la última versión de la cadena de bloques la cual es idéntica a la que tienen los otros nodos de la red. En caso de que también se desee minar, será necesario que el usuario incluya otros nodos que se dediquen a esta función debido a la gran cantidad de energía que consumen. Todas las transacciones que realiza el usuario por medio del interfaz están cifradas con la llave pública del destinatario el cual podrá descifrarlas con su llave privada.

Por tratarse de una cadena pública, no se incluyó información sensible, sino información que estaba destinada a ser pública y contemplada en los contratos inteligentes como los datos de trazabilidad producidos por el movimiento de URT desde un ECT a otro: los EDC, documentación electrónica de la comercialización (Orden de compra, orden de trabajo, entre otros) y los requisitos acordados por los miembros de la cadena en temas de inocuidad, calidad y sostenibilidad.

La plataforma Ethereum cuenta con la posibilidad de crear tokens en los contratos inteligentes que actúan como moneda de cambio y permite el movimiento de URT de un ECT a otro a cambio de su equivalente en tokens.

Suponiendo que se quiera realizar un movimiento de cacao seco en grano desde el acopiador hasta el industrial se procede de la siguiente manera:

1. El acopiador registra al cacao como un activo digital en la CB, para lo cual se puede utilizar un código GTIN que se indicó anteriormente.
2. El industrial adquiere Ether para realizar el cambio.
3. El contrato inteligente verifica que el acopiador cuente con la cantidad necesaria de Ether para pagar el cacao.
4. El contrato inteligente verifica que los datos recopilados durante el acopio concuerdan con lo establecido en el contrato inteligente. Esto incluye los requisitos de inocuidad, calidad y sostenibilidad para la etapa de acopio y la existencia de un contrato inteligente de la etapa de producción en finca aprobado.
5. Una vez confirmadas las condiciones del contrato inteligente, se ejecutan las acciones que son: Ejecutar el pago del cacao, generar la factura de pago, Generar la orden de

transporte, generar un certificado digital con los resultados de los requisitos de inocuidad, calidad y sostenibilidad, envío del certificado al industrial por correo electrónico.

La actividad de compra de cacao por medio de tokens y contratos inteligentes tiene el beneficio de que se cuenta la información que respalda la trazabilidad, inocuidad y calidad del producto antes de su ingreso a la planta.

De esta manera, la planta de procesamiento se puede preparar con antelación en la toma de decisiones para mantener u optimizar la inocuidad del calidad del producto. Por ejemplo, por medio de la incorporación de la IoT y las tarjetas RFID en campo, se obtiene un mejor de proceso en las etapas críticas de fermentación y secado dando como resultado cacao de mayor calidad y reportes de la calidad del cacao más precisos. Esta información es valiosa para el industrial porque se puede utilizar para definir los tipos de mezcla de lotes de cacao para obtener mejores características sensoriales en su chocolate. El historial generado, también permite optimizar el análisis de peligros y gestionarlos de mejor manera para evitar que se incrementen durante su paso a través de la cadena de abastecimiento.

Además, brinda una visibilidad de qué cómo se procesa y qué le sucedió con el cacao en las etapas tempranas como complemento para los programas de aprobación y evaluación de proveedores, defensa alimentaria, fraude alimentario y trazabilidad.

Otro uso que posible de los contratos inteligentes en la plataforma Ethereum es la certificación del contenido de una sustancia. Esta sustancia puede ser un ingrediente valioso (por ejemplo, una variedad genética de cacao valiosa), una sustancia de uso restringido (agroquímicos), el contenido de contaminantes acumulativos (por ejemplo, HAP, dioxinas, micotoxinas y patógenos) o inclusive el consumo agua de riego. En el caso de la certificación de un lote de una variedad especial de cacao, el productor digitaliza el ingrediente valioso en tokens ante la entidad certificadora y por medio de un contrato inteligente se capta la información del lote de cacao a certificar. Cuando las condiciones son cumplidas se emite un número de certificado validando el ingrediente valioso y éste se escribe en la CB de la CA. La información de este certificado y el balance de masa en cada ECT pasarán a ser parte de la información EDC que acompaña al producto a lo largo

de la cadena de bloques, de manera que el consumidor final tenga disponible la información del contenido de dicho ingrediente en el producto comprado.

Este mismo concepto se adapta al uso de sustancias de uso restringido y de contaminantes que pudieran estar presentes en el producto afectando la inocuidad y calidad. En la etapa de cultivo, las tecnologías IoT y RFID recopilan los datos del cultivo que pueden alertar de la existencia de condiciones peligrosas para la planta y/o realizar el análisis de los datos históricos para generar tendencias que permiten predecir y prevenir situaciones que pueden desencadenar enfermedades o deficiencias nutricionales en la planta.

A través de la programación del contrato inteligente, se puede programar la toma de acciones correctivas o preventivas de manera que de forma automática se den alertas con recomendaciones o se genere una orden de trabajo para la aplicación de plaguicidas, enmienda, entre otros. En el caso de un contaminante para el que no se desea un incremento en su contenido, por ejemplo, el contenido las aflatoxinas, se controlan las condiciones que pueden favorecer su producción: la humedad del grano mayor 7,5%, la humedad relativa <70% y temperaturas ambiente superiores a los 23°C.

En este caso en específico, las tecnologías IoT y RFID permiten monitorear estos parámetros e incluirlos en la cadena de bloques para su análisis de cumplimiento por medio del uso del programa del contrato inteligente y en caso de cumplimiento se puede generar una transacción que emita un certificado de cumplimiento garantizando que la cantidad del contaminante no se incrementó.

En general, la ejecución de los contratos inteligentes también queda encriptada y registrada en la cadena de bloques brindando información de los EDC (los actores y locaciones involucradas, fecha y hora de la ejecución, el producto trazable y el resultado de los parámetros evaluados). De esta forma, participan los contratos inteligentes en el movimiento del producto y de la información del que lo acompaña a través de los ECT que tengan el requisito de cumplir un contrato inteligente.

Debido a que el contrato inteligente es programable, se puede escribir en el código qué hacer cuando determinadas condiciones del contrato no son del todo cumplidas, pero que

a su vez no son críticas, o son “cumplidas”, pero están sobre el límite. Por ejemplo, si durante el análisis de un lote de cacao en grano, se presenta un conteo de grano violeta superior al límite establecido; el contrato inteligente genera automáticamente una notificación al proveedor con el resultado e incluye consejos aplicables en la etapa de fermentación, que es donde se puede reducir dicha coloración, con el propósito que mejore la calidad de su producción.

Sin embargo, a pesar de ser aceptado el lote éste recibe una penalización económica por concepto de tener una calidad inferior a la acordada. Cuando una de las condiciones críticas del contrato no se cumple, no se realiza el traslado del token ni del producto, pero de igual manera se registra en la cadena de bloques ese resultado. Es posible incluir en la programación del contrato la generación de una alerta para el comprador y al vendedor en los casos en que no se cumple una de las condiciones del contrato.

De esta forma, se realiza una revisión manual de la causa del rechazo y se puedan establecer acciones correctivas. Si bien, en la cadena de bloques la información es inmutable, es posible corregir información que fue introducida de forma errónea o evidenciar la corrección de un incumplimiento escribiendo otro bloque en el que brinde la información de la corrección y referenciándola al GTIN, GLN y su lote.

Por medio de los contratos inteligentes, es factible compartir la información de la cadena de bloques con las instituciones gubernamentales, universidades o las agencias de certificación para efectos de verificación de cumplimiento legal, actividades de investigación y auditoría. Debido a que la información del contrato también queda guardada en la cadena de bloques, es inmutable a ser distribuida, lo que aumenta la transparencia y la confianza de quien la consulta. Esto ayuda a ahorrar tiempos de traslado, agilizar trámites como renovaciones de permisos y certificaciones.

En la academia se puede utilizar la información generada en las diferentes etapas de la cadena para consulta y elaboración de investigaciones, como por ejemplo la incidencia de enfermedades en el cacao por zona geográfica y su relación con algunas de las medidas de mitigación incluidas en el contrato inteligente de la etapa de cultivo. El acceso a esta información se realizaría por un interfaz distinto que trabaje también con contratos

inteligentes para la identificación de los usuarios y la decodificación de la información. El tipo de información a la que tendrían acceso estaría asociada al ente que representen.

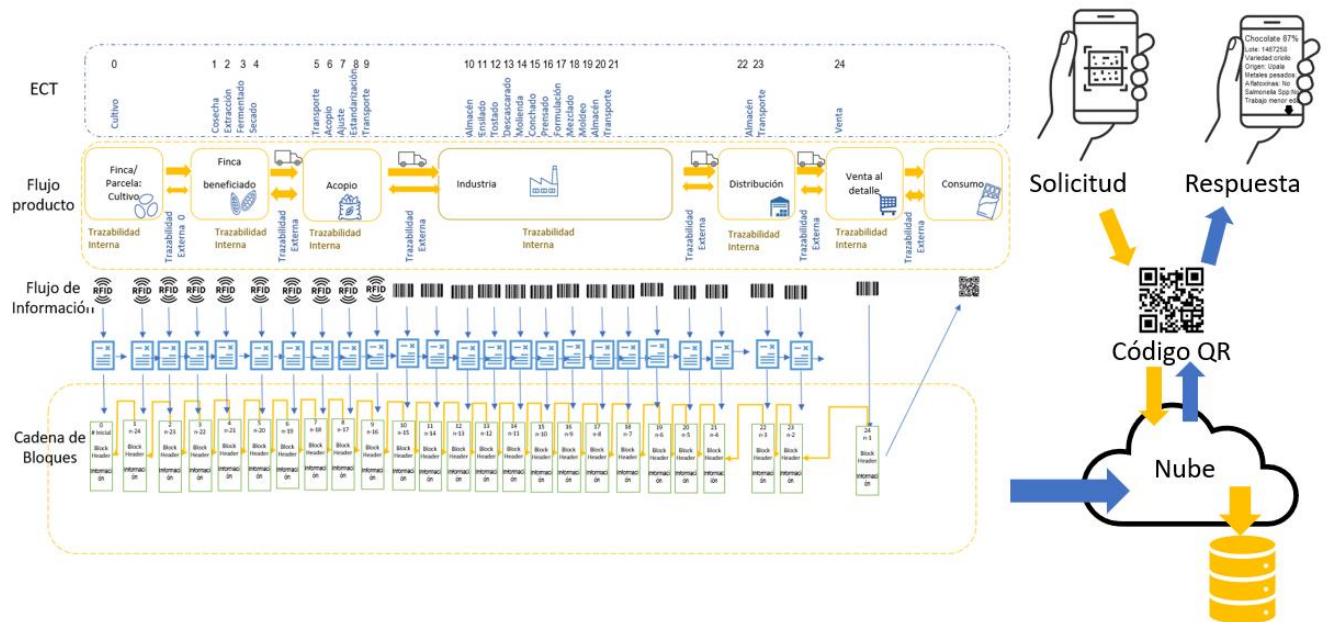


Figura 14 Acceso de los consumidores a la información de la cadena de bloques.

Fuente: Elaboración propia

Por ejemplo, temas de inocuidad son verificados por el Ministerio de Salud (MS) y el Servicio Fitosanitario del estado (SFE), mientras que el cumplimiento de la legislación para menores de edad y colaboradores extranjeros por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS).

Los consumidores por su parte pueden acceder la información de la cadena de bloques por medio de un código QR impreso en el empaque del producto, que es una llave pública obtenida de la combinación del código GTIN y el lote.

Nuevamente, se trabaja con un contrato inteligente que recibe esta llave pública y genera un reporte en línea que recoge la información de los EDC captados desde el inicio de la cadena hasta la llegada del URT a la tienda detallista.

Por medio de un teléfono inteligente, el consumidor escanea el código y una vez leído lo dirige a una página en donde está la información de su producto. La información se presenta en un formato atractivo por el consumidor en donde se aborde el cumplimiento de los temas de interés identificados previamente que son inocuidad, calidad y responsabilidad social.

Por esta razón, en el resumen se incluyó la ubicación de la finca de donde procede el cacao, la variedad de cacao, tipo de cacao (orgánico, convencional), tipo de agricultura (monocultivo o agroforestería), el lote, vencimiento, fechas de siembra, cosecha, secado, procesamiento.

También, es de interés y se puede incluir en forma de un sello o certificado de garantía Blockchain en el empaque o en la información brindada por el código QR, el cumplimiento de los requisitos técnicos como el contenido de metales pesados, la ausencia de microorganismos patógenos y de micotoxinas (aflatoxinas y OTA), contenido de HAP, dioxinas BPCs y si se cumplieron las leyes nacionales relacionadas con el trabajo de menores de edad y/o extranjeros.

Otra de las ventajas que brinda el uso del código QR a los miembros de la cadena, en especial el sector comercial, es el contar con la posibilidad de medir la respuesta de los usuarios y estadísticas para analizar resultados de la aceptación del producto.

5. CONCLUSIONES:

Se concluye que:

- La cadena abastecimiento de cacao está integrada por los eslabones de producción de cacao seco en grano, acopio de grano seco, la industrialización, la distribución y la comercialización.
- La cadena de abastecimientos del cacao cuenta con proveedores de diferente nivel de desarrollo tecnológico. Sin embargo, las operaciones unitarias para producir cacao seco en grano son las mismas, por lo tanto, las sugerencias para prevenir la incorporación de peligros alimentarios son válidas para todos los productores.
- Las fincas cuentan con procedimientos para realizar las labores de cosecha, extracción, fermentación y secado que tiene definidos controles de proceso en función de las tecnologías empleadas que buscan obtener una inocuidad y calidad aceptable para la comercialización.
- Los principales peligros de inocuidad en las etapas de cultivo son la incorporación de metales pesados, agroquímicos y la incorporación de *Salmonella spp.* y *E. coli* O157:H7 durante la extracción. En el beneficiado y acopio la producción de aflatoxinas, OTAS, incorporación de HAP. Por lo tanto, los controles utilizados en estas etapas forman parte de los EDC.
- La variedad del cacao, la fermentación, el secado y el tostado son las principales etapas responsables de la generación del sabor y aroma del cacao. Por lo tanto, los controles utilizados en estas etapas forman parte de los EDC.
- La aplicación de algunas BPA como por ejemplo el programa de podas, la gestión del suelo (carga orgánica, pH), el uso de agroforestería, impactan positivamente a más de una característica de inocuidad, calidad o sostenibilidad.

- La adecuada gestión del suelo permite tener las necesidades nutricionales del cacao, previniendo la contaminación del suelo por la aplicación innecesaria de fertilizantes y enmiendas que eventualmente contaminan los mantos acuíferos.
- Los ECT identificados para la cadena de cacao son la finca y el beneficio ejecutada por el proveedor de cacao, el acopio, la industria, la distribuidora, la venta al detalle y el consumo. También los transportes realizados por el acopiador, la industria y la distribuidora.
- El estándar GS1 permite la identificación de las locaciones, activos y unidades de recurso trazable con un sistema compatible con las prácticas comerciales actual del país y es compatible con la tecnología de cadena de bloques.
- Por medio de la identificación de los ECT y EDC, es posible mantener la trazabilidad del producto y de la información que lo acompaña a lo largo de la cadena.
- Las características de inmutabilidad, distribución descentralización, y el uso de protocolos de consenso de la cadena de bloques pública, resuelve parte de la problemática de la cadena de abastecimiento del cacao aumentando la transparencia, la confianza entre los actores de la cadena y brindando visibilidad de inicio a fin.
- Los contratos inteligentes permiten programar actividades de verificación automática del cumplimiento de los parámetros de inocuidad, calidad y sostenibilidad identificados a lo largo de la cadena (EDC). Permiten la generación de transacciones, sin la intervención humana lo que aumenta la transparencia y los tiempos de abastecimiento.
- El uso de tecnologías inteligentes como RFID, IoT para identificar las plantas, medir la humedad en el suelo, la temperatura, humedad relativa, intensidad de luz, pH del suelo en la agricultura permite al agricultor gestionar las necesidades de la finca de forma más precisa, permitiendo un adecuado uso de los recursos como el agua, fertilizantes, sombra, entre otros.

- Los contratos inteligentes automatizan las actividades de verificación de entes externos a la cadena de suministro como las certificadoras, sin comprometer la calidad de la certificación.
- La información del sistema de trazabilidad de la cadena de bloques es una base de datos compartida que puede convertirse en una herramienta para que instituciones gubernamentales (MAG) y universidades realicen estudios de interés como predicciones de supervivencia de patógenos, análisis de brechas entre requisitos regulatorios y comerciales (como nivel de cadmio (Cd) en el suelo y en el cacao en grano).
- El control de sustancias químicas restringidas aplicadas en la etapa de cultivo (plaguicidas) es trascendental para la inocuidad del grano de cacao y los productos elaborados a partir de este.
- Se puede demostrar la correcta aplicación de estas sustancias por medio de uso de tokens y contratos inteligentes que contabilicen y registren el producto aplicado, la cantidad aplicada, la parcela tratada, el cultivo, variedad y la fecha de los eventos.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar en la elaboración de los acuerdos comerciales entre eslabones, los EDC identificados en este trabajo debido a su impacto en la inocuidad y calidad del grano de cacao seco y del chocolate. La legislación y normas identificadas podrán brindar una referencia para definir los valores de aceptación y rechazo de estos criterios

7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Acueductos y Alcantarillados (AYA). (1997). *Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales*. Recuperado el Mayo de 2020, de AYA.go.cr:
<https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Reglamento%20de%20Vertido%20y%20Reuso%20de%20Aguas%20Residuales.pdf>
- Agell, O. (sf). *La Seguridad Alimentaria del Chocolate*. Recuperado el 2 de Abril de 2020, de Censalud: https://censalud.ues.edu.sv/CDOC-Deployment/documentos/19_LA_SEGURIDAD_ALIMENTARIA_DEL_CHOCOLATE.pdf
- Alija, A. (sf). *Descubriendo las claves de Blockchain*. Recuperado el 29 de Junio de 2020, de Datos.gob.es:
https://datos.gob.es/sites/default/files/doc/file/descubriendo_las_claves_de_blockchain.pdf
- Alimentarius, C. (2006). *Principios para la rastreabilidad/ rastreo de productos como herramientas en el contexto de la inspección y certificación de alimentos*. Recuperado el 26-06-2020, de www.fao.org.:
http://www.fao.org/input/download/standards/10603/CXG_060s.pdf.
- Allende, M. (2018). *Blockchain: Cómo desarrollar confianza en entornos complejos para generar valor de impacto social*. Recuperado el 20 de Junio de 2020, de Banco Interamericano de Desarrollo: publicaciones:
<https://publications.iadb.org/es/blockchain-como-desarrollar-confianza-en-entornos-complejos-para-generar-valor-de-impacto-social>.
- Alywin, E. (Octubre de 2013). *Defensa Alimentaria*. Recuperado el Mayo de 2020, de Ministerio de Agricultura Colombia: <https://www.dgmn.cl/wp-content/uploads/2013/10/Food%20Defense%20DGMN%20Octubre%202013.pdf>
- Arkeman, Y., Iswari, D. A., & Muslich. (Octubre de 2019). IOP Conference Series: Requirement analysis of blockchain system on cocoa supply chain. *Earth and Environmental Science*, 335, 012011. Obtenido de 10.1088/1755-1315/335/1/012011
- Arvelo, M., Delgado, T., & Maroto, S. (2016). *I Parte. Situación de la producción de cacao en el mundo y en América. Estado Actual Sobre la producción y el comercio del cacao en América*. Recuperado el 22 de Febrero de 2020, de repositorio.iica.int:
<http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/2793/1/BVE17048806e.pdf>.
- Beckett, S. (2009). *Industrial Chocolate Manufacture and Use: Fourth Edition*. (S. Beckett, Ed.) Reino Unido: Blackwell Publishing Ltd.

