



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

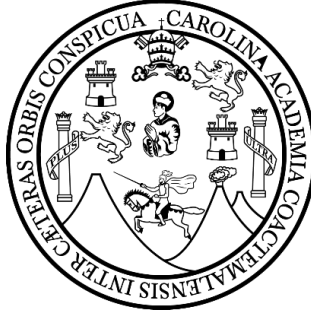
**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL, BAJO LA NORMA ISO 14001:2015, EN UNA FINCA
DE PRODUCCIÓN DE PALMA AFRICANA**

Elvis Ronaldo Galicia Miranda

Asesorado por: Ph.D. Casta Petrona Zeceña Zeceña

Guatemala, marzo de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL, BAJO LA NORMA ISO 14001:2015, EN UNA FINCA
DE PRODUCCIÓN DE PALMA AFRICANA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ELVIS RONALDO GALICIA MIRANDA

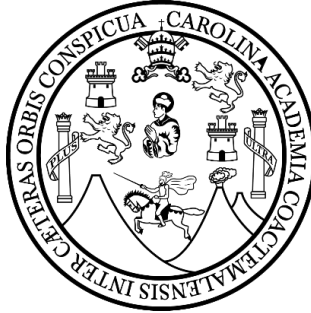
ASESORADO POR LA PH. D. CASTA PETRONA ZECEÑA ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIA	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Aldo Ozaeta Santiago
EXAMINADORA	Inga. Alba Maritza Guerrero Spinola
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Alvarado De León
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL, BAJO LA NORMA ISO 14001:2015, EN UNA FINCA DE PRODUCCIÓN DE PALMA AFRICANA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha enero de 2022.

Elvis Ronaldo Galicia Miranda



EEPFI-PP-0024-2022

Guatemala, 12 de enero de 2022

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

Estimado Ing. Urquizú


Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL, BAJO LA NORMA ISO 14001 2015, EN UNA FINCA DE PRODUCCIÓN DE PALMA AFRICANA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Gestión y Políticas Energéticas Ambientales - Economía, Política y Planificación Energética - Impactos económicos, financieros, ambientales**, presentado por el estudiante **Elvis Ronaldo Galicia Miranda** carné número **201114602**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Energía Y Ambiente.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"



Dr. Casta Petrona Zeceña Zeceña
Asesor(a)



Mtro. Juan Carlos Fuentes Montepeque
Coordinador(a) de Maestría


Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP-EIMI-0024-2022

El Director de la Escuela Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL, BAJO LA NORMA ISO 14001 2015, EN UNA FINCA DE PRODUCCIÓN DE PALMA AFRICANA**, presentado por el estudiante universitario **Elvis Ronaldo Galicia Miranda**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2022



Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.214.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL, BAJO LA NORMA ISO 14001:2015, EN UNA FINCA DE PRODUCCIÓN DE PALMA AFRICANA**, presentado por: **Elvis Ronaldo Galicia Miranda**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada 

Decana

Guatemala, marzo de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Mi madre

Amelia Miranda, quien siempre ha estado a mi lado y con todo el amor ha hecho los sacrificios más grandes para que yo pueda alcanzar mis objetivos. Siendo el pilar de mi vida.

Mi padre

Jorge Galicia (q. e. p. d.), quien siempre estuvo allí apoyando e inculcando luchar por este logro sé que siempre quiso verme alcanzar esta meta.

Mis tías

Reyna, Esperanza y Cristina Miranda, mis segundas madres. Quienes me brindaron tanto amor y apoyo para hoy ser el profesional que soy.

Mis hermanos

Jorge y Marvin Galicia, quienes siempre me han apoyado, y han sido soporte en los momentos difíciles.

Mis primos

Todos, que son como mis hermanos, siempre tan dispuestos a ayudarme, siendo un soporte para este logro.

Mis amigos

En general, dando pequeños aportes en distintas etapas de mi vida, dejando cada uno un recuerdo.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser mi *Alma Mater*, casa de estudios que me formó como profesional y como persona, me dio los conocimientos necesarios para desempeñar mi carrera profesional.

Familia Dubois Navas

Quienes me recibieron en su familia, me brindaron apoyo, y sin saberlo, aportaron para poder lograr la meta.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
3.1. Descripción del problema	11
3.2. Delimitación del problema	13
3.3. Preguntas generales y auxiliares.....	14
4. JUSTIFICACIÓN	15
5. OBJETIVOS	17
5.1. General.....	17
5.2. Específicos	17
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	19
7. ALCANCE	23
8. HIPÓTESIS	25

9.	MARCO TEÓRICO	27
9.1.	Palma africana	27
9.1.1.	Características del cultivo	28
9.1.2.	Producción agrícola de palma africana.....	30
9.1.3.	Cultivo en Guatemala	31
9.1.3.1.	Impacto económico	33
9.1.3.2.	Impacto social	33
9.2.	Impacto ambiental.....	34
9.2.1.	Medio ambiente	36
9.2.1.1.	Biodiversidad	36
9.2.1.2.	Ecosistemas.....	36
9.2.2.	Desarrollo sostenible	37
9.2.3.	Prácticas agrícolas	37
9.2.4.	Riesgos ambientales.....	37
9.2.5.	Política ambiental	38
9.2.6.	Eficiencia en el uso de la tierra	38
9.2.7.	Problemática ambiental	39
9.3.	Sistema de gestión ambiental	39
9.3.1.	Gestión ambiental.....	43
9.3.2.	Diagnóstico ambiental.....	43
9.3.3.	Análisis de riesgos ambientales.....	44
9.3.4.	Normas de certificación	45
9.3.5.	Compromiso ambiental	45
9.3.5.1.	Recursos financieros.....	46
9.3.5.2.	Recursos físicos.....	46
9.3.5.3.	Recursos humanos	46
9.3.5.4.	Recursos técnicos.....	47
9.3.6.	Liderazgo	47

9.3.7.	Trazabilidad en la gestión ambiental.....	47
9.3.8.	Mejora continua.....	47
10.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO.....	49
11.	MARCO METODOLÓGICO	53
11.1.	Características del estudio	53
11.2.	Variables del estudio	54
11.3.	Unidad de estudio.....	55
11.4.	Fases de estudio	55
11.4.1.	Fase I: Revisión documental relacionada	55
11.4.2.	Fase II: Formación específica en la norma ISO 14001 : 2015	56
11.4.3.	Fase III: Análisis de la norma ISO 14001:2015	56
11.4.4.	Fase IV: Trabajo de campo en finca de producción de palma africana	57
11.4.5.	Fase V: Análisis de riesgos medioambientales.	58
11.4.6.	Fase VI: Definición de controles.....	58
11.4.7.	Fase VII: Diseño de propuesta de procesos	59
11.4.8.	Fase VIII: Revisión del trabajo y definición de conclusiones del trabajo de investigación.....	59
12.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	61
12.1.	Recolección de información	61
12.1.1.	Visitas de campo.....	61
12.1.2.	Listas de verificación.....	62
12.1.3.	Evaluación de impacto	62
12.2.	Análisis de riesgos ambientales	63
12.3.	Priorización de riesgos ambientales	63

