



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



***EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN AMBIENTAL
PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL CULTIVO DEL CACAO EN
COLOMBIA***

ANGÉLICA PAOLA SUÁREZ CALDERÓN

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURAS
INGENIERÍA AMBIENTAL
PAMPLONA
2020**



SC-

"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



***EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN AMBIENTAL
PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL CULTIVO DEL CACAO EN
COLOMBIA***

ANGÉLICA PAOLA SUÁREZ CALDERÓN

MONOGRAFÍA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

**MSc. HECTOR URIEL RIVERA ALARCÓN
DIRECTOR**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURAS
INGENIERÍA AMBIENTAL
PAMPLONA
2020**



SC-

"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Dios y a la vida por permitirme desarrollar este proceso necesario para lograr ser profesional. A la Universidad de Pamplona y docentes que brindaron de su conocimiento para fortalecer los míos, sin duda alguna a mi director MSc. Héctor Uriel Rivera Alarcón por motivarme en varias ocasiones en la línea investigativa, y su apoyo constante en todo ello.

A todos los compañeros y amigos que puede realizar en esta etapa por brindarme su ayuda en los momentos que pudieron.

Por supuesto agradecer a mis padres por el apoyo constante e invaluable en el transcurso de esta experiencia tan gratificante, en especial a mi madre por retarme a hacer las cosas mejor de lo que se puede cada día.



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	8
2.	CAPÍTULO I: EL CACAO	11
2.1	GENERALIDADES	11
2.2	ASPECTOS TÉCNICOS DEL CULTIVO.....	12
2.2.1	Planeación del cultivo.....	14
2.2.2	Establecimiento:	14
2.2.3	Levante o manejo preproducción	14
2.2.4	Manejo o sostenimiento.....	15
2.2.5	Transformación y disposición final	15
2.3	SECTORES DE INDUSTRIALIZACIÓN Y MERCADO.....	15
3.	CAPÍTULO II: CADENA DE PRODUCCIÓN DEL CACAO.....	16
3.1	PRODUCCIÓN A NIVEL MUNDIAL.....	16
3.2	PRODUCCIÓN A NIVEL NACIONAL.....	21
3.3	PAPEL EN LA ECONOMÍA NACIONAL	25
3.4	POLÍTICAS ECONÓMICAS NACIONALES	29
4.	CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA	31
4.1	CONCEPTUALIZACIÓN.....	31
4.2	ETAPAS DEL CICLO DE VIDA	33
4.3	ACV EN EL CONTEXTO DE LA ISO 14000	35
4.4	EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL ACV.....	37
4.5	ETAPAS DE DESARROLLO DE UN ACV	38
5.	CAPÍTULO IV: ACV COMO EVALUADOR DE IMPACTOS DEL CULTIVO DE CACAO	45
6.	CONCLUSIONES.....	53



BIBLIOGRAFÍA56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Principales exportadores de Cacao a nivel mundial (Toneladas)..... 19
Tabla 2. Producción de Cacao por departamentos de Colombia.....23
Tabla 3. Principales países compradores de cacao colombiano26
Tabla 4. Empleos generados por el cultivo de cacao 2002-200927
Tabla 5. Impactos potenciales promedio de las fincas en una hectárea46
Tabla 6. Medidas de acción según impactos52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama general proceso del cultivo del cacao..... 13
Figura 2. Distribución de países productores de cacao 18
Figura 3. Área cosechada y producción de Cacao en Colombia 2007-2015.....21
Figura 4. Zonificación de aptitud para el cultivo comercial del Cacao en Colombia22
Figura 5. Zonas con mayor afectación por el conflicto armado y narcotráfico en Colombia ...24
Figura 6. Empleos generados por cultivo de cacao 2002-200927
Figura 7. Etapas del Ciclo de Vida.....34
Figura 8. Marco del Análisis del Ciclo de vida (ACV)39
Figura 9. Elementos obligatorios y opcionales del AICV41



PRÓLOGO

El presente trabajo monográfico fue realizado con el objetivo de documentar los posibles impactos ocasionados por la producción del cultivo de cacao en las diferentes zonas productoras del territorio nacional, haciendo uso de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida.

La presente monografía se encuentra dividida en 4 capítulos. El capítulo 1, se refiere a generalidades del cacao, aspectos técnicos de la producción del cultivo del mismo y los diferentes sectores de industrialización del producto en sus diferentes presentaciones dentro del mercado. En el segundo capítulo se trata información referente a la cadena de producción del cacao, destacando los principales países productores y exportadores de dicho producto a nivel mundial, así como su producción dentro del territorio nacional, y cómo este juega un papel importante dentro de la economía del país. El capítulo 3 aborda información relacionada a la metodología del Análisis de Ciclo de Vida, su conceptualización, evolución en el tiempo, etapas de desarrollo y normativa aplicable dentro de la serie ISO 14000.

Finalmente, en el capítulo 4 se desarrolla el objetivo del presente, en donde se realiza una búsqueda bibliográfica sobre el tema en cuestión, destacando sus objetivos y resultados; así mismo, se mencionan los impactos identificados a partir de la producción de este cultivo, sus principales agentes y causas dentro de los diferentes procesos que se llevan a cabo en el desarrollo del cultivo y se plantean algunas posibles actividades de prevención y/o mitigación.

La elaboración de este trabajo, nace como resultado de la preocupación personal y profesional por identificar las posibles afectaciones ocasionadas por el desarrollo de uno de los cultivos más grandes e importantes dentro del territorio nacional, siendo el sustento de aproximadamente 35 mil familias dentro del país según FINAGRO (2018) y alcanzando un aumento considerable de producción en los últimos 60 años jugando un papel muy importante dentro del mercado de exportaciones a nivel nacional (FEDECACAO, 2019); tales afectaciones, en su mayoría, son originados por inadecuadas prácticas en la producción de este producto, debido principalmente al desconocimiento por parte de la población involucrada.



Por esta razón la metodología de Análisis de Ciclo de Vida se sugiere como una herramienta óptima de gestión ambiental, que aporta a la identificación de impactos generados en cada una de las fases y/o etapas del proceso de producción del cultivo, permitiendo así eliminar, mejorar o crear nuevas prácticas que vayan encaminadas a optimizar el desarrollo del mismo, y que se enfoquen en la protección y conservación de los diferentes recursos naturales, evitando al máximo afectación sobre los mismos, aportando así a un desarrollo sostenible y a una mejor calidad de vida de la población.

La información secundaria adquirida de investigaciones sobre el Análisis del Ciclo de Vida desarrollados en los cultivos de cacao, la identificación de impactos ambientales significativos generados para este cultivo, las ventajas y desventajas que tiene la gestión ambiental a través del método Análisis de Ciclo de Vida para la evaluación de los impactos ambientales serán los objetivos a tener en cuenta para el desarrollo de la investigación.



1. INTRODUCCIÓN

Colombia es un país que se caracteriza por contar con grandes potencialidades productivas y ambientales, resaltando entre muchas otras la variedad y calidad de sus productos agrícolas a nivel internacional; lo anterior sin duda está asociado a que factores como la ubicación geográfica, la diversidad climática, la topografía, la riqueza de los suelos del país entre otros, permiten que dentro del territorio nacional se logren desarrollar diferentes actividades agrícolas productivas que juegan un papel muy importante dentro del desarrollo económico del país. Según Minagricultura (2020) las actividades agropecuarias del país tuvieron un alza de 6,8% para este año 2020, respecto al anterior.

Hay que mencionar, además que uno de los productos con mayor participación dentro del mercado nacional e internacional corresponde al cacao el cual en los últimos años, ha tenido un crecimiento del 21,7% en su cadena de exportación hacia diferentes lugares del mundo, siendo Arauca, Santander y Antioquía los principales departamentos en producirlo. Podría decirse que dicho crecimiento se ha elevado exponencialmente en el país desde mediados de año del 2009, momento en el que se decide reactivar la economía nacional por medio del cultivo de este producto (Vargas, 2018); lo anterior está asociado a que luego de los eventos ocurridos en diferentes lugares del territorio nacional que sufrieron la guerra del conflicto armado, principalmente en los departamentos anteriormente mencionados, el gobierno nacional por medio del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural desarrolló y comenzó a apoyar programas de renovación, siembra y planes de fertilización de este producto, dirigidos a población víctima de la guerra con el fin de incentivar la generación de ingresos y mejorar su calidad de vida. Es así como el Cacao, con aproximadamente 176.000 hectáreas sembradas y producidas en 422 municipios del territorio nacional en el año 2020, se caracteriza por ser la principal plantación de sustitución de cultivos ilícitos en las regiones afectas por la violencia y se posiciona como uno de los productos agrícolas de mayor producción en Colombia (Federación Nacional de Cacaoteros, 2020).

Sin embargo, cabe mencionar que a lo largo de su ciclo de producción durante todos estos años, el cultivo del cacao ha provocado una variedad de impactos ambientales tales como el



SC-



agotamiento de los recursos abióticos, emisiones de CO₂, producción de gases de efecto invernadero (GEI), entre otros. Es tanto así como en el año 2013 la Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO) con el apoyo del Fondo Nacional de Cacao (FNC) publicó la segunda edición de la “Guía Ambiental para el Cultivo del Cacao” en el país, en donde se relacionan aspectos negativos sociales como la inequidad y pobreza, además de algunos aspectos ambientales provocados por una inadecuada cultura ambiental asociada a la producción del cultivo de Cacao; sin embargo, por posibles diversas razones como el desconocimiento de la población y/o de los productores, los impactos provocados por la producción de dicho producto aún se encuentran latentes, causando múltiples daños al medio ambiente. Debido a lo anterior, se identifica la necesidad inminente por reconocer y determinar los factores que influyen en la generación de impactos ambientales provenientes de esta actividad, para así lograr proponer estrategias que los mitiguen.

Por medio de diversas metodologías podemos determinar los impactos que genera el cacao, no obstante existen varias que evalúan dichos impactos a través de procesos productivos como lo son las herramientas de Análisis del Ciclo de Vida (ACV), es un método analítico empleado para la evaluación del uso, transformación, consumo y destino de los recursos; en otras palabras, esta busca proporcionar información que ayude a la identificación de oportunidades de mejora, identificando los posibles riesgos asociados, para así tomar decisiones que aporten al mejoramiento del desempeño ambiental de un determinado producto o actividad (Asociación Geoinnova, 2016). “A nivel mundial, a través de las normas internacionales ISO 14040 e ISO 14044, esta herramienta se considera integral en la medición y direccionamiento de la carga ambiental y la huella ecológica asociadas con la fabricación de un producto, un proceso o actividad, desde la cuna hasta la tumba” (ISO, 2006).

En relación a lo expuesto, el presente trabajo pretende demostrar de forma teórica la aplicación de los saberes adquiridos durante la etapa académica y contrastarlos respectivamente con el contexto socioambiental nacional, aportando así posibles bases de conocimiento dirigidas hacia población colombiana que se involucre directa o indirectamente con la actividad de producción del cultivo del cacao, permitiendo una mejora ambiental mediante la identificación de



posibles focos de contaminación, determinación de agentes y actividades relacionadas que impacten de forma negativa al medio natural.

Finalmente y como resultado, se plantea un sistema de gestión ambiental enfocado en el Análisis del Ciclo de Vida del proceso de producción del producto mencionado previamente, con el fin de adquirir información ambiental la cual deberá posteriormente ser analizada para así determinar impactos ambientales positivos y/o negativos derivados, posibilitando la creación de medidas de prevención, mitigación, reducción y compensación de tales impactos, con aportes socioambientales en pro del desarrollo sostenible, que contribuyan a la calidad de vida de la población objeto y de su relación misma con el medio ambiente.



SC-



2. CAPÍTULO I: EL CACAO

2.1 GENERALIDADES

Theobroma cacao L., nombre científico del árbol del cacao o cacaotero, es una planta de la familia Malvaceae, lo que quiere decir que su aparato vegetativo es herbáceo o leñoso con hojas palmatilobadas (dividida en lóbulos muy marcados y más o menos redondeados). La palabra “*Theobroma* proviene del griego, y significa alimento de los dioses; la palabra cacao por su parte (originalmente pronunciada como *Kakawa*) parece estar relacionada con la familia Mixe-Zoque y se refiere básicamente para nombrar la planta. El cacao está relacionado con un grupo de 21 especies cercanas con quienes se sugiere que comparte un ancestro común y por esto también el nombre de *Theobroma*”. (Universidad Veracruzana, 2009)

Esta planta es nativa de regiones tropicales y subtropicales de América, distribuida entre los 18° Norte y los 15° Sur de latitud, a alturas que van desde el nivel del mar hasta un poco más de los 1000 m.s.n.m., en climas cálidos y húmedos.

Su origen se cree que es la cabecera de la cuenca amazónica, donde *Theobroma* y géneros relacionados se encuentran en mayor proporción que en otras partes. “Sin embargo, existe mucha controversia para explicar cómo llegó el cacao hasta Mesoamérica, especialmente porque en Mesoamérica existe abundante evidencia sobre su domesticación, cultivo y uso, mientras que en Sudamérica la evidencia es muy escasa”. (Cuatrecasas, 1964)

Algunos investigadores como Schultes y Motamayor proponen “que la distribución de cacao desde Sudamérica hasta Mesoamérica se debe a que la planta fue transportada por el hombre, ya que de otra manera hubiera sido imposible que el cacao atravesara los fríos Andes por el oeste, o la aridez del Golfo de Urabá por el noreste. Otros investigadores (Pittier, Cuatrecasas, AGP, Ogata), proponen que el cacao, al igual que muchas otras especies, es una planta con una amplia distribución natural en el continente y que por lo tanto los humanos no son los responsables de la distribución del cacao en Mesoamérica, sino las características propias de la especie”. (Cuatrecasas, 1964)

Sea cual sea la teoría de la razón de su distribución, la especie se extendió principalmente en dos direcciones, resultando en los dos grupos primarios de cultivares conocidos como "Criollo" y "Forastero". El primero de estos se dispersó hacia el norte y occidente a través de la cordillera de los Andes, hacia las tierras bajas en Venezuela, Colombia, Ecuador, México y Centroamérica; el segundo grupo, tuvo una dispersión hacia el oriente a lo largo del río Amazonas. (Pineda, 2018)

2.2 ASPECTOS TÉCNICOS DEL CULTIVO

El *Theobroma Cacao L.* crece entre 2 y 3 metros en zonas con precipitaciones anuales entre 2000 mm y 2500 mm de lluvia y temperaturas superiores a los 18° C, con ciertas características edafológicas que permitan un óptimo potencial productivo (Ortiz & Álvarez, 2015) lo que corrobora que Colombia es una región apta geográficamente para desarrollar este cultivo, en varios de los departamentos que conforman el territorio.