- Bel , J., Dolader, C., & Muñoz, J. L. (2017). La blockchaon: Fundamentos, aplicaciones y relación con otras tecnologías disruptivas. *Economía Industrial*(405), 33-40. Recuperado el 22 de Junio de 2020, de <https://www.mincotur.gob.es/es-es/Paginas/index.aspx>: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6207510>
- Bhatt, T., & Zhang , J. (2014). A Guidance Document on the Best Practices in Food Traceability. *COMPREHENSIVE REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND FOOD SAFETY*, 1071-1103.
- Borrero, J. D. (2019). Sistema de trazabilidad de la cadena de suministro agroalimentario para cooperativas de frutas y hortalizas basado en la tecnología Blockchain. *CIRIEC-España, revista de economía pública, social y cooperativa*(95), 71-94.
- Brice, R., Chabi, E., Déligas, J., & Djossou, A. (2019). Blockchain for Child Labour Decrease in Cocoa Production in West and Central Africa. *IFAC-Papers Online* , 52, 2710-1715.
- Briz, J., & Felipe, I. (2004). *Seguridad Alimentaria Y Trazabilidad*. Recuperado el 22 de marzo de 2020, de www.fao.org: <http://www.fao.org/docs/eims/upload/5063/britz.pdf>
- Buchman, E. (Juno de 2016). *Tendermint: Byzantine Fault Tolerance in the Age of Blockchain*. Recuperado el 23 de Junio de 2020, de Universidad de Guelph: https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/bitstream/handle/10214/9769/Buchman_Ethan_201606_MAsc.pdf
- Cacao Móvil. (2020). *Guía: Certificación del Cacao / Sección: Presentación*. Recuperado el 16 de Junio de 2020, de <https://cacaomovil.com/>: <https://cacaomovil.com/site/guide?id=19>
- Calvin, L., Golan, E., Krissoff, B., Kuchler, F., & Nelson, K. (2004). <https://www.ers.usda.gov>. Obtenido de USDA.gov: <https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/?pubid=41632>
- Cañet-Prades, F. M., Segreda, A. C., Trejos, M., & Vega, P. (2019). Trazabilidad en la cadena de bloques de frutas y hortalizas frescas bajo el enfoque Una Salud (TCB-Una Salud). Conectando la salud humana, animal, vegetal y de los ecosistemas. *Convención Internacional Agrodesarrollo 2019*, (págs. 1049-1050).
- CAOBISCO, ECA, & FCC. (2015). *Cocoa Beans: Chocolate and Cocoa Industry Quality Requirements*. End, M.J. and Dand, R., Editors. Recuperado el Enero de 2020, de <http://www.cocoaquality.eu/>
- Casino, F., Dasaklis, T., Kanakaris, V., & Moschuris, S. (2019). Modeling food supply chain traceability based on blockchain technology. *IFAC- Papers Online*(52), 2728-2733. Recuperado el Agosto de 2020, de 10.1016/j.ifacol.2019.11.620

- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). (SF). *CATIE: Programa de mejoramiento genético*. Recuperado el 3 de Febrero de 2020, de [www.catie.ac.cr: https://www.catie.ac.cr/products-y-servicios/consultorias-y-servicios-de-alto-nivel/mejoramiento-genetico/programa-mejoramiento-genetico-del-cacao.html](https://www.catie.ac.cr/products-y-servicios/consultorias-y-servicios-de-alto-nivel/mejoramiento-genetico/programa-mejoramiento-genetico-del-cacao.html)
- Centro de Comercio Internacional UNCTAD/OMC. (2001). *Cacao: Guía de prácticas comerciales*. Recuperado el 1 de Junio de 2020, de Infocafes.com: <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/03/Cocoa-A-Guide-to-Trade-Practices-Spanish.pdf>
- Chanthavong, S. (2002). *Chocolate and Slavery: Child Labor in Cote d'Ivoire*. Recuperado el Agosto de 2020, de <http://www1.american.edu/ted/chocolate-slave.htm>
- CIC. (2018). *Plan nacional de Cacao 2019-2028*. Recuperado el Enero de 2020, de Ministerio de Salud y Ganadería: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E14-11072.pdf>
- Codex Alimentarius. (2001). *CXC 49-2001. Código de prácticas sobre medidas aplicables en el origen para reducir la contaminación de los alimentos con sustancias químicas*. Recuperado el Febrero de 18 de 2020, de Codex Alimentarius: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B1-1969%252FCXC_001s.pdf
- Codex Alimentarius. (2004). *CXC 56-2004 Código de prácticas para la prevención y reducción de la presencia de plomo en los alimentos*. Recuperado el 18 de Febrero de 2020, de Codex Alimentarius: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B56-2004%252FCXP_056s.pdf
- Codex Alimentarius. (2006). *CXC 62-2006 Código de Prácticas para prevenir y reducir la contaminación en alimentos y piensos por dioxinas y bifenoles policlorados (BPC) análogos a las dioxinas*. Recuperado el 15 de Febrero de 2020, de Codex Alimentarius: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B62-2006%252FCXC_062s.pdf
- Codex Alimentarius. (2009). *CXC 68-2009. Código de prácticas para reducir la contaminación por hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en los alimentos producidos por procedimientos de ahumado y secado directo*. Recuperado el 18 de febreo de 2020, de Codex Alimentarius: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh->

- proxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%2B68-2009%252FCXP_068s.pdf
- Codex Alimentarius. (2011). *CXC 1-1969 PRINCIPIOS GENERALES DE HIGIENE DE LOS ALIMENTOS*. Recuperado el 2 de Febrero de 2020, de Codex Alimentarius: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%2B1-1969%252FCXC_001s.pdf
- Codex Alimentarius. (2013). *CXC 72-2013 Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación del cacao por Ocratoxina A*. Recuperado el 3 de Febrero de 2020, de Codex Alimentarius: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%2B72-2013%252FCXP_072s.pdf
- Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos (CCCA). (3 de Mayo de 2019). *Anteproyecto de Niveles máximos para el cadmio en el chocolate y productos derivados de cacao*. Recuperado el 20 de Febrero de 2020, de Codex Alimentarius: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-735-13%252FWDs%252Fcf13_06s.pdf
- Comunidad Económica Europea (UE). (1986). Directiva 86/278/CEE del Consejo de 12 de junio de 1986 relativa a la protección del medio ambiente y, en particular, de los suelos, en la utilización de los lodos de depuradora en agricultura. Recuperado el 03 de Abril de 2020, de EUR-Lex: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX%3A31986L0278>
- Constitución Política de Costa Rica. (s.f.). *Título V: Derechos y garantías Sociales*. Obtenido de Sistema Costarricense de Información Jurídica (SCIJ): https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=871
- Control de residuos de agroquímicos, buenas prácticas agrícolas y límites máximos de residuos*. (s.f.). Recuperado el 10 de Junio de 2020, de Servicio Fitosanitario del Estado: <http://app.sfe.go.cr/SFEInsumos/asp/Seguridad/Home.aspx>
- Dabbene, F., Gay, P., & Tortia, C. (2013). Traceability issues in food supply chain management: A review. *Biosystems*, 1-16.
- Dean, K., Hand, K., Khan, N., Keogh, J., & Rejeb, A. (2020). Optimizing global food supply chains: The case for blockchain and GSI standards. *Building the Future of Food Safety Technology*, 171-204. Recuperado el Agosto de 2020, de 10.1016/B978-0-12-818956-6.00017-8

- Deasy, D. (2002). Food safety and assurance: The role of information technology. *International Journal of Dairy Technology*, 55(1), 1-4. Obtenido de DOI:10.1046/j.1364-727X.2001.00036.x
- DHL. (2018). www.dhl.com/global-en/home/insights-and-innovation/insights/blockchain.html. Recuperado el 7 de mayo de 2020, de DHL: <https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-blockchain-trend-report.pdf>
- FAO. (2005). *Estrategia de la FAO para un suministro de alimentos inocuos y nutritivos*. Recuperado el 15 de marzo de 2020, de <http://www.fao.org/>: http://www.fao.org/3/j4195s/j4195s.htm#P96_19264
- FAO. (2006). *Conferencia Regional FAO/OMS sobre Inocuidad de los Alimentos para las Américas y el Caribe*. Recuperado el 15 de Marzo de 2020, de FAO: <http://www.fao.org/3/j7050s/j7050s.pdf>
- FAO. (2006). *Principios para la rastreabilidad/rastreo de productos como herramienta en el contexto de la inspección y certificación de alimentos*. Recuperado el 10 de Enero de 2020, de Codex Alimentarius: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/home/es/>
- FAO. (2013). *FAO/UNEP Workshop on Voluntary Standards for Sustainable Food Systems: Challenges and Opportunities*. Recuperado el 3 de Mayo de 2020, de <http://www.fao.org/>: <http://www.fao.org/3/a-i3421e.pdf>
- Fernández, R. (2002). Trazabilidad alimentaria. *Distribución Y Consumo*, 5-9.
- Folinas, D., Manikas, I., & Manos, B. (2006). Traceability Data Management for Food Chains. *British Food Journal*, 622-633. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/241702535_Traceability_Data_Management_for_Food_Chains
- Fonseca, E., Orjuela, J., & Rincón, L. (2017). Hacia un Marco Conceptual Común Sobre Trazabilidad en la Cadena de Suministro de Alimentos. *Ingeniería*, 161 a 189.
- Gálvez, J. F., Mejuto, J., & Simal-Gandara, J. (2018). Future challenges on the use of blockchain for food traceability analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*(107), 222-232. doi:DOI: 10.1016/j.trac.2018.08.011
- Gruninger, M., Fox, M., & Kim, H. (1995). An Ontology of Quality for Enterprise Modelling. *Workshop on Enabling Technologies, Infrastructure for Collaborative Enterprises (WET-ICE'96)*, (págs. 1-24). Virginia, Estados Unidos.
- GS1. (2003). *Trazabilidad*. Recuperado el 26 de Junio de 2020, de www.gs1.org.ar/: <https://www.gs1.org.ar/documentos/TRAZABILIDAD.pdf>

- GS1. (2017). *gs1cr.org*. Recuperado el 05 de Enero de 2020, de GS1 Costa Rica: <https://www.gs1cr.org/wp-content/uploads/2019/07/Est%C3%A1ndar-Global-de-trazabilidad-GTS-peq.pdf>
- GS1Perú. (2014). *La trazabilidad de los alimentos en la Unión Europea*. Recuperado el 16 de Junio de 2020, de www.gs1pe.org: <https://gs1pe.org/innovasupplychain/noticias/la-trazabilidad-de-los-alimentos-en-la-union-europea>
- GS1US. (30 de Enero de 2020). *Applying GS1 Standards for Supply Chain Visibility in Blockchains Applications*. Recuperado el 16 de Julio de 2020, de <https://www.gs1us.org>: <https://www.gs1us.org/applying-standards-blockchain-applications>
- Herrera, M., & Orjuela, J. (2014). Perspectiva de trazabilidad en la cadena de suministros de frutas: un enfoque desde la dinamica de sistemas. *INGENIERÍA*, 63-84.
- Hitchcock, B. (2017). *Traceability*. Recuperado el 13 de Junio de 2020, de <https://www.ift.org/>: https://chicagoift.org/videos/SN2019/Traceability_Hitchcock_IFT.pdf
- Holland, T., Keogh, J., Martindale, W., & Swainson, M. (2018). Blockchain or bust for the food industry? *Food Science and Technology (London)*, 40-45.
- IFT. (2010). Traceability (Product Tracing) in Food Systems: An IFT Report Submitted to the FDA. *COMPREHENSIVE REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND FOOD SAFETY*, 159-175.
- IICA, I. I. (2017). *Manual técnico del cultivo de cacao: prácticas latinoamericanas*. Recuperado el 14 de Junio de 2020, de www.iica.in: <https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6181/1/BVE17089191e.pdf>
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO). (2009). *Cacao y productos derivados del cacao. Cacao en grano* (Primera Edición ed.). (INTECO, Ed.) San José, Costa Rica: INTECO.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2017). *Guía de manejo Fitosanitaria y de Inocuidad en el Cacaotal*. Recuperado el 14 de Marzo de 2020, de IICA: <http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/6456/BVE18029639e.pdf?sequence=1>
- International Business Machines Corporation (IBM). (sf). *IBM Food Trust. Una nueva era para el suministro global de alimentos*. Recuperado el 17 de Junio de 2020, de www.ibm.com: <https://www.ibm.com/es-es/blockchain/solutions/food-trust>

- Martínez, K. (2016). Aplicaciones de la Microbiología Predictiva en la Industria Alimentaria. Recuperado el 16 de Junio de 2020, de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/3186/Aplicaciones%20de%20la%20%20Microbiologia%20Predictiva%20en%20la%20Industria%20Alimentaria.pdf?sequence=1>
- Miarka, D., Kowalska, J., & Urbańska, B. (2018). SUPPLY CHAIN AND TRACEABILITY IN THE PROCESSING OF COCOA. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 99–111.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (22 de Noviembre de 2000). *Reglamento de Agricultura Orgánica*. Recuperado el 5 de Junio de 2020, de Ministerio de Agricultura y Ganadería: <http://www.mag.go.cr/legislacion/2001/de-29782.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (19 de Agosto de 2013). *Sistema de registro del Ministerio de Agricultura y Ganadería, para certificar la condición de pequeño y mediano productor agropecuario (PYMPA)*. Recuperado el 5 de Junio de 2020, de Ministerio de Agricultura y Ganadería: <http://www.mag.go.cr/legislacion/2013/de-37911.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2013). *Tecnología moderna en la producción de cacao: manual para productores orgánicos*. Recuperado el Mayo de 2020, de Ministerio de Agricultura y Ganadería: http://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/programas/sixaola-proy31-BID-Productores_Vegas_las_Palmas.pdf
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2020). *Unidad de Registro de agroquímicos y equipos de aplicación*. Recuperado el 1 de Mayo de 2020, de Servicio Fitosanitario del Estado: http://www.sfe.go.cr/DocsStatusRegistro/Listado_de_prohibidos.pdf
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC). (s.f.). *Norma RTCR 228:1996 Fertilizantes, Tolerancias Permitidas para la Concentración de los Elementos*. Recuperado el 5 de Junio de 2020, de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=48412&nValor3=51573¶m2=1&strTipM=TC&lResultado=10&strSim=simp
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS). (2011 de Julio de 2011). Prohibición del trabajo peligroso e insalubre para Personas Adolescentes trabajadoras. 3-8. Recuperado el 18 de Agosto de 2020, de https://www.mtss.go.cr/seguridad-social/trabajo-infantil/trabajo-infantil/normativa/ley_8922.pdf
- Moe, T. (1998). Perspectives on traceability in food manufacture . *Trends in Food Science & Technology* , 211-214.