12.4.	Diseño de controles	63
12.5.	Definición de procesos ambientales.....	64
13.	FACTIBILIDAD DE ESTUDIO	65
13.1.	Recursos humanos	65
13.2.	Recursos tecnológicos	66
13.3.	Acceso a la información	66
13.4.	Autorizaciones organizacionales.....	67
13.5.	Infraestructura	67
13.6.	Recursos financieros.....	67
14.	CRONOGRAMA	69
15.	REFERENCIAS	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Distribución de plantaciones de palma africana y extractoras dentro de Guatemala.....	32
2.	Cantidad de certificaciones ISO 14001:2015 en el mundo del año 2000 al 2017.....	41
3.	Descripción de actividades del diagrama de Gantt.....	69
4.	Diagrama de Gantt.....	70

TABLAS

I.	Número total de certificados.....	42
II.	Variables e indicadores del estudio.....	54
III.	Detalle de inversión.....	68

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
-	Menos
\$	Dólar
%	Porcentaje
+	Más
=	Igual a
No.	Número
Q	Quetzales
U	Unidad

GLOSARIO

Acción correctiva	Acción para eliminar la causa de una no conformidad y evitar que vuelva a ocurrir.
Aspecto ambiental	Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que interactúa o puede interactuar con el medio ambiente.
Auditoría	Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener las evidencias de auditoría y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar el grado en el que se cumplen los criterios de auditoría.
Ciclo de vida	Etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema de producto (o servicio), desde la adquisición de materia prima o su generación a partir de recursos naturales hasta la disposición final.
Condición ambiental	Estado o característica del medio ambiente, determinado en un punto específico en el tiempo.
Conformidad	Cumplimiento de un requisito.
Impacto ambiental	Cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.

Medio ambiente	Entorno en el cual una organización opera, incluidos el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones.
Mejora continua	Actividad recurrente para mejorar el desempeño.
No conformidad	Incumplimiento de un requisito.
Objetivo ambiental	Objetivo establecido por la organización, coherente con su política ambiental.
Organización	Persona o grupo de personas que tienen sus propias funciones y responsabilidades, autoridades y relaciones para el logro de sus objetivos.
Política ambiental	Intenciones y dirección de una organización, relacionadas con el desempeño ambiental, como las expresa formalmente su alta dirección.
Riesgo	Efecto de la incertidumbre.
Sistema de gestión	Conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, y objetivos y procesos para el logro de estos objetivos.

RESUMEN

La gestión ambiental es un tema que crece cada día más, debido a la gran importancia y al fuerte impacto que se tiene sobre los recursos del planeta. Dado esto, una correcta mitigación de riesgos ambientales puede ayudar a mitigar, reducir o eliminar los daños ocasionados por la industria al medio ambiente.

Es por esto, que muchas empresas han optado por implementar sistemas de gestión que permiten la estandarización de procesos, siguiendo distintos estándares internacionales.

Por lo que el análisis de riesgos ambientales juega un rol importante al querer establecer controles dentro de las actividades realizadas. Por ello, en la elaboración de este trabajo de investigación se establecen técnicas y la metodología que se puede seguir para implementar un sistema de gestión ambiental en una finca de producción de palma africana, siguiendo los requisitos del estándar 14001:2015 de la *Internacional Organization for Standardization*.

De este modo, al finalizar el trabajo de investigación se podrá concluir cuales son las actividades que generan un mayor impacto ambiental, dentro de las labores agrícolas gestionadas para el cultivo de la palma africana, diseñando herramientas prácticas para su adecuada gestión.

1. INTRODUCCIÓN

La agroindustria abarca una gran parte de la economía guatemalteca, dado que históricamente Guatemala se ha caracterizado por ser un país con un fuerte aporte agrícola para la región. La palma africana juega un parte muy importante, siendo uno de los cultivos con mayor presencia en el territorio nacional.

La producción de palma africana genera un gran aporte a la economía del país, es fuente de empleo y genera desarrollo en las comunidades aledañas. Sin embargo, esto mismo tiene consecuencias, principalmente ambientales. El establecimiento de las fincas de producción de este cultivo, requieren condiciones específicas que provocan alterar los ecosistemas y dado que la plantación es un monocultivo, es decir, que únicamente puede cultivarse este tipo de planta, altera la biodiversidad de los ambientes en donde se instala, afectando a las especies que allí habitan y a las condiciones naturales y recursos.

Por lo que, con el crecimiento de la corriente de interés por reducir el impacto ambiental, cada vez más productores buscan tener mejores prácticas, mitigando aquellos riesgos que puedan generar un impacto. Esto puede ser debido a un compromiso ambiental directamente, o bien, para evitar tener sanciones ambientales, según corresponda a la legislación vigente. De cualquier forma, todas las vías que cooperen en reducir el impacto ambiental son útiles. De esta manera, consiguiendo principalmente identificar los riesgos que existen en las actividades que hacemos, es posible establecer controles para mitigarlos y tener cada día una producción más amigable con el medio ambiente.

Con esto, el estudio busca proporcionar herramientas útiles para la identificación y análisis de los riesgos ambientales y desarrollar la metodología para la implementación de un sistema de gestión ambiental en una finca de palma africana, para reducir, mitigar, trasladar o eliminar el impacto ambiental a través de la estandarización de las prácticas agrícolas. Generando así, una sistematización de la información proporcionada por la norma ISO 14001:2015, teniendo como resultado una guía práctica para lo antes indicado.

Para ello, es necesario desarrollar diferentes etapas del estudio, iniciando con una fase de diagnóstico, en la cual se busca conocer la situación actual de los procesos y prácticas, pudiendo identificar las brechas y oportunidades de mejora. Posterior, se debe realizar el análisis de los riesgos ambientales identificados, generando una priorización de estos con base a su ocurrencia e impacto. Con esto, será posible identificar controles que permitan generar una influencia en estos riesgos, procediendo así al diseño de procesos definidos dentro de las áreas agrícolas. Asimismo, es necesario recabar información necesaria para estructurar el sistema de gestión ambiental cumpliendo con los requisitos determinados en la norma ISO 14001:2015, consiguiendo así los resultados esperados y las conclusiones necesarias para el estudio.

Para la ejecución del estudio, se determinan una serie de recursos necesarios, que van desde los recursos humanos, técnicos y financieros hasta las aprobaciones necesarias. Por lo que, se define el estudio como factible para su realización.

2. ANTECEDENTES

Guatemala tiene una producción bastante importante de palma africana. Actualmente, las plantaciones de palma africana tienen una gran presencia en el país, siendo los departamentos en donde se produce este cultivo Petén, San Marcos, Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla, Izabal, y el área conocida como Franja Transversal del Norte provocando así un impacto económico, social y ambiental.

Según Duarte, Juárez, Pérez y Gálvez (2010) en su estudio acerca de la expansión de este cultivo en Guatemala, indica que: existen regiones como Ixcán y el sur de Petén, en donde existen distintas empresas nacionales y transnacionales que han estado realizando grandes inversiones con la finalidad de aumentar la superficie utilizada para este cultivo. (p. 2).

Dado esto, este sector de la agroindustria tiene un importante rol en la economía guatemalteca, así como en el desarrollo, crecimiento y participación de otros sectores. Informa GREPALMA (2018) en su página web, que el origen del cultivo en Guatemala se remonta a finales de los años 40, sin embargo, estas prácticas fueron abandonadas debido a la reforma agraria. Más tarde, en los años sesenta se busca diversificar las inversiones para minimizar los riesgos agrícolas, estableciendo así 225 hectáreas de cultivo de palma de aceite. Estas plantaciones sirvieron para medir la adaptación y factibilidad del cultivo como alternativa del cultivo de café, que dominaba la producción agrícola del país.