Corresponde a un cultivo permanente, es decir se produce durante todo el año; sin embargo, se pueden evidenciar dos cosechas durante un año: la cosecha principal y la cosecha intermedia. La cosecha intermedia normalmente es menor que la cosecha principal, sin embargo, el tamaño relativo varía según a cada país. Cuenta con un ciclo de duración de aproximadamente cerca de 40 años.

“Una parcela sembrada con cacao (cacaotal) es un sistema compuesto por varios elementos: una familia que siembra, árboles de cacao, árboles maderables y frutales que dan sombra, el clima, el suelo, los microorganismos y animales presentes y las interacciones entre ellos”. (Lutheran World Relief, s/f).

“Al cultivo de cacao se asocian especies de ciclo corto, de sombrío temporal o transitorio y especies de sombrío permanente, las cuales pueden ser especies maderables, frutales o cultivos industriales o la combinación de estas especies. Para el diseño de un cultivo de cacao bajo el sistema agroforestal y garantizar su éxito, se deben tener en cuenta varios aspectos tales como: los objetivos del cultivo, la selección de las especies a plantar, el material genético a emplear, su

distribución espacial, las distancias de siembra, las condiciones agroecológicas de la zona, el mercado, la disponibilidad de recursos y demás”. (Federación Nacional de Cacaoteros, 2018)

En el establecimiento del sistema agroforestal de cacao, se tienen definidas las etapas que son: planeación del cultivo, el establecimiento, el levantamiento o desarrollo y la producción, las cuales se pueden denominar también, instalación, levante y manejo o sostenimiento (Federación Nacional de Cacaoteros, 2018) (Figura 1).

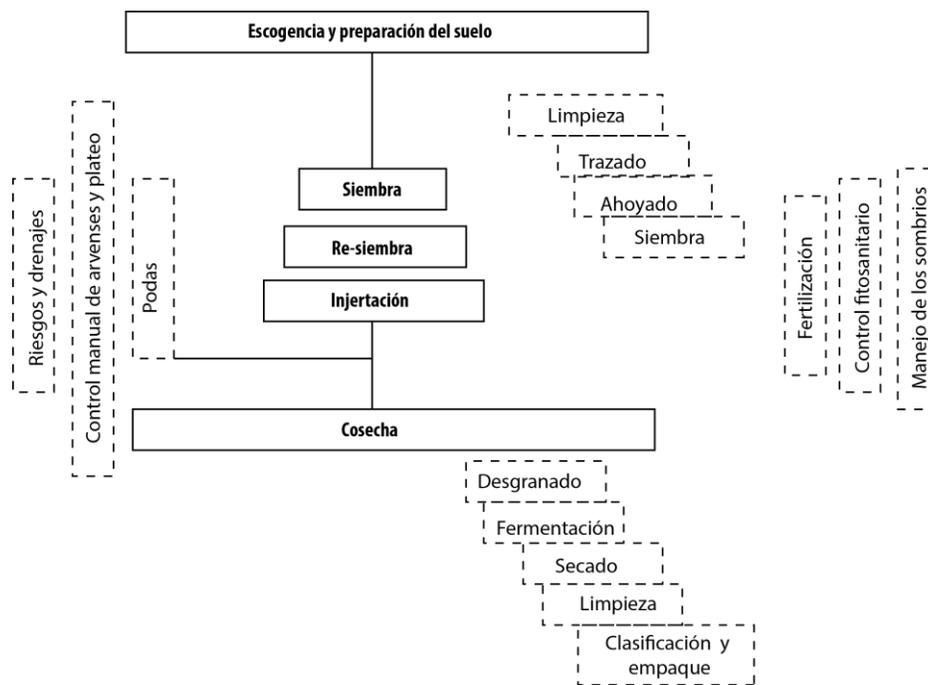


Figura 1. Diagrama general proceso del cultivo del cacao

Fuente: Propia. **Tomado de:** <http://infocafes.com/portal/biblioteca/guia-ambiental-para-el-cultivo-del-cacao/>

A groso modo, el cacao tarda regularmente 30 meses en empezar a producir; perdura tres meses en un invernadero en donde germina la semilla, después de esto se trasplanta al lugar donde se desarrollará completamente. Una de las cosas a tener en cuenta para la siembra y producción de éste, se encuentra que se debe volcar la tierra de la zona donde se pretende comenzar el cultivo, donde cada una de las plantas deben encontrarse separadas a una distancia de dos metros cuadrados aproximados entre sí; posteriormente se debe empezar un proceso de abono con el fin de ayudar al desarrollo y crecimiento del cultivo, y éste se deberá podar cada 6 u 8 meses, retirando los comúnmente llamados ‘chupos’ y removiendo toda la maleza existente. Se debe revisar la siembra constantemente en busca de frutos que puedan tener montilla y así evitar

malas propagaciones; además de esto, se deberá regar el suelo con pesticidas con el fin de evitar que larvas infecte las plantas.

De forma más detallada a continuación, se describe cada proceso y fase que debe tener el cultivo de cacao para así obtener el producto deseado:

2.2.1 *Planeación del cultivo*

Esta fase se refiere a “todas aquellas actividades previas al establecimiento de una plantación de cacao y que tienen como objetivo garantizar al máximo el éxito de la misma, más aun siendo la cacaocultura un negocio en el cual se debe analizar no solo la viabilidad económica sino además ambiental” (Federación Nacional de Cacaoteros, 2018). Desde el punto de vista ambiental es necesario que se haga en esta fase un cuidadoso análisis del sitio en el que se va a establecer el cultivo no solo para poder corroborar las condiciones climáticas adecuadas, sino para hacer un análisis de los posibles impactos ambientales que se pueden presentar en cada una de las etapas de instalación, levante, manejo y sostenimiento, de manera tal que se pueda escoger la tecnología más adecuada que cause el menor impacto, y se puedan establecer las medidas ambientales más convenientes para ocuparse de ellos. (Federación Nacional de Cacaoteros, 2018)

2.2.2 *Establecimiento:*

Todo lo necesario a hasta que la planta esté muy bien sembrada, tales como: “Selección del terreno, preparación del suelo, siembra del cultivo de ciclo corto, trazado para cacao y los sombríos, ahoyado de sombríos transitorios y permanentes, siembra de sombríos transitorios o permanentes, construcción de vivero para el cacao, ahoyado para el cacao, trasplante del cacao, manejo del cultivo de ciclo corto, injertación del cacao (opcional), cosecha cultivo ciclo corto”. (Federación Nacional de Cacaoteros, 2018)

2.2.3 *Levante o manejo preproducción*

Es la etapa conocida como improductiva del cacao, “la cual dura aproximadamente dos años. En esta fase se le debe dar al cacao los primeros cuidados y en especial, es importante la poda de formación, la fertilización y los controles sanitarios y de malezas, riegos y drenajes, sin dejar de



lado el manejo a los sombríos transitorios y/o permanentes que en esta fase entran en producción”. (Federación Nacional de Cacaoteros, 2018)

2.2.4 Manejo o sostenimiento

Es la etapa final del cultivo y va desde que la planta empieza a germinar ya hasta que finalmente la misma muere. “Incluye una labor adicional que es la de cosecha y beneficio del cacao. Allí ya ha desaparecido el sombrío transitorio, mientras que puede iniciar la producción o aprovechamiento del sombrío permanente”. (Federación Nacional de Cacaoteros, 2018)

2.2.5 Transformación y disposición final

En esta etapa continúa con la transformación del cacao ya previamente seco obtenido para generar productos según la demanda industrial hoy en día, como chocolates, manteca de cacao entre otros. Con esto llega de otra forma a los consumidores finales y se debe tener en cuenta el manejo que estos le dan a la disposición final de los residuos que se puedan generar después de ellos hayan hecho el respectivo consumo.

2.3 SECTORES DE INDUSTRIALIZACIÓN Y MERCADO

“Los estándares internacionales para el cacao requieren que aquel de calidad negociable sea fermentado, completamente seco, libre de granos con olor a humo, libre de olores anormales y de cualquier evidencia de adulteración. Debe encontrarse razonablemente libre de insectos vivos, de granos partidos, fragmentos y partes de cáscara y razonablemente uniforme en tamaño”. (Pineda, 2018). El cacao se clasifica sobre la cuenta de los granos defectuosos en la prueba de corte.

Respecto al tema de la industrialización del cacao, una vez obtenido el grano, es decir, las semillas del fruto del cacaotero, estas son destinados a ser parte de varios productos finales para el mercado y posterior consumo, tales como:

- Licor de cacao o pasta de cacao: Es el resultado obtenido de la molienda del grano, previa una limpieza, tostada y descascarillada.
- Manteca de cacao: Es la sustancia olea, amarillenta, que constituye la materia gruesa que posee el grano de cacao, y se obtiene mediante el prensado del licor o pasta de cacao.

- Torta de cacao: Es el residuo que queda, una vez que se le ha extraído la manteca al licor o pasta de cacao.
- Chocolates: Son los productos finales con destino a los consumidores, con gran valor nutricional, tales como el chocolate de mesa, barras de chocolate y artículos rellenos, todos estos, se reconocen mediante el nombre genérico de Chocolate (Díaz, 2003).

A pesar de que el mercado de chocolate “es el mayor consumidor del cacao en términos de equivalente en grano, productos intermedios tales como el cacao en polvo y la manteca de cacao son utilizados en diversas áreas, una de ella es esencialmente para dar sabor a galletas helados bebidas y tortas. Además de su utilización en saborizantes, se emplea también en la producción de coberturas para cafetería y postres congelados; el cacao en polvo se utiliza también en la industria de bebidas, por ejemplo, en la preparación de batidos de chocolate”. (Pineda, 2018)

“Además de los usos tradicionales de la producción de chocolate y confitería la manteca de cacao, se utiliza también en la producción de tabaco, jabón y cosméticos; en medicina tradicional es un remedio para las quemaduras, la tos, los labios secos, la fiebre, la malaria, el reumatismo, las mordidas de culebra y otras heridas. Se dice además que es un producto antiséptico y diurético”. (Díaz, 2003).

3. CAPÍTULO II: CADENA DE PRODUCCIÓN DEL CACAO

3.1 PRODUCCIÓN A NIVEL MUNDIAL

Existen tres grandes variedades del cacao “universalmente admitidas: Criollo, Forastero y Trinitario. La variedad del Criollo representa al cacao original, cuyas plantaciones se remontan al siglo XVII, considerado el príncipe de los cacaos, famoso por su finura y sus aromas poderosos, se cultiva principalmente en Venezuela, México y Ecuador. No obstante, representa apenas el 5% de la producción mundial, por su fragilidad”. (Schmida, 2013).

El cacao Forastero, conocido como cacao amargo, actualmente dominan la producción y el comercio mundial de granos. Se producen en los cuatro continentes cacaoteros (África, Asia, América y Oceanía). La forma de sus frutos es redonda con cáscara gruesa y lisa.



El “Trinitario es un híbrido biológico natural entre Criollo y Forastero, la calidad del cacao varía de media a superior, con fuerte contenido en manteca de cacao, proviene de Trinidad. Representa el 15% de la producción mundial”. (Schmida, 2013)

“En el caso de Ecuador, por ejemplo, existe un tipo de cacao único en el mundo conocido con el nombre de Nacional, que es reconocido a nivel mundial con la clasificación fino o de aroma. Se lo reconoce por tener una fermentación muy corta y dar un chocolate suave de buen sabor y aroma”. (Schmida, 2013) El mercado mundial del cacao reconoce dos grandes categorías de cacao en grano: cacao fino o de aroma y el cacao al granel o común. Generalmente, el cacao fino o de aroma es producido por árboles de cacao de variedad Criollo o Trinitario, mientras que el cacao al granel proviene de la variedad de árbol Forastero.

A nivel internacional, el cacao es un producto de amplio intercambio mundial, en donde su producción no solo les corresponde a productores de países centro y suramericanos, sino también algunos países africanos y asiáticos participan activamente en su producción.

Según datos de la Organización Internacional del Cacao (2013), los mayores productores de cacao en el mundo son Costa de Marfil y Ghana con 1475 y 820 miles de toneladas producidas respectivamente para ese año.

“Según el Acuerdo Internacional del Cacao (1993), se reconocen 17 países como productores de cacao fino o de aroma, entre ellos Dominica, Granada, Jamaica, Santa Lucía, San Vicente y Las Granadinas, Samoa, Surinam y Trinidad y Tobago, junto con otros productores parciales de cacao fino como Ecuador (75%), Venezuela (50%), Costa Rica y Colombia (25%) (Figura 2)”. (Schmida, 2013)

“El consumo del cacao fino y de aroma proviene de mercados especializados de chocolates ubicados especialmente en Europa Occidental, tales como Bélgica, Luxemburgo, Francia, Alemania, Italia, Suiza y Reino Unido, además de Japón y Estados Unidos, que también son naciones consumidoras de este tipo de cacao”. (Schmida, 2013). Entre los países sobresalientes

en producción se ubica Costa de Marfil en primer lugar, quién según datos internacionales, produce alrededor del 37,2% de la producción mundial de cacao.

De hecho, a partir de la producción mundial registrada de cacao en el año cacaotero 2012-2013, se observó que el 71,2% de este producto se produjo en África, el 13,5% en Asia y Oceanía y solo el 15,3%, en América, datos que confirman que, a pesar de encontrarse en los últimos lugares de producción, determinados países americanos en su mayoría del centro y sur, juegan un papel muy importante consolidándose como potencias de producción de cacao en el mundo. “Respecto a Colombia, la producción viene en un aumento sostenido en los dos últimos años, y se espera que para el año cacaotero 2019/2020 esta tendencia se mantenga”. (Federación Nacional de Cacaoteros, 2018).