- Muente-Kunimagi, A., Redi, C., & Serale, F. (2019). *Blockchain en la administración pública. Mucho ruido y pocos bloques*. doi:<http://dx.doi.org/10.18235/0001951>
- O'Neal, K. (30 de enero de 2019). *Nueva era del cacao costarricense comienza a dar frutos en la Zona Sur*. Obtenido de Universidad de Costa Rica. Noticias: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2019/01/30/nueva-era-del-cacao-costarricense-comienza-a-dar-frutos-en-la-zona-sur.html>
- Oficina Nacional de Semillas (ONS). (2017). *Normas técnicas para la producción de semillas de cacao (Theobroma cacao. L.)*. Recuperado el 03 de Febrero de 2020, de Oficina Nacional de Semillas: Documentación: http://ofinase.go.cr/wp-content/uploads/2017/09/reglamentotecnico_cacao-1.pdf
- Oficina Nacional de Semillas (ONS). (2020). Recuperado el 03 de Marzo de 2020, de Oficina Nacional de Semillas: Servicios: <http://ofinase.go.cr/certificacion-de-semillas/certificacion-de-semilla-de-cacao/>
- Opara, L. (2003). Traceability in agriculture and food supply chain: A review of basic concepts, technological implications, and future prospects. *Food, Agriculture & Environment*, 101-106.
- Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). (2017). *Food and Traceability Guidance*. Recuperado el 05 de Marzo de 2020, de Fao. org: <http://www.fao.org/3/i7665en/l7665EN.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO). (2003). *FAO's Strategy for a Food Chain Approach to Food Safety and Quality: A framework document for the development of future strategic direction*. Recuperado el 03 de Febrero de 2020, de FAO.org: <http://www.fao.org/3/y8350e/y8350e.htm>
- Organización de las Naciones Unidas, ONU. (2018). *La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB)*. Recuperado el Junio de 2020, de www.teebweb.org: <http://www.teebweb.org/publication/measuring-what-matters-in-agriculture-and-food-systems-a-synthesis/>
- Organización Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2016). *Manual Regional de Buenas Prácticas Agrícolas, de proceso y empaque de cacao*. Recuperado el 13 de Febrero de 2019, de www.Oirsa.org: [https://www.oirsa.org/contenido/biblioteca/Manual%20de%20buenas%20pr%C3%A1cticas%20agr%C3%ADcolas%20de%20proceso%20y%20empaque%20de%20cacao%20\(Theobroma%20cacao\).pdf](https://www.oirsa.org/contenido/biblioteca/Manual%20de%20buenas%20pr%C3%A1cticas%20agr%C3%ADcolas%20de%20proceso%20y%20empaque%20de%20cacao%20(Theobroma%20cacao).pdf)
- Pastor, J. (2018). *Qué es blockchain: la explicación definitiva para la tecnología más de moda*. Recuperado el 09 de Mayo de 2020, de [xataka](http://www.xataka.com): <https://www.xataka.com/especiales/que-es-blockchain-la-explicacion-definitiva-para-la-tecnologia-mas-de-moda>

- Pereira, M., Toscano, M., & Villar, P. (Marzo de 2019). Plataformas blockchain y escenarios de uso. Montevideo, Uruguay: Universidad de la República de Uruguay.
- Pérez Cortés, V. (23 de Mayo de 2019). *Fraude Alimentario. Crimen lucrativo*. Recuperado el 01 de Julio de 2020, de Mettler Toledo: <https://www.mt.com/dam/MT-MX/NSF%20Fraude%20Alimentario%20CENAM%202019.pdf>
- Rojas, M. (2019). El comercio internacional y la cadena de bloques (blockchain); perspectivas para Costa Rica. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica. Recuperado el 01 de Julio de 2020, de <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/79146/TFG%20Blockchain%20Mariela%20Rojas%20final%2012-09-19%20II%20Revisi%C3%B3n%20SEP.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Saltini , R., Akkerman, R., & Frosch, S. (2012). Optimizing chocolate production through traceability: A review of the influence of farming practices on cocoa bean quality. *Food Control*(39), 167-187. Recuperado el 03 de Julio de 2020, de https://backend.orbit.dtu.dk/ws/files/20803556/Optimizing_chocolate_production.pdf
- SEPSA. (2017). *Análisis de la actividad cacaotera*. Recuperado el 15 de Enero de 2020, de Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial: http://www.sepsa.go.cr/docs/2017-001-Diagnostico_cacao.pdf
- SNITTA. (2013). *Cacao: Estrategia sector cacao*. Recuperado el 08 de Enero de 2020, de Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria: <http://www.snitta.org/web/pittas.php?p=12&s=PLAN ESTRATEGICO>
- Sunyer, R. (2018). *Blockchain y las posibilidades que ofrece para una nueva economía urbana*. Obtenido de openaccess.uoc.edu: http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/93126/1/Sunyer%20R._Blockchain.pdf
- Tsang, Y., Wu, C., Choy, K., Ho, G., & Lam, H. (2019). Blockchain-Driven IoT for Food Traceability With an Integrated Consensus Mechanism. *IEEE Access*, 7, 129000-129017. Obtenido de 10.1109/ACCESS.2019.2940227
- Voshmgir, S. (2019). *Token Economy: How the web3 reinvent the internet*. Luxemburg: Amazon Media EU.

8. ANEXOS

ANEXO I



ACTA (CHARTER) DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)

Nombre y apellidos: Laura Reñazco Martínez
Lugar de residencia: San Pedro, Montes de Oca
Institución: Costa Rican Cocoa Products
Cargo / puesto: Investigación y Desarrollo

Información principal y autorización del PFG	
Nombre del proyecto: Establecimiento de un sistema de trazabilidad de cadena de bloques para la gestión de la inocuidad en una cadena de abastecimiento de cacao.	
Fecha de inicio del proyecto: Enero- 2021	Fecha tentativa de finalización: Mayo-2021
Tipo de PFG: (tesina / artículo) Tesina	
Objetivos del proyecto (general y específicos)	
<p>Objetivo principal: Elaborar un sistema de trazabilidad en cadena de bloques, para la gestión de la inocuidad en una cadena de abastecimiento de cacao en Costa Rica.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Aplicar un diagnóstico de la inocuidad en la cadena cacaotera de Costa Rica, para sondear el estado vigente del sistema de gestión. ● Analizar el estado vigente del sistema de gestión de la cadena cacaotera de Costa Rica, para proponer un sistema de trazabilidad en una cadena de bloques. 	
Descripción del producto:	
<p>El trabajo final de graduación (TFG) consiste en elaborar un documento que permita comprender los beneficios que el sector cacaotero podría obtener por medio del uso de la tecnología de la cadena de bloques (Blockchain).</p> <p>Lo que se pretende lograr con este TFG, es generar una propuesta de un modelo de recolección de información para la implementación de ésta en la gestión de peligros de inocuidad alimentaria en la cadena de abastecimiento de cacao en grano seco en una empresa chocolatera costarricense.</p> <p>En la propuesta técnica que se va a desarrollar, se incluirán criterios de inocuidad que se consideran importantes adjuntar a un libro encriptado, para la implementación de las directrices requeridas para el establecimiento de la gestión de control de peligros de inocuidad alimentaria, en la cadena de bloques mencionada.</p>	

Necesidad del proyecto:

La forma tradicional de la cadena de abastecimiento de cacao permite que éste tenga una manipulación elevada antes de llegar al consumidor final, lo que incrementa la posibilidad de contaminación cruzada principalmente. Este trasiego encarece las operaciones unitarias involucradas y a su vez dificulta el seguimiento de la trazabilidad del producto.

A su vez, este tipo de actividad permite que el cacao se comercialice como orgánico el cacao convencional y/o que se vendan calidades menores como Premium, lo que fomenta el fraude alimentario.

Adicionalmente, el sector cacaotero se caracteriza por estar integrado por pequeños productores, que cosechan la mazorca con ayuda de su núcleo familiar como lo han hecho por generaciones, sin mayor asesoría técnica ni cuidados especiales. Esta situación real, hace posible que se comercialice cacao contaminado con agroquímicos o metales pesados, ya que el productor no controla los posibles focos de peligros potenciales que puede tener el procedimiento seguido para llevar a cabo esta gestión por desconocimiento.

Justificación de impacto del proyecto:

El planteamiento de este TFG pretende brindar un nuevo enfoque a los peligros asociados con el manejo del cacao a partir del cual se obtiene el chocolate (producto intermedio o terminado), como resultado del contraste de la información técnica especializada con las prácticas reales observadas durante las visitas a campo.

A su vez, éste busca brindar una posible herramienta que se pueda aplicar en la gestión del control de peligros latentes, con la aplicación de la tecnología blockchain, lo que permitirá abordar varias problemáticas del sector tales como la trazabilidad, el garantizar el origen del producto, eliminar el fraude alimentario, aumentar la transparencia entre los actores de la cadena y el poder fomentarle a los productores la importancia de adoptar las Buenas Prácticas Agrícolas como un mecanismo de promoción y mercadeo de su producto.

Restricciones:

La principal limitante que se identifica para este TFG es el hecho de que no se podrá profundizar en el diseño del libro encriptado, por lo que se limitará a proponer los criterios que cada uno de los eslabones de la cadena deberá aportar.

Otra posible limitante que se identifica en el desarrollo de este TFG es la escolaridad de algunos productores, por lo que la recolección de la información debe ser sencilla, concisa y relevante.

Finalmente, otra posible limitante podría ser la disponibilidad de la tecnología de información (TIC's) o internet en las zonas involucradas en este estudio.

Entregables:

Entrega de avances a tutor para revisión en etapa de tutoría.

1. Análisis de la aplicación de la tecnología de cadena de bloques (CB) en sistemas de inocuidad alimentaria: Por medio de revisión bibliográfica analiza la aplicabilidad de la CB en sistemas de trazabilidad, como mecanismo de mejora de la trazabilidad y como herramienta para monitorear y promover la inocuidad alimentaria.
Entrega: 01/02/20.

2. **Identificación de actores en la cadena de abastecimiento:** por medio de revisión bibliográfica, entrevistas y visitas de campo a la producción primaria del cacao, se identificaron los actores involucrados en cada eslabón de la cadena de abastecimiento del cacao. (19/02/2020)

3. **Caracterización de las etapas de la cadena de abastecimiento:** con la información recolectada en las visitas a campo y complementando con la revisión bibliográfica se caracterizan las operaciones unitarias realizadas por cada actor en cada eslabón. (19/02/2020)

4. **Identificación de requisitos legales, comerciales, Inocuidad- Calidad:** por medio de revisión bibliográfica, normativa se definieron los valores permitidos o recomendados para los peligros de inocuidad identificados, ajustándolos a las recomendaciones del Codex Alimentarius, el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) y la Asociación Francesa de Chocolates, galletas y confitería (CAOBISCO por sus siglas en francés), para lo cual se realizó una revisión bibliográfica. Adicionalmente se incluyeron requisitos para la adecuada trazabilidad recomendados por FAO (2018). (22/06/2020)

5. **Realización de un Análisis de peligros:** tomando como referencia una de las fincas de tamaño medio visitada, se realiza un análisis de peligros del grano de cacao seco como materia prima. Posteriormente, por medio de información bibliográfica y se identifican los principales peligros para los eslabones restantes de la cadena. (28/10/2020)

6. **Definir y analizar el tipo de cadena de bloques es apropiada para una cadena de abastecimiento:** tomando como referencia la investigación bibliográfica citada en la metodología y la consultada, se realiza un análisis de las necesidades de la cadena de abastecimiento (aumento de transparencia, confianza, rapidez, exactitud de la información, robustecimiento de los sistemas de la compañía que sustentan el sistema de inocuidad y confidencialidad de la información) para realizar la escogencia del tipo de cadena de bloques y se analiza cómo responde a estas necesidades. (28/10/2020)

7. Entrega del documento aprobado por el tutor al lector para su revisión. 15/01/21

8. Documento final para calificación del tribunal evaluador. 6/05/21

Identificación de grupos de interés:

Cliente(s) directo(s): Productores de cacao, fábricas productoras, certificadoras, consumidor final.

Cliente(s) indirecto(s): Asociaciones productoras de cacao y estudiantes universitarios.

Aprobado por Director MIA:

Félix Modesto Cañet Prades, PhD

Firma:

Aprobado por profesora Seminario

Graduación:

MIA. Ana Cecilia Segreda Rodríguez

Firma:

Estudiante:

Laura Reñazco Martínez

Firma

ANEXO II

Cuadro I. Requisitos de los miembros de la cadena de abastecimiento: Insumos

Insumos:		Requisito																																																
Semillas y Plántulas	Requisito legal	Material Genético o clones recomendados por la Oficina Nacional de Semillas (ONS) y de venta en viveros autorizados.																																																
	Inocuidad	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CLONES PARA INJERTACION (*)</th> <th colspan="2">CLONES PORTA INJERTOS (**)</th> </tr> <tr> <th>Clon</th> <th>Identificación</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ICS-95</td> <td>Negro</td> <td>PA-121</td> <td>IMC-60</td> </tr> <tr> <td>PMCT-58</td> <td>Azul</td> <td>SPA-9</td> <td>IMC-53</td> </tr> <tr> <td>CC-137</td> <td>Blanco</td> <td>EET-400</td> <td>POUND-12</td> </tr> <tr> <td>CATIE R-1</td> <td>Verde</td> <td>UF-613</td> <td>EET-399</td> </tr> <tr> <td>CATIE R-4</td> <td>Rojo</td> <td>IMC-67</td> <td>UF-29</td> </tr> <tr> <td>CATIE R-6</td> <td>Amarillo</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>*Clones de alta productividad tolerantes a monilia (<i>Moniliophthora roreri</i>)</p> <p>**Clones o variedades vigorosas y de comprobada resistencia a mal del machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>).</p> <p>Viveros con permiso de funcionamiento sanitario del Ministerio de Salud e inscritos en la Oficina Nacional de Semillas como proveedores autorizados:</p> <p>CACAO:</p> <table> <tbody> <tr> <td>Agroindustrial EM del Norte S.A. (Pocosol, San Carlos, Alajuela).</td> <td>2282-0555</td> </tr> <tr> <td>C.A.T.I.E. (Turrialba, Cartago).</td> <td>2558-2395</td> </tr> <tr> <td>COOPEAGRI R.L. (Pérez Zeledón, San José).</td> <td>2785-0286</td> </tr> <tr> <td>Edwin Sibaja Miranda (Upala, Alajuela).</td> <td>8858-2391</td> </tr> <tr> <td>Finca Venecia S.A. (San Ramón, Alajuela).</td> <td>8337-7852</td> </tr> <tr> <td>Juan Alvarez Guevara (Alcides Guevara)(Perez Zeledón, San José) 8802-7793/8522-0151</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Raúl Castillo León (Sahara de Bataán, Limón).</td> <td>8602-2020</td> </tr> <tr> <td>Róger Avilés Taylor (Río Banano, Limón).</td> <td>8690-0071</td> </tr> </tbody> </table> <p>Uso de facturero de control oficial de comercialización y etiquetas adhesivas de certificación brindados por ONS.</p>	CLONES PARA INJERTACION (*)		CLONES PORTA INJERTOS (**)		Clon	Identificación			ICS-95	Negro	PA-121	IMC-60	PMCT-58	Azul	SPA-9	IMC-53	CC-137	Blanco	EET-400	POUND-12	CATIE R-1	Verde	UF-613	EET-399	CATIE R-4	Rojo	IMC-67	UF-29	CATIE R-6	Amarillo			Agroindustrial EM del Norte S.A. (Pocosol, San Carlos, Alajuela).	2282-0555	C.A.T.I.E. (Turrialba, Cartago).	2558-2395	COOPEAGRI R.L. (Pérez Zeledón, San José).	2785-0286	Edwin Sibaja Miranda (Upala, Alajuela).	8858-2391	Finca Venecia S.A. (San Ramón, Alajuela).	8337-7852	Juan Alvarez Guevara (Alcides Guevara)(Perez Zeledón, San José) 8802-7793/8522-0151		Raúl Castillo León (Sahara de Bataán, Limón).	8602-2020	Róger Avilés Taylor (Río Banano, Limón).	8690-0071
	CLONES PARA INJERTACION (*)		CLONES PORTA INJERTOS (**)																																															
	Clon		Identificación																																															
	ICS-95		Negro	PA-121	IMC-60																																													
	PMCT-58		Azul	SPA-9	IMC-53																																													
	CC-137		Blanco	EET-400	POUND-12																																													
	CATIE R-1		Verde	UF-613	EET-399																																													
	CATIE R-4		Rojo	IMC-67	UF-29																																													
	CATIE R-6		Amarillo																																															
Agroindustrial EM del Norte S.A. (Pocosol, San Carlos, Alajuela).	2282-0555																																																	
C.A.T.I.E. (Turrialba, Cartago).	2558-2395																																																	
COOPEAGRI R.L. (Pérez Zeledón, San José).	2785-0286																																																	
Edwin Sibaja Miranda (Upala, Alajuela).	8858-2391																																																	
Finca Venecia S.A. (San Ramón, Alajuela).	8337-7852																																																	
Juan Alvarez Guevara (Alcides Guevara)(Perez Zeledón, San José) 8802-7793/8522-0151																																																		
Raúl Castillo León (Sahara de Bataán, Limón).	8602-2020																																																	
Róger Avilés Taylor (Río Banano, Limón).	8690-0071																																																	
Calidad																																																		
Productividad																																																		

Fertilizantes y enmiendas	Requisito legal Inocuidad Productividad	<p>El proveedor que comercializa fertilizantes debe estar inscrito en el Ministerio de Hacienda y contar con Permiso de funcionamiento del Ministerio de Salud.</p> <p>Los productos deben estar aprobados por el MAG y en el caso de los fertilizantes en cumplimiento con “RTCR 485:2016. Sustancias Químicas. Fertilizantes, y Enmiendas para uso agrícola. Tolerancias y Límites permitidos para la concentración de elementos y contaminantes”, que establece los siguientes límites máximos tolerables para metales pesados en enmiendas y fertilizantes:</p> <table border="1" data-bbox="1083 446 1474 634"> <thead> <tr> <th>ELEMENTO</th> <th>Mg/kg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cd</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>Cr</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>As</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Hg</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table> <p>Para cacao orgánico: Insumos autorizados por las Agencias Certificadoras bajo el Reglamento de Agricultura Orgánica Decreto Ejecutivo 29782-MAG.</p>	ELEMENTO	Mg/kg	Cd	80	Pb	200	Cr	500	As	60	Hg	15												
ELEMENTO	Mg/kg																									
Cd	80																									
Pb	200																									
Cr	500																									
As	60																									
Hg	15																									
Insecticidas	Requisito legal Inocuidad Productividad	<p>El proveedor que comercializa insecticidas debe encontrarse inscrito en Hacienda y contar con el permiso de funcionamiento del Ministerio de Salud.</p> <p>Los productos que comercialice deben estar aprobados por el MAG para el uso en cacao. Consulta Norma Nacional de LMR para el cultivo CACAO (Theobroma cacao Var. N.I.).</p> <table border="1" data-bbox="632 898 1503 1130"> <thead> <tr> <th>Plaguicida</th> <th>Clase</th> <th>LMR - Nac</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acefato</td> <td>Insecticida</td> <td>0,050000 mg/kg</td> </tr> <tr> <td>Buprofezin</td> <td>Insecticida</td> <td>0,050000 mg/kg</td> </tr> <tr> <td>Cipermetrina</td> <td>Insecticida</td> <td>0,100000 mg/kg</td> </tr> <tr> <td>Clorpirifós</td> <td>Insecticida</td> <td>0,050000 mg/kg</td> </tr> <tr> <td>Clotianidina</td> <td>Insecticida</td> <td>0,020000 mg/kg</td> </tr> <tr> <td>Tiametoxán</td> <td>Insecticida</td> <td>0,020000 mg/kg</td> </tr> <tr> <td>Terbufós</td> <td>Insecticida, Nematicida</td> <td>0,010000 mg/kg</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: <i>Servicio Fitosanitario del Estado. MAG. Costa Rica (2020)</i></p>	Plaguicida	Clase	LMR - Nac	Acefato	Insecticida	0,050000 mg/kg	Buprofezin	Insecticida	0,050000 mg/kg	Cipermetrina	Insecticida	0,100000 mg/kg	Clorpirifós	Insecticida	0,050000 mg/kg	Clotianidina	Insecticida	0,020000 mg/kg	Tiametoxán	Insecticida	0,020000 mg/kg	Terbufós	Insecticida, Nematicida	0,010000 mg/kg
Plaguicida	Clase	LMR - Nac																								
Acefato	Insecticida	0,050000 mg/kg																								
Buprofezin	Insecticida	0,050000 mg/kg																								
Cipermetrina	Insecticida	0,100000 mg/kg																								
Clorpirifós	Insecticida	0,050000 mg/kg																								
Clotianidina	Insecticida	0,020000 mg/kg																								
Tiametoxán	Insecticida	0,020000 mg/kg																								
Terbufós	Insecticida, Nematicida	0,010000 mg/kg																								
Fungicidas	Requisito legal Inocuidad Productividad	<p>El proveedor que comercializa fungicidas debe encontrarse inscrito en Hacienda y contar con el permiso de funcionamiento del Ministerio de Salud.</p> <p>Los productos que comercialice deben estar aprobados por el MAG</p>																								