Es por lo que, en la actualidad, hay una cantidad considerable de terreno agrícola en utilización para la producción de aceite crudo de palma africana. Monroy, Alarcón, y Gualteros (2020) define en su investigación de nombre *Criterios de implementación ISO 14001:2015 Caso de estudio sector agroindustrial*, el cual se enfocaba en evaluar los procesos buscando realizar una identificación de la situación inicial del sistema de gestión ambiental, que el producto de la palma africana denominado aceite crudo siendo de origen vegetal, es extraído exprimiendo el fruto en un proceso industrial. Detalla que este producto tiene una gran utilización para la producción de aceites de cocina, margarinas y grasas para uso industrial. (p. 1). Dado esto, este producto derivado de las fincas agrícolas es materia prima de una gran cantidad de artículos de uso diario actualmente, por lo que su demanda es bastante alta a pesar de que es un factor conocido el alto impacto que puede tener al medio ambiente.

Este impacto radica en la producción del cultivo desde el inicio, Ortíz Valen y Moreno Mendoza (2020) mencionan que, en el proceso agrícola, todo inicia con la preparación de las tierras agrícolas para el establecimiento de las fincas de producción, donde se debe resaltar que la palma africana es un cultivo que predomina en clima cálido húmedo. Es por ello que, son necesarias tierras agrícolas que cubran las necesidades y tengan las condiciones agrícolas adecuadas para obtener un buen desarrollo y productividad de la plantación. Posterior a los correspondientes estudios para seleccionar las tierras más adecuadas, se deben realizar las acciones para adecuar la finca, en donde se consideran actividades como la limpieza del terreno e instalación de canales de drenaje que serán útiles para los sistemas de riego. Se debe diseñar el trazado de calles para la etapa de cosecha del fruto, todo esto para que la finca pueda operar, esto en su estudio relacionado a los criterios para la implementación de la norma ISO 14001:2015. (p. 1).

Por lo que esta adecuación de terrenos genera un gran impacto en la biodiversidad, afectando a muchas especies que son expulsadas de estos ecosistemas. Debido a que este cultivo es un monocultivo, es decir, otro tipo de plantación no puede coexistir, siendo también deben ser removidos.

Como se menciona previamente, esta variedad de plantación es conocida como monocultivo, por lo que Henson (1995) nos indica en su publicación para la revista Palmas titulada *Impactos ambientales de las plantaciones de palma de aceite en Malasia*, en la que busca realizar una evaluación de los principales daños provocados por este tipo de plantación, que se ve bastante afectado el hábitat para la biodiversidad y favorece únicamente a una limitada cantidad de especies. Otras especies se ven afectadas por programas de control de plagas, ya que algunas son consideradas de esta forma. A pesar de esto, es necesario que perdure una cantidad apropiada de la diversidad ecológica, por lo tanto, es necesaria la presencia de distintas especies que habitan en el suelo, y son sumamente importantes para completar los procesos ecológicos de descomposición y se puedan absorber los nutrientes (p. 52).

Por lo que el escenario no varía mucho para el contexto de Guatemala, en la que se puede comprobar las alteraciones de los ecosistemas que son realizadas en el establecimiento de las fincas, y ya cuando son productivas, el uso y manejo de plaguicidas se vuelve un factor determinante para el impacto ambiental.

En coincidencia con lo indicado, Enriquez Bernal (2009) nos menciona en su trabajo de grado denominado *Estrategia para la implementación de la norma ISO 14001 en Empresas productoras de palma de aceite de la zona oriental colombiana*, enfocada a la implementación de sistemas de gestión ambiental, este impacto es producido por la entrada de maquinaria y el desmonte de los

terrenos, con la finalidad de establecer nuevas plantaciones. Esto genera un fraccionamiento de los ecosistemas y un incremento en los niveles de fragilidad por desestabilización, cambios en la dinámica de ecosistémica por alteración de áreas especiales que sirven de refugio para flora y fauna nativa, disminución y cantidad de acuíferos y pérdida de elementos nutritivos, además, de contaminación del aire ocasionado por quemas e incendios forestales (p. 51), por lo que la plantación de palma africana genera un fuerte impacto perjudicial en temas medioambientales, siendo este un factor ya identificado en Guatemala.

Posterior al establecimiento de las fincas de producción, en las actividades agroindustriales también se generan distintos riesgos que pueden eventualmente provocar daños al medio ambiente, Marín Suárez y Ávila (2018), en su estudio enfocado a los criterios de la implementación de la ISO 14001:2015 siendo un caso de estudio del sector palmero, nos indica que en la producción del cultivo, la contaminación del suelo también se ve afectada principalmente por el uso de agroquímicos, dado que, al igual que otros cultivos, son vulnerables a la presencia de las plagas y enfermedades, afectando de esta forma la capacidad, fertilidad y calidad del suelo.

Esto provoca en muchas ocasiones erosión. Asimismo, el uso de agroquímicos incide en la salud de quien los manipula, ya pueden estar expuestos a diferentes tipos de contaminantes que pueden generar graves problemas para la salud (p. 3), entrando también en temas de seguridad y salud ocupacional debido a que el manejo de estos químicos requiere capacitación específica para evitar accidentes laborales.

Además, a esto, Pardo y Ocampo Peña (2019) resalta que otra de las preocupaciones más importantes que tiene que ver con el régimen hídrico de las zonas en donde se siembre palma africana, es debido a la alta demanda de agua

que tiene este tipo de plantación. Eso particularmente podría generar problemas, debido a la captación del recurso, en especial en las épocas de verano, o bien, en los años de sequía, cuando los ríos tienen caudales más bajos (p. 83), esto en su investigación *Contexto actual del impacto ambiental de la palma de aceite en Colombia*. Ya que el agua es necesaria tanto para los ecosistemas naturales, como a las comunidades cercanas y la producción de otros cultivos es un factor mucho más importante. Con esto, se puede reflejar el impacto medio ambiental que puede generar la extensión de este tipo de cultivos, afectando los ecosistemas, el suelo, los recursos hídricos teniendo como principales afectados la biodiversidad, comunidades cercanas, otros cultivos, etc.

Sin embargo, es muy importante que se resalte que es una fuente de desarrollo a nivel nacional, por lo que la proyección de este cultivo no es la de disminuir en años próximos. No existe duda alguna de la urgente necesidad de cambiar la dirección que toman el desarrollo de los sistemas productivos agroindustriales, industriales, el consumo y de mercado.

Enriquez Bernal (2009) en el estudio antes mencionado, también indica que el enfoque ambicioso y descontextualizado de la producción de este cultivo provoca una crisis y es necesario orientar nuevamente los sistemas productivos sobre la base del desarrollo sostenible, de una manera de conciliación del medio ambiente con las generaciones futuras. De esta forma se busca hacer que los cultivos, como la palma de aceite, lugares de conservación, equidad y desarrollo competitivo bajo un manejo responsable del medioambiente (p. 16), con lo que se puede coincidir con la necesidad de realizar cada vez mejores prácticas agrícolas que ayuden a mitigar los riesgos ambientales, generando una producción mucho más amigable con el medio ambiente.