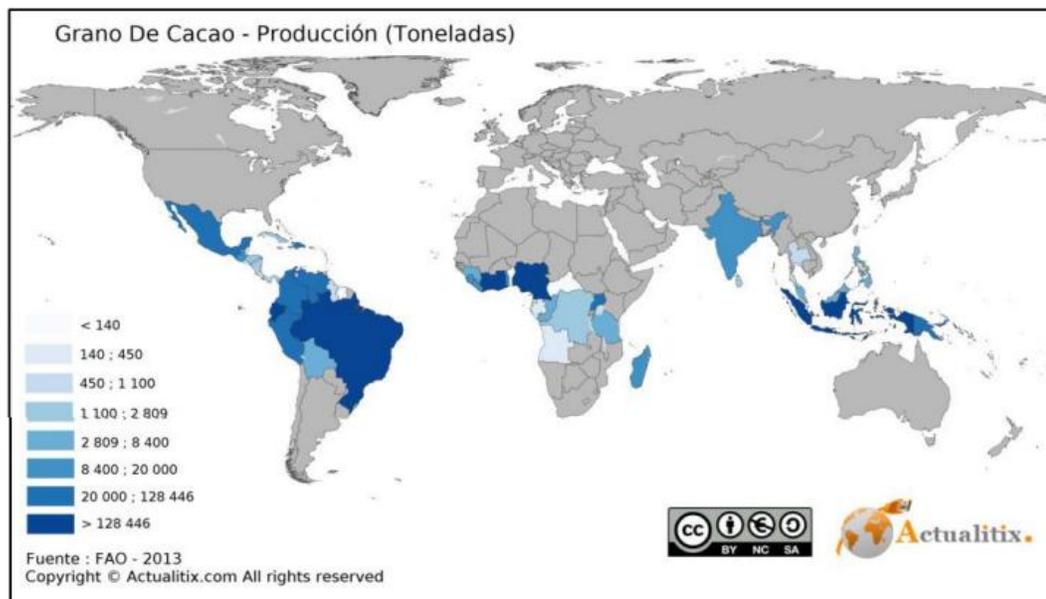


Figura 2. Distribución de países productores de cacao
Fuente: FAO (2013). **Tomado de:** <https://bdigital.uexternado.edu.co/>

En cuanto a países exportadores, la calificación de productos como de alto potencial y el aumento en las exportaciones de cacao, sus diversas presentaciones provenientes de países como Ecuador y Ghana han empezado a establecer gran demanda a nivel internacional por la calidad del producto, logrando posicionarse en los primeros lugares dentro del mercado de exportación.

En relación a lo anterior, Peralta, Chasin, y Balanzategui (2016) argumentan que “Ecuador es uno de los principales productores de cacao fino y de aroma del mundo, este fruto es un producto

tradicional y emblemático del país, se exporta el 65% del cacao que se comercializa en los mercados extranjeros. Gracias a los avances tecnológicos y mejoramiento de la semilla ha hecho que este producto sea más competitivo y se comercialice con seguridad ampliando constantemente su accionar en los mercados internacionales. Muchas familias actualmente se benefician de la exportación del cacao a precios estándar en el mercado internacional, y se establece que la cadena de valor del cacao tiene relación directa sobre 600000 personas en el país”. (Cruz, R. A., y Cañas, P. C, 2018).

Al año 2010, “el cacao es el tercer producto agrícola de exportación en Ecuador después del banano y las flores, y más del 60% de la producción mundial de cacao fino de aroma se encuentra en este país; esto ha generado una fama favorable para el país en el extranjero, e incentiva la producción de la planta dentro de su territorio”. (Pineida Vallejo, Christian Javier, 2012)

Por su lado, “Comex Perú (2012) argumenta que la exportación de productos de su país se ha diversificado; productos como ají, paprika, paltas, espárragos, y por supuesto cacao han aumentado su presencia en el mercado extranjero, destacando su calidad y el origen orgánico. Es una tendencia de los nuevos productos que pide el mercado internacional”. (Cruz, R. A., y Cañas, P. C, 2018) Sin embargo, aún no se clasifican como potencias en la producción y exportación de dicho producto, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales exportadores de Cacao a nivel mundial (Toneladas)

Países	2013
Costa de Marfil	1.166.001
Ghana	676.724
Holanda	214.516
Nigeria	188.420
Camerún	181.277
Ecuador	178.273
Bélgica	121.086
República Dominicana	63.629
Estonia	49.339
Nueva Guinea	46.566
Malasia	32.061
Perú	26.283

Países	2013
Uganda	17.230
Alemania	16.078
Estados Unidos	11.856
Sierra Leona	10.844
Liberia	9.926
Colombia	7.693
Tanzania	7.627
Otros 93 países	49.297

Fuente: Oportunidades de mercado para exportar cacao colombiano (2014).

Tomado de: <https://es.slideshare.net/pasante/2014-0912-oportunidades-de-mercado-para-exportar-cacao-colombiano>

En 1973 fue establecida la Organización Internacional del Cacao (ICCO), con el fin de administrar el primer Convenio Internacional del Cacao (1972) y los Convenios sucesivos. Dentro de los principales objetivos de dicho convenio se encuentran: “Promover la cooperación internacional en la economía mundial del cacao, contribuir al fortalecimiento de las economías cacaoteras nacionales de los países miembros, en particular mediante la preparación de proyectos apropiados; fomentar una economía cacaotera sostenible, entre otros”. (Díaz, 2003).

El Convenio incluye 40 países miembros, tanto exportadores como importadores de cacao y una organización inter gubernamental (Unión Europea). Para enero del 2001 los siguientes países hacían parte de los miembros de ICCO:

Miembros Exportadores: Benín, Brasil, Camerún, Costa de Marfil, Ecuador, Gabón, Ghana, Granada, Jamaica, Malasia, Nigeria, Nueva Guinea Papua, Perú, República Dominicana, Sierra Leone, Togo, Trinidad y Tobago y Venezuela.

Miembros Importadores: Alemania, Austria, Bélgica – Luxemburgo, Dinamarca, Egipto, España, Federación Rusa, Finlandia, Francia, Grecia, Holanda, Hungría, Irlanda, Italia, Japón, Noruega, Portugal, Reino Unido, República Checa, República Eslovaca, Suecia, Suiza, Unión Europea.

3.2 PRODUCCIÓN A NIVEL NACIONAL

Como se mencionó al comienzo del presente documento, Colombia es uno de los países activos en la producción del cultivo del cacao debido en gran medida a que las condiciones geográficas y ambientales así lo permiten, y además gracias a la iniciativa por parte del gobierno nacional en el incentivo del desarrollo de este producto como alternativa a los cultivos ilícitos, y al crecimiento de la economía del país. (CIAT, 2019)

En Colombia, “se ha registrado un aumento considerable en la última década respecto al área sembrada y cosechada de cacao, en donde se ha observado un incremento de 60735,94 hectáreas en área cosechada de cacao, desde el año 2007 cuando se registraban 106050,05 hectáreas, hasta el año 2015 cuando se registraban 166785,99 hectáreas (Figura 3). Respecto a la producción también se observa un incremento de menor proporción, ya que para el año 2007 las toneladas producidas fueron 57467,12, aumentando 29.403,87 toneladas para el 2015 cuando se reportó una producción de 86870,99 toneladas”. (Pineda, 2018)

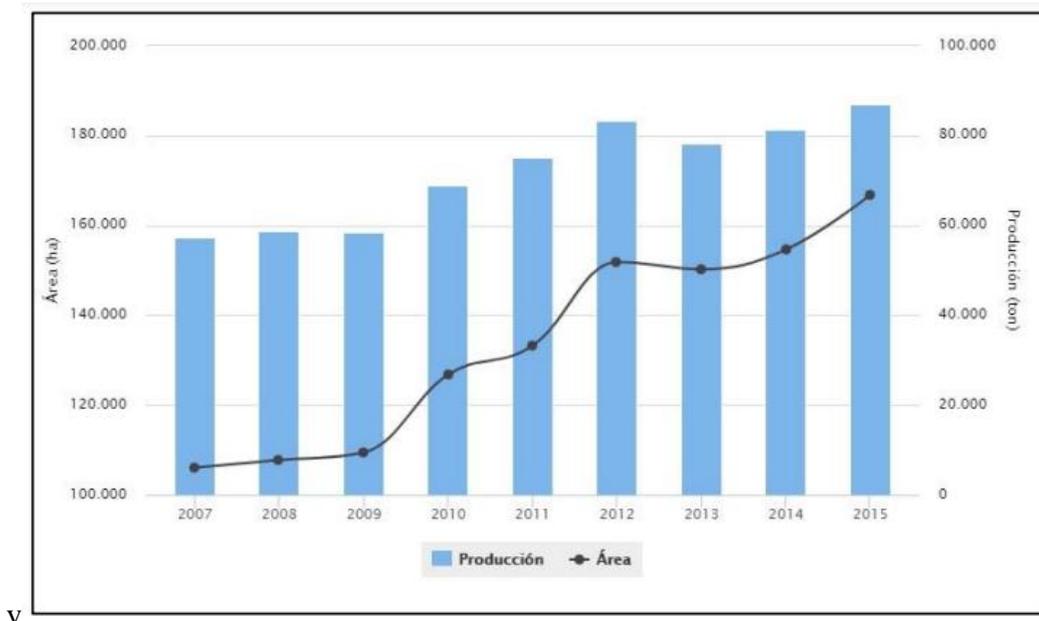


Figura 3. Área cosechada y producción de Cacao en Colombia 2007-2015
Fuente: Agronet (2017). Tomado de: <https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream>

Según cifras del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2018), geográficamente casi el 40% de la producción de este producto en el año 2016 se concentró en el departamento de

Santander, seguido por Huila y Arauca; aunque también se afirma que el producto es un cultivo que se adapta bien a las condiciones agroecológicas de una gran parte de nuestra geografía: “se produce en 30 departamentos y representa para el sector agrícola el octavo producto en términos de escalas comerciales”.

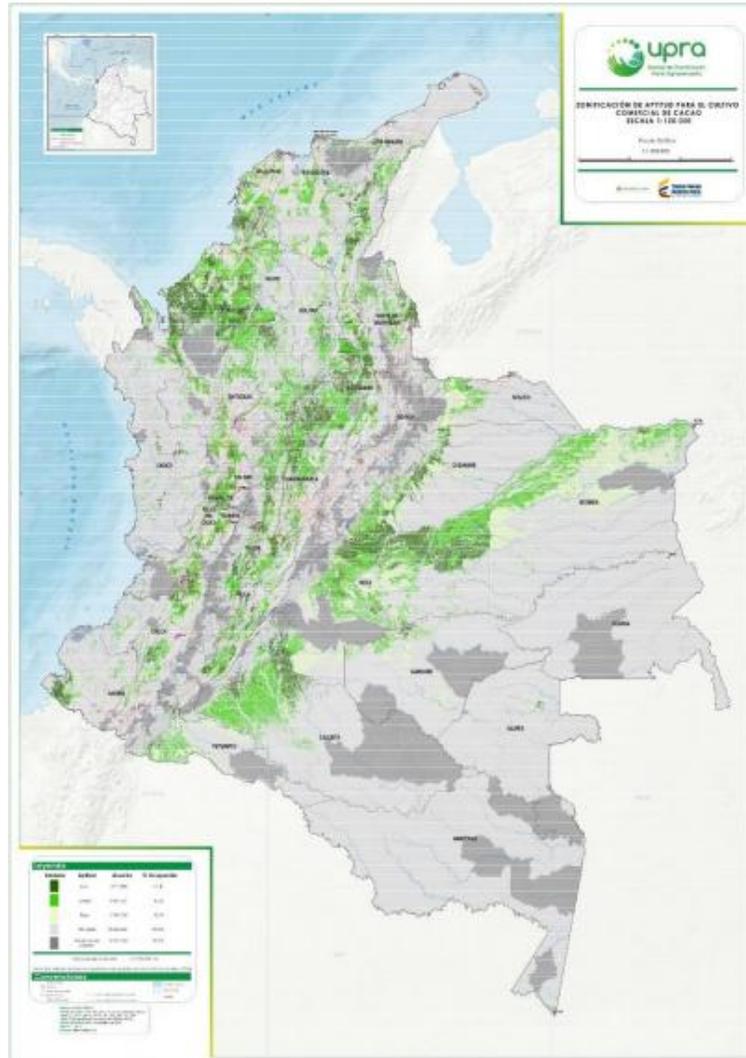


Figura 4. Zonificación de aptitud para el cultivo comercial del Cacao en Colombia

Fuente: Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (2016). **Tomado de:** <https://bdigital.uexternado.edu.co>

En relación con lo anterior, en la Tabla 2 se ilustra el cacao producido en Colombia discriminada por departamento hasta el año 2016, en donde se puede evidenciar que el departamento de Santander correspondió al mayor productor con 22117 toneladas para el 2016, lo que equivaldría a un 38.54% de la producción nacional, seguido del departamento de Arauca

con una producción total de 6398 toneladas de cacao para el mismo año, equivalente al 11.44% de la producción nacional. (Alvarez, 2018)

Tabla 2. Producción de Cacao por departamentos de Colombia

Und. Toneladas								
Departamento	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016
Santander	18.179	12.272	19.412	16.165	16.226	19.085	22.424	22.117
Huila	3.323	3.009	4.237	2.172	3.708	3.301	3.787	4.159
Arauca	4.179	3,967	3.988	6.495	4.501	5.448	5.629	6.398
Antioquia	2.052	2.030	3.254	2.537	3.377	3.593	4.391	5.285
Tolima	2.114	2.059	2.892	1.569	1.986	2.515	3.547	3.527
Norte de Santander	1.453	1.339	1.609	1.002	2.153	2.187	2.341	2.328
Meta	1.970	1.795	1.152	2.289	2.882	2.586	2.876	2.394
Nariño	622	676	965	563	1.023	1.145	1.193	2.045
Cundinamarca	849	551	957	630	944	1.573	1.604	2.141
Cesar	944	882	735	729	914	956	1.013	1.106
Otros dptos.	2.034	2.538	3.095	3.054	3.955	4.124	4.378	4.429
Total	37.719	36.118	42.296	37.205	41.669	46.513	53.183	55.929

Fuente: Elaboración propia. **Información recolectada de:**

<http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6929/1/5131561-2018-II-NIIE.pdf>

El cacao en Colombia se desarrolla, en gran medida como un sistema de producción campesina, es decir, el productor vive en la finca, trabaja en ella y devenga la mayor parte de su sustento de ella.

La producción nacional es permanente a lo largo del año, con dos importantes picos productivos: noviembre- diciembre- enero y abril- mayo- junio. El cacao se comercializa en sacos de fique de 60 kilos y los destinos principales son las ciudades donde más se procesa: Bogotá, Medellín y Manizales.