		<p>Consulta Norma Nacional de LMR para el cultivo CACAO (<i>Theobroma cacao</i> Var. N.I.).</p> <table border="1" data-bbox="634 224 1503 613"> <thead> <tr> <th>Plaguicida</th> <th>Clase</th> <th>LMR - Nac</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Azoxistrobina</td><td>Fungicida</td><td>0,050000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Carbendazina</td><td>Fungicida</td><td>0,100000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Clorotalonil</td><td>Fungicida</td><td>0,050000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Ferbam</td><td>Fungicida</td><td>0,100000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Mancozeb</td><td>Fungicida</td><td>0,100000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Maneb</td><td>Fungicida</td><td>0,100000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Metalaxil</td><td>Fungicida</td><td>0,200000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Metiram</td><td>Fungicida</td><td>0,100000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Piraclostrobin</td><td>Fungicida</td><td>0,010000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Propineb</td><td>Fungicida</td><td>0,100000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Tiram</td><td>Fungicida</td><td>0,100000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Ziram</td><td>Fungicida</td><td>0,100000 mg/kg</td></tr> </tbody> </table> <p>Fuente: <i>Servicio Fitosanitario del Estado. MAG. Costa Rica (2020).</i> Producto aprobado por el MAG para aplicación en Cacao</p> <p>Plaguicidas aprobados con la Ley N° 8702. https://www.sfe.go.cr/DocsStatusRegistro/Plaguicidas_aprobados_Ley_8702.pdf</p>	Plaguicida	Clase	LMR - Nac	Azoxistrobina	Fungicida	0,050000 mg/kg	Carbendazina	Fungicida	0,100000 mg/kg	Clorotalonil	Fungicida	0,050000 mg/kg	Ferbam	Fungicida	0,100000 mg/kg	Mancozeb	Fungicida	0,100000 mg/kg	Maneb	Fungicida	0,100000 mg/kg	Metalaxil	Fungicida	0,200000 mg/kg	Metiram	Fungicida	0,100000 mg/kg	Piraclostrobin	Fungicida	0,010000 mg/kg	Propineb	Fungicida	0,100000 mg/kg	Tiram	Fungicida	0,100000 mg/kg	Ziram	Fungicida	0,100000 mg/kg
Plaguicida	Clase	LMR - Nac																																							
Azoxistrobina	Fungicida	0,050000 mg/kg																																							
Carbendazina	Fungicida	0,100000 mg/kg																																							
Clorotalonil	Fungicida	0,050000 mg/kg																																							
Ferbam	Fungicida	0,100000 mg/kg																																							
Mancozeb	Fungicida	0,100000 mg/kg																																							
Maneb	Fungicida	0,100000 mg/kg																																							
Metalaxil	Fungicida	0,200000 mg/kg																																							
Metiram	Fungicida	0,100000 mg/kg																																							
Piraclostrobin	Fungicida	0,010000 mg/kg																																							
Propineb	Fungicida	0,100000 mg/kg																																							
Tiram	Fungicida	0,100000 mg/kg																																							
Ziram	Fungicida	0,100000 mg/kg																																							
Sacos de empaque	Inocuidad Calidad	<p>El proveedor que comercializa sacos debe encontrarse inscrito en Hacienda y contar con el permiso de funcionamiento del Ministerio de Salud.</p> <p>La Compañía procesadora de cacao seco exige que los materiales de empaque utilizados sean grado alimentario.</p> <p>Según la Organización Mundial del Comercio (2001) los sacos de yute deben cumplir con las especificaciones 136-46 de junio 1999 establecidas por la Oficina Internacional de cacao, chocolate y azúcar de industrias de confiterías (IOCCC por sus siglas en inglés) conformes al a norma 98/1 de la Organización internacional de Yute (OIY por sus siglas en inglés) que establece:</p> <table border="1" data-bbox="634 1097 1789 1349"> <thead> <tr> <th>Requisito</th> <th>Parámetro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tipo de aceite a utilizar en la producción</td> <td>Aceites auxiliares no tóxicos, no aportan aroma, no cambian ni el gusto del producto. Aptos para su uso en alimentos.</td> </tr> <tr> <td>Contenido de compuestos no saponificable</td> <td><1,250 mg/kg</td> </tr> <tr> <td>Aromas indeseables</td> <td>Ausentes. Únicamente los propios del yute después del envejecimiento artificial.</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: CCI, 2001.</p>	Requisito	Parámetro	Tipo de aceite a utilizar en la producción	Aceites auxiliares no tóxicos, no aportan aroma, no cambian ni el gusto del producto. Aptos para su uso en alimentos.	Contenido de compuestos no saponificable	<1,250 mg/kg	Aromas indeseables	Ausentes. Únicamente los propios del yute después del envejecimiento artificial.																															
Requisito	Parámetro																																								
Tipo de aceite a utilizar en la producción	Aceites auxiliares no tóxicos, no aportan aroma, no cambian ni el gusto del producto. Aptos para su uso en alimentos.																																								
Contenido de compuestos no saponificable	<1,250 mg/kg																																								
Aromas indeseables	Ausentes. Únicamente los propios del yute después del envejecimiento artificial.																																								

Fuente: Elaboración propia

Cuadro II. Requisitos de los miembros de la cadena de abastecimiento: Finca

Productor Cacaotero	Tipo de Requerimiento	Requisito										
Finca												
Productor inscrito y permisos para el funcionamiento de la actividad	Requisito legal	Inscripción en el Registro de Productores Agropecuarios ante el MAG con la cédula jurídica o con la cédula personal. Certificar la condición de Pequeño y Mediano Productor Agropecuario (PYMPA). http://www.mag.go.cr/legislacion/2013/de-37911.pdf Estar inscrito en el Régimen Especial Agropecuario (REA) ante el Ministerio de Hacienda. Permiso de funcionamiento sanitario del Ministerio de Salud para sus bodegas, área de beneficio y actividad comercial.										
Ausencia de trabajo infantil	Requisito legal y Responsabilidad Social	Cumplimiento del Código de la Niñez y la Adolescencia (Ley núm. 7739) Ley 8922. Prohibición del Trabajo Peligroso e Insalubre para Personas Adolescentes Trabajadoras. 2011. Código de Trabajo. Ley N° 2										
Garantías Sociales del Personal colaborador de finca	Requisito Legal Responsabilidad social Requisito Comercial	Acatamiento del TITULO V Capítulo Único: DERECHOS Y GARANTIAS SOCIALES. de la Constitución Política de Costa Rica. El personal se encuentra asegurado ante la CCSS (art. 73) Los trabajos son remunerados según lo establecido por el Ministerio de Trabajo. (art. 57) Se respetan las jornadas laborales (art. 57) La ley No. 2 de la República de Costa Rica o Código de Trabajo. Acatamiento de la Ley 6727, Reforma al Código de Trabajo (Ley sobre Riesgos del Trabajo Seguro contra riesgos de trabajo para todos los trabajadores: art 193 La compañía también solicita como requisito el monitoreo de la salud por medio de análisis de colinesterasas en sangre en trabajadores agrícolas como indicador de exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos.										
Ubicación de finca	Requisito legal Recomendación técnica que impacta: Sostenibilidad	El cumplimiento del plan regulador de la Municipalidad correspondiente es un requisito legal. Adicionalmente las BPA recomiendan considerar los recursos de la zona en cuanto: <table border="1" data-bbox="598 1198 1789 1373"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>RECURSO QUE DEBE ESTAR DISPONIBLE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Cercanía de Mano de Obra</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Cercanía de Centros de Salud</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Cercanía de Centros de seguridad de la zona (orden público)</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Vías de acceso y transporte</td> </tr> </tbody> </table> Fuente: OIRSA, 2016	#	RECURSO QUE DEBE ESTAR DISPONIBLE	1	Cercanía de Mano de Obra	2	Cercanía de Centros de Salud	3	Cercanía de Centros de seguridad de la zona (orden público)	4	Vías de acceso y transporte
#	RECURSO QUE DEBE ESTAR DISPONIBLE											
1	Cercanía de Mano de Obra											
2	Cercanía de Centros de Salud											
3	Cercanía de Centros de seguridad de la zona (orden público)											
4	Vías de acceso y transporte											

	Inocuidad	Recomendaciones de la ubicación:	
	Calidad	Característica	Parámetro recomendado
		Topografía	Plana u ondulada Pendiente no mayor 20 y 25%
	Productividad	Altura (*)	0 a 900 m.s.n.m
		Temperatura media anual (+)	20°C - 30°C
	Responsabilidad Social	Temperatura media mensual (*)	25-26°C
		Precipitación anual (*)	1500 y 3000mm
		Precipitación mensual	100 mm y en zonas con 3 o 4 meses sin lluvia requiere riego suplementario.
		Luminosidad	30% máx. hasta el 3er año e ir aumentando paulatinamente hasta alcanzar el 70%.
		Humedad Relativa	70% máx. durante el día y 100% durante las noches.
		Viento	Velocidad inferior a 14 km/h y establecer cortinas rompevientos cuando se alcancen velocidades mayores.
		(*) tomado del IICA, 2017. Fuente: (MAG, 1991 y IICA ,2017)	
Características de suelo	Recomendación técnica que impacta:	Características recomendadas para suelo:	
	Sostenibilidad	Característica	Parámetro recomendado
		Textura del suelo (*)	Media (franco-arcilloso, franco arenoso): 30 a 40% arcilla, 50% arena y 10 a 20% limo.
	Inocuidad	Porosidad del suelo (*)	10 a 66% con buena retención de humedad
		Profundidad del suelo	Óptimo 0,8 -1,5 m (tolera de 0,6 m)
	Calidad	pH del suelo (*)	6-7 óptimo (en Costa Rica 5.5 a 7.5)
		Productividad	Contenido de materia orgánica en el suelo (*)
	Drenaje (*)		Buen sistema de drenaje
	Nutrientes en el suelo (*)		Presencia de Fósforo (P), potasio (K), Nitrógeno (N), Magnesio (Mg), Calcio (Ca), y azufre (S).
	Capacidad de intercambio catiónico:		>12 meq/100 g de suelo en superficie > 5 meq por 100 g en el subsuelo

		Fertilidad	Media alta: Boro y calcio > 0,2 ppm Magnesio >2 meq/100 g de suelo Potasio 0,24 meq/100 g de suelo Saturación de bases >35%
		(*) tomado del IICA, 2017.Fuente: (MAG, 1991 y IICA ,2017)	
Estudio de Impacto ambiental	Recomendación técnica que impacta: Inocuidad Sostenibilidad Calidad Productividad	OIRSA, como parte de las BPA, recomienda que el estudio de impacto ambiental incluya:	
		#	Aspecto recomendado en Estudio
		1	Historia de cultivos previos, incidencia y manejo de plagas.
		2	Manejo de aguas: esorrentía, de procesos y servidas
		3	Manejo de suelos
		4	Protección de flora y fauna
		5	Disposición de desechos de cosecha, envases y empaques de agroquímicos.
		6	Plan de manejo ambiental
		Fuente: OIRSA, 2016	
Agua	Sostenibilidad Inocuidad	El área de cultivo respeta la distancia de las fuentes de aguas.	
Respeto de Bosque Primario y zonas protegidas	Ley Forestal N° 7575 Sostenibilidad Productividad Calidad	No se incurre en la tala del bosque primario ni se invaden zonas protegidas.	
Fertilidad del suelo y Prevención de la Erosión	Sostenibilidad Productividad	Uso de terreno plano o con pendiente no superior al 30% para evitar la erosión, la pérdida de fertilidad del suelo.	
Infraestructura de la finca	Inocuidad Calidad Productividad Responsabilidad social Sostenibilidad	Existen de acuerdo con las recomendaciones de BPA las siguientes facilidades:	
		#	Áreas Recomendadas por las BPA:
		1	Almacenamiento de insumos agrícolas
		2	Dosificación de insumos y preparación de mezclas
		3	Almacenamiento de equipo y utensilios
		4	Acopio en predio o en unidad productiva
		5	Áreas para operaciones de post cosecha (extracción del grano, fermentación, secado, empaque, almacenamiento).
		Fuente: OIRSA,2016	

Infraestructura para el personal	Inocuidad Responsabilidad social	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="598 191 640 235">#</td> <td data-bbox="640 191 1793 235">Recomendación de BPA</td> </tr> <tr> <td data-bbox="598 235 640 397">1</td> <td data-bbox="640 235 1793 397">Servicios Sanitarios con estación de lavado de manos, de fácil acceso y buenas condiciones higiénicas y de mantenimiento (1 por cada 25 colaboradores): Separados uno del otro por una distancia menor a los 500 m. Separados por lo menos 100 m de fuentes de agua. Separados 15 m del lugar de acopio.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="598 397 640 527">2</td> <td data-bbox="640 397 1793 527">Áreas destinadas al bienestar de los trabajadores: Limpia y ordenada, independiente de las zonas de trabajo y específica para la alimentación, con basureros área para el almacenamiento de indumentaria y objetos personales.</td> </tr> </table> <p data-bbox="598 527 1793 560">Fuente: OIRSA, 2016</p>	#	Recomendación de BPA	1	Servicios Sanitarios con estación de lavado de manos, de fácil acceso y buenas condiciones higiénicas y de mantenimiento (1 por cada 25 colaboradores): Separados uno del otro por una distancia menor a los 500 m. Separados por lo menos 100 m de fuentes de agua. Separados 15 m del lugar de acopio.	2	Áreas destinadas al bienestar de los trabajadores: Limpia y ordenada, independiente de las zonas de trabajo y específica para la alimentación, con basureros área para el almacenamiento de indumentaria y objetos personales.																						
#	Recomendación de BPA																													
1	Servicios Sanitarios con estación de lavado de manos, de fácil acceso y buenas condiciones higiénicas y de mantenimiento (1 por cada 25 colaboradores): Separados uno del otro por una distancia menor a los 500 m. Separados por lo menos 100 m de fuentes de agua. Separados 15 m del lugar de acopio.																													
2	Áreas destinadas al bienestar de los trabajadores: Limpia y ordenada, independiente de las zonas de trabajo y específica para la alimentación, con basureros área para el almacenamiento de indumentaria y objetos personales.																													
Conocimiento del vecino e historial de la planta para la Adecuada gestión de metales pesados	Inocuidad	<p data-bbox="598 560 1793 592">El Codex Alimentarius (2004, 2006, 2009), recomienda:</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="598 592 640 633">#</td> <td data-bbox="640 592 1793 633">Recomendación</td> </tr> <tr> <td data-bbox="598 633 640 698">1</td> <td data-bbox="640 633 1793 698">El terreno se ubica lejos de instalaciones industriales, carreteras, fuentes de emisión de gases de combustión, depósitos de municiones y polígonos de tiro deportivos y militares</td> </tr> <tr> <td data-bbox="598 698 640 763">2</td> <td data-bbox="640 698 1793 763">Se evita cultivar las tierras cercanas a edificios pintados externamente con pintura resistente a la intemperie.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="598 763 640 828">3</td> <td data-bbox="640 763 1793 828">Evitar terrenos propensos a sufrir desastres naturales o con historial como actividad volcánica, inundaciones, incendios forestales, desbordamiento de ríos.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="598 828 640 893">4</td> <td data-bbox="640 828 1793 893">Utilización de los resultados de análisis de suelo (pH, materia orgánica, fertilidad, metales pesados) para gestionar el contenido de metales pesados.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="598 893 640 958">5</td> <td data-bbox="640 893 1793 958">Uso de agroforestería para la adecuada gestión del suelo para promover su fertilidad y reducción de toxicidad por metales pesados</td> </tr> <tr> <td data-bbox="598 958 640 1047">6</td> <td data-bbox="640 958 1793 1047">Evita terrenos asociados con actividades como la producción de químicos, industria metalúrgica, procesos de combustión, depósitos de residuos sólidos que pudieran estar contaminados con BPCs.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="598 1047 640 1112">7</td> <td data-bbox="640 1047 1793 1112">Monitoreo del cumplimiento del contenido de metales pesados para que no sobrepasen los LMR.</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="655 1112 1745 1356"> <thead> <tr> <th data-bbox="663 1118 793 1177">Metal</th> <th data-bbox="793 1118 970 1177">Límite máximo</th> <th data-bbox="970 1118 1736 1177">Fuente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="663 1177 793 1258">Cadmio</td> <td data-bbox="793 1177 970 1258">1,4 mg/ kg</td> <td data-bbox="970 1177 1736 1258">PRIMER PROYECTO DE UN CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR CADMIO DEL CACAO (Codex Alimentarius, 2019)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="663 1258 793 1307">Plomo</td> <td data-bbox="793 1258 970 1307">No hay límite definido</td> <td data-bbox="970 1258 1736 1307">Codex Alimentarius estudia establecer un límite, pero este aún no existe.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="663 1307 793 1356">Arsénico</td> <td data-bbox="793 1307 970 1356">No hay límite definido</td> <td data-bbox="970 1307 1736 1356">No hay</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="655 1356 1745 1414">(*) Fuente: PRIMER PROYECTO DE UN CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR CADMIO DEL CACAO (Codex Alimentarius, 2019)</p>	#	Recomendación	1	El terreno se ubica lejos de instalaciones industriales, carreteras, fuentes de emisión de gases de combustión, depósitos de municiones y polígonos de tiro deportivos y militares	2	Se evita cultivar las tierras cercanas a edificios pintados externamente con pintura resistente a la intemperie.	3	Evitar terrenos propensos a sufrir desastres naturales o con historial como actividad volcánica, inundaciones, incendios forestales, desbordamiento de ríos.	4	Utilización de los resultados de análisis de suelo (pH, materia orgánica, fertilidad, metales pesados) para gestionar el contenido de metales pesados.	5	Uso de agroforestería para la adecuada gestión del suelo para promover su fertilidad y reducción de toxicidad por metales pesados	6	Evita terrenos asociados con actividades como la producción de químicos, industria metalúrgica, procesos de combustión, depósitos de residuos sólidos que pudieran estar contaminados con BPCs.	7	Monitoreo del cumplimiento del contenido de metales pesados para que no sobrepasen los LMR.	Metal	Límite máximo	Fuente	Cadmio	1,4 mg/ kg	PRIMER PROYECTO DE UN CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR CADMIO DEL CACAO (Codex Alimentarius, 2019)	Plomo	No hay límite definido	Codex Alimentarius estudia establecer un límite, pero este aún no existe.	Arsénico	No hay límite definido	No hay
#	Recomendación																													
1	El terreno se ubica lejos de instalaciones industriales, carreteras, fuentes de emisión de gases de combustión, depósitos de municiones y polígonos de tiro deportivos y militares																													
2	Se evita cultivar las tierras cercanas a edificios pintados externamente con pintura resistente a la intemperie.																													
3	Evitar terrenos propensos a sufrir desastres naturales o con historial como actividad volcánica, inundaciones, incendios forestales, desbordamiento de ríos.																													
4	Utilización de los resultados de análisis de suelo (pH, materia orgánica, fertilidad, metales pesados) para gestionar el contenido de metales pesados.																													
5	Uso de agroforestería para la adecuada gestión del suelo para promover su fertilidad y reducción de toxicidad por metales pesados																													
6	Evita terrenos asociados con actividades como la producción de químicos, industria metalúrgica, procesos de combustión, depósitos de residuos sólidos que pudieran estar contaminados con BPCs.																													
7	Monitoreo del cumplimiento del contenido de metales pesados para que no sobrepasen los LMR.																													
Metal	Límite máximo	Fuente																												
Cadmio	1,4 mg/ kg	PRIMER PROYECTO DE UN CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR CADMIO DEL CACAO (Codex Alimentarius, 2019)																												
Plomo	No hay límite definido	Codex Alimentarius estudia establecer un límite, pero este aún no existe.																												
Arsénico	No hay límite definido	No hay																												