Para poder lograr esto, los grandes productores toman la dirección hacia implementar herramientas que puedan facilitar esta gestión, por lo que el arranque de sistemas que permitan la estructuración y análisis de la organización con el objetivo de mitigar, eliminar o reducir estos riesgos se hace cada vez más común. Roberts y Robinson, (2003), en su *Manual del Sistema de Gestión ambiental* indica que muchas empresas se encuentran en búsqueda de crear sistemas de gestión ambiental, siendo estos los que en una compañía controlan las actividades, productos y procesos que causan o podrían causar impactos en el medio ambiente, siendo esta la forma de minimizar el riesgo en sus operaciones (p. 2). Los sistemas de gestión ambiental son determinantes para la estandarización de procesos, generando una homogeneidad en las prácticas realizadas.

Roberts y Robinson (2003) en el manual ya mencionado nos indican también que los sistemas de gestión permiten realizar un análisis de riesgos implícitos dentro de las prácticas que la empresa ejecuta, y generar así, mecanismos que generen un proceso sistemático y cíclico de mejora continua (p. 3). Por lo que con los riesgos identificados es posible proponer controles que eviten la materialización de estos, incentivando la búsqueda de mejorar cada vez más los procesos de la empresa.

Dentro de las diferentes entidades que proponen prácticas para la mitigación de los riesgos ambientales, surge la *Internacional Organization for Standardization* (ISO) con la norma ISO 14001, en su última revisión del año 2015, siendo una de las certificaciones voluntarias de mayor representatividad en las empresas actualmente.

Es así, que es esta la forma en la que las empresas buscan generar un desarrollo sostenible y cumplir con los requerimientos legales nacionales e internacionales, teniendo grandes ventajas competitivas con dicha implementación. Roberts y Robinson (2003) en su trabajo nos detalla que dentro de las ventajas de una gestión ambiental mejorada puede considerarse en dos grandes áreas. Siendo la primera el hecho de tener una gestión ambiental mejorada, lo cual significa mejores prácticas y un beneficio para el planeta, y un requisito fundamental para la sostenibilidad del medio ambiente.

La segunda, se relaciona con el hecho de tener mejores prácticas agrícolas por medio de una correcta gestión ambiental y la búsqueda constante de la mitigación de riesgos que puedan generar un impacto negativo, además, puede considerarse como un requisito comercial y una mejora reputacional para el negocio, implicándose en un desarrollo sostenible (p. 11). Por otro lado, Heras Saizarbitoria y Arana Landín (2008) en su estudio *Impacto de la certificación ISO 14001 en rendimiento financiero empresarial* menciona que la distinción entre las ventajas puede ser considerada en costes y en diferenciación de la producción, teniendo influencia la gestión medioambiental sobre el rendimiento de las empresas (p. 2). Lo que manifiesta que la homogeneidad en los procesos agrícolas y la oportunidad de la mitigación de los riesgos realizando una correcta implementación de controles tiene un impacto positivo, tanto en el medio ambiente, como en la empresa y su rentabilidad financiera, ya que permite generar una apertura de mercado bajo esta insignia.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Descripción del problema

La industria y la tecnología avanzan cada día, sin embargo, muchas de las prácticas realizadas por grandes empresas generan en nuestro planeta un impacto sobre el medio ambiente. Todas las actividades que como individuos realizamos, pueden generar de alguna manera, efectos positivos o negativos.

Guatemala es un país principalmente caracterizado por tener una gran producción agrícola, siendo esta de las fuentes más importantes de su economía. Dentro de muchos cultivos producidos en Guatemala, la palma de aceite o palma africana representa una gran participación. Siendo de esta forma, un generador de empleo, impulsador del crecimiento económico y principal propulsor de las comunidades aledañas. Basta con visitar cada una de las principales zonas de producción para notar la gran influencia que muestra en sus pobladores. Es de esta forma que todas estas comunidades tienen como principal objetivo conseguir un empleo en las fincas de los principales productores del país.

La palma de aceite inicia su producción en Guatemala, en 1965, según indica la Gremial de Palmicultores de Guatemala (GREPALMA), buscando ser un sustituto al cultivo de café debido a la crisis que presentaba esta producción en estos años. Desde entonces, y durante estas décadas el crecimiento de la producción de aceite de palma ha incrementado, teniendo contabilizadas al 2017 165,510.53 hectáreas de cultivo de palma de aceite, indica en su anuario estadístico esta gremial, representando así un 1.13 % del Producto Interno Bruto (PIB) del país.

Visto así, se plantea el cultivo de palma africana como una solución y un crecimiento económico para los países. ¿Pero a qué precio? Esta plantación se caracteriza por ser un monocultivo, es decir, que su sistema de producción agrícola consiste en dedicar la tierra disponible al cultivo de una sola especie vegetal, requiriendo de esta forma grandes extensiones de terreno, provocando así, la desaparición de grandes bosques tropicales. Con esto, se entiende de igual manera, la desaparición de diversidad de árboles y maderas finas, así como especies endémicas que habitan estas regiones. La destrucción de la biodiversidad en general.

Más del 80 % de la fauna que habitan en los bosques tropicales no pueden adaptarse a los ecosistemas generados por los monocultivos. Mientras que las especies que consiguen coexistir tienden a ser consideradas plagas, ya que en ausencia de su hábitat natural no tienen suficientes fuentes de alimento, teniendo así, que alimentarse de las plantaciones. Esto conlleva a que los productores implementen prácticas para el control de esto, haciendo un uso desmedido de plaguicidas químicos que aumentan el impacto a estos ambientes.

El cultivo de palma de aceite se relaciona con la tala de árboles para preparar los terrenos a cultivar muchas veces a través de incendios, la utilización de insecticidas y el uso de fertilizantes para la producción del cultivo; lo que ha dado como resultado la contaminación del agua de la zona, el uso de grandes cantidades de agua para riego de la plantación y la erosión, compactación y sedimentación de los terrenos debido a que deja desnudo el suelo expuesto a grandes lluvias tropicales y el sol.

Estos procesos erosivos pueden generar un impacto en el curso del agua, lo que tiene consecuencias en las especies que allí habitan. Siendo un ejemplo de esto, las acusaciones generadas en Sayaxché, Petén en el año 2015 debido a la contaminación del río La Pasión.

Dado el conocimiento que se tiene de estos daños, instituciones internacionales generan normativas para regular las prácticas realizadas, buscando una producción sostenible y mitigar de esta forma el impacto ambiental. Dentro de estos estándares, se marca el enfoque hacia la norma ISO 14001 en su revisión del año 2015, la cual ha denotado un modelo para las empresas que buscan gestionar de una manera sistemática sus aspectos ambientales, resaltando así el compromiso con el cumplimiento legal, de la prevención de la contaminación y de la mejora continua de sus prácticas agrícolas. Convirtiendo este tipo de certificaciones en una necesidad para los grandes productores, ya que, al demostrar un compromiso con la mitigación del impacto ambiental, se genera la apertura de mercados teniendo una producción sostenible.

3.2. Delimitación del problema

Por esta razón, se plantea la necesidad de realizar la metodología a seguir para la implementación de un sistema de gestión ambiental, con base en la norma ISO 14001:2015, para una finca de producción de palma africana ubicada en la costa sur de Guatemala, específicamente en el municipio de Coatepeque, Quetzaltenango, y marcar así una guía de uso y un enfoque en la mitigación de riesgos ambientales para productores de este cultivo, a través del diseño de pasos a seguir necesarios para definir los riesgos y controles implícitos en las prácticas agrícolas.