Respecto a la iniciativa del gobierno, como se sabe existe una fuerte promoción de la paz a nivel nacional, y debido al temor por el aumento del narcotráfico en diferentes zonas del territorio (Figura 5), se toma la iniciativa de crear estrategias para reemplazar dichos cultivos ilícitos por

otros que beneficien a la población que los cultivaba, y vayan encaminados al cese de la violencia y erradicación de siembra de productos para el narcotráfico. Es así como a partir del “CONPES 3218 de 2003, Programa de Desarrollo Alternativo 2003 – 2006, se priorizó como alternativa a los cultivos ilícitos, la implementación de proyectos agroforestales y agrícolas de mediano y largo plazo como el cacao, el café, el caucho, la palma y plantaciones forestales a partir del uso sostenible de los recursos naturales”. (Jaimes, 2018)

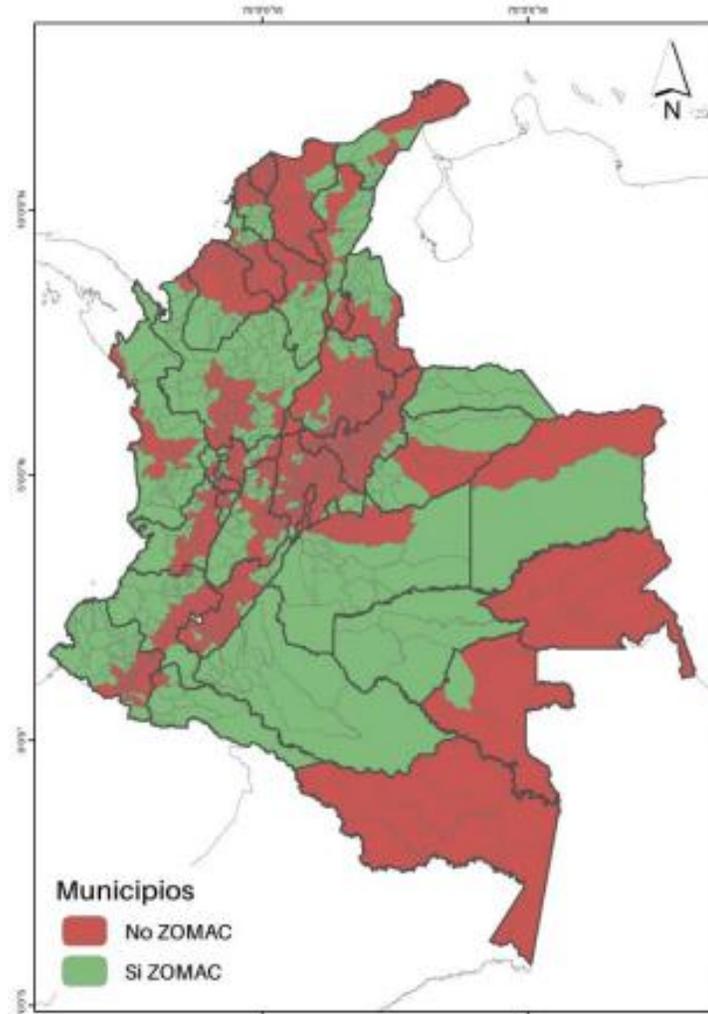


Figura 5. Zonas con mayor afectación por el conflicto armado y narcotráfico en Colombia
Fuente: CIAT (2019). Tomado de:

https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/102209/CIAT_CBPA_201905.pdf?sequence=1

“Históricamente, la pobreza ha sido mayor en las áreas rurales del país, lo que hace necesario aumentar la inversión en dichos sectores, con el fin de empezar a brindar soluciones al problema. Si bien ha disminuido, la desigualdad ha aumentado, debido al desplazamiento causado por el



conflicto armado, el narcotráfico y el abandono de las actividades productivas resultantes de la migración hacia las ciudades”. (FAO, s.f)

Según el Centro de Aprendizaje en Finanzas e Inversiones Rurales (RFILC, 2014), “la agricultura familiar aporta a la seguridad y soberanía alimentaria, contribuye a la protección de la biodiversidad, provee la mayor cantidad de oportunidades de trabajo rural, desarrolla conocimientos propios del quehacer agrícola y se apoya en redes familiares y comunitarias”. (FAO, s.f)

De acuerdo con el Observatorio de Drogas de Colombia, del Ministerio de Justicia, entre 2003 y 2010 se atendieron 7.911 familias como parte de dicho programa en los pueblos de la zona. De ese total, cerca de 6.000 productores están vinculados actualmente con proyectos para cultivar su propio cacao. (Alarcón, 2020)

Hoy en día, una gran cantidad de productores de las diferentes zonas rurales del territorio nacional le apuestan a la sustitución de cultivos ilícitos por la siembra de cacao y otros frutales para recuperar todo este territorio afectado por la deforestación indiscriminada para la siembra de dichos cultivos destinados al narcotráfico en el país. (Alarcón, 2020)

Es así como al cacao colombiano se le considera de fino aroma, “una clasificación que otorga la Federación Internacional del Cacao (ICCO) para describir un producto de exquisito aroma y sabor, y que representa apenas el 8% de la producción de cacao en el mundo. De hecho, se le otorgó el reconocimiento al cacao colombiano en el ‘Salón del Chocolate 2015’ en París, evento que contó con la participación de 146 muestras de 35 países y en el que una muestra proveniente de San Vicente de Chucurí (Santander) fue seleccionada como finalista del International Cocoa Awards”. (Colombiaco, 2019)

3.3 PAPEL EN LA ECONOMÍA NACIONAL

Colombia cuenta con una gran participación en el mercado internacional respecto al cultivo del cacao, por ser un producto de gran reconocimiento a nivel mundial debido a su alta calidad.



SC-

En la Tabla 3 se ilustran respectivamente los principales países compradores de este producto proveniente de Colombia.

Tabla 3. Principales países compradores de cacao colombiano

DESTINO DE LAS EXPORTACIONES		
País	Toneladas	Participación
España	2.351	22%
Bélgica	1.857	18%
Malasia	1.680	16%
México	1.224	12%
Canadá	910	9%
Italia	860	8%
Estonia	525	5%
Países Bajos	499	5%
Argentina	250	2%
India	205	2%
Ecuador	100	1%
EE. UU	37	0%
Otros	75	0%
Total	10.572	100%

Fuente: Elaboración propia. **Información recolectada de:**

<http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6929/1/5131561-2018-II-NIIE.pdf>

En la última década del siglo XX, Colombia estuvo dentro del ranking mundial de productores de cacao según datos de la FAO (1990) en el puesto 9, y era tercero dentro de los del continente americano por debajo de Brasil y Ecuador e incluso por encima de México. (FAO, s.f)

En temas laborales, la producción de cacao sin duda aporta en la generación de empleos directos e indirectos en las diferentes zonas aptas para este cultivo, que varían en cierto modo dependiendo de las dinámicas de demanda nacional e internacional del producto, lo que permite que a corto, mediano o largo plazo se extienda el flujo de capital en estas regiones, fortaleciendo el sector agropecuario y otros sectores de la economía en el país.

Conforme a lo anterior, según el MADR (2010), el empleo generado por el cultivo de cacao presenta un crecimiento anual aproximado de 4,92%. Desde el 2002 hasta el 2009 este se ha

incrementado un 39,96% pasando de 46600 personas empleadas a 65220. En la Figura 6 y en la Tabla 4 se observa este comportamiento.

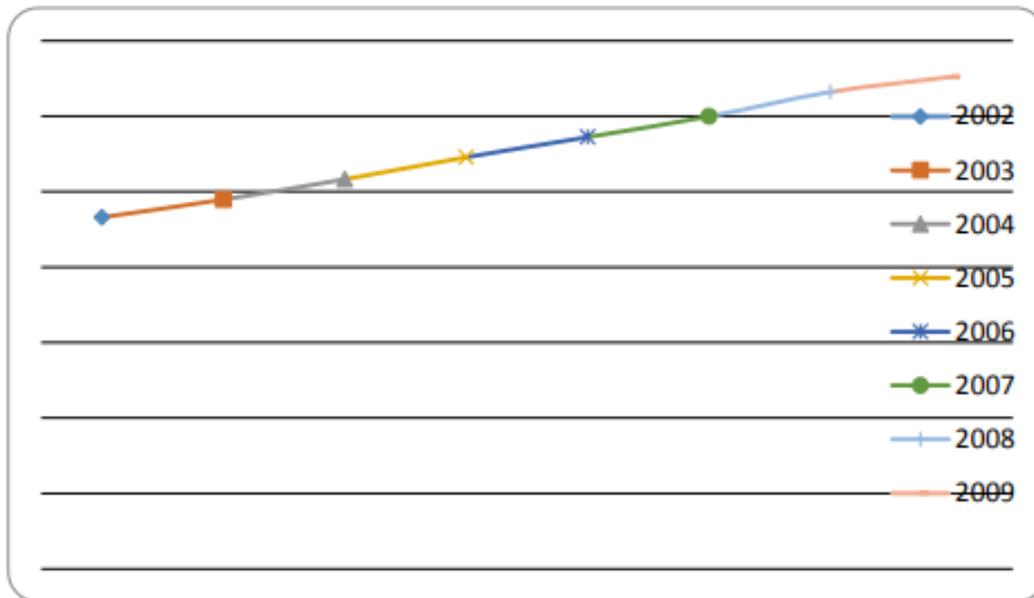


Figura 6. Empleos generados por cultivo de cacao 2002-2009

Fuente: MADR (2010). Tomado de:

https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/1572/7/ArboledaRicardo_2010_AnalisisSocioeconomicoSector.pdf

Tabla 4. Empleos generados por el cultivo de cacao 2002-2009

Año	Personas	Variación	Variación (%)
2002	46.600		
2003	48.949	2.349	5,04
2004	51.633	2.684	5,48
2005	54.557	2.924	5,66
2006	57.223	2.666	4,89
2007	59.966	2.743	4,79
2008	63.203	3.237	5,40
2009	65.220	2.017	3,19

Fuente: Análisis socioeconómico del sector cacaotero colombiano (2010). Tomado de:

https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/1572/7/ArboledaRicardo_2010_AnalisisSocioeconomicoSector.pdf

El cultivo del grano de cacao representa un importante generador de empleo en el país, ya que utiliza aproximadamente entre 120 y 180 jornales en su instalación, y entre 88 y 100 jornales



durante el periodo de mantenimiento de edades entre 15 y 20 años. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2010)

“En el eslabón primario del cacao se generan alrededor de 70000 empleos, de los cuales dependen cerca de 30000 familias. Cabe mencionar que la producción de cacao en grano de Colombia en el año 2013 fue de 79686 toneladas en un área cosechada de 151.930 hectáreas, lo que sin duda representó un año con un crecimiento en la tasa de empleabilidad en varias regiones del territorio nacional. El promedio de producción actual es de 500 kilos por hectárea/año, y se cuenta con un potencial de 600000 hectáreas para la producción del mismo. Así mismo, con mejores prácticas, buen manejo de postcosecha y manejo de material vegetal certificado, el país puede lograr una productividad entre los 1500 a 2000 kilos por hectárea”. (López, 2018)

La Coordinadora Latinoamericana y del Caribe de Pequeños Productores y Trabajadores de Comercio Justo (CLAC), es la organización codueña del sistema Fairtrade International y la red que representa a todas las organizaciones certificadas Fairtrade de América Latina y el Caribe. Este organismo busca fortalecer las relaciones entre los grandes compradores y los productores, haciéndolas más justas y equitativas para estos últimos. La CLAC cuenta con una red especial denominada: Red Cacao, la cual busca ayudar a las organizaciones de pequeños productores de cacao mediante soporte técnico, el fomento de intercambios regionales y el fortalecimiento de las alianzas con otras redes (CRISTANCHO, 2020), creando así una variedad de empleos en los diferentes procesos y aportando al aumento económico de pequeños productores.

“Colombia es deficitaria de materia prima de cacao, por lo que una mayor producción interna competitiva es indispensable para poder reducir las importaciones y aumentar las exportaciones de productos con alto valor. Es por eso que el gobierno de Colombia a través del Programa de Transformación Productiva fomenta la productividad y la competitividad del sector del cacao, por considerarlo con elevado potencial exportador ya que como se mencionaba previamente, corresponde a uno de los principales cultivos industriales tropicales en el país y existe un gran interés por mejorar su competitividad”. (Pabón, Manuel G, 2016)



SC-

3.4 POLÍTICAS ECONÓMICAS NACIONALES

A continuación, se mencionan de manera cronológica las políticas establecidas dentro del territorio nacional, relacionadas con aspectos de producción y venta del cacao en el país:

- Ley 31 de 1965 “Sobre fomento de las industrias de cacao y cesión de unos bienes donde se establece la cuota de fomento cacaotero del 2% y el Fondo Nacional de Cacao (FNC) como retribución de los servicios que contará el gobierno nacional para el desarrollar programas de fomento y protección del cultivo, regulación de su comercio y presentación de servicios a los agricultores”. (Minjusticia, 1965)
- Decreto 663 de 1966 “Por el cual se reglamentan unas disposiciones de la Ley 31 de 1965 la obligación establecida por la Ley 31 de 1965 sobre el descuento de la cuota del 2% del precio de compra del cacao de producción nacional, es para todas las personas naturales y jurídicas que lo adquieran con fines industriales, comerciales o de exportación”. (Minjusticia, 1966)
- Ley 67 de 1983 “Por la cual se modifican unas cuotas de fomento, y se crean unos fondos, y se dictan normas para su recaudo y administración a través de esta Ley se incrementó la cuota de fomento cacaotero de 2% al 3% sobre el precio de venta de cada kilogramo de cacao de producción. De la misma manera se ampliaron los objetivos de los recursos dichos fondos, se estableció el recaudo en las entidades que compran o procesan dichos productos y se estableció la Comisión de Fomento, así como ciertas pautas sobre la administración, vigilancia y control de dichos fondos”. (Minjusticia, 1983)
- Decreto 1000 de 1984 “Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 67 de 1983 pauta el recaudo en especial en cuanto a los aspectos fiscales y de auditoría estableciendo los mecanismos de control idóneo para la vigilancia del cumplimiento de dicha Ley, así mismo como las sanciones pertinentes por el incumplimiento”. (Fedearroz, 1984)
- Ley 321 de 1996 “por la cual se fijan condiciones para la administración de la cuota de fomento cacaotero, establecidas por las Leyes 31 de 1965 y 67 de 1983 reglamenta las



condiciones y requisitos de las entidades que administran las cuotas, así como el vencimiento de los contratos de administración”. (Minjusticia, 1996)

- Decreto 2025 de 1996 “por el cual se reglamenta parcialmente el capítulo V de la Ley 101 de 1993, y las leyes 67 de 1983, 40 de 1990, 89 de 1993 y 114, 117, 118 y 138 de 1994, amplia y define los mecanismos de control interno en los fondos parafiscales”. (Minjusticia, 1996)
- Decreto 2255 de 1996 “por el cual se reglamenta la Ley 321 de 1996, decreta que la entidad que administre la cuota de fomento cacaotero, deberá tener representación de los departamentos productores de cacao en proporción a la producción nacional”. (Minjusticia, 1996)
- Decreto 502 de 1998 “por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 67 de 1983, decreta regular que los compradores, comerciantes, exportadores o fábricas procesadoras de cacao en su condición de recaudadores de la cuota de fomento cacaotero, están obligados a hacer uso de la factura única numerada, la cual diseña y elabora la entidad administrativa del Fondo Nacional del Cacao”. (Minjusticia, 1998)
- Decreto 1485 de 2008 “por el cual se transforma el Fondo de Estabilización de Precios de Exportación del Cacao en el Fondo de Estabilización de Precios del Cacao, el Fondo de Estabilización de Precio del Cacao tendrá por objeto procurar un ingreso remunerativo para los productores, regular la producción nacional e incrementar las exportaciones mediante el financiamiento de la estabilización de los precios del grano o semillas del cacao”. (Minjusticia, 2008)
- Resolución 283 de 2012 “Por la cual se otorga un apoyo a la comercialización de cacao en el 2012 segundo tramo”, intervinientes en el derecho agropecuario, incentivos económicos en materia agropecuaria, funciones del ministerio de agricultura y desarrollo rural, desarrollo agropecuario, programas de desarrollo agropecuario. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012)