Fuentes de agua para consumo humano y el riego	Inocuidad	Agua potable para consumo humano (Nivel N ₁):			
	Calidad	Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
	Requisito legal	Coliforme Fecal	NMP/100 mL o UFC/100 mL	Ausente	Ausente
	Productividad	Escherichia coli	NMP/100 mL o UFC/100 mL	Ausente	Ausente
		Color aparente	mg/L (U-Pt-Co)	5	15
		Turbiedad	UTN	<1	5
		Olor		debe ser aceptable	debe ser aceptable
		Sabor		debe ser aceptable	debe ser aceptable
		Temperatura	°C	18	30
		pH	Valor pH	6.5	8.5
		Conductividad	µS/cm	400	
		Cloro residual libre	mg/L	0.3	0.6
		Cloro residual Combinado	mg/L	1	1.8
			Fuente: DECRETOS N° 32327-S Reglamento para la calidad del agua potable		
			Contenido de metales pesados (Nivel N ₃):		
		Contaminante (µg/L)	Valor Máximo admisible (µg/L)	Rango (µg/L)	
		Antimonio (Sb)	5	4,5<X≤5	
		Arsénico (As)	10	9>x≤10	
		Cadmio (Cd)	3	2.7>x≤3	
		Cobre (Cu)	2000	1800>x≤2000	
		Cianuro (CN ⁻)	0,07	0,06>x≤0,070	
		Cromo (Cr)	50	45>x≤50	
		Mercurio (Hg)	1	0,9>x≤1,0	
		Níquel (Ni)	20	18>x≤20	
		Nitratos (NO ₃ ⁻)	50	45>x≤50	
		Nitritos (NO ₂ ⁻)	0,1	0,09>x≤0,10	
		Plomo (Pb)	10	9>x≤10	
		Fuente: Fuente: DECRETOS N° 32327-S Reglamento para la calidad del agua potable			
		Agua de riego			

	<p>El agua para riego complementario debe ser lo más pura posible y sin contaminaciones y, además, utilizarla para las formulaciones, aspersiones de fertilizantes, y si fuera necesario, pesticidas y fungicidas orgánicos permitidos. No se recomienda el agua residual urbana por su alto riesgo microbiológico.</p> <p>En caso del reuso de agua llovida se recomienda guiarse por los parámetros del DECRETOS N° 33601-MINAE-S: <i>Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales</i> (Nivel 4: Reuso agrícola en cultivos de alimentos que se procesan previo a su venta). Entre los que se encuentran:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Contaminante</th> <th>Límite Máximo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Coliformes fecales (NMP/100 mL)</td> <td>1000 (riego sólo durante 2 semanas)</td> </tr> <tr> <td>Nemátodos intestinales (huevos/L)</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Cloro residual (Cl)</td> <td>1 mg/L</td> </tr> <tr> <td>Cadmio (Cd)</td> <td>0,1 mg/L</td> </tr> <tr> <td>Plomo (Pb)</td> <td>0,5 mg/L</td> </tr> <tr> <td>Mercurio (Hg)</td> <td>0,01 mg/L</td> </tr> <tr> <td>Arsénico (CN⁻)</td> <td>0,5 mg/L</td> </tr> <tr> <td>Hidrocarburos (C_nH_{2n-2})</td> <td>20 mg/L</td> </tr> <tr> <td>Compuestos Organofosforados</td> <td>0,1 mg/L</td> </tr> <tr> <td>Carbamatos (NH₂COOH)</td> <td>0,1 mg/L</td> </tr> <tr> <td>Compuestos organoclorados</td> <td>0,01mg/L</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: DECRETOS N° 33601-MINAE-S</p>	Contaminante	Límite Máximo	Coliformes fecales (NMP/100 mL)	1000 (riego sólo durante 2 semanas)	Nemátodos intestinales (huevos/L)	1	Cloro residual (Cl)	1 mg/L	Cadmio (Cd)	0,1 mg/L	Plomo (Pb)	0,5 mg/L	Mercurio (Hg)	0,01 mg/L	Arsénico (CN ⁻)	0,5 mg/L	Hidrocarburos (C _n H _{2n-2})	20 mg/L	Compuestos Organofosforados	0,1 mg/L	Carbamatos (NH ₂ COOH)	0,1 mg/L	Compuestos organoclorados	0,01mg/L
Contaminante	Límite Máximo																								
Coliformes fecales (NMP/100 mL)	1000 (riego sólo durante 2 semanas)																								
Nemátodos intestinales (huevos/L)	1																								
Cloro residual (Cl)	1 mg/L																								
Cadmio (Cd)	0,1 mg/L																								
Plomo (Pb)	0,5 mg/L																								
Mercurio (Hg)	0,01 mg/L																								
Arsénico (CN ⁻)	0,5 mg/L																								
Hidrocarburos (C _n H _{2n-2})	20 mg/L																								
Compuestos Organofosforados	0,1 mg/L																								
Carbamatos (NH ₂ COOH)	0,1 mg/L																								
Compuestos organoclorados	0,01mg/L																								

Fuente: Elaboración propia

Cuadro II. Requisitos de los miembros de la cadena de abastecimiento: Finca (continuación)

Productor Cacaotero	Tipo de Requerimiento	Requisito														
Cultivo																
Documentación de la información relacionada con la aplicación y preparación de sustancias químicas (insecticidas, fungicidas, desinfectantes, fertilizantes y/o enmiendas).	Inocuidad Calidad	<p>OIRSA (2017) y FAO (2017) como parte de las BPA y Buenas prácticas de trazabilidad, recomiendan:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Recomendación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Documentar nombre, número de identificación, dirección del proveedor de agroquímicos y nombre del vendedor y cédula.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Nombre comercial del producto, ingrediente activo, número de registro.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fecha de la compra y factura.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Forma y Fecha de preparación del químico, responsable de preparación.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fecha de aplicación del químico, dosis aplicada, identificación de la parcela y/o finca en donde se aplica, cultivo en el que se aplica, razón de la aplicación y responsable de la aplicación.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Manejo de desecho de recipientes vacíos que entraron en contacto con los químicos.</td> </tr> </tbody> </table>	#	Recomendación		Documentar nombre, número de identificación, dirección del proveedor de agroquímicos y nombre del vendedor y cédula.		Nombre comercial del producto, ingrediente activo, número de registro.		Fecha de la compra y factura.		Forma y Fecha de preparación del químico, responsable de preparación.		Fecha de aplicación del químico, dosis aplicada, identificación de la parcela y/o finca en donde se aplica, cultivo en el que se aplica, razón de la aplicación y responsable de la aplicación.		Manejo de desecho de recipientes vacíos que entraron en contacto con los químicos.
#	Recomendación															
	Documentar nombre, número de identificación, dirección del proveedor de agroquímicos y nombre del vendedor y cédula.															
	Nombre comercial del producto, ingrediente activo, número de registro.															
	Fecha de la compra y factura.															
	Forma y Fecha de preparación del químico, responsable de preparación.															
	Fecha de aplicación del químico, dosis aplicada, identificación de la parcela y/o finca en donde se aplica, cultivo en el que se aplica, razón de la aplicación y responsable de la aplicación.															
	Manejo de desecho de recipientes vacíos que entraron en contacto con los químicos.															

Plaguicidas prohibidos en el país	Requisito legal	<p>La lista de productos prohibidos por el MAG debe revisarse constante mente ante posibles actualizaciones.</p> <table border="1" data-bbox="659 253 1843 321"> <tr> <th>Químico</th> <th>Clase</th> <th>Grupo</th> <th>decreto</th> <th>Gaceta</th> </tr> <tr> <td>Lindano</td> <td>Insecticida</td> <td>Organoclorado</td> <td>27773-MAG-S-TSS</td> <td>70</td> </tr> </table> <p>Fuente: www.sfe.go.cr/DocsStatusRegistro/Listado_de_prohibidos.pdf</p>	Químico	Clase	Grupo	decreto	Gaceta	Lindano	Insecticida	Organoclorado	27773-MAG-S-TSS	70																
Químico	Clase	Grupo	decreto	Gaceta																								
Lindano	Insecticida	Organoclorado	27773-MAG-S-TSS	70																								
Caracterización e Identificación de las necesidades del suelo de acuerdo con el cultivo	Sostenibilidad Inocuidad Calidad Productividad	Resultados de Análisis del suelo para determinar textura, acondicionamientos necesarios para el suelo y características microbiológicas, fitopatológicas y fisicoquímicas.																										
Manejo Integrado de Cultivos y Plagas (MICP)	Inocuidad Calidad Productividad Responsabilidad Social Sostenibilidad	<p>Como recomendación, CAOBISCO (2015), IICA (2017) y OIRSA (2017), recomiendan la implementación del manejo integrado de plagas.</p> <table border="1" data-bbox="659 639 1835 1247"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Aspecto del MICP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Diseño del cacaotal (distancia de siembra recomendada es de 3 metros x metros en cuadro o triángulo, para una densidad aproximada de 1100 a 1280 plantas por hectárea).</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Elección del material genético (adaptabilidad y resistencia)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Manejo de la poda (circulación de aire y luz, reducción de refugios)</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Manejo del suelo y su fertilidad (eliminación de hierbas, resistencia de planta, flora y fauna, fertilidad)</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Manejo de la sombra (según tipo de clima y suelo)</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Control biológico (ej. <i>Bacillus thuringiensis</i>)</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Control físico (trampas de goma, barreras plásticas)</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Aplicación de repelentes orgánicos (Chile, tabaco, hombre grade, etc)</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Eliminación de platas o frutos afectados por enfermedades</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Uso de sustancias químicas recomendadas exclusivo en casos de infestación, con equipo de protección personal, respetando plazos y objetivos de la aplicación.</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Uso de árboles frutales como sombra (fuente alterna de ingresos, incremento polinización, reducción de plagas por reducción en la cantidad de malas hiernas (alimento, refugio, agua, luz).</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Registro de la incidencia y severidad de las plagas y enfermedades.</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: CAOBISCO (2015) & OIRSA (2017).</p>	#	Aspecto del MICP	1	Diseño del cacaotal (distancia de siembra recomendada es de 3 metros x metros en cuadro o triángulo, para una densidad aproximada de 1100 a 1280 plantas por hectárea).	2	Elección del material genético (adaptabilidad y resistencia)	3	Manejo de la poda (circulación de aire y luz, reducción de refugios)	4	Manejo del suelo y su fertilidad (eliminación de hierbas, resistencia de planta, flora y fauna, fertilidad)	5	Manejo de la sombra (según tipo de clima y suelo)	6	Control biológico (ej. <i>Bacillus thuringiensis</i>)	7	Control físico (trampas de goma, barreras plásticas)	8	Aplicación de repelentes orgánicos (Chile, tabaco, hombre grade, etc)	9	Eliminación de platas o frutos afectados por enfermedades	10	Uso de sustancias químicas recomendadas exclusivo en casos de infestación, con equipo de protección personal, respetando plazos y objetivos de la aplicación.	11	Uso de árboles frutales como sombra (fuente alterna de ingresos, incremento polinización, reducción de plagas por reducción en la cantidad de malas hiernas (alimento, refugio, agua, luz).	12	Registro de la incidencia y severidad de las plagas y enfermedades.
#	Aspecto del MICP																											
1	Diseño del cacaotal (distancia de siembra recomendada es de 3 metros x metros en cuadro o triángulo, para una densidad aproximada de 1100 a 1280 plantas por hectárea).																											
2	Elección del material genético (adaptabilidad y resistencia)																											
3	Manejo de la poda (circulación de aire y luz, reducción de refugios)																											
4	Manejo del suelo y su fertilidad (eliminación de hierbas, resistencia de planta, flora y fauna, fertilidad)																											
5	Manejo de la sombra (según tipo de clima y suelo)																											
6	Control biológico (ej. <i>Bacillus thuringiensis</i>)																											
7	Control físico (trampas de goma, barreras plásticas)																											
8	Aplicación de repelentes orgánicos (Chile, tabaco, hombre grade, etc)																											
9	Eliminación de platas o frutos afectados por enfermedades																											
10	Uso de sustancias químicas recomendadas exclusivo en casos de infestación, con equipo de protección personal, respetando plazos y objetivos de la aplicación.																											
11	Uso de árboles frutales como sombra (fuente alterna de ingresos, incremento polinización, reducción de plagas por reducción en la cantidad de malas hiernas (alimento, refugio, agua, luz).																											
12	Registro de la incidencia y severidad de las plagas y enfermedades.																											
Residuos de Plaguicidas	Requisito legal y comercial Inocuidad	<p>El Codex Alimentarius establece los siguientes Límites Máximos de Residuos de plaguidas y fungicidas para el cacao seco en grano:</p> <table border="1" data-bbox="659 1344 1835 1438"> <thead> <tr> <th>Pesticida</th> <th>LRM</th> <th>Año de adopción</th> <th>Simbolo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Clothianidin</td> <td>0,02 mg/kg</td> <td>2011</td> <td>(*)</td> </tr> <tr> <td>Endosulfan</td> <td>0,2 mg/kg</td> <td>2007</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Pesticida	LRM	Año de adopción	Simbolo	Clothianidin	0,02 mg/kg	2011	(*)	Endosulfan	0,2 mg/kg	2007															
Pesticida	LRM	Año de adopción	Simbolo																									
Clothianidin	0,02 mg/kg	2011	(*)																									
Endosulfan	0,2 mg/kg	2007																										