Dentro de este estudio, se busca también proporcionar herramientas de análisis e identificación del riesgo, que ayuden a priorizarlos y ponderarlos en función del impacto que generan, facilitando el diseño de los controles necesarios correspondientes, generando así una guía para interesados en utilizar esta norma en otros escenarios, y buscando beneficiar e incentivar la mitigación de los riesgos medio ambientales.

3.3. Preguntas generales y auxiliares

Con esto, se genera el siguiente planteamiento:

- ¿Cuál es el proceso para implementar un Sistema de Gestión Ambiental bajo la norma ISO 14001:2015, para la reducción del impacto ambiental?

Siendo las correspondientes preguntas auxiliares:

- ¿Cuáles son los requisitos por cumplir para la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental certificable bajo la norma ISO 14001:2015?
- ¿Cómo se deben determinar las prácticas que se deben implementar para la mejora continua y la reducción del impacto ambiental?

4. JUSTIFICACIÓN

A través de la normalización de las prácticas agroindustriales de la finca de producción de palma africana, bajo la norma ISO 14001:2015, se busca mitigar el impacto ambiental ocasionado por las mismas. Con la implementación del sistema de gestión ambiental se permite al productor tener mejores prácticas de producción del cultivo y con esto evitar la materialización de los riesgos ambientales implícitos en las actividades llevadas a cabo.

La finalidad de este trabajo, dentro de la línea de investigación de Gestión y manejo ambiental en la estimación de ciclo de vida, mitigación y medidas de mejora continua, es establecer una metodología para implementar el sistema de gestión ambiental en el contexto desarrollado de la finca de palma africana ubicada en el municipio de Coatepeque, Quetzaltenango. Lo cual será de beneficio principalmente para generar herramientas de análisis para las diferentes fases del proceso de implementación bajo esta norma certificable, que, aportarán al entendimiento y comprensión de los requisitos necesarios de un sistema de gestión ambiental, las cuales serán útiles para identificar los riesgos ambientales, controles para mitigarlos y procesos estructurados que permitan reducir el impacto generado en la producción de este cultivo. También se beneficia directamente al productor de palma africana reduciendo los riesgos ambientales y con esto evitar posibles sanciones, además, de darle prestigio a su producción generando una apertura de posibles mercados. Asimismo, se beneficia a las comunidades cercanas y biodiversidad de la zona, con la reducción del impacto ambiental y la mitigación de los riesgos.

Dado esto, es importante realizar este estudio, ya que además de generar un beneficio industrial, tiene un impacto social promoviendo mejores condiciones a las comunidades colindantes y ecosistemas, teniendo relación con el campo de estudio directamente en el ámbito ambiental del programa de postgrado, otorgando una directriz técnica a los profesionales relacionados a estas prácticas.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Desarrollar la metodología para la implementación de un sistema de gestión ambiental bajo la norma ISO 14001:2015 en una finca de producción de palma africana.

5.2. Específicos

- Identificar, dentro de la norma ISO 14001:2015, los requisitos que deben cumplirse en el proceso de implementación de un sistema de gestión ambiental en una finca de producción de palma africana.
- Definir las herramientas de análisis necesarias para la implementación de un sistema de gestión ambiental, bajo la norma ISO 14001:2015, en una finca de producción de palma africana.
- Priorizar los riesgos ambientales a través del análisis de estos, y determinar su influencia en el incremento del impacto ambiental en una finca de producción de palma africana.
- Identificar las prácticas agrícolas que representan un mayor impacto ambiental en la producción del fruto de palma africana, para establecer controles apropiados para su mitigación.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

La palma africana en el contexto nacional representa una gran porción de la producción agrícola del país, teniendo un gran impacto en el medio ambiente. Por lo que la regulación y reducción de los daños ocasionados por este monocultivo es una necesidad. Dada la dependencia económica del país y lo que aporta la producción de este cultivo al Producto Interno Bruto, la continuidad de esta producción es un hecho por mucho tiempo, por lo que generar mejores prácticas y una preocupación evidente por la reducción del impacto ambiental es una necesidad.

La implementación de sistemas de gestión en los procesos ambientales permite estandarizar las prácticas realizadas, bajo un análisis de riesgos identificados. Lo que nos permite realizar el análisis de contexto, tanto interno como externo, de la empresa en la que trabajamos, teniendo una perspectiva general del problema. Con la identificación de riesgos es posible generar controles en los procesos para la mitigación de estos. Lo que conlleva a reducir el impacto que pueda existir en la salud y seguridad del personal que realiza estas actividades, como reducir la serie de impactos que se pueden tener en el medio ambiente y vida silvestre que existe en los ecosistemas en los cuales se desarrolla la ejecución de la producción de la palma africana. Esto genera un beneficio notable para la empresa, tanto al tener mejores prácticas, como al reducir las posibilidades de caer en temas de incumplimiento legislativo y regulatorio. Los sistemas de gestión no eliminan el riesgo por completo, sin embargo, permiten reducirlo y generar un ciclo de mejora continua derivado de una evaluación y revisión constante de los mismos.

Para diseñar la metodología y definir los pasos para realizar la implementación de un sistema de gestión ambiental, en una finca de producción de palma africana, cumpliendo con los requisitos de la norma certificable ISO 14001 en su revisión 2015, es necesario inicialmente identificar las exigencias descritas en esta norma.

Posterior, determinar un análisis del contexto organizacional y de efectos externos e internos que afectan a la producción de este cultivo, considerando las partes interesadas en cada una de las fases del proceso. Con ello, es posible determinar un análisis de los riesgos inherentes a cada una de las prácticas realizadas en las distintas actividades necesarias para la producción. De esta forma, se debe conseguir determinar los procesos necesarios y los que tienen un mayor impacto, teniendo como resultado propuestas de control para mitigar los riesgos asociados. Esto debe estar asociado a una investigación detallada de las mejores prácticas internacionales realizadas, y la relación con otras normas certificables para este tipo de plantación, ya que el impacto generado por las mismas es un problema conocido.

El resultado esperado es la estructura de pasos a seguir para conseguir un mapa de procesos que permita la implementación del sistema de gestión, cumpliendo con la puesta en marcha, capacitación, evaluación y mejora continua de los procesos.

Si bien el estudio de las plantaciones de la palma africana no es un tema actual, ya que en Guatemala el desarrollo de este cultivo viene de los años 60, e incluso inicia desde antes, la preocupación por la reducción del impacto ambiental es cada vez más fuerte y una necesidad en la actualidad. Existen diversos estudios acerca del impacto que se genera con la producción de este

cultivo, y la finalidad de este estudio es proponer una estructura para conseguir la reducción de esto. De igual manera, generar con base a la experiencia una serie de técnicas y análisis oportunos cuando se realiza o se busca implementar un sistema de gestión ambiental. Así es que se enfoca una norma tan conocida como lo es la ISO 14001 aplicada a una realidad de gran interés a nivel nacional.

Teniendo como enfoque el área ambiental, en la línea de investigación de Gestión y manejo ambiental, específicamente en la estimación del ciclo de vida, mitigación y mejora continua de los procesos de producción de la palma africana, se considera el estudio relevante para la práctica profesional del programa de estudios de postgrados, de la Facultad de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala, de la Maestría en Energía y Ambiente, siendo el área ambiental una de las dos grandes áreas de gran relevancia en el país.