- Plan Nacional de Desarrollo del 2014-2018 “Todos por un nuevo país, paz, equidad, educación”, con el fin de generar apoyo por medio del ministerio de agricultura a todos los cultivadores del país, teniendo en cuenta a los cacaoteros con clústeres sectoriales para turismo, como también una app donde se muestre o facilite las fortalezas de los procesos de innovación del cacao, y promover el desarrollo de pequeños cultivadores. (Ministerio de Agricultura, 2014)
- Iniciativa Cacao, Bosques y Paz en Colombia del 2017, “Contribución a la implementación del acuerdo de paz y el objetivo de avanzar en cacao cero deforestación”, con el fin que el cacao contribuya plenamente a la protección y restauración de bosques en Colombia, incorporando la intensificación sostenible y la diversificación de la producción del cacao para que los agricultores mejoren sus ingresos, subsistencia e inclusión social sobre todo en áreas críticas del posconflicto. (Ministerio de Ambiente, 2017)
- Plan Nacional de Renovación 2020, “diez mil hectáreas de cacao productivo serán impactadas por la renovación”, desarrollado para llevar a cabo en el 2021 con el fin de darle un impulso al cultivo del cacao del país en cabeza de la administración de la Federación Nacional de Cacaoteros. (Ministerio de Agricultura, 2020)

4. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA

4.1 CONCEPTUALIZACIÓN

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) “es una metodología de evaluación ambiental mediante la cual se pueden analizar y cuantificar todos los aspectos ambientales de un producto, proceso o servicio a lo largo de su ciclo de vida. El estudio incluye todas las etapas de su existencia, es decir, las etapas que van desde la extracción y procesado de las materias primas, su manufactura, transporte, distribución, uso, reutilización o reciclaje y la disposición final de los residuos”, (Rodríguez, 2016), realizando una buena recolección y evaluación de las entradas, resultados y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto durante su ciclo de vida. El ACV puede aportar a:

- La identificación de oportunidades para mejorar el desempeño ambiental de productos en las distintas etapas de su ciclo de vida.
- El aporte de información a quienes toman decisiones en la industria, organizaciones gubernamentales o no gubernamentales (por ejemplo, para la planificación estratégica, el establecimiento de prioridades, el diseño y rediseño de productos o procesos).
- La selección de los indicadores de desempeño ambiental pertinentes, incluyendo técnicas de medición.
- El marketing (por ejemplo, implementando un esquema de etiquetado ambiental, elaborando una reivindicación ambiental, o de una declaración ambiental de producto) (ISO, 2006).

Si bien todos los ACV deben cubrir las mismas etapas, el nivel de detalle no es el mismo en todos ellos, ya que depende del objetivo a cubrir. Ello da lugar a la diferenciación de tres tipos: (Secretaría Distrital de Ambiente, 2016)

El Análisis de Ciclo de Vida conceptual, es el más sencillo. “Se trata de un estudio básicamente cualitativo, cuya finalidad principal es la identificación de los potenciales impactos que son más significativos. Los datos que se utilizan son cualitativos y muy generales”. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2016)

El Análisis de Ciclo de Vida simplificado, es el segundo en escala de complejidad. “Consiste en aplicar la metodología de ACV para llevar a cabo un análisis selectivo (tomando sólo en consideración datos genéricos y abarcando el Ciclo de Vida de forma superficial), seguido de una simplificación (centrándose en las etapas más importantes) y un análisis de la fiabilidad de los resultados”. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2016)

El Análisis del Ciclo de Vida completo, corresponde al nivel más avanzado. “Consiste en realizar un análisis en detalle, tanto del inventario como de los impactos, de forma cualitativa y cuantitativa”. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2016)

En su forma actual, el Análisis de ciclo de vida constituye un instrumento de gestión ambiental y diseño de procesos menos contaminantes. Ha sido sindicado en el desarrollo de los sistemas de eco etiquetado, en la formulación de guías para el desarrollo de “productos ambientalmente favorables” y en las normas ISO.

En la norma UNE-EN ISO 14040 (Gestión Ambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia), se define el Análisis de Ciclo de Vida como una técnica que trata los aspectos medioambientales y los impactos ambientales potenciales a lo largo del ciclo de vida de un producto, mediante:

- la recopilación de un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema del producto (producto/proceso en estudio).
- la evaluación de los potenciales impactos medioambientales asociados con las entradas y salidas identificadas en el inventario.
- la interpretación de los resultados de las fases de análisis de inventario y evaluación de impacto de acuerdo con los objetivos del estudio. (ISO, 2006)

Las normas de referencia para la realización de un ACV son:

- “UNE-EN ISO 14040. Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia. Diciembre 2006.
- UNE-EN ISO 14044. Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Requisitos y directrices. Diciembre 2006. La ISO 14044 sustituyó a ISO 14041, 14042 y 14043”.(Estévez, 2013)

4.2 ETAPAS DEL CICLO DE VIDA

La función principal de un análisis del ciclo de vida, “es la de proporcionar información que ayude a la identificación de oportunidades de mejora, de manera de confrontarlas con los riesgos asociados y finalmente, tomar las decisiones necesarias para mejorar el desempeño ambiental. El (ACV) permite comparar entre procesos de un mismo producto o entre productos de diferentes materiales, por lo que dicha información tiene aplicación directa en el diseño y desarrollo de los

productos, la mejora continua de los procesos, la planificación estratégica, el marketing verde, así como en el desarrollo de políticas públicas”. (Rodríguez, 2016)



Figura 7. Etapas del Ciclo de Vida

Fuente: Escuela de Organización Industrial (2016) **Tomado de:** <https://www.eoi.es/es/>

Conforme con la Figura 7, la vida de un producto inicia en el diseño y desarrollo del mismo y finaliza con las actividades de reutilización y reciclaje, pasando por las siguientes etapas:

- Adquisición de materias primas. Todas las actividades necesarias para la extracción de las materias primas y las aportaciones de energía del medio ambiente, incluyendo el transporte previo a la producción.
- Proceso y fabricación. Actividades necesarias para convertir las materias primas y energía en el producto deseado.
- Distribución y transporte. Traslado del producto final al cliente.

- Uso, reutilización y mantenimiento. Utilización del producto acabado a lo largo de su vida en servicio.
- Reciclaje. Comienza una vez que el producto ha servido para su función inicial y consecuentemente se recicla a través del mismo sistema de producto (ciclo cerrado de reciclaje) o entra en un nuevo sistema de producto (ciclo de reciclaje abierto).
- Gestión de los residuos. Comienza una vez que el producto ha servido a su función y se devuelve al medio ambiente como residuo. (Estévez, 2013)

4.3 ACV EN EL CONTEXTO DE LA ISO 14000

Las normas ISO poseen varios estándares asociados a la conducción de ACV, recalando así:

- “Norma ISO 14040: presenta los principios generales y requerimientos metodológicos del ACV de productos y servicios.
 - Norma ISO 14041: guía para determinar los objetivos y alcances de un estudio de ACV y para realizar el análisis de inventario.
 - Norma ISO 14042: guía para llevar a cabo la fase de evaluación de impacto ambiental de un estudio de ACV.
 - Norma ISO 14043: guía para la interpretación de los resultados de un estudio de ACV.
 - Norma ISO 14048: entrega información acerca del formato de los datos que sirven de base para la evaluación del ciclo de vida.
 - Norma ISO 14049: posee ejemplos que ilustran la aplicación de la guía ISO 14041”.
- (Universidad Popular del Cesar, 2013)

Las normas de la serie 14000 que presentan mayor relación con ACV, cuyas bases tienen como objetivo la mejora de la gestión ambiental y son verificables tanto externa como internamente son las siguientes:

- “UNE-EN ISO 14001:2004. Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.
- UNE-EN ISO 14006:2011. Sistemas de gestión ambiental. Directrices para la gestión del ecodiseño.
- UNE-EN ISO 14020:2002. Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Principios generales.
- UNE-EN ISO 14021:2002. Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Autodeclaraciones medioambientales. Etiquetado ecológico Tipo II (se basa en declaraciones del fabricante).
- UNE-EN ISO 14024:2001. Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Etiquetado ecológico Tipo I. Principios generales y procedimientos (se basa en criterios establecidos por una tercera parte, como la ecoetiqueta de la UE, el Nordic Swan u otros).
- UNE-EN ISO 14025:2010. UNE EN-ISO 14024:2001. Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Etiquetado ecológico Tipo III. Principios generales y procedimientos (Se basa en información cuantificada del producto obtenida de un estudio de su ciclo de vida).
- UNE- EN ISO 14031:2000. Gestión medioambiental. Evaluación del comportamiento medioambiental. Directrices generales.
- UNE-EN ISO 14040:2006. Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia.
- UNE-EN ISO 14044:2006. Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices.
- UNE-EN ISO 14045:2012. Gestión ambiental. Evaluación de la ecoeficiencia del sistema del producto. Principios, requisitos y directrices.
- UNE-EN ISO 14046:2015. Gestión ambiental. Huella de agua. Principios, requisitos y directrices.
- UNE-ISO/TR 14062:2007 IN. Gestión ambiental. Integración de los aspectos ambientales en el diseño y desarrollo de productos.
- UNE-EN ISO 14063:2010. Gestión ambiental. Comunicación ambiental. Directrices y ejemplos.

- UNE-EN ISO 14064-1:2012. Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificaciones y orientaciones, a nivel de la organización, para la cuantificación y la declaración de las emisiones y reducciones de gases de efecto invernadero.
- UNE-EN ISO 14064-2:2012. Gases de efecto invernadero. Parte 2: Especificaciones y orientaciones, a nivel de proyecto, para la cuantificación, la monitorización y la declaración de las reducciones y de las mejoras en la eliminación de gases de efecto invernadero.
- UNE-EN ISO 14064-3:2012. Gases de efecto invernadero. Parte 3: Especificaciones y orientaciones para la validación y la verificación de las declaraciones de gases de efecto invernadero.
- UNE-E ISO 14065:2012. Gases de efecto invernadero. Requisitos para los organismos que realizan la validación y la verificación de gases de efecto invernadero, para su uso en acreditación u otras formas de reconocimiento”. (Haya , 2016)

4.4 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL ACV

La herramienta del Análisis del Ciclo de Vida fue desarrollada en los años sesenta y es utilizada para la prevención de la contaminación desde los setenta. Podemos decir que no existen procedimientos específicos o guías a seguir, pero si una serie de aproximaciones que pueden ser útiles en función de las necesidades a resolver por medio de esta metodología”.(Estévez, 2013)

El ACV es el nombre que se le asignó en 1991, a nivel internacional, al “método analítico que contempla y hace una interpretación de los impactos ambientales potenciales de un producto o servicio a lo largo de su ciclo de vida”.

El ACV solía recibir anteriormente otros nombres, tales como Ecobalances, Análisis del Perfil Ambiental y de Recursos, Análisis Ambiental Integral, Perfiles Ambientales, entre otros, y se le comparaba con otras herramientas tales como Evaluación del Riesgo Ambiental y la Evaluación de Impacto Ambiental en cuanto al alcance, las ventajas y las desventajas entre uno y otros métodos. (VARGAS, 2008)



La primera vez que se habló de la necesidad de tener en cuenta los impactos ambientales de los productos fue en 1963, en la conferencia mundial de energía dirigida por Harold Smith; anteriormente en 1960 y luego en 1970, se habló de los requerimientos de energía de algunos procesos y sistemas, y el análisis de los efectos ambientales por el empleo de la energía. (VARGAS, 2008)

Ya en 1971 después de diferentes menciones sobre la necesidad de analizar los impactos ambientales de los diferentes productos y servicios, la academia de Estados Unidos, de manera independiente, empezó a estudiar el ACV, y luego otras universidades como la Universidad de Stanford y la Universidad de Illinois iniciaron también con los estudios sobre esta.

La ISO en los años 90 estandarizó una estructura de trabajo sistematizada para conducir un Análisis de Ciclo de Vida, resultando en las normas ISO 14040, 14041, 14042 y 14043. “Posteriormente en 2006, luego de las revisiones técnicas de rigor, dichas normas fueron fusionadas en las normas ISO 14040 y 14044”. (Rodríguez, 2016)

En el 2001 nació el Centro Americano para la Evaluación de Ciclo de Vida con el fin de “fortalecer la capacidad en la diseminación del conocimiento sobre el ACV. Esta organización promovió el empleo del ACV mediante conferencias, talleres, proyectos específicos, donde participaron miembros del gobierno, la industria, academia, ONG, entre otros”. (Ramírez, 2017)

4.5 ETAPAS DE DESARROLLO DE UN ACV

Según la ISO 14040 de 2006, se plantean cuatro fases para el análisis del ciclo de vida, como ilustra en la Figura 8, las cuales serán explicadas a continuación:

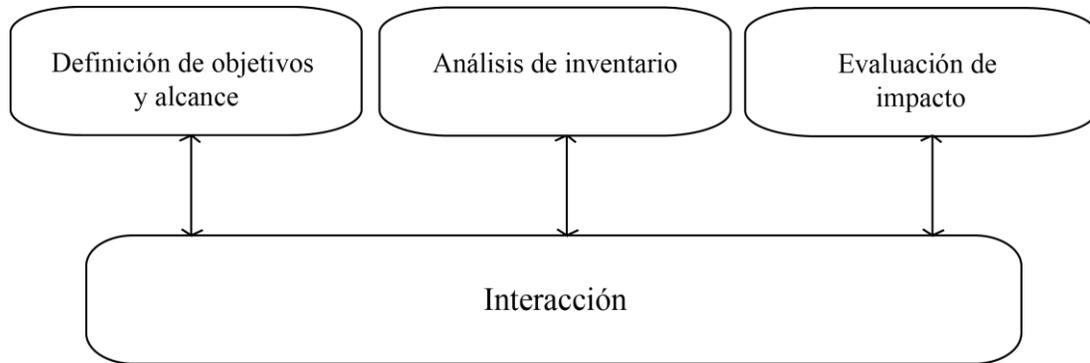


Figura 8. Marco del Análisis del Ciclo de vida (ACV)

Fuente: UPC. Tomado de:

https://portal.camins.upc.edu/materials_guia/250504/2013/Analisis%20del%20Ciclo%20de%20Vida.pdf

a. Definición de objetivos y alcances: En esta fase se exponen los motivos por los que se desarrolla el estudio y se establece el alcance donde se define la amplitud, profundidad y detalle del estudio. Donde se podrían tener en cuenta las siguientes etapas:

- **Función del sistema:** “Se deben describir las funciones que definen el sistema en estudio. Esto es importante en aquellos casos donde el producto puede cumplir varias funciones. Por ejemplo, un computador multimedia puede ser utilizado como procesador de información y, además, puede servir para comunicación telefónica/fax. Si el ACV se realiza para comparar ambientalmente varios sistemas, se debe garantizar que cumplan la misma función”. (Universidad Popular del Cesar, 2013)
- **Unidad funcional:** “La unidad funcional se refiere a la base de cálculo sobre la cual se efectuarán los balances de materias y energía. En el caso de ACV comparativos, se debe seleccionar una unidad funcional que refleje la función que interesa comparar. Por ejemplo, el ACV para comparar dos tipos de detergentes puede considerar, como unidad funcional, el lavado de 1000 kg de ropa de algodón”. (Universidad Popular del Cesar, 2013)
- **Límites del sistema:** “Se debe identificar el conjunto de procesos unitarios o subsistemas que permiten producir el producto en estudio. Ello incluye la obtención de los recursos primarios, todos los procesos de fabricación y transporte de los componentes del producto y sus materias primas, además de todas las fases del ciclo de vida del producto terminado. Es

necesario decidir qué procesos y etapas del sistema se van a incluir en el estudio, así como los criterios que se utilizan para tal decisión y su compatibilidad con los objetivos del ACV”. (Universidad Popular del Cesar, 2013)

b. Inventario del Ciclo de Vida (ICV): “Durante esta etapa se identifican y cuantifican todas las entradas (consumo de recursos y materiales) y salidas (emisiones al aire, suelo, aguas y generación de residuos) que pueden causar un impacto durante el ciclo de vida de un producto. Los datos obtenidos en esta fase son el punto de partida para la evaluación de impactos del ciclo de vida”. (Rodríguez, 2016)

En el caso de sistemas que desarrollan más de una función o que fabrican más de un producto, se debe distribuir los aspectos ambientales entre los productos que genera. La asignación de las cargas ambientales a diferentes productos es necesaria en los siguientes casos:

- “Procesos con salidas múltiples, donde se generan diferentes productos, algunos de los cuales cruzan los límites del sistema.
- Procesos con entradas múltiples, donde es difícil establecer relaciones de causalidad entre entradas y emisiones.
- Procesos con reciclaje de lazo abierto, donde los residuos que salen de un sistema son utilizados como materias primas para otro sistema, fuera de los límites del sistema en estudio”. (Universidad Popular del Cesar, 2013)

c. Evaluación de los Impactos del Ciclo de Vida (EICV): “Durante esta etapa se relacionan las entradas y salidas seleccionadas en el inventario con los posibles impactos sobre el medio ambiente, la salud humana y los recursos, con el fin de clasificar, caracterizar y valorar la importancia que los potenciales impactos generan”. (Rodríguez, 2016)

A parte de los elementos descritos en la Figura 9, también existen otra serie de elementos opcionales que pueden ser utilizados dependiendo del objeto y alcance del estudio ACV.

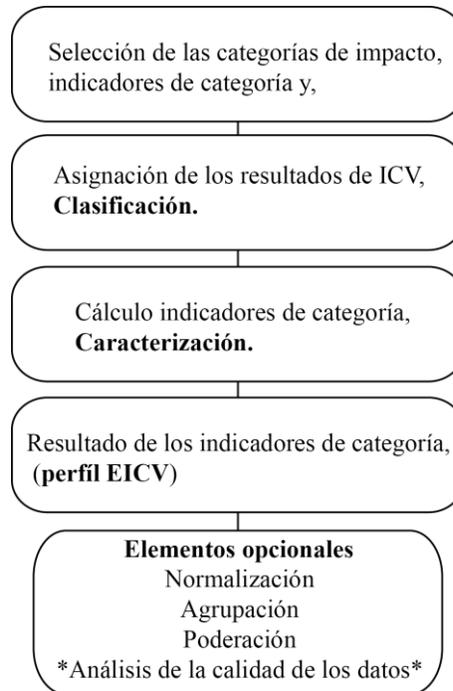


Figura 9. Elementos obligatorios y opcionales del AICV

Fuente: UPC. **Tomado de:** <https://geoinnova.org/blog-territorio/analisis-del-ciclo-de-vida-iso-14040/>

Normalización: se entiende por normalización la relación de la magnitud cuantificada para una categoría de impacto respecto un valor de referencia ya sea a escala geográfica y o temporal.

Agrupación: clasificación y posible catalogación de los indicadores.

Ponderación: consiste en establecer unos factores que otorgan una importancia relativa a las distintas categorías de impacto para después sumarlas y obtener un resultado ponderado en forma de un único índice ambiental global del sistema

Análisis de calidad de los datos: ayuda entender la fiabilidad de los resultados del ICP se considerará obligatorio el análisis comparativo. (Sánchez, 2013)

d. Interpretación de resultados: La interpretación es la combinación de los resultados del (ICV) y la (EICV), con la finalidad de extraer, de acuerdo a los objetivos y alcances planteados, conclusiones y recomendaciones que permitan la toma de decisiones. A veces,



puede implicar un proceso dinámico de revisión y actualización del alcance, así como de la naturaleza y la calidad de los datos recopilados para que sean coherentes con el objetivo y el alcance del análisis del ciclo de vida. (Rodríguez, 2016)

“El enfoque del ciclo de vida y las metodologías descritas en las normas ISO 14040 y 14044 pueden interaccionar con otras herramientas de gestión ambiental como los estudios de impacto ambiental y/o auditorías ambientales; también apoyan otras normas ISO como las ISO 14046 y 14067. Asimismo, son compatibles con sistemas de gestión como el EFQM, pero además el enfoque holístico del Análisis del Ciclo de Vida es igualmente aplicable en la vida cotidiana ya que nos ayudan a reconocer la manera en que nuestras acciones forman parte de un gran sistema de actos. En conclusión, dicho enfoque es un concepto versátil que contribuye a fomentar un ritmo de producción y consumo más sostenible, al mismo tiempo que un estilo de vida ambientalmente más responsable”. (Rodríguez, 2016)

Adicionalmente, se puede hacer uso de diferentes softwares al momento de desarrollar esta metodología, desarrollados para generar una mayor efectividad o credibilidad de los datos obtenidos al analizarlos; algunos de estos son:

- Software para el cálculo de la huella ambiental en la producción de cacao: “es desarrollado con base en un proceso de investigación tipo cuantitativo, con una población estudio de 3200 Cacao cultores del departamento del Huila, y una muestra representativa de 344 productores de cacao. Como variable independiente se utilizó el software en medición de las Huellas Ambientales, y como variable dependiente la Huella de carbono y huella hídrica en la producción de cacao, abordando con una metodología ágil a través del método SCRUM”. (Irlesa I. Sanchez M., 2017)
- Software SimaPro, “como herramienta profesional para realizar estudios de Análisis del Ciclo de Vida, el cual evalúa los impactos ambientales de productos (bienes o servicios), procesos y actividades. Además, este programa permite realizar estudios de Huella de Carbono, Huella de Agua y Huella Hídrica, Declaración Ambiental de Producto, Huella Ambiental de la Unión Europea, Ecodiseño, entre otros.

SimaPro incorpora las bases de datos más importantes, como Ecoinvent, ILCD, Agri-footprint, entre otros. También permite crear bases de datos propias (creadas por el usuario) y utilizar las metodologías de evaluación de impacto más importantes y actualizadas, como: ILCD 2011 Midpoint+, CML – IA baseline, ReCiPe 2016, IPCC 2013 y Traci 2.1”. (ISM, 2020)

- ECO-it es “una sencilla herramienta para el eco diseño. Funciona con indicadores ecológicos que reflejan mediante puntuaciones individuales el impacto de un proceso o material sobre el medio ambiente: el impacto será más grave cuanto más alta sea la puntuación. La estructura del programa es muy simple. Dispone de una ventana principal con cuatro páginas: 1. La página Ciclo de vida permite describir el ciclo de vida del producto a investigar. 2. La página Producción permite introducir la estructura jerárquica del producto y especificar los materiales y los procesos de producción de cada pieza (parte). Los materiales y procesos se seleccionan en el cuadro de diálogo Seleccionar un proceso. La base de datos incluye los indicadores ‘Recipe’ y ‘IPCC’ de los procesos de material, energía y transporte. 3. La página Uso permite introducir los componentes de energía y transporte. Cuenta con la exclusiva función de ciclo de vida adicional, que permite vincular un producto definido previamente (como el envasado), con su propio ciclo de vida, en la fase de uso. 4. La página Eliminación permite especificar dónde se desecha el producto o las distintas piezas o materiales. Una vez introducidos los datos, el usuario recibe información inmediata sobre el impacto medioambiental. De manera predeterminada, este impacto se muestra en cada línea mediante una barra roja (valor positivo) o amarilla (valor negativo). También se puede crear una presentación más sofisticada en una ventana de gráfico independiente mediante un gráfico circular o de barras. La base de datos de ECO-it sólo puede ser editada o ampliada por expertos de LCA. Para realizar un programa independiente es necesario utilizar ECO-edit”. (ECO-IT, 2014)

- OpenLCA “es un software de código abierto y gratuito para la evaluación del ciclo de vida y la sostenibilidad, con las siguientes características:
 - Cálculo rápido y confiable de su evaluación de sostenibilidad y/o evaluación del ciclo de vida.

- Información muy detallada sobre los resultados de los cálculos y análisis.
- Identificar los principales impulsores a lo largo del ciclo de vida, por proceso, flujo o categoría de impacto, visualizar los resultados y ubicarlos en un mapa.
- Cuenta con grandes capacidades de importación y exportación de su clase.
- Facilidad de compartir tus modelos.
- Costes del ciclo de vida y evaluación social integrados en el modelo del ciclo de vida.
- Fácil de usar; interfaz de usuario en una variedad de idiomas; función de repositorio y colaboración avanzada y eficiente.
- Mejora continuamente en implementación de nuevas funciones”. (openLCA, 2020)

• Air.e LCA es un producto diseñado para no solo realizar la Evaluación de ciclo de vida sino que a lo largo de esto sea posible analizar el desempeño ambiental de un producto u organización, sino también mejorarlo. El concepto de huella de carbono ayuda a las empresas y usuarios a trabajar contra el problema del cambio climático, mientras que la huella hídrica ayuda a las personas y organizaciones a abordar el problema de la escasez de agua. Al estimar todos los valores de impacto ambiental. Los procesos de cálculo en Air.e LCA son rápidos. Air.e LCA tiene el mejor motor de cálculo de todas las herramientas de ciclo de vida del mercado, esta funcionalidad permite al usuario ver los valores de impacto ambiental bajo diferentes metodologías en tiempo real. Air.e LCA proporciona a los usuarios las herramientas necesarias para desarrollar productos y servicios más sostenibles. (SOLIDFOREST, 2019)

• LCA Manager es una herramienta de Análisis de Ciclo de Vida - ACV (ISO 14040/44) y de soporte a la ecoinnovación que permite cuantificar el perfil ambiental y la huella de carbono de productos / actividades / procesos industriales teniendo en cuenta todo su ciclo de vida. Es totalmente compatible con la base de datos Ecoinvent 3.0 y se puede personalizar para distintos sectores industriales. Está dividido en las siguientes 6 etapas de cálculo:

- Caracterización: Entrada de datos.
- Obtención del inventario.
- Indicadores: Selección de indicadores.
- Impacto: Donde se obtención matrices impacto.
- Resultados: Obtención resultados.



- Gráficos: Definición gráficos a mostrar. (Simppler, 2018)
- GaBi se ha establecido desde mediados de los 90. También es una herramienta LCA muy establecida, que se utiliza en muchas industrias, especialmente en su mercado local, Alemania combina el software de generación de informes y modelado de evaluación del ciclo de vida (LCA) líder en el mundo, bases de datos de contenido con herramientas intuitivas de recopilación de datos e informes. Permite que los profesionales de LCA afecten los resultados comerciales al ayudar a ahorrar dinero, reducir el riesgo, comunicar los beneficios del producto y aumentar los ingresos. (Sphera, s.f)

5. CAPÍTULO IV: ACV COMO EVALUADOR DE IMPACTOS DEL CULTIVO DE CACAO

Mediante la implementación de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida sobre los cultivos de cacao, normalmente con ayuda de un software de medición de impactos ambientales y/o solamente analizando la información recolectada en el área de estudio, por proceso del servicio o producto, para llevar a cabo las respectivas fases del ACV que, como se mencionaba anteriormente corresponden a la definición del objetivo y alcance, análisis del inventario, evaluación de impacto y su debida interpretación, se determinan diversos resultados almacenados en estudios como “Life cycle management in agricultural products: Case study on cocoa cultivation in Norte de Santander” (Rangel-S, J. M., 2013); allí se evaluaron 14 fincas productoras de Cacao del departamento Norte de Santander, registrando las entradas de insumos de energía de los sistemas evaluados para cada una de las fincas determinando así, como lo muestra la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, la categoría de impacto promedio de potencial de calentamiento global, acidificación potencial, eutrofización potencial, oxidación fotoquímica potencial, destrucción de la capa de ozono toxicidad humana, agotamiento de los recursos abióticos en una hectárea, demostrando que la mayor fuente de impacto son los pesticidas y fertilizantes generando altas emisiones de Dióxido de Carbono(CO₂), Monóxido de Carbono(CO), Óxido Nitroso(N₂O), que influyen en el calentamiento global, como también afectación a la salud humana.