Productividad Calidad Responsabilidad Social	Fosforo de hidrógeno	0,01 mg/kg		Po																																																												
	Mandipropamida	0,06 mg/kg	2019																																																													
	Metalaxil	0,2 mg/kg	1991																																																													
	Bromuro de metilo	5 mg/kg	1999	Po																																																												
	Pyraclostrobin	0,01 mg/kg	2019																																																													
	Tiametoxam	0,02 mg/kg	2011	(*)																																																												
	Fuente: Codex Alimentarius (2020). En caso de exportación se debe respetar los LRM del país destino. El MAG de Costa Rica, tiene identificados Límites Máximos Residuales para sustancias insecticidas y fungicidas según la consulta realizada a su sitio web:																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Plaguicida</th> <th>Clase</th> <th>LMR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Azoxistrobina</td><td>Fungicida</td><td>0,050000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Carbendazina</td><td>Fungicida</td><td>0,100000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Clorotalonil</td><td>Fungicida</td><td>0,050000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Ferbam</td><td>Fungicida</td><td>0,100000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Mancozeb</td><td>Fungicida</td><td>0,100000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Maneb</td><td>Fungicida</td><td>0,100000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Metalaxil</td><td>Fungicida</td><td>0,200000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Metiram</td><td>Fungicida</td><td>0,100000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Piraclostrobin</td><td>Fungicida</td><td>0,010000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Propineb</td><td>Fungicida</td><td>0,100000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Tiram</td><td>Fungicida</td><td>0,100000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Ziram</td><td>Fungicida</td><td>0,100000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Acefato</td><td>Insecticida</td><td>0,050000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Buprofezin</td><td>Insecticida</td><td>0,050000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Cipermetrina</td><td>Insecticida</td><td>0,100000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Clorpirifós</td><td>Insecticida</td><td>0,050000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Clotianidina</td><td>Insecticida</td><td>0,020000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Tiametoxán</td><td>Insecticida</td><td>0,020000 mg/kg</td></tr> <tr><td>Terbufós</td><td>Insecticida, Nematicida</td><td>0,010000 mg/kg</td></tr> </tbody> </table>					Plaguicida	Clase	LMR	Azoxistrobina	Fungicida	0,050000 mg/kg	Carbendazina	Fungicida	0,100000 mg/kg	Clorotalonil	Fungicida	0,050000 mg/kg	Ferbam	Fungicida	0,100000 mg/kg	Mancozeb	Fungicida	0,100000 mg/kg	Maneb	Fungicida	0,100000 mg/kg	Metalaxil	Fungicida	0,200000 mg/kg	Metiram	Fungicida	0,100000 mg/kg	Piraclostrobin	Fungicida	0,010000 mg/kg	Propineb	Fungicida	0,100000 mg/kg	Tiram	Fungicida	0,100000 mg/kg	Ziram	Fungicida	0,100000 mg/kg	Acefato	Insecticida	0,050000 mg/kg	Buprofezin	Insecticida	0,050000 mg/kg	Cipermetrina	Insecticida	0,100000 mg/kg	Clorpirifós	Insecticida	0,050000 mg/kg	Clotianidina	Insecticida	0,020000 mg/kg	Tiametoxán	Insecticida	0,020000 mg/kg	Terbufós	Insecticida, Nematicida	0,010000 mg/kg
Plaguicida	Clase	LMR																																																														
Azoxistrobina	Fungicida	0,050000 mg/kg																																																														
Carbendazina	Fungicida	0,100000 mg/kg																																																														
Clorotalonil	Fungicida	0,050000 mg/kg																																																														
Ferbam	Fungicida	0,100000 mg/kg																																																														
Mancozeb	Fungicida	0,100000 mg/kg																																																														
Maneb	Fungicida	0,100000 mg/kg																																																														
Metalaxil	Fungicida	0,200000 mg/kg																																																														
Metiram	Fungicida	0,100000 mg/kg																																																														
Piraclostrobin	Fungicida	0,010000 mg/kg																																																														
Propineb	Fungicida	0,100000 mg/kg																																																														
Tiram	Fungicida	0,100000 mg/kg																																																														
Ziram	Fungicida	0,100000 mg/kg																																																														
Acefato	Insecticida	0,050000 mg/kg																																																														
Buprofezin	Insecticida	0,050000 mg/kg																																																														
Cipermetrina	Insecticida	0,100000 mg/kg																																																														
Clorpirifós	Insecticida	0,050000 mg/kg																																																														
Clotianidina	Insecticida	0,020000 mg/kg																																																														
Tiametoxán	Insecticida	0,020000 mg/kg																																																														
Terbufós	Insecticida, Nematicida	0,010000 mg/kg																																																														
Fuente: Servicio Fitosanitario del Estado. MAG. Costa Rica (2020)																																																																
BPA para evitar contaminación por agroquímicos	CAOBISCO (2015) y OIRSA (2017) recomiendan la implementación de las siguientes prácticas para el MICP:																																																															
	#	Aspecto del MICP																																																														
	1	Se respeta el periodo de carencia (degradación del plaguicida) para no cosechar mazorcas con niveles de contaminación por plaguicidas.																																																														
	2	Se cuenta con un programa de monitoreo de cumplimiento de los LRM por medio de laboratorios acreditados.																																																														
	3	Se mantiene registros con los resultados de los monitoreos internos de residuos de plaguicidas.																																																														
		Los productos con resultados fuera de los LRM no se comercializan.																																																														

Control de aplicaciones de fertilizantes	Inocuidad Productividad Requisito Legal	Las recomendaciones de CAOBISCO (2015) & OIRSA (2017). Para el uso de fertilizantes son:	
		#	Recomendación
		1	Análisis del suelo para determinar las necesidades nutricionales del suelo.
		2	Programa de fertilización; indicando tipo de fertilizante, cantidad, momento de aplicación.
		3	Áreas para el almacenamiento, preparación y disposición de los residuos de fertilizantes y el equipo de protección personal.
4	Uso de fertilizantes y/o abonos fosfatados acordes a las necesidades detectadas en el suelo y su contenido de metales es analizado previo a su uso y se verifica el cumplimiento de los siguientes mínimos máximos tolerables según <i>RTCR 485:2016</i> .		
		Elemento	mg/kg
		<i>Cd</i>	80
		<i>Pb</i>	200
		<i>Cr</i>	500
		<i>As</i>	60
		<i>Hg</i>	15
Uso de sistemas agroforestales	Responsabilidad social Sostenibilidad Inocuidad Calidad	IICA (2017), FAO (2017) y OIRSA (2017) recomiendan:	
		#	Recomendación
		1	Se define y establece especies de sombra para los cultivos de cacao, según criterios idóneos que conserven o restauren los ecosistemas naturales existentes y que favorezcan el secuestro de carbono (C), siguiendo las recomendaciones de una persona idónea.
		2	Uso de sistemas agroforestales para la inducción de atenuaciones micro climáticas en temperatura, radiación, humedad relativa, velocidad del viento, evapotranspiración, entre otros factores que amortiguan los cambios climáticos extremos, que podrían afectar negativamente a los cultivos si estuvieran desprovistos del componente arbóreo.
3	El diseño del sistema agroforestal permite el aprovechamiento del espacio para la siembra de cultivos complementarios que aumenten la seguridad alimentaria y nutricional y generen alternas de ingreso para las familias.		

Técnicas para el manejo del suelo	Sostenibilidad Calidad Productividad	<p>Como recomendación, CAOBISCO (2015), IICA (2017) y OIRSA (2017):</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Recomendación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Mapa del suelo o mapa cartográfico</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Técnicas comprobadas y adecuadas para mantener la fertilidad física, química y biológica y documentación de las actividades realizadas</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Uso de vapor, solarización como alternativas a la desinfección química</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>EL uso de desinfectante químico cuenta con sustento técnico y se documenta.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Empleo de coberturas nobles, sistemas de drenajes, labranza mínima y manejo de curvas a nivel para siembras en ladera para prevenir la erosión.</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Empleo de Sistemas de drenaje en suelos con problemas de saturación hídrica.</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Empleo de la agroforestería para mejorar la fertilidad del suelo y prevenir la erosión.</td> </tr> </tbody> </table>	#	Recomendación	1	Mapa del suelo o mapa cartográfico	2	Técnicas comprobadas y adecuadas para mantener la fertilidad física, química y biológica y documentación de las actividades realizadas	3	Uso de vapor, solarización como alternativas a la desinfección química	4	EL uso de desinfectante químico cuenta con sustento técnico y se documenta.	5	Empleo de coberturas nobles, sistemas de drenajes, labranza mínima y manejo de curvas a nivel para siembras en ladera para prevenir la erosión.	6	Empleo de Sistemas de drenaje en suelos con problemas de saturación hídrica.	7	Empleo de la agroforestería para mejorar la fertilidad del suelo y prevenir la erosión.										
#	Recomendación																											
1	Mapa del suelo o mapa cartográfico																											
2	Técnicas comprobadas y adecuadas para mantener la fertilidad física, química y biológica y documentación de las actividades realizadas																											
3	Uso de vapor, solarización como alternativas a la desinfección química																											
4	EL uso de desinfectante químico cuenta con sustento técnico y se documenta.																											
5	Empleo de coberturas nobles, sistemas de drenajes, labranza mínima y manejo de curvas a nivel para siembras en ladera para prevenir la erosión.																											
6	Empleo de Sistemas de drenaje en suelos con problemas de saturación hídrica.																											
7	Empleo de la agroforestería para mejorar la fertilidad del suelo y prevenir la erosión.																											
Prevención de la Erosión	Sostenibilidad Productividad	<p>IICA (2017), FAO (2017) y OIRSA (2017) recomiendan para reducir la erosión:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Recomendación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>se mantiene la cobertura vegetal, barreras vivas</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Uso de drenajes para evitar la erosión de los suelos</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Promover la hojarasca</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>La agroforestería para mejorar proteger el suelo de lluvias fuertes y vientos que pueden acelerar la erosión.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Reducción de factores antropogénicos que puedan acelerar la erosión de los suelos.</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Se evita la utilización de terrenos con una inclinación mayor 20 a 25% para evitar la erosión.</td> </tr> </tbody> </table>	#	Recomendación	1	se mantiene la cobertura vegetal, barreras vivas	2	Uso de drenajes para evitar la erosión de los suelos	3	Promover la hojarasca	4	La agroforestería para mejorar proteger el suelo de lluvias fuertes y vientos que pueden acelerar la erosión.	5	Reducción de factores antropogénicos que puedan acelerar la erosión de los suelos.	6	Se evita la utilización de terrenos con una inclinación mayor 20 a 25% para evitar la erosión.												
#	Recomendación																											
1	se mantiene la cobertura vegetal, barreras vivas																											
2	Uso de drenajes para evitar la erosión de los suelos																											
3	Promover la hojarasca																											
4	La agroforestería para mejorar proteger el suelo de lluvias fuertes y vientos que pueden acelerar la erosión.																											
5	Reducción de factores antropogénicos que puedan acelerar la erosión de los suelos.																											
6	Se evita la utilización de terrenos con una inclinación mayor 20 a 25% para evitar la erosión.																											
Gestión de metales pesados durante el cultivo	Inocuidad Productividad	<p>IICA (2017), FAO (2017) y OIRSA (2017) recomiendan para gestionar los metales pesados:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Recomendación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Análisis de metales pesados en el suelo y foliares</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Verificación del cumplimiento del límite máximo y gestión del suelo acorde a los resultados</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Utilización de fertilizantes y enmiendas que cumplan los límite de metales pesados establecidos en RTCR 485:2016</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>La mayor concentración de metales pesados en la almendra del cacao se da en la época lluviosa, por lo que se recomienda su análisis en esta época.</td> </tr> </tbody> </table> <p>Límites máximos de metales pesados para la Unión Europea</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Metal</th> <th>Límite máximo (mg/kg) en suelos pH 6-7</th> <th>Fuente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cadmio</td> <td>1-3 mg/kg</td> <td rowspan="6">Directiva del Consejo de la Unión Europea (86 /278 /CEE) relativa a la protección del medio ambiente y, en particular, de los suelos, en la utilización de los lodos de depuradora en agricultura.</td> </tr> <tr> <td>Plomo</td> <td>50- 300 mg/kg</td> </tr> <tr> <td>Mercurio</td> <td>1 -1.5 mg/kg</td> </tr> <tr> <td>Cobre</td> <td>50 140 mg/kg</td> </tr> <tr> <td>Níquel</td> <td>30-75 mg/kg</td> </tr> <tr> <td>Zinc</td> <td>150-300 mg/kg</td> </tr> </tbody> </table>	#	Recomendación	1	Análisis de metales pesados en el suelo y foliares	2	Verificación del cumplimiento del límite máximo y gestión del suelo acorde a los resultados	3	Utilización de fertilizantes y enmiendas que cumplan los límite de metales pesados establecidos en RTCR 485:2016	4	La mayor concentración de metales pesados en la almendra del cacao se da en la época lluviosa, por lo que se recomienda su análisis en esta época.	Metal	Límite máximo (mg/kg) en suelos pH 6-7	Fuente	Cadmio	1-3 mg/kg	Directiva del Consejo de la Unión Europea (86 /278 /CEE) relativa a la protección del medio ambiente y, en particular, de los suelos, en la utilización de los lodos de depuradora en agricultura.	Plomo	50- 300 mg/kg	Mercurio	1 -1.5 mg/kg	Cobre	50 140 mg/kg	Níquel	30-75 mg/kg	Zinc	150-300 mg/kg
#	Recomendación																											
1	Análisis de metales pesados en el suelo y foliares																											
2	Verificación del cumplimiento del límite máximo y gestión del suelo acorde a los resultados																											
3	Utilización de fertilizantes y enmiendas que cumplan los límite de metales pesados establecidos en RTCR 485:2016																											
4	La mayor concentración de metales pesados en la almendra del cacao se da en la época lluviosa, por lo que se recomienda su análisis en esta época.																											
Metal	Límite máximo (mg/kg) en suelos pH 6-7	Fuente																										
Cadmio	1-3 mg/kg	Directiva del Consejo de la Unión Europea (86 /278 /CEE) relativa a la protección del medio ambiente y, en particular, de los suelos, en la utilización de los lodos de depuradora en agricultura.																										
Plomo	50- 300 mg/kg																											
Mercurio	1 -1.5 mg/kg																											
Cobre	50 140 mg/kg																											
Níquel	30-75 mg/kg																											
Zinc	150-300 mg/kg																											

		<p>Límite máximo de Cadmio (Cd) en suelos para cultivo de cacao</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Metal</th> <th>Límite propuesto</th> <th>Referencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cadmio</td> <td>1,4 mg/ kg</td> <td>Primer Proyecto de un Código de Prácticas para prevenir y reducir la contaminación por Cadmio (Cd) del cacao. (Codex Alimentarius, 2019)</td> </tr> </tbody> </table>	Metal	Límite propuesto	Referencia	Cadmio	1,4 mg/ kg	Primer Proyecto de un Código de Prácticas para prevenir y reducir la contaminación por Cadmio (Cd) del cacao. (Codex Alimentarius, 2019)												
Metal	Límite propuesto	Referencia																		
Cadmio	1,4 mg/ kg	Primer Proyecto de un Código de Prácticas para prevenir y reducir la contaminación por Cadmio (Cd) del cacao. (Codex Alimentarius, 2019)																		
Prácticas agrícolas para reducir la incidencia de metales pesados	Inocuidad Productividad Requisito comercial	<p>IICA (2017), FAO (2017) y OIRSA (2017) recomiendan la implementación de prácticas agrícolas para reducir la contaminación de los granos de cacao con metales pesados:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Recomendación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>En la medida de lo posible se evita el uso de plaguicidas que contengan o puedan estar contaminados con metales pesados plomo (Pb), cadmio (Cd), arsénico (CN⁻)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Uso de fertilizantes y enmiendas que no excedan los límites permitidos</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Evitar fertilizantes provenientes de roca fosfórica (cadmio)</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Incorporar materia orgánica al suelo</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Ajustar el pH en el suelo para reducir la disponibilidad de los metales</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Uso de enmiendas minerales y orgánicas para fijar los metales pesados al suelo reduciendo su disponibilidad.</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Poda superficial de los árboles en aras de cambiar la arquitectura de las raíces lo que produce bloqueos de absorción del cadmio.</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Empleo de técnicas de fitorremediación (uso de plantas), biorremediación (Microorganismos, hongos o sus enzimas) y Micorrizas (simbiosis entre raíces de planta y hongos) para reducir el cadmio (Cd).</td> </tr> </tbody> </table>	#	Recomendación	1	En la medida de lo posible se evita el uso de plaguicidas que contengan o puedan estar contaminados con metales pesados plomo (Pb), cadmio (Cd), arsénico (CN ⁻)	2	Uso de fertilizantes y enmiendas que no excedan los límites permitidos	3	Evitar fertilizantes provenientes de roca fosfórica (cadmio)	4	Incorporar materia orgánica al suelo	5	Ajustar el pH en el suelo para reducir la disponibilidad de los metales	6	Uso de enmiendas minerales y orgánicas para fijar los metales pesados al suelo reduciendo su disponibilidad.	7	Poda superficial de los árboles en aras de cambiar la arquitectura de las raíces lo que produce bloqueos de absorción del cadmio.	8	Empleo de técnicas de fitorremediación (uso de plantas), biorremediación (Microorganismos, hongos o sus enzimas) y Micorrizas (simbiosis entre raíces de planta y hongos) para reducir el cadmio (Cd).
#	Recomendación																			
1	En la medida de lo posible se evita el uso de plaguicidas que contengan o puedan estar contaminados con metales pesados plomo (Pb), cadmio (Cd), arsénico (CN ⁻)																			
2	Uso de fertilizantes y enmiendas que no excedan los límites permitidos																			
3	Evitar fertilizantes provenientes de roca fosfórica (cadmio)																			
4	Incorporar materia orgánica al suelo																			
5	Ajustar el pH en el suelo para reducir la disponibilidad de los metales																			
6	Uso de enmiendas minerales y orgánicas para fijar los metales pesados al suelo reduciendo su disponibilidad.																			
7	Poda superficial de los árboles en aras de cambiar la arquitectura de las raíces lo que produce bloqueos de absorción del cadmio.																			
8	Empleo de técnicas de fitorremediación (uso de plantas), biorremediación (Microorganismos, hongos o sus enzimas) y Micorrizas (simbiosis entre raíces de planta y hongos) para reducir el cadmio (Cd).																			
Gestión del agua		<p>OIRSA (2017) recomienda:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Recomendación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Se realizan y documentan las evaluación periódica de la calidad del agua para consumo humano y riego.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>En caso de desviaciones en los parámetros de calidad se toman medidas correctivas y se documentan.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El riego se planea y se realiza de acuerdo a las necesidades de las plantas determinadas por medio del análisis de los datos de las precipitaciones, evo transpiración, y textura del suelo.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>El equipo utilizado para riego se encuentra en buen estado evitando su contaminación y desperdicio y cuenta con revisiones de mantenimiento documentadas.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Se documenta la fecha de riego, volumen de agua utilizada y zona tratada.</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Se evita la aspersión como método de riego durante la floración y el desarrollo de los frutos porque favorece la dispersión de esporas de hongos y con ello la probabilidad de desarrollo de Ocratoxina.</td> </tr> </tbody> </table>	#	Recomendación	1	Se realizan y documentan las evaluación periódica de la calidad del agua para consumo humano y riego.	2	En caso de desviaciones en los parámetros de calidad se toman medidas correctivas y se documentan.	3	El riego se planea y se realiza de acuerdo a las necesidades de las plantas determinadas por medio del análisis de los datos de las precipitaciones, evo transpiración, y textura del suelo.	4	El equipo utilizado para riego se encuentra en buen estado evitando su contaminación y desperdicio y cuenta con revisiones de mantenimiento documentadas.	5	Se documenta la fecha de riego, volumen de agua utilizada y zona tratada.	6	Se evita la aspersión como método de riego durante la floración y el desarrollo de los frutos porque favorece la dispersión de esporas de hongos y con ello la probabilidad de desarrollo de Ocratoxina.				
#	Recomendación																			
1	Se realizan y documentan las evaluación periódica de la calidad del agua para consumo humano y riego.																			
2	En caso de desviaciones en los parámetros de calidad se toman medidas correctivas y se documentan.																			
3	El riego se planea y se realiza de acuerdo a las necesidades de las plantas determinadas por medio del análisis de los datos de las precipitaciones, evo transpiración, y textura del suelo.																			
4	El equipo utilizado para riego se encuentra en buen estado evitando su contaminación y desperdicio y cuenta con revisiones de mantenimiento documentadas.																			
5	Se documenta la fecha de riego, volumen de agua utilizada y zona tratada.																			
6	Se evita la aspersión como método de riego durante la floración y el desarrollo de los frutos porque favorece la dispersión de esporas de hongos y con ello la probabilidad de desarrollo de Ocratoxina.																			
Programa de podas	Inocuidad Productividad	<p>OIRSA (2017), realiza las siguientes recomendaciones:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Recomendación</th> </tr> </thead> <tbody> </tbody> </table>	#	Recomendación																
#	Recomendación																			