Cómo profesionales en el área de energía y ambiente, es una necesidad tener la capacidad de aplicar sistemas organizacionales para el uso racional de los recursos y la mitigación del impacto ambiental, cooperando a la implementación de una cultura ambiental en los principios de un desarrollo sostenible. Generando medidas para disminuir la degradación ambiental, utilizando técnicas para la evaluación del impacto sobre este. Con este estudio se busca la cooperar para la reducción de una problemática ambiental en el contexto nacional e internacional, y así contribuir al adelanto económico del país con prácticas que nos lleven a un futuro sostenible.

El trabajo de estudio se realizará en el período 2021 - 2022, iniciando en el mes de junio 2021 y determinando su finalización en el tercer trimestre del año 2022. Para entregar el informe final del trabajo de graduación en el cuarto trimestre del mismo año.

7. ALCANCE

El presente estudio tiene como alcance impactar en distintos aspectos, considerando estos: ambientales, laborales, sociales, académicos y profesionales. Siendo el detalle de estos el siguiente:

- Ambientales: a través del análisis de riesgos ambientales implícitos en las labores agrícolas en la producción de palma africana, generando herramientas prácticas.
- Laborales: debido al fuerte impacto que tiene el sector agrícola en la generación de empleo, la mejora de condiciones laborales a través de la estandarización de procesos de un sistema de gestión ambiental.
- Sociales: debido a que la reducción, mitigación, eliminación o traslado de los riesgos ambientales representa una mejora en las condiciones para las comunidades colindantes.
- Académicos: corresponde al generar herramientas prácticas de análisis y conocimiento de la norma ISO 14001:2015 y su interpretación, para estudiantes de ramas afines y su adaptación en distintos estudios pertinentes.
- Profesionales: debido a que las herramientas son aplicables tanto para esta norma, como para otras normas de estructuras de alto nivel, puede ser utilizado en diferentes ámbitos profesionales.

A través del desarrollo de este estudio en los campos prácticos se plantea alcanzar los objetivos establecidos, según los métodos y técnicas indicados para el mismo. Por lo que, como resultado, tanto profesionales como estudiantes, podrán analizar dicho estudio para su réplica y adaptación en los escenarios aplicables, generando así, una oportunidad de crecimiento y comprensión, teniendo como principal enfoque la reducción del impacto ambiental en Guatemala.

Por lo que, como se indica, se dejarán las herramientas teóricas, metodológicas y prácticas para diseñar controles ambientales y procesos que tengan un efecto positivo en la producción de palma africana. Dejando fuera del alcance la implementación del sistema de gestión ambiental, y la documentación de los procesos de las labores agrícolas, para su posterior desarrollo por parte del productor.

El alcance de este estudio permitirá fortalecer las prácticas enfocadas a la reducción del impacto ambiental ocasionado por el cultivo palma africana en Guatemala, a través de la concientización e importancia de este y la estandarización de procesos bajo prácticas y controles internacionales aplicados, además, de la búsqueda constante de mejora en las actividades agrícolas.

8. HIPÓTESIS

Existen distintas certificaciones internacionales, siendo las normas ISO unas de las más reconocidas. Con un enfoque basado en riesgos dentro de los procesos y una estructura de alto nivel, las hace de las normas con mayor implementación a nivel mundial, en Guatemala existen al año 2020, 35 certificaciones ISO 14001:2015 enfocadas a los sistemas de gestión ambiental. Por lo que se propone identificar y analizar los riesgos ambientales en el cultivo de palma africana para la reducción del impacto ambiental, a través del diseño de controles y estandarización de procesos en las labores agrícolas, bajo los criterios de la norma ISO 14001:2015.

9. MARCO TEÓRICO

9.1. Palma africana

Las plantaciones de palma africana, que también se conoce como palma de aceite, mundialmente se reconoce por la diversa variedad de productos que dependen del aceite derivado de este como materia prima. Además de esto los factores ambientales también repercuten en lo que se conoce del cultivo. Sin embargo, es necesario profundizar más para conocer a detalle este tipo de plantación. En su análisis de la dinámica de la expansión del cultivo de palma africana en Guatemala, Duarte, Juárez, Pérez y Gálvez, (2016), indican que este tipo de plantación de tipo oleaginosa que tiene una producción de fruto durante todo el año, no considerándose estacional. De este cultivo se obtiene aceite vegetal, que tiene usos industriales en la elaboración de productos comestibles y también es utilizado para la producción de distintos artículos de la cual es materia prima y también se ha utilizado para la producción de biodiésel (p. 2). Por lo que se resalta que los productos que se derivan de esta planta tienen una gran diversidad de usos y aprovechamientos.

Del mismo modo, Solano (2009) detalla que del fruto de la palma se extrae el denominado aceite crudo de palma, el cual tiene gran utilización en la producción de alimentos, y de la almendra de la fruta de palma se extraen los llamados aceite de palmiste y la harina de palmiste (p. 38). Esto en su estudio enfocado al destino de la producción de cultivos como la caña de azúcar y la palma africana. Por lo que el cultivo es conocido específicamente por el aceite crudo.

En este mismo estudio, Solano (2009) también nos indica que tanto el aceite de palma como el de palmiste, son materia prima utilizada en la elaboración de jabones y detergentes, también aditivos y grasas lubricantes, asimismo en la producción de pinturas y tintas, en la industria textil, en la laminación del acero y aluminio y en la producción de ácidos grasos, vitaminas A y E, entre otros productos (p. 38). Con lo que podemos resaltar la gran diversidad de utilización de los productos derivados del cultivo de la palma africana.

9.1.1. Características del cultivo

La plantación de palma africana puede ser reconocida por las condiciones específicas para su producción agrícola, principalmente por ser un monocultivo, es decir, que no es posible que pueda ser producido en el mismo espacio con otras especies de cultivo, siendo este uno de los más importantes factores que generan el impacto dañino en el medio ambiente. La palma africana puede llegar a tener una vida productiva superior a los 20 años, por lo que al finalizar su ciclo de producción es necesaria la erradicación de la planta. Lo que significa volver a fertilizar el suelo y tener un período de espera para resembrar. Por lo que, al no ser rentable, los grandes productores optan por buscar nuevas fincas con las condiciones para el establecimiento de nuevas plantaciones (p. 2), según indica Monroy, Alarcón & Gualteros (2020) en el artículo denominado *Criterios de implementación ISO 14001:2015, Caso de estudio: Sector agroindustrial*. Con lo que se detalla una de las prácticas más nocivas para las tierras agrícolas, en el contexto nacional, ya que pocos cultivos pueden adaptarse a los terrenos posterior a que se ha producido palma africana, provocando así que cada vez más tierras sean utilizadas para su producción.

Duarte, Juárez, Pérez y Gálvez (2016) en su análisis mencionado, nos indican que el origen del cultivo es África central y oriental, siendo una planta de la familia Arecaceae y del orden arecales. Los frutos aparecen a edad temprana desde los 3 años, aunque la longevidad de la planta es hasta los 100 años. (p. 3), aunque bien no toda la vida de la planta es productiva. La palma puede alcanzar hasta los 40 metros de altura, según su edad.

Mientras que el fruto es similar a pequeñas cerezas agrupadas en racimos, los cuales pueden llegar a pesar hasta 60 libras en una plantación antigua. Esta plantación, debido a su origen, se cultiva en climas tropical calurosos típicos de la selva húmeda.