Tabla 5. Impactos potenciales promedio de las fincas en una hectárea

CATEGORÍA DE IMPACTO	PROMEDIO DE NORTE DE SANTANDER	UNIDAD
WGP	1,97E+02	(Kg CO ₂ eq)
AP	1,53E+00	(Kg SO ₂ eq)
EP	1,32E+00	(Kg PO ₄ eq)
OF	6,5E-02	(Kg Etileno eq)
DCO	5,10E-05	(Kg CFC-11eq)
TH	9,21E+01	(Kg 1,4-DCBeq)
ARA	1,64E+00	(Kg Antimonio eq)

Fuente: Elaboración propia Tomado de:

http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RA/article/view/428/428

Además en este mismo, “se pudo determinar que el cultivo de cacao desde el punto de vista de emisiones de gases de efecto invernadero es sostenible, debido a que los impactos generados en la categoría GWP no son altos y se pueden considerar despreciables teniendo en cuenta el servicio de captura de CO₂ prestado por el sistema agroforestal al medio ambiente, calculado en unas 4,3 toneladas de carbono al año”. (Rangel-S, J. M., 2013) Cabe aclarar que los impactos generados en la categoría GWP no son completamente debidos al dióxido de carbono, sino que intervienen otros gases de efecto invernadero como CH₄, CO, N₂O y NO, entre otros, por lo que se concluyó que posteriores procedimientos de cálculo para encontrar los balances emisión-captura CO₂ necesitan ser desarrollados. (Rangel-S, J. M., 2013)

Otra experiencia de aplicación del método ACV en cultivos del cacao, se dio en estos cultivos en etapa de granja en el estudio nombrado como “LCA applied to perennial cropping systems: a review focused on the farm stage” (Cécile Bessou, Claudine Basset-Mens, Thierry Tran, Anthony Benoist., 2013). Allí se determinó que los cultivos perennes a nivel mundial proporcionan una gran cantidad de frutas y otros productos alimenticios, así como materia prima para la bioenergía y, sobre todo con este fin, han sido objeto de varios estudios basados en ACV que se centran principalmente en los balances de energía y gases de efecto invernadero (GEI). El propósito de esta revisión fue investigar la relevancia de los ACV en cultivos perennes, centrándose especialmente en cómo se contabilizaron las especificidades de los cultivos en el modelado de la



etapa de finca. Como conclusión más relevante se obtuvo que normalmente se presta muy poca atención a la integración del ciclo de cultivo perenne en el ACV. Es especialmente cierto para los estudios basados en el ACV de bioenergía que a menudo se centran principalmente en la transformación industrial sin detallar la producción de materias primas agrícolas, aunque podría contribuir en gran medida a los impactos estudiados. Algunos parámetros clave, como la duración del ciclo del cultivo, la fase inmadura e improductiva o la alternancia de rendimiento bianual, en su mayoría no se tomaron en cuenta. Además, la falta de modelos conceptuales del ciclo perenne no se equilibró con ningún intento de representar la variabilidad temporal del sistema con un inventario completo de la gestión de cultivos y las emisiones de campo durante varios años. (Cécile Bessou, Claudine Basset-Mens, Thierry Tran, Anthony Benoist., 2013)

El artículo “aplicar la gestión del ciclo de vida en Colombia” (Oscar Orlando Ortiz-R, 2014), tuvo como principal objetivo la aplicación de esta metodología, para enfocarse en los aspectos socioambientales y económicos de la toma de decisiones de la producción de cultivo, como el del cacao, en el país. Para este artículo se implementaron dos metodologías de aplicación del análisis, la primera considerando la evaluación del CV con la cual se identificó los impactos ambientales presentes a lo largo de la producción del cacao; así mismo se implementó la función de pérdida de Taguchi como segunda metodología, midiendo los impactos económicos que conlleva el desenfoque de los objetivos para el proceso de producción, los resultados ambientales obtenidos referentes al potencial del calentamiento global que alcanza los cultivos de cacao tanto en valores positivos como negativos, correspondiendo a las emisiones netas de dióxido de carbono el mayor impacto ambiental debido al uso de fertilizantes, representando un 90-96% de las emisiones totales que se generan en el ciclo de vida del cacao.

Así mismo, en el artículo “Life cycle assessment as a tool to integrate environmental indicators in food products: a chocolate LCA case study” (Enrica Vesce, 2019), tenía como objetivo plantear indicadores cualitativos para la producción de chocolate desde un punto ambiental, desarrollando cada una de a las fases del análisis del ciclo de vida sobre todo en la etapa de transformación, reconociendo principales indicadores de calentamiento global, el agotamiento de la capa de ozono, entre otros, y realizando una comparación de datos de evaluación de daños a la salud humana, al ecosistema y al cambio climático. Detectando además



que se puede llegar a tener dificultades por falta de información complementaria de datos primarios y de información nacional. A la hora de poner en práctica los indicadores obtenidos en otros procesos o empresas para ser replicados, se debe asegurar la identificación clara de todos los procesos y materiales, procurando que estos sean básicamente similares o los mismos, para de este modo sean contemplados óptimos resultados ambientales.

A partir de los ejemplos bibliográficos citados previamente, así como demás información consultada sobre el objeto del presente documento, se mencionan a continuación, discriminados estos por cada uno de los recursos naturales afectados, los impactos ambientales identificados y producidos en los diferentes procesos del cultivo de cacao:

- Impactos sobre el suelo: Estos se pueden dar en la etapa de planeación de cultivo como también en la de establecimiento, levante o manejo de reproducción, más que todo en la de manejo o sostenimiento y distribución final si se llega a realizar descapote o mal manejo de los residuos, pero generalmente los cultivos del cacao no causan erosión debido a que en los lugares donde se planea desarrollar, corresponden a lugares previamente descapotados, o sencillamente reemplazan otro cultivo anterior; además, para su adecuada producción, se debe en cuenta la siembra de más árboles en medio de donde se va a desarrollar este cultivo.
- Impactos sobre el aire: En la etapa de establecimiento, manejo o sostenimiento por la aplicación de pesticidas y demás químicos, muchas de estas partículas son llevadas por el viento hasta llegar a eliminarse, por ende, son contaminantes a corto plazo en el aire. De generarse quemadas en alguno de los procesos de limpieza o mantenimiento del cultivo, y en el transporte de ser necesario, este humo también podría causar afectaciones a la salud humana.
- Impactos sobre la vegetación: Es posible que se dé la desaparición, transformación parcial o total de la vegetación al realizar los procesos de establecimiento de las áreas de cultivos, residuos que se generan en la parte de mantenimiento del cultivo y por supuesto el cambio en la biodiversidad de la zona, estos impactos se pueden generar en las etapas de planeación del cultivo, establecimiento, manejo reproducción o sostenimiento.

- Impactos sobre el agua: Se generan en las etapas de establecimiento, manejo o sostenimiento, posiblemente en la de disposición final, de modo que por escorrentía o infiltración, las fuentes hídricas cercanas podrían sufrir alguna contaminación debido a que en el cultivo de cacao se presenta el uso de agroquímicos; adicionalmente, el inadecuado manejo de los residuos en que vienen empacados estos productos, a no darles una disposición final adecuada, podrían ser fuente de contaminación no solo del recurso hídrico sino también del suelo.

En relación a lo anterior, se identifican algunos de los principales agentes contaminantes identificados en los diferentes procesos de producción del cultivo de cacao, que afectan en gran medida a uno o varios de los recursos previamente listados. Estos agentes pueden ser:

- Residuos de plaguicidas: “Se refiere a los residuos de estos productos para prevenir y/o repeler plagas los cuales, permanecen después de su aplicación en la planta, en el aire, en el suelo, y en las fuentes de agua. Debido a la fácil movilidad de los residuos y a su alto grado de permanencia en el ambiente, se dificulta su desaparición y por eso su durabilidad en el medio natural”. (Pérez, 2014)
- Residuos de fertilizantes: “Los fertilizantes contaminan las aguas superficiales y subterráneas debido a su alta solubilidad, el excesivo abuso en su utilización y sus aplicaciones incorrectas, los compuestos de estos fertilizantes se pueden filtrar a través del suelo y llegan a las aguas subterráneas ubicadas en determinadas zonas agrícolas ocasionando que estas aguas sean poco potables, provocando una contaminación difusa, denominada así por la dificultad de localizar las fuentes y su alto grado de dispersión”. (Pérez, 2014)
- Residuos de biomasa: “Resultantes de los cultivos agrícolas y de la industria de la transformación. Estos residuos en su mayoría son de composición orgánica y por provenir de seres vivos son renovables, además están constituidos mayoritariamente por agua, celulosa y lignina. Se generan en grandes cantidades y tiene una alta dispersión espacial. Su proceso de biodegradación es lento y al incrementarse la producción agrícola, se ha desequilibrado su

ciclo natural dando lugar a problemas sanitarios y paisajísticos, además de un despilfarro de recursos potenciales”.(Pérez, 2014)

- Residuos inertes: “Son los materiales empleados en la actividad agrícola que resultan como residuo (plástico, sustratos artificiales, envases metálicos o plásticos, cartón etc.). Según Pérez (2014) estos tienen un alto potencial para contaminar los suelos y las aguas. Además, por su lenta degradación, es necesario impedir la contaminación de las áreas naturales poniendo en práctica las medidas necesarias de control y recolección para su posterior almacenamiento”. (Pérez, 2014)

Con el fin de obtener un campo más detallado de los impactos negativos producidos a partir de la producción del cacao en diferentes regiones del país a continuación, se mencionan las afectaciones identificadas durante cada una de las etapas del cultivo:

En la primera etapa del cultivo, las afectaciones al medio natural se encuentran relacionadas con el proceso de escogencia del terreno; allí, se debe descapotar, quemar la vegetación y arar, de ser necesario. Sin duda, tales actividades pueden ocasionar importantes impactos negativos sobre el suelo, y más aún si se realizan prácticas inadecuadas para ello; así mismo, puede llevar al cambio obligatorio de hábitat de algunas especies o microorganismos. Finalmente, puede generar también significantes afectaciones a la salud humana, específicamente sobre las personas involucradas en el cultivo que se encuentre cerca de estas, causadas por el humo de las quemas realizadas.

Durante la segunda etapa del cultivo, donde se realiza el proceso de siembra, se ejecuta la actividad de riego, siembra, aplicación de fertilizante, limpieza de hierbas y aplicación de pesticidas, contemplando que, como se mencionó en párrafos anteriores, estos causan afectaciones sobre el recurso suelo, debido a la toxicidad de muchos de estos químicos; los impactos también pueden ser ocasionados debido a la inadecuada recolección y/o disposición de los desechos que resultan de este proceso, sobre fuentes hídricas cercanas.



Respecto a la tercera etapa, en donde ya se obtiene la cosecha, para la recolección de los frutos y posterior tratamiento de estos para el mercado, se lleva a cabo el proceso de secado, en donde se combinan métodos manuales naturales y/o artificiales, se selecciona y dispone la producción a procesos de transformación donde se obtendrán diferentes productos a base del cacao; en esta fase podría existir la probabilidad de que se presente impactos sobre el recurso suelo, si los desechos generados no disponen adecuadamente de un manejo in situ.

Las medidas de prevención o mitigación de estos impactos negativos causados por el cultivo del cacao se pueden desarrollar de una manera más productiva si se relacionan con los impactos positivos del mismo; en el componente agua por ejemplo, una forma de hacerlo es controlando la posible contaminación en las fuentes hídricas cercanas eligiendo los sistemas de riego adecuados, protegiendo integralmente cuencas o microcuencas cercanas, así como también haciendo que el sistema de abastecimiento capte estrictamente lo necesario para el cultivo con reservorios u otro tipo de almacenamiento útil.

Para el componente aire y suelo lo ideal sería no realizar quemas, pero como en muchas ocasiones esto se incumple, una buena medida de prevención consiste en ubicar guarda rayas para que el incendio no se expanda, así como concientizar a los agricultores en los temas de recolección y posible reciclaje de los desechos o residuos sólidos que se vayan generando en la ejecución del cultivo. “Las copas de los árboles, la hojarasca, las ramas, partes de los frutos, flores y otros residuos, cubren el suelo y reducen el impacto de la lluvia sobre el suelo. Los residuos de las copas que caen al suelo junto a las raíces, mejoran la estructura de este y su fertilidad, aumentando su contenido de nitrógeno y favoreciendo la retención de nutrientes”. (Correa, s/f)

En el componente de biodiversidad y/o vegetación, se debe evitar la poda de bosques primarios o flora nativa; lo mejor sería aprovechar la siembra en zonas de ganadería o ya usadas para otros cultivos, haciendo uso de especies nativas en dichas áreas intervenidas. “Los modelos agroforestales pueden desempeñar una función importante en la conservación de la diversidad biológica, al incorporar árboles dentro de los paisajes agrícolas. Introduciendo vegetación arbórea, junto con la conservación de las riberas de los ríos, permite la conexión de hábitats para

animales, aves, peces y plantas. Además, embellece el paisaje y mejora las condiciones de vida para los habitantes del campo”. (Correa, s/f)

Tabla 6. Medidas de acción según impactos

Impactos	Tipo de medidas	Medidas Identificadas
Erosión de suelos	Prevención	Capacitaciones sobre prácticas de conservación de suelos. Siembra en curvas de nivel. Control de quemas. Control moderado de malezas.
	Mitigación	Uso de coberturas vegetales.
	Control	Uso de coberturas vegetales.
Contaminación de suelos con residuos sólidos	Prevención	Recolección manual de bolsas plásticas o materiales luego de su introducción al campo. Capacitaciones sobre prácticas de manejo de residuos sólidos.
	Mitigación	Empleo de bolsas biodegradables.
	Control	Recolección manual y adecuada disposición de las bolsas plásticas y envases acumulados en campo.
Contaminación de suelos y aguas con residuos tóxicos	Prevención	Uso seguro y adecuado de agroquímicos. Lavado de envases de pesticidas. Capacitaciones sobre manejo de agroquímicos.
	Mitigación	Manejo combinado de productos de síntesis con productos de mínimo impacto sobre el medio ambiente (prácticas y productos de naturaleza orgánica o ecológica). Uso de especies fijadoras de nitrógeno. Uso de análisis de suelos para racionalizar uso de fertilizantes.
	Control	Sustitución de productos de síntesis por productos con mínimo impacto sobre el medio ambiente (prácticas y productos de naturaleza orgánica o ecológica)
Afectación de suelo y aire por quema de desechos	Prevención	Capacitaciones en manejo de desechos.
	Mitigación	Incorporar opciones de manejo nutricional que permitan mejorar la condición biológica del suelo.
	Control	Control de quemas.

Fuente: Elaboración propia. **Información tomada de:**

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/15004/RamosPerezDaniloFernando2014.pdf?sequence=>

1

6. CONCLUSIONES

A partir de lo expuesto en el cuerpo del presente documento, se puede concluir que:

- La producción del cultivo de cacao genera impactos sociales positivos en la economía nacional, siendo por un lado un generador de empleos principalmente en el área rural; así mismo, es uno de los principales productos de exportación del país, el cual es adquirido a nivel nacional e internacional, demostrando ser uno de los mejores en el continente suramericano, sobre todo en sus productos derivados como el chocolate.
- El cultivo del cacao es en gran medida un sistema de producción campesina, quien produce vive en la finca, trabaja en ella y deriva la mayor parte de su sustento de ella, promoviendo la cultura local de prácticas que se ha venido realizando por años. Dentro del marco del post- conflicto el cultivo del cacao representa una opción viable para la sustitución de cultivos ilícitos, esto significa una nueva oportunidad para las personas más afectadas por el conflicto. generando un ambiente saludable sano, mejora calidad de vida
- Dentro del proceso de producción del cacao, existe un factor importante en términos de impactos positivos sobre el ambiente, ya que a diferencia de otros cultivos como el del café, el cultivo del cacao No erosiona el suelo.
- La producción del cacao también es conocida por ser un cultivo normalmente de sombra, para lo cual se le siembran más especies arbóreas como plátano, lechosa, aguacate, frutales, entre otros, lo que ayuda a mejorar la calidad del aire por ser sumidero de oxígeno.
- Conforme con lo anterior, el cultivo de cacao puede aportar a procesos de reforestación en donde fueron eliminados bosques anteriormente existentes por actividades antrópicas, por lo tanto, el cultivo del cacao es una buena alternativa sostenible de reforestación industrial.
- La metodología de ACV permite definir mejoras en el desempeño ambiental del cultivo de cacao, ya que genera resultados estadísticos y cualitativos, por medio de los cuales se

pueden implementar actividades o procesos de prevención, reducción, mitigación, o compensación en los diferentes componentes ambientales o actividades del proceso de producción.