			Adecuada gestión de herramientas (uso exclusivo, rutinas de desinfección, estado de manteniendo, materiales de construcción, almacenamiento, materiales engrasantes de origen vegetal)
			Técnicas adecuadas de poda evitar las heridas en frutos y tronco.
			Se cuenta con un programa de podas de manera que se efectúen con la técnica adecuada y en el momento adecuado las podas de: formación, mantenimiento- producción, sanitaria, rehabilitación.
Uso de Buenas Prácticas Agrícolas / certificación	Inocuidad / Productividad / Calidad / Requisito legal	Para la agricultura orgánica certificada o para las BPA certificadas, se debe mantener la siguiente información:	
		1	Mantener los atestados que permitan corroborar la certificación con que cuenta la plantación y su proceso de renovación.
		2	Mantener evidencia de los resultados de las auditorías y registro de la implementación de las recomendaciones y acciones correctivas.
		3	Mantener evidencia de los controles solicitados por la certificación para el manejo de los recursos y la producción de cacao. (uso de fertilizantes, fechas de actividades importantes siembra, cosecha, aplicaciones, cálculos de fertilizantes, etc.).
		4	Periodos de transición de agricultura convencional a orgánica con seguimiento de la Unidad ARAO (Acreditación y Registro en Agricultura Orgánica) del SFE del MAG.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro III. Requisitos de los miembros de la cadena de abastecimiento: Finca -Beneficiado

Productor Cacaotero	Tipo de Requerimiento	Requisito	
Beneficio del Cacao			
Cosecha	Inocuidad	OIRSA (2017) CACAOBISCO (2015), Codex Alimentarius (2013) e IICA (2017) Recomendán:	
	Productividad	Práctica	
	Calidad		Las cosechas son semanales (alta producción) o cada dos o tres semanas (baja producción) e independiente de los recorridos para el retiro de frutos dañados o enfermos
			Se evita que las mazorcas se remaduren (son propensas a enfermedades y los granos pueden germinar) y cosecharlas inmaduras (grano pequeño, pizarroso en la fermentación y menor contenido de manteca, mal sabor y tendencia a producir hongo).
			Se documenta la fecha de cosecha y apertura de la mazorca, el total de mazorcas cosechadas, los kg de cacao en mucílago cosechado en cada parcela y de ser posible los colaboradores que cosecharon.
		Utensilios para utilizar en la cosecha son exclusivos para este fin y son desinfectados y se encuentran en buen estado de mantenimiento.	

		<p>Uso de canastos, bolsas u hojas de plátano para evitar colocar las mazorcas en el suelo y con ello su contaminación.</p> <p>Las técnicas para la cosecha evitan el maltrato de los cojines florales, maltratar o herir el árbol para evitar enfermedades y la formación del hongo de la ocratoxina.</p> <p>Separación de vaina de granos de cacao de forma rápida por mayor concentración de cadmio en vainas (IICA. 2017) y para prevenir la formación de ocratoxina (OTA).</p> <p>La cosecha es seleccionada en mazorcas enfermas o dañadas y sanas. Las sanas son clasificadas por madurez y tamaño.</p> <p>La apertura de mazorcas se realiza protegiendo al grano de la contaminación ambiental y de las lluvias.</p> <p>La apertura de las mazorcas cosechadas no excede los 7 días y la de las mazorcas lastimadas no excede las 24 horas para evitar la formación de OTA y degradación de la manteca de cacao por acción microbiológica.</p> <p>Técnica de apertura de la mazorca evita el daño y contaminación de los granos y los granos dañados son separados para ser fermentados por aparte y no dañar la calidad del cacao.</p> <p>El cacao en mucílago se coloca en recipientes limpios u exclusivos para este fin para ser trasladados al área de fermentación.</p> <p>La técnica de transporte del cacao en mucílago al fermentador permite proteger el cacao de contaminantes ambientales como gases de combustión, polvo, material extraño, plagas.</p> <p>Los residuos de la actividad son reutilizados para compostaje para evitar la proliferación de OTA.</p>												
Fermentación	<p>Calidad</p> <p>Inocuidad</p> <p>Productividad</p>	<p>OIRSA (2017) CACAOBISCO (2015), Codex Alimentarius (2013) e IICA (2017) recomiendan:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Recomendación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Documentar la fecha del inicio de la fermentación, la cantidad de cacao en mucílago, la procedencia del cacao (parcela). Indicar la cantidad de cacao a fermentar en cada cajón, canasta o bandeja.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Se cuenta con un áreas y equipos de fermentación que protege a los granos de la contaminación, gases de combustión, la luz solar, lluvia, viento y la humedad y se mantiene en buenas condiciones de higiene y libre de hongos y excluye animales.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Se cuenta con un procedimiento definido para fermentación según la variedad de cacao, clima, y método de fermentación (cajón, montón, sacos), y considera las variables de: Kg de producto a fermentar, uso o no de cultivos bacterianos iniciadores, levaduras de hoja de plátano, número e intervalos de volteos, monitoreo de temperatura y pH y verificaciones de la calidad por pruebas de corte del grano.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Se realiza y se documenta monitoreos de los parámetros de fermentación Kg a fermentar, Hora de inicio del proceso, temperatura ambiente, temperatura de la masa fermentada (40-50 C máx.), pH inicial, durante el proceso y final (4.5-7), lapso entre volteos y resultados de pruebas de corte.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>El cacao en fermentación permite el drenado de los líquidos productos de la fermentación (10 a 15 cm del suelo)</td> </tr> </tbody> </table>	#	Recomendación	1	Documentar la fecha del inicio de la fermentación, la cantidad de cacao en mucílago, la procedencia del cacao (parcela). Indicar la cantidad de cacao a fermentar en cada cajón, canasta o bandeja.	2	Se cuenta con un áreas y equipos de fermentación que protege a los granos de la contaminación, gases de combustión, la luz solar, lluvia, viento y la humedad y se mantiene en buenas condiciones de higiene y libre de hongos y excluye animales.	3	Se cuenta con un procedimiento definido para fermentación según la variedad de cacao, clima, y método de fermentación (cajón, montón, sacos), y considera las variables de: Kg de producto a fermentar, uso o no de cultivos bacterianos iniciadores, levaduras de hoja de plátano, número e intervalos de volteos, monitoreo de temperatura y pH y verificaciones de la calidad por pruebas de corte del grano.	4	Se realiza y se documenta monitoreos de los parámetros de fermentación Kg a fermentar, Hora de inicio del proceso, temperatura ambiente, temperatura de la masa fermentada (40-50 C máx.), pH inicial, durante el proceso y final (4.5-7), lapso entre volteos y resultados de pruebas de corte.	5	El cacao en fermentación permite el drenado de los líquidos productos de la fermentación (10 a 15 cm del suelo)
#	Recomendación													
1	Documentar la fecha del inicio de la fermentación, la cantidad de cacao en mucílago, la procedencia del cacao (parcela). Indicar la cantidad de cacao a fermentar en cada cajón, canasta o bandeja.													
2	Se cuenta con un áreas y equipos de fermentación que protege a los granos de la contaminación, gases de combustión, la luz solar, lluvia, viento y la humedad y se mantiene en buenas condiciones de higiene y libre de hongos y excluye animales.													
3	Se cuenta con un procedimiento definido para fermentación según la variedad de cacao, clima, y método de fermentación (cajón, montón, sacos), y considera las variables de: Kg de producto a fermentar, uso o no de cultivos bacterianos iniciadores, levaduras de hoja de plátano, número e intervalos de volteos, monitoreo de temperatura y pH y verificaciones de la calidad por pruebas de corte del grano.													
4	Se realiza y se documenta monitoreos de los parámetros de fermentación Kg a fermentar, Hora de inicio del proceso, temperatura ambiente, temperatura de la masa fermentada (40-50 C máx.), pH inicial, durante el proceso y final (4.5-7), lapso entre volteos y resultados de pruebas de corte.													
5	El cacao en fermentación permite el drenado de los líquidos productos de la fermentación (10 a 15 cm del suelo)													

	Norma Técnica INTE 23-02-04-09 Cacao y productos derivados del cacao — Cacao en grano — Clasificación y requisitos	6	Se evita la fluctuación de temperatura de la masa en fermentación por condiciones ambientales.				
		7	El personal aplica las Buenas Prácticas de Higiene (BPPH) (Salud, higiene personal, no como en el proceso, no animales)				
		8	Para evitar la formación de OTA se evita el contacto del cacao con el agua, realizando los volteos definidos, utilizando herramientas y superficies secas, limpias y libres de hongos.				
		9	Granos dañados o dobles con retirados				
		10	Las fermentaciones no sobrepasan los 7 días para evitar la producción de OTA.				
		Fuente: Elaboración propia					
		El monitoreo del cacao durante la fermentación responderá a la siguiente tabla de calidad del cacao establecida por INTECO (2009):					
		Características del cacao en grano:					
		Especificaciones		Fermentado		Sin Fermentar	Método de Ensayo
				Grado I	Grado II		
Tamaño del grano máximo		95 granos /100 g	95 granos /100 g	95 granos /100 g	Conteo		
Humedad		7,5% máx.	7,5% máx..	8,0% máx.	Determinación humedad		
Granos mohosos		2%	3%	4%	Prueba de Corte		
Granos Pizarrosos		1%	3%	Ilimitado			
Grano violeta		25%	30%	Ilimitado			
Granos dañados por insectos		2%	3%	3% máx.			
Grano germinado, planos		3%	3%	3%			
Grano partido		1%	1%	1%			
Fuente: INTECO (2009)							
Secado		OIRSA (2017) CACAOBISCO (2015), Codex Alimentarius (2013), (2018) e IICA (2017) Recomendán:					
		#	Recomendación				
		1	Documentar la fecha del inicio del secado, la cantidad de cacao seco, la procedencia del cacao (trazabilidad del fermentado), método de secado (cajones, invernadero, secador de combustión o combinaciones) y responsables.				
			La superficie donde se realiza el secado se encuentra en buenas condiciones y está limpia y seca para evitar la contaminación por hongos.				

		<p>2 El área de secado debe estar ubicada y construida de manera que proteja el producto de gases de combustión, agroquímicos, animales, lluvia, condensación y permite la adecuada circulación del aire.</p> <p>3 Los empleados aplican las BPH</p> <p>4 Se realiza un Pre secado (3 días) para evitar el sellado del grano y se elimina el exceso de acidez del grano</p> <p>5 El secado del cacao se realiza después del pre secado con remoción del cacao 5 a 10 veces, en capas de espesor de ≤ 6 cm por día con exposición al sol hasta alcanzar la humedad de 6 - 7%.</p> <p>6 Se evita la sobreexposición del cacao al sol para evitar sabores amargos.</p> <p>7 Se evita el secado rápido y las temperaturas elevadas ($>65^{\circ}\text{C}$) para evitar granos arrugados, duros y aplastados y sabores astringentes y amargos.</p> <p>8 Se evita el secado lento y temperaturas inferiores a los 35°C porque favorecen la formación de hongo y OTA.</p> <p>9 Se mantienen controles de monitoreo durante el secado considerando la masa a secar, temperaturas ambientales y dentro del invernadero, y porcentaje de humedad dentro del invernadero.</p> <p>10 El secado artificial se realiza de manera que el cacao no entre en contacto con los gases de combustión.</p> <p>11 Granos de cacao con indicios de hongo son desechados.</p> <p>12 El secado artificial evitará el contacto de superficies pintadas con el humo y el hollín para reducir el riesgo de PBC y dioxinas.</p> <p>13 El secado artificial evita el contacto de los gases de combustión con el cacao en proceso de secado y las áreas de producción (extracción, fermentadores, secado, almacenamiento) para reducir el riesgo por HAP.</p>
Contaminante por Micotoxinas OTA		No existe norma para el cacao en grano. Codex establece en CODEX STAN 193-1995 un nivel máximo de $5 \mu\text{g}/\text{kg}$ para cereales como trigo, cebada y centeno sin elaborar. En la misma norma recomienda Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación del cacao por ocratoxina A (CAC/RCP 72-2013)
Empaque	Inocuidad Calidad Productividad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realiza en un lugar que proteja al cacao de la humedad y la lluvia, contaminantes ambientales, gases de combustión, animales. 2. Las pinturas utilizadas en el edificio no contienen dioxinas ni BPCs. 3. El personal a cargo acata las BPH. 4. Se utilizan sacos de calidad alimentaria, resistentes al manejo. 5. Durante el empaque se eliminan las impurezas o residuos del proceso de cacao que le resten valor como granos dobles, arrugados, quebrados e impurezas.

		6. Se documenta, la fecha y cantidad de cacao seco recibido para empacar, y la trazabilidad del lote de cacao indicando la finca de procedencia, el número de lote y el peso, fecha de empaque, unidades totales, kg empacados y empleados responsables.
Bodega/Almacén ambiente	Inocuidad Calidad Productividad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realiza en un lugar que proteja al cacao de la humedad y la lluvia, luz solar, fuentes de calor, contaminantes ambientales, gases y combustión, animales y plagas. 2. La bodega se mantiene en buenas condiciones de estructura e higiénicas, con buena ventilación, en la medida de lo posible no se almacenan otros productos alimenticios. 3. La bodega no almacena plaguicidas, combustibles, lubricantes, pinturas ni herramientas de trabajo en campo. 4. Todo el personal a cargo acta las BPH. 5. Se documenta la cantidad de kg y unidades de cacao recibido en la bodega, fecha de entrega, lote y responsables. 6. La forma de estiba evita el quiebre del grano (cama con 4 sacos, máximo 6 camas verticales). 7. Se utilizan tarimas para el almacenaje (no hay producto en el suelo) 8. El tiempo de almacenamiento no excede los dos meses.
Transporte		Requisito
Requisitos legales para la conducción y circulación	Requisito legal	Marchamo, Tarjeta de circulación, Riteve, Licencia de conducir. Facturara con cédula jurídica de empresa que presta el equipo cuando proceda.
Prácticas recomendadas		Se debe realizar en contenedores y vehículos pintados con pinturas que no contengan dioxinas ni PBC
Buenas prácticas para el transporte de alimentos	Inocuidad Calidad	<p>Cerrado, protegido de condiciones ambientales, ausencia de plagas</p> <p>Control de fumigaciones mensuales</p> <p>Se genera factura de compra con información: nombre del proveedor, identificación, nombre de la finca, ubicación, lote recibido, kg y unidades, variedad, calidad, responsables de entregar y recibir, número de factura o comprobante de venta.</p>

Fuente: Elaboración propia

Cuadro IV. Requisitos de los miembros de la cadena de abastecimiento: Acopiador

Acopiador		Requisito
Permisos para la conducción y circulación	Requisito legal	Permiso de funcionamiento sanitario del Ministerio de Salud para sus bodegas y actividad comercial. Nombre del establecimiento y cédula Jurídica Facturara con cédula jurídica de empresa que presta el equipo cuando proceda.
Buenas prácticas para el transporte de alimentos	Inocuidad Calidad	Cerrado, protegido de condiciones ambientales, ausencia de plagas Se genera factura de compra con información: nombre del proveedor, identificación, nombre de la finca, ubicación, lote recibido, kg y unidades, variedad, calidad, responsables de entregar y recibir, número de factura o comprobante de venta.
Almacenamiento	Inocuidad Calidad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realiza en un establecimiento (bodega) que proteja al cacao de la humedad y la lluvia, luz solar, fuentes de calor, contaminantes ambientales, gases y combustión, animales y plagas. 2. La bodega se mantiene en buenas condiciones de estructura e higiénicas, con buena ventilación, en la medida de lo posible no se almacenan otros productos alimenticios. 3. La bodega no almacena plaguicidas, combustibles, lubricantes, pinturas ni herramientas de trabajo en campo. 4. Todo el personal a cargo acta las BPH. 5. Se documenta la cantidad de kg y unidades de cacao recibido en la bodega, fecha de entrega, lote y responsables. 6. La forma de estiba evita el quiebre del grano (cama con 4 sacos, máximo 6 camas verticales). 7. Se utilizan tarimas para el almacenaje (no hay producto en el suelo)
Empaque	Inocuidad Calidad Productividad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realiza en un lugar que proteja al cacao de la humedad y la lluvia, contaminantes ambientales, gases y combustión, animales. 2. Las pinturas utilizadas en el edificio no contienen dioxinas ni BPCs. 3. 4. Se documenta la cantidad de cacao recibido Kg y unidades, procedencia (finca, ubicación), lote, fecha de recibo y responsables. 5. El personal a cargo acata las BPH. 6. Se realiza una revisión de la calidad por medio de medición de humedad y pruebas de corte y se clasifica y separa por calidad. 7. Durante empaque se eliminan las impurezas o residuos del proceso de cacao que le resten valor como granos dobles, arrugados, quebrados e impurezas. 8. Si se realizan mezclas de lotes, se utilizan sacos de calidad alimentaria, resistentes al manejo y se documenta la composición de la mezcla realizada y la asignación de lote a la mezcla. Se documenta, la fecha y cantidad del nuevo lote, número de lote, variedad, calidad y el peso, fecha de empaque, unidades totales, kg empacados y empleados responsables.