Es así, como también Duarte, Juárez, Pérez y Gálvez (2016) detallan que el cultivo se adapta a ambientes de 20 °C a 35 °C, sin embargo, el rango óptimo es de 23 °C a 27 °C. (p. 3), por lo que se aprecia que, en el país, el cultivo se extiende por toda la costa sur y la transversal del norte del país, siendo las regiones que se adaptan mejor a estas condiciones ya es necesaria una humedad relativa entre el 70 % y 90 %. Debido a la necesidad de precipitaciones, en los temporales de verano requieren de riegos que complementen los milímetros de agua necesarios. Duarte, Juárez, Pérez y Gálvez (2016) también nos detalla que los mejores suelos son los limosos, profundos, franco limosos y bien drenados, para evitar que el terreno se lave y ocurra una lixiviación de nutrientes. El pH óptimo para la plantación es de 4.5 a 7.5 (p. 3). Por lo que se determina que el cultivo necesita de condiciones bastante específicas para obtener su mejor rendimiento productivo.

Según se revisa, la vida productiva del cultivo empieza a temprana edad, siendo cultivos entre los 18 a 24 meses, teniendo una vida productiva de aproximadamente 25 años, alcanzando una producción de 12 a 14 racimos por

año que cada uno tiene un peso aproximado de 30 a 60 libras para las plantaciones más antiguas. La fruta de palma es transportada por las fincas de producción hasta las plantas procesadoras o extractoras, en donde empieza el proceso para la extracción del aceite crudo y demás productos derivados.

Una vez obtenidos estos productos, estas plantas comercializan a refinadoras de aceites la materia prima, y además industrias el resto de los subproductos obtenidos.

9.1.2. Producción agrícola de palma africana

En las fincas de producción de palma africana existen diversas prácticas que componen los procesos para el cultivo del fruto de esta plantación. Es importante resaltar que la producción se divide en dos grandes fases, la parte agrícola y la parte industrial de extracción. La fase agrícola es la etapa del proceso en donde se cultiva la plantación y de esta manera se consiguen frutos cosechables y estos puedan ser transportados a través de distintos medios hacia las plantas procesadoras o extractoras, en donde por medio de procesos industriales realizados al fruto se extrae el aceite crudo, principal producto de interés para distintos sectores.

De esta forma, es como Ortiz Valen & Moreno Mendoza (2020) en su estudio *Criterios de implementación ISO 14001:2015; Caso de estudio sector Agroindustrial, Extractora del Sur de Casanare - Villanueva Casanare*, indican que ciertos aspectos de gran relevancia para el cultivo de palma africana pueden ser una extensión de suelo con características fértiles, un clima que se considere cálido y adecuado, un sistema de riego y adecuación de vías.

Del mismo modo, es necesario contar con un vivero el cual es útil al entrar en las etapas de resiembra del cultivo y finalmente una planta extractora, o de beneficio como también es conocida, para cumplir el ciclo (p. 1) ya que de estos depende el completar la serie de procesos que son realizados para el establecimiento de fincas y posterior procesamiento del fruto para obtener la materia prima.

La recolección de los racimos se realiza de manera programada por la plantación, enviando cuadrillas de jornaleros a recorrer las calles de la finca en búsqueda de los racimos en condiciones apropiadas para ser cultivados. Una vez se recoge el racimo, es transportado a través de distintos medios, según las condiciones del terreno, y llevado para su posterior pesaje y procesamiento. Monroy, Alarcón y Gualteros (2020) describen que el aceite del fruto de la palma se obtiene por extracción mecánica de dichos racimos, sin que se intervenga a través de ningún proceso químico.

Mientras el aceite de palmiste es obtenido mediante extracción físico-mecánica por prensado de la almendra del fruto (p. 2). Los productos restantes, como el bagazo, son llevados devuelta al cultivo para que cumplan la función de compostaje, o bien, utilizados como combustible en la caldera que genera energía para la misma planta de beneficio. De este mismo proceso, una vez incinerado todos los residuos, las cenizas son recogidas y se comercializan para su utilización en la elaboración de cosméticos y jabones.

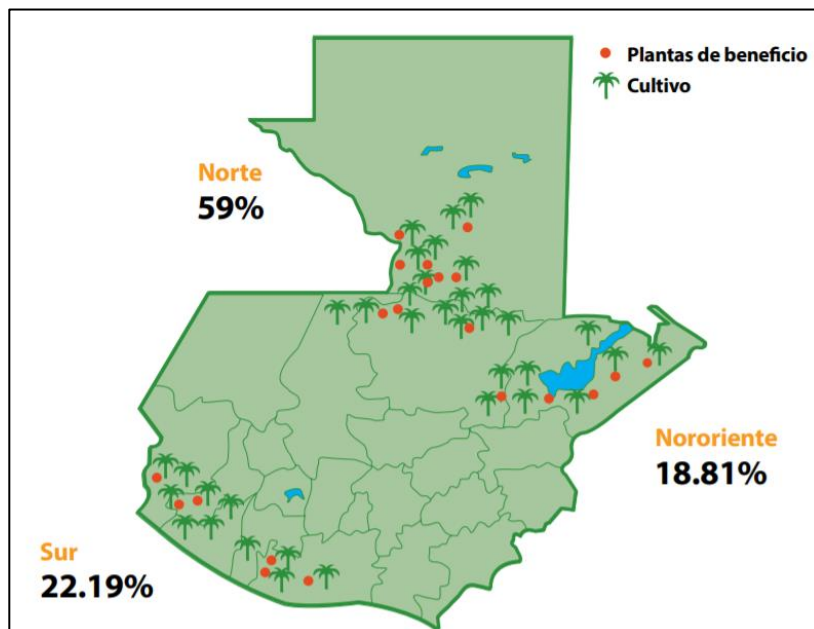
9.1.3. Cultivo en Guatemala

Guatemala tiene una importante participación dentro de los productores de palma africana de la región, y una fuerte producción dentro de las cantidades que son consumidas en el mundo.

Pero, no todo el tiempo fue de esta forma. La producción de este cultivo inicia en Guatemala en los años sesenta, con la búsqueda de un cultivo que pudiera sustituir al cultivo de café, el cual se encontraba en crisis. Luego, con la crisis del cultivo de algodón, se buscó aumentar la cantidad de cultivos oleaginosos para continuar con la producción de aceites vegetales.

Es así, como los grandes productores de este cultivo, fueron cambiando sus prácticas, orientándose a cultivos con una mayor rentabilidad o mejor posicionamiento en el mercado, como el azúcar, el banano y la palma africana. Finalmente, en los años 90, se establecieron fincas de producción de palma africana en las zonas de Ayutla y Petén, en tierras inicialmente destinadas para la ganadería, siendo esta última región la que mayor crecimiento ha tenido.

Figura 1. **Distribución de plantaciones de palma africana y extractoras dentro de Guatemala**



Fuente: Gremial de Palmicultores – GREPALMA (2020), *Anuario estadístico 2020*.

Según el anuario estadística de GREPALMA, para el 2020, indica que en Guatemala existen 235 productores de palma de aceite, siendo considerados el 55 % pequeños productores, 33 % medianos productores y el 12 % grandes productores. Teniendo 180,614 hectáreas de cultivo a nivel nacional, que representa el 2.64 % de la tierra cultivable del país. La distribución del cultivo a nivel nacional se puede apreciar en la figura no. 1.