- Una de las mayores ventajas de la metodología, es que ésta identifica las etapas o etapa de producción con los mayores impactos negativos, y de este modo permite definir las formas de eliminar o limitar los diferentes tipos de emisiones de un producto o actividad específica, que puedan llegar a afectar de manera significativa al medio natural y contribuir con calentamiento global.
- Se encontró sin embargo, un déficit en la existencia de una gran cantidad de información y/o inventarios registrados sobre ACV implementada en cultivo de cacao en Colombia, por lo que se tuvo que recurrir a información de otros lugares del mundo con características similares al territorio nacional.
- Dicha dificultad por la ausencia de datos se cumple también para otros sectores productivos que quieren hacer uso de la metodología, haciendo que las bases de datos detrás de los análisis de ciclo de vida se estructuren generalmente a partir de datos provenientes de Europa, Norteamérica, o en el mejor de los casos de Brasil; en agricultura este aspecto sale a relucir con especial fuerza debido a limitaciones implícitas a los sistemas de producción, relacionadas con la naturaleza de los impactos asociados a su principal factor de producción: la tierra.
- En relación a lo anterior, es importante continuar fortaleciendo una base de datos sólida sobre esta metodología de gestión ambiental nivel nacional, con el fin de facilitar información en caso de que alguna empresa u otra persona desee aplicarla sobre servicio o producto similar a evaluar, y así tomar buenas decisiones para la respectiva producción, debido a que es una herramienta muy completa.



- Esta metodología puede ser utilizada para planeación de estrategias políticas, ambientales, económicas y posteriormente, realizar el debido seguimiento de ser necesario, y/o mejoras inmediatas al diseño de un nuevo producto al que se tiene.
- Es una limitante importante que varios de los softwares de apoyo para desarrollar la metodología no sean gratuitos, ya que dificulta su desarrollo por parte de personas naturales y/o pequeños productores que no tengan la facilidad económica para adquirirlos, además de que el tiempo que se debe utilizar para poder desarrollar este método de forma manual en la mayoría de ocasiones es demandante.



BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

Fedearroz. (1984). Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de http://www.fedearroz.com.co/normas/Decreto1000_84.pdf

Federación Nacional de Cacaoteros. (Diciembre de 2018). Recuperado el 20 de Octubre de 2020, de https://www.fedecacao.com.co/portal/images/recourses/pub_doctecnicos/fedecacao-pub-doc_05B.pdf

Simpple. (2018). Recuperado el 17 de Noviembre de 2020, de <https://www.simpple.com/es/productes/lcamanager/>

Colombiaco. (2019). Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de <https://www.colombiaco.co/extranjeros/negocios-en-colombia/exportacion/el-cacao-colombiano-endulza-al-mundo/>

SOLIDFOREST. (2019). Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de <https://www.solidforest.com/en/software-huella-ambiental.html>

Federación Nacional de Cacaoteros. (18 de 03 de 2020). Recuperado el 20 de 10 de 2020, de <http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-04-23-20-00-33/1193-boletin-de-prensa-asi-queda-el-ranking-de-produccion-de-cacao-en-colombia>

Alarcón, G. (11 de Febrero de 2020). Campesinos cambian cultivos de coca por cacao. *Santa Fé*, pág. 1.

Alvarez, E. A. (2018). *UAmerica*. Recuperado el 20 de Noviembre de 202, de <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6929/1/5131561-2018-II-NIIE.pdf>

Alvin, P. d. (s.f.). *ScienceDirect*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de <https://pdf.sciencedirectassets.com/302760/3-s2.0-C20130071344/3-s2.0-B9780120556502500150/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEFAaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQCBjfOuTvVQJtR28MAJmNPfQ%2B626qqFe0xovLPMSt9ZqwIgfaxnJS4f3JIfL57XAxtknu6%2FIc3ssu1CDsvNtCqib>

Antón Vallejo. (2004). Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-analisis-ciclo-vida.html#18>



- Arango Ramírez, A., Carmona, L. G. & Romero, S. A. (2014). *Editorial Pontifica Universal Javeriana*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2020, de <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/ambienteydesarrollo/article/view/11814>
- Asociación Geoinnova. (2016). *Análisis del Ciclo de Vida: ISO 14040*. Obtenido de Blog-Territorio: <https://geoinnova.org/blog-territorio/analisis-del-ciclo-de-vida-iso-14040/>
- Cacao México*. (s.f.). Recuperado el 20 de Octubre de 2020, de [https://cacaomexico.org/?page_id=201#:~:text=Seg%C3%BAAn%20la%20producci%C3%B3n%20anual%2C%20recogida,%25\)%20y%20Malasia%20\(1%25\).](https://cacaomexico.org/?page_id=201#:~:text=Seg%C3%BAAn%20la%20producci%C3%B3n%20anual%2C%20recogida,%25)%20y%20Malasia%20(1%25).)
- Cécile Bessou, Claudine Basset-Mens, Thierry Tran, Anthony Benoist. (2013). *Scopus*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2020, de <https://www-scopus-com.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84878473015&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=LCA+cacao&st2=&sid=d9bcff8eadf58c5121744ab4638db26c&sot=b&sdt=b&sl=24&s=TITLE-ABS-KEY%28LCA+cacao%29&relpos=10&cit>
- CIAT. (Enero de 2019). Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/102209/CIAT_CBP_201905.pdf?sequence=1
- Colombia Co.* (s.f.). Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de <https://www.colombia.co/extranjeros/negocios-en-colombia/el-cacao-de-arauca-entre-los-mejores-del-mundo/>
- Correa, L. F. (s/f). *Percepción ambiental de productores de cacao, para involucrar la norma ICA para BPA como ventaja competitiva*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2020, de Repository Unilibre: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10678/luisaf.carrillo%20ARTICULO%20GRADO%20UNILIBRE%20BOG.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- CRISTANCHO, C. R. (2020). Recuperado el 17 de Noviembre de 2020, de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/24960/1/SalazarCristanchoCindyRossana2020.pdf>
- Cruz, R. A., y Cañas, P. C. (2018). *Revista Investigación y Gestión*,. Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ID/article/view/1514/1419>



- Cuatrecasas, J. (1964). *Smithsonian Libraries*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de <https://repository.si.edu/handle/10088/27110x>
- Díaz, A. C. (2003). *Biblioteca UTB*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0024195.pdf>
- ECO-IT. (2014). *Pré*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2020, de https://proyectaryproducir.com.ar/public_html/Seminarios_Posgrado/Herramientas/ECO-it%20manual_v1%203_ESP.pdf
- Enrica Vesce. (Julio de 2019). *InderScience publishers*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de <https://www.inderscience.com/info/inarticle.php?artid=77660>
- Estévez, R. (Febrero de 2013). *Ecointeligencia*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de <https://www.ecointeligencia.com/2013/02/analisis-ciclo-vida-acv/>
- Haya , E. (2016). *Escuela de organización industrial*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de Análisis de Ciclo de Vida: <https://www.eoi.es/es/file/66611/download?token=BTXaL249#:~:text=La%20SETAC%20defini%C3%B3%20el%20An%C3%A1lisis,impacto%20de%20ese%20uso%20de>
- Irlesa I. Sanchez M. (2017). *Universidad Tecnológica de Panamá*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2020, de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/1488>
- ISM. (2020). *Instituto Superior del Medio Ambiente*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de Herramienta del ACV: <https://www.ismedioambiente.com/programas-formativos/simapro-herramienta-de-analisis-de-ciclo-de-vida/>
- ISO. (2006). *IncontecIsolutions*. Recuperado el 20 de 10 de 2020, de <https://icontec.isolutions.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:es>
- ISO. (2006). *Online Browsing Platform*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14044:ed-1:v1:es>
- Jaimes, A. L. (20 de Abril de 2018). Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/001/681/1/DHA-spa-2018-El_cacao_una_apuesta_para_la_transformacion_del_territorio_en_el_occidente_de_Boyaca.pdf
- López, A. B. (2018). *ACUERDOS REGIONALES DE COMPETITIVIDAD Y 'GOBERNABILIDAD' EN LAS CADENAS DE VALOR (CV). EL CASO DE LA CV*



- CACAO-CHOCOLATE REGIÓN NORORIENTAL*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2020, de Revistas UT: <http://revistas.ut.edu.co/index.php/rmee/article/view/515/419>
- Lutheran World Relief. (s/f). *Caja de herramientas para el cacao*. Obtenido de Aprendiendo e innovando sobre el cacao en sistemas agroforestales: <http://cacaomovil.com/>
- Minagricultura. (15 de Mayo de 2020). Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/El-sector-agropecuario-creci%C3%B3-6,8-e-impuls%C3%B3-la-econom%C3%ADa-colombiana-en-el-primer-trimestre-de-2020-.aspx>
- Ministerio de Agricultura. (2014). *Minagricultura*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2020, de <https://www.minagricultura.gov.co/planeacion-control-gestion/Gestin/Plan%20de%20Acci%C3%B3n/PLAN%20NACIONAL%20DE%20DESARROLLO%202014%20-%202018%20TODOS%20POR%20UN%20NUEVO%20PAIS.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Aesarrollo Rural. (Agosto de 2012). *Legis.Experta*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de https://xperta.legis.co/visor/temp_legcol_f45b41b1-55e6-467b-a7a2-461cbe6390c8
- Ministerio de Agrícultura y Desarrollo Rural. (15 de Marzo de 2010). Obtenido de www.minagricultura.gov.co
- Ministerio de Ambiente. (2017). *Cocoa y Forests Initiative* . Recuperado el 18 de Noviembre de 2020, de https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Acuerto_cero_deforestacion/cacao.pdf
- Ministerio deAgricultura. (Noviembre de 2020). *Minagricultura*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Minagricultura-anuncia-plan-de-renovaci%C3%B3n-de-diez-mil-hect%C3%A1reas-de-cacao-en-2021-para-mejorar-la-productividad.aspx>
- Minjusticia. (Enero de 1983). *Sistema Único de Información Normativa*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de <http://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1618510>



- Minjusticia . (Mayo de 2008). *Sistema Único de Información Normativa*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1295958#:~:text=DECRETO%201485%20DE%202008&text=1485%20DE%202008-,por%20el%20cual%20se%20transforma%20el%20Fondo%20de%20Estabilizaci%C3%B3n%20de,Estabilizaci%C3%B3n%20de%20Precios%20del%20Caca>
- Minjusticia. (Noviembre de 1965). *Sistema Único de Información Normativa*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1587827>
- Minjusticia. (Abril de 1966). *Sistema Único de Información Normativa*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1142005>
- Minjusticia. (Octubre de 1996). *Sistema Único de Información Normativa*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1658161>
- Minjusticia. (1996). *Sistema Único de Información Normativa*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1387843>
- Minjusticia. (1996). *Sistema Único de Información Normativa*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1426228#:~:text=DECRETA%3A,por%20porci%C3%B3n%20a%20la%20producci%C3%B3n%20nacional>.
- Minjusticia. (Marzo de 1998). *Sistema Único de Información Normativa*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1109181>
- NormasISO. (s.f.). Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de <https://www.normas-iso.com/iso-14001/>
- openLCA. (2020). *OpenLCA*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2020, de <https://www.openlca.org/>
- Ortiz, K., & Álvarez, R. (30 de Abril de 2015). *Scielo*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v19n1/v19n1a05.pdf>



- Oscar Orlando Ortiz-R. (2014). Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612014000100009&script=sci_arttext
- Pabón, Manuel G. (2016). *Revsta Maxicana de Agronegocios* . Recuperado el 17 de Noviembre de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/141/14146082001.pdf>
- Pérez, D. F. (2014). *Javeriana*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2020, de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/15004/RamosPerezDaniloFernando2014.pdf?sequence=1>
- Pineda, A. (20 de Abril de 2018). *El Cacao: una apuesta para la transformación del territorio en el occidente de Boyacá*. Obtenido de Biblioteca digital universidad Externado de Colombia: https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/001/681/1/DHA-spa-2018-El_cacao_una_apuesta_para_la_transformacion_del_territorio_en_el_occidente_de_Boyaca.pdf
- Pineida Vallejo, Christian Javier. (2012). *Pontifica Universidad Católica del Ecuador*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2020, de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/5386>
- Ramírez, J. E. (2017). Recuperado el 17 de Noviembre de 2020, de <http://repositorio.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/11811/2018javiervillamizar.pdf?sequence=1>
- Rangel-S, J. M. (2013). *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo* . Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RA/article/view/428/428
- Rodriguez, M. (Septiembre de 2016). *Geoinnova*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de <https://geoinnova.org/blog-territorio/analisis-del-ciclo-de-vida-iso-14040/>
- Sphera*. (s.f). Recuperado el 17 de Noviembre de 2020, de <http://www.gabi-software.com/international/index/>
- Sánchez, J. (2013). *TDX: Tesis Doctorales en Línea*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de Cap. 3: Metodología del Análisis del Ciclo de Vida: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6827/04CAPITOL3.pdf>
- Schmida, P. (2013). *Uide*. Recuperado el 20 de Noviembre de 202, de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/29/1/T-UIDE-0002.pdf>



Secretaría Distrital de Ambiente. (2016). *Ambiente Bogotá*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de Analisis de Ciclo de Vida: <http://www.ambientebogota.gov.co/>

Universidad Popular del Cesar. (2013). *Facultad de Ingeniería*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de Portal Caminsupc: https://portal.camins.upc.edu/materials_guia/250504/2013/Analisis%20del%20Ciclo%20de%20Vida.pdf

Universidad Veracruzana. (2009). *Portal de Etnobotánica*. Obtenido de Cacao: <https://www.uv.mx/ethnobotany/Cacao.html>

Vargas, E. A. (2018). *Repository Uamericana*. Obtenido de La producción y las exportaciones del cacao colombiano entre 2007 y el 2016; desafíos para lograr mayor competitividad en el mercado internacional: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6929/1/5131561-2018-II-NIIE.pdf>

VARGAS, J. R. (2008). *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2020, de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/122/2009/07/Historia-ACV.pdf>