Almacenamiento	Inocuidad Calidad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realiza en un lugar que proteja al cacao de la humedad y la lluvia, luz solar, fuentes de calor, contaminantes ambientales, gases y combustión, animales y plagas. 2. La bodega se mantiene en buenas condiciones de estructura e higiénicas, con buena ventilación, en la medida de lo posible no se almacenan otros productos alimenticios. 3. La bodega no almacena plaguicidas, combustibles, lubricantes, pinturas. 4. Todo el personal a cargo acta las BPH. 5. Se documenta la cantidad de kg y unidades de cacao recibido en la bodega, fecha de entrega, lote, calidad, variedad y responsables. De igual manera se documenta la misma información para el cacao que se vende. 6. La forma de estiba evita el quiebre del grano (cama con 4 sacos, máximo 6 camas verticales). 7. Se utilizan tarimas para el almacenaje (no hay producto en el suelo) 8. El tiempo de almacenamiento no excede los dos meses
Buenas prácticas para el transporte de alimentos	Inocuidad Calidad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cerrado, protegido de condiciones ambientales, ausencia de plagas 2. Se genera factura de compra con información: nombre del proveedor, identificación, nombre de la finca, ubicación, lote recibido, kg y unidades, variedad, calidad, responsables de entregar y recibir, número de factura o comprobante de venta.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro V. Requisitos de los miembros de la cadena de abastecimiento: Industria, Distribución y comercio

Industrial		Requisito
Permisos de Operación	Requisitos legales	Permiso de funcionamiento sanitario del Ministerio de Salud para el procesamiento cacao, chocolates y confitería. Decreto 33724. Alimentos Procesados Proced. Licencia Sanitaria, Proced. Otorgar Registro Sanitario e Inscripción Sanitaria, Requisitos Importación Alimentos Procesados, Industria Alimentos Bebidas Procesados Nombre del establecimiento y cédula Jurídica Factura con cédula jurídica
Registros sanitarios	Requisito legal	Contar con permisos sanitarios para los productos terminados y materias primas utilizadas. Decreto 37099. Procedimiento de Reconocimiento de los Registros Sanitarios de Alimentos y Bebidas Procesados
Inscripción de productos químicos de limpieza y MIP	Requisito legal	Los Productos de limpieza, desinfección y manejo integrado de plagas deben estar inscritos en el Ministerio de Salud según Decreto 36630. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 65.03.44:07 Plaguicidas. Plaguicidas de Uso Doméstico y de Uso Profesional. Requisitos de Registro y Procedimiento para Reconocimiento de Registro
Ausencia de trabajo infantil	Requisito legal y Responsabilidad Social	Cumplimiento del Código de la Niñez y la Adolescencia (Ley núm. 7739) Ley 8922. Prohibición del Trabajo Peligroso e Insalubre para Personas Adolescentes Trabajadoras. 2011. Código de Trabajo. Ley N° 2
Garantías Sociales del Personal colaborador de finca	Requisito Legal Responsabilidad social	Acatamiento del TITULO V Capítulo Único: DERECHOS Y GARANTIAS SOCIALES. de la Constitución Política de Costa Rica. El personal se encuentra asegurado ante la CCSS (art. 73) Los trabajos son remunerados según lo establecido por el Ministerio de Trabajo. (art. 57) Se respetan las jornadas laborales (art. 57) La ley No. 2 de la República de Costa Rica o Código de Trabajo. Acatamiento de la Ley 6727, Reforma al Código de Trabajo (Ley sobre Riesgos del Trabajo Seguro contra riesgos de trabajo para todos los trabajadores: art 193
Calidad microbiológica de los productos	Requisito legal	Decreto 41.420-COMEX-S-MAG-MEIC. Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos.

		<p align="center">5.0. Grupo de Alimento: productos de confitería.</p> <table border="1"> <tr> <td colspan="4">5.1 Subgrupo de Alimento: productos de cacao, chocolates y similares, con o sin nueces.</td> </tr> <tr> <td>Parámetro</td> <td>Categoría</td> <td>Tipo de alimento</td> <td>Límite Permitido</td> </tr> <tr> <td><i>Salmonella spp.</i></td> <td>10</td> <td>C</td> <td>Ausencia/25 g</td> </tr> </table>	5.1 Subgrupo de Alimento: productos de cacao, chocolates y similares, con o sin nueces.				Parámetro	Categoría	Tipo de alimento	Límite Permitido	<i>Salmonella spp.</i>	10	C	Ausencia/25 g
5.1 Subgrupo de Alimento: productos de cacao, chocolates y similares, con o sin nueces.														
Parámetro	Categoría	Tipo de alimento	Límite Permitido											
<i>Salmonella spp.</i>	10	C	Ausencia/25 g											
Uso de aditivos		Centroamericano RTCA 67.04.54:10 Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios"												
Requisitos sanitarios	Requisito legal	Ley N° 5292 Ley General de Salud												
Calidad del agua	Requisito legal	Decreto 32327. Reglamento para la Calidad del Agua Potable Decreto 33601. Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales												
Gestión de residuos	Requisito legal	Ley 8839. Ley para la gestión integral de residuos Decreto 36093-S Reglamento para el Manejo de Residuos Sólidos Ordinarios Decreto 38272-S Reglamento para la Declaratoria de Residuos de Manejo Especial Decreto 39760 Oficializa la Estrategia Nacional para la Separación, Recuperación y Valorización de Residuos												
Requisitos para la comercialización	Requisito legal	Sistema Internacional de Unidades de Medida RTCR: 443:2010 Metrología. Unidades de Medida. Sistema Internacional (SI) RTCR: 37280 Etiquetado de los alimentos previamente envasados RTCA 67.01.60:10 Etiquetado Nutricional Productos Alimenticios Preenvasados para Consumo Humano para la población a partir de 3 años RTCA 67.01.07:10 Etiquetado General de los Alimentos Previamente Envasados" (Preenvasados)"												
Alergenos Gluten Sulfitos	Reglamentario	No existe normativa que establezca límites de tolerancia para las trazas alérgenos en los alimentos exceptuando Sulfitos (<10 ppm) y el gluten (20 ppm). Este último concuerda con lo establecido por FDA, Codex Alimentarius y la Unión Europea. Reglamento Técnico para alimentos para regímenes especiales destinados a personas intolerantes al gluten RTCR 457:2011 RTCA 67.01.07:10 Etiquetado General de los Alimentos Previamente Envasados"												
Buenas Prácticas de Manufactura	Requisito legal	RTCA 67.01.33:06 Industria de ALIMENTOS Y BEBIDAS INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS PROCESADOS. BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA. PRINCIPIOS GENERALES.												
Programa prerrequisito Y plan HACCP	Requisito legal, comercial y normativo	Agua, Procedimientos Operacionales Estándar, Limpieza y desinfección, Control de plagas y otros animales indeseables, Formación y capacitación del personal en Seguridad Alimentaria, Evaluación y aprobación de Proveedores y materias primas, Programa de Trazabilidad, Temperatura, Mantenimiento y calibrado de equipos e instalaciones, Alérgenos y otros												

		<p>sustancias que provoquen intolerancia alimentaria, Subproductos y residuos, Gestión de los servicios, Etiquetado de productos</p> <p>Defensa de los alimentos, Prevención del fraude alimentario, Gestión de alérgenos, Gestión de residuos, Análisis de peligros y plan HACCP.</p>																																				
Calidad del cacao en grano (Materia prima)	Requisitos de normativos de calidad del Cacao	<p>INTE A73:2009 Cacao y productos derivados del cacao. Cacao en grano. Clasificación y requisitos.</p> <p>Objeto y campo de aplicación</p>																																				
Micotoxinas	Requisitos de Inocuidad, Comerciales e internos	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Contaminante</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ocratoxina A</td> <td>Sin límite</td> </tr> <tr> <td>Aflatoxinas Totales</td> <td>20 ug/kg máx (Codex Alimentarius)</td> </tr> </tbody> </table>	Contaminante	Valor	Ocratoxina A	Sin límite	Aflatoxinas Totales	20 ug/kg máx (Codex Alimentarius)																														
		Contaminante	Valor																																			
		Ocratoxina A	Sin límite																																			
Aflatoxinas Totales	20 ug/kg máx (Codex Alimentarius)																																					
Fuente: Codex Alimentarius																																						
Plaguicidas	Requisitos de Inocuidad, Comerciales e internos	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pesticida</th> <th>LRM (mg/kg)</th> <th>Año de adopción</th> <th>Símbolo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Clothianidin</td> <td>0,02</td> <td>2011</td> <td>(*)</td> </tr> <tr> <td>Endosulfan</td> <td>0,2</td> <td>2007</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fosfuro de hidrógeno</td> <td>0,01</td> <td></td> <td>PH₃</td> </tr> <tr> <td>Mandipropamida</td> <td>0,06</td> <td>2019</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Metalaxil</td> <td>0,2</td> <td>1991</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bromuro de metilo</td> <td>5</td> <td>1999</td> <td>CH₃Br</td> </tr> <tr> <td>Pyraclostrobin</td> <td>0,01</td> <td>2019</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tiametoxam</td> <td>0,02</td> <td>2011</td> <td>(*)</td> </tr> </tbody> </table>	Pesticida	LRM (mg/kg)	Año de adopción	Símbolo	Clothianidin	0,02	2011	(*)	Endosulfan	0,2	2007		Fosfuro de hidrógeno	0,01		PH ₃	Mandipropamida	0,06	2019		Metalaxil	0,2	1991		Bromuro de metilo	5	1999	CH ₃ Br	Pyraclostrobin	0,01	2019		Tiametoxam	0,02	2011	(*)
		Pesticida	LRM (mg/kg)	Año de adopción	Símbolo																																	
		Clothianidin	0,02	2011	(*)																																	
		Endosulfan	0,2	2007																																		
		Fosfuro de hidrógeno	0,01		PH ₃																																	
		Mandipropamida	0,06	2019																																		
		Metalaxil	0,2	1991																																		
		Bromuro de metilo	5	1999	CH ₃ Br																																	
Pyraclostrobin	0,01	2019																																				
Tiametoxam	0,02	2011	(*)																																			
Fuente: Codex Alimentarius (2020).																																						
Cadmio en producto terminado	Requisitos de Inocuidad, Comerciales e internos	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Producto</th> <th>Concentración máxima (mg/kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao menor a 30%</td> <td>0,10</td> </tr> <tr> <td>Chocolate con contenido de materia seca total de menos de 50%</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>Chocolate con un contenido de materia seca de cacao mayor o igual a 50%</td> <td>0,80</td> </tr> <tr> <td>Cacao en polvo vendido al consumidor final</td> <td>0,60</td> </tr> </tbody> </table>	Producto	Concentración máxima (mg/kg)	Chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao menor a 30%	0,10	Chocolate con contenido de materia seca total de menos de 50%	0,30	Chocolate con un contenido de materia seca de cacao mayor o igual a 50%	0,80	Cacao en polvo vendido al consumidor final	0,60																										
		Producto	Concentración máxima (mg/kg)																																			
		Chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao menor a 30%	0,10																																			
		Chocolate con contenido de materia seca total de menos de 50%	0,30																																			
		Chocolate con un contenido de materia seca de cacao mayor o igual a 50%	0,80																																			
Cacao en polvo vendido al consumidor final	0,60																																					
Fuente: Reglamento UE de la Comisión No. 488 / 2014 que modifica el Reglamento CE No. 1881/2006																																						
Arsénico y Plomo en producto terminado	Requisitos de Inocuidad, Comerciales e internos	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Contaminante</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Arsénico</td> <td>Chocolates y productos de cacao con menos de 40 % de cacao 0,20</td> </tr> <tr> <td>Chocolates y productos a base de cacao con más de 40 % de cacao 0,40</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Plomo</td> <td>Chocolates y productos de cacao con menos de 40 % de cacao 0,20</td> </tr> <tr> <td>Chocolates y productos a base de cacao con más de 40 % de cacao 0,40</td> </tr> </tbody> </table>	Contaminante	Valor	Arsénico	Chocolates y productos de cacao con menos de 40 % de cacao 0,20	Chocolates y productos a base de cacao con más de 40 % de cacao 0,40	Plomo	Chocolates y productos de cacao con menos de 40 % de cacao 0,20	Chocolates y productos a base de cacao con más de 40 % de cacao 0,40																												
		Contaminante	Valor																																			
		Arsénico	Chocolates y productos de cacao con menos de 40 % de cacao 0,20																																			
			Chocolates y productos a base de cacao con más de 40 % de cacao 0,40																																			
Plomo	Chocolates y productos de cacao con menos de 40 % de cacao 0,20																																					
	Chocolates y productos a base de cacao con más de 40 % de cacao 0,40																																					
Fuente: Reglamento Técnico MERCOSUR sobre Límites Máximos de Contaminantes Inorgánicos en Alimentos																																						
Composición y clasificación de productos		<p>CXS 86-1981 Norma para la manteca de cacao</p> <p>CXS 105-1981 Norma para cacao en polvo (cacaos) y a las mezclas de cacao y azúcares</p> <p>CXS 87-1981 Norma para el chocolate y los productos del chocolate</p>																																				

derivados del cacao		CXS 141-1983 Norma para el cacao en pasta (licor de cacao/chocolate) y la torta de cacao														
Codificación del producto terminado	Requisito comercial	La unidad de comercialización de la empresa es la caja y utiliza un sistema interoperante con las distribuidoras y los puntos de venta basado en la identificación por código de barras (EAN 128, EAN 14y EAN 13).														
Vida útil	Recomendación	<p>Recomendaciones de Vida útil</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Meses en países tropicales</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Chocolate de leche</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Chocolate negro</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Chocolate blanco</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Fondant, chocolates rellenos</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Chocolate con nueces</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Chocolate con sorbeto/ o centro de cereal</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: The Manufacturing Confectioner, 2009.</p>	Categoría	Meses en países tropicales	Chocolate de leche	12	Chocolate negro	24	Chocolate blanco	12	Fondant, chocolates rellenos	12	Chocolate con nueces	9	Chocolate con sorbeto/ o centro de cereal	9
Categoría	Meses en países tropicales															
Chocolate de leche	12															
Chocolate negro	24															
Chocolate blanco	12															
Fondant, chocolates rellenos	12															
Chocolate con nueces	9															
Chocolate con sorbeto/ o centro de cereal	9															
Permisos para la conducción y circulación	Requisito legal	Permiso de funcionamiento sanitario del Ministerio de Salud para sus bodegas y actividad comercial. Nombre del establecimiento y cédula Jurídica Facturara con cédula jurídica de empresa que presta el equipo cuando proceda.														
Distribución		Requisito														
Permisos de Operación	Requisitos legales	Permiso de funcionamiento sanitario del Ministerio de Salud para el procesamiento cacao, chocolates y confitería. Decreto 33724. Alimentos Procesados Proced. Licencia Sanitaria, Proced. Otorgar Registro Sanitario e Inscripción Sanitaria, Requisitos Importación Alimentos Procesados, Industria Alimentos Bebidas Procesados Nombre del establecimiento y cédula Jurídica Factura con cédula jurídica														
Sistema para la lectura de codificación del producto terminado	Requisito comercial	La distribuidora utiliza sistemas de identificación y control de inventario de por medio de código de barras (EAN 128).														
Permisos para la conducción y circulación	Requisito legal	Permiso de funcionamiento sanitario del Ministerio de Salud para sus bodegas y actividad comercial. Nombre del establecimiento y cédula Jurídica Facturara con cédula jurídica de empresa que presta el equipo cuando proceda.														
Ausencia de trabajo infantil	Requisito legal y Responsabilidad Social	Cumplimiento del Código de la Niñez y la Adolescencia (Ley núm. 7739) Ley 8922. Prohibición del Trabajo Peligroso e Insalubre para Personas Adolescentes Trabajadoras. 2011. Código de Trabajo. Ley N° 2														

Garantías Sociales del Personal colaborador de finca	Requisito Legal Responsabilidad social	Acatamiento del TITULO V Capítulo Único: DERECHOS Y GARANTIAS SOCIALES. de la Constitución Política de Costa Rica. El personal se encuentra asegurado ante la CCSS (art. 73), Los trabajos son remunerados según lo establecido por el Ministerio de Trabajo. (art. 57), Se respetan las jornadas laborales (art. 57), La ley No. 2 de la República de Costa Rica o Código de Trabajo. Acatamiento de la Ley 6727, Reforma al Código de Trabajo (Ley sobre Riesgos del Trabajo, Seguro contra riesgos de trabajo para todos los trabajadores: art 193
Comercialización		Requisito
Permisos de Operación	Requisitos legales	Permiso de funcionamiento sanitario del Ministerio de Salud para el procesamiento cacao, chocolates y confitería. Decreto 33724. Alimentos Procesados Proced. Licencia Sanitaria, Proced. Otorgar Registro Sanitario e Inscripción Sanitaria, Requisitos Importación Alimentos Procesados, Industria Alimentos Bebidas Procesados Nombre del establecimiento y cédula Jurídica Factura con cédula jurídica
Sistema para la lectura de codificación del producto terminado	Requisito comercial	La distribuidora utiliza sistemas de identificación y control de inventario de por medio de código de barras (EAN 128 y EAN 13).
Ausencia de trabajo infantil	Requisito legal y Responsabilidad Social	Cumplimiento del Código de la Niñez y la Adolescencia (Ley núm. 7739) Ley 8922. Prohibición del Trabajo Peligroso e Insalubre para Personas Adolescentes Trabajadoras. 2011. Código de Trabajo. Ley N° 2
Garantías Sociales del Personal colaborador de finca	Requisito Legal Responsabilidad social	Acatamiento del TITULO V Capítulo Único: DERECHOS Y GARANTIAS SOCIALES. de la Constitución Política de Costa Rica. El personal se encuentra asegurado ante la CCSS (art. 73) Los trabajos son remunerados según lo establecido por el Ministerio de Trabajo. (art. 57) Se respetan las jornadas laborales (art. 57) La ley No. 2 de la República de Costa Rica o Código de Trabajo. Acatamiento de la Ley 6727, Reforma al Código de Trabajo (Ley sobre Riesgos del Trabajo Seguro contra riesgos de trabajo para todos los trabajadores: art 193

Fuente: Elaboración propia