9.1.3.1. Impacto económico

Guatemala, como se menciona antes, siendo un país con características agrícolas depende mucho de lo que pueda generar económicamente este sector. La palma africana, debido a la gran presencia en el país, tiene un impacto económico bastante alto. El sector de la palma africana aporta aproximadamente el 1.13 % del PIB aportando 0.04 % más que el año anterior, según indica GREPALMA en su anuario estadístico 2020.

Este cultivo tiene una gran demanda mundial, Según indica GREPALMA (2020) Guatemala se ha posicionado como el 6to país productor a nivel mundial y como el 3er país exportador a nivel mundial, considerando que el 80 % de la producción en el año 2020 fue exportada, generando divisas por USD\$ 461,605,000, en el año 2019 se generaron divisas por USD\$ 392,970,000. Lo que representa un movimiento significativo para el país.

9.1.3.2. Impacto social

Por lo tanto, un cultivo con tanta participación económica y con tanta presencia en el país tiene necesariamente un impacto en las comunidades cercanas. Las plantaciones de palma africana tienden a tener una alta necesidad de jornales que realicen las prácticas agrícolas por lo que en este sector se

generan 30 mil empleos directos, y aproximadamente 143 mil empleos indirectos. Esto, sin duda, tiene una inyección de efectivo a la economía del país, por lo que este sector es de gran relevancia.

Por otro lado, las comunidades cercanas también se ven involucradas en proyectos sociales, incentivación a la formación y aportes o donaciones económicas realizadas por los grandes productores para cooperar con el desarrollo económico de éstas.

Sin embargo, no todos los impactos sociales son positivos, ya que ha sido evidenciado en distintas ocasiones los impactos ambientales producidos por estos productores que afectan directamente a las comunidades. Considerando en ello la industrialización de las zonas habitables, que terminan rodeadas por equipo y maquinaria pesada.

9.2. Impacto ambiental

El impacto ambiental es un tema muy importante, principalmente relacionado con la sostenibilidad y la utilización de la tierra con objetivos agrícolas, sin embargo, no es un tema reciente, ya que desde hace décadas tiene cada vez más relevancia, generando una preocupación de distintos sectores, debido al fuerte deterioro que se ha evidenciado en los ecosistemas y el medioambiente en general.

Dentro de las prácticas que tienen un mayor impacto, es bien reconocido que el sector agrícola es uno de los más influyentes, siguiendo a las actividades antropogénicas.

Esto debido al gran consumo de agua que tienden a utilizar, además de grandes extensiones de tierra que es indispensable para la producción industrial de los cultivos y la utilización de productos químicos para el tratamiento y manejo de plagas.

El cultivo de palma africana, como se menciona previamente, necesita una considerable extensión de tierra para el establecimiento de las fincas agrícolas. Henson, I. E. (1995) aclara que estos cultivos, conocido como monocultivos, afectan a otras especies de plantas y animales debido a la destrucción de su hábitat, permitiendo sobrevivir únicamente para un grupo limitado de especies (p.4), esto en su publicación en la revista *Palmas* denominado *Impactos ambientales de las plantaciones de palma de aceite en Malasia*. Es así, que se logra determinar que un pequeño grupo de especies sobreviven a este tipo de cultivos, y en gran cantidad de ocasiones, estos son considerados plagas, por lo que requiere la implementación de medidas de control, por lo general agroquímicos.

Del mismo modo, Monroy y Alarcón (2020) en su estudio *Criterios de implementación ISO 14001:2015 Caso Estudio Sector Agroindustria*, que la palma africana es un tipo de plantación que tiene necesidades mucho más exigentes que otros cultivos, por ejemplo, en el caso de nutrientes, por lo que, al estar en terrenos con suelos más deficientes, incentiva un mayor uso de fertilizantes (p. 1), siendo también un elemento que puede impactar en los ecosistemas. Sin embargo, el verdadero impacto recae en el uso de agroquímicos, ya que estos tienen un impacto directo en todos los recursos naturales, principalmente en los recursos hídricos, fuentes cercanas y aguas subterráneas. Dentro de estos impactos, hay que agregar también la caza y comercialización de especies, la cual debe ser regulada.

9.2.1. Medio ambiente

El medio ambiente se puede determinar como el conjunto de factores, circunstancias, elementos o condiciones exteriores que pueden influir en un ser vivo. Enfocados en un tema ambiental con enfoque agrícola, representa todos los elementos involucrados en el ciclo natural de la vida silvestre. Por lo que toda práctica que afecte a un elemento necesario para la flora o fauna se considera impacto al medio ambiente.

9.2.1.1. Biodiversidad

Se representa la biodiversidad como las especies vegetales y animales que habitan en un espacio definido. Por lo que, en el escenario de fincas de palma africana, se determina como biodiversidad todas las especies que son afectadas por las prácticas agrícolas, desde el establecimiento de la finca hasta la producción.

9.2.1.2. Ecosistemas

El ecosistema se define como el sistema biológico en el que existen distintas especies de seres vivos que cohabitan un espacio y medio natural. Generan una coexistencia y equilibrio natural. Henson, I. E. (1995) en su publicación en la revista *Palmas*, denominada *Impactos ambientales de las plantaciones de palma de aceite en Malasia*, indica que una de las cosas que mas resalta de intercambiar los bosques propios de las regiones por sistemas de producción agrícola es el impacto que tiene sobre la vida de las distintas especies silvestres propias de la zona, esto incluye todos los grupos de animales y plantas (p. 4).

Reforzando el criterio que la implementación de terrenos de dimensiones grandes de tierra para la producción agrícola tiene una afección directa en los ecosistemas.

9.2.2. Desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible considera distintas aristas, dentro de las principales son el desarrollo económico, social y de medio ambiente, las cuales requieren un crecimiento equilibrado, para generar una estimulación al desarrollo económico y ambiental perdurable en el tiempo. Lo cual se considera un objetivo muy importante para la mitigación, reducción o eliminación de los riesgos y el control del impacto ambiental.

9.2.3. Prácticas agrícolas

Al mencionar prácticas agrícolas se interpretan todas las actividades que son ejecutadas durante la vida de un cultivo. Son llevadas a cabo para la siembra, cuidados, mantenimiento y cosecha de los cultivos enfocados a una producción, desde un alcance individual hasta cantidades industrializadas.

9.2.4. Riesgos ambientales

Por riesgo ambiental se conoce a la posibilidad de que una determinada actividad o proceso provoque un daño o impacto al medio ambiente. Se indica que un riesgo se materializa cuando se ha identificado la probabilidad de que se provoque el daño y este llega a suceder.

9.2.5. Política ambiental

La política ambiental es un factor determinante para mitigar el impacto ambiental. Corresponde a una serie de directrices organizacionales en donde se manifiestan los compromisos de una empresa, entidad o grupo adquiridos para mitigar la materialización de riesgos ambientales. En este documento se detallan y expresan la preocupación y desarrollo de objetivos sostenibles con fines de mejorar el medio ambiente.

Este documento es crucial para estructurar y definir los lineamientos de un sistema de gestión ambiental, es el pilar de la estructura de los lineamientos a seguir a nivel organización. Enríquez Bernal (2009) indica en su estudio *Estrategia para la implantación de la norma ISO 14001 en empresas productoras de palma de aceite en la zona oriental colombiana*, que para una generar producción sostenible y más limpia se debe enfocar en la aplicación de una estrategia de prevención ambiental desde los procesos hasta los productos teniendo el propósito de mitigar o reducir la materialización de os riesgos ambientales (p. 51), siendo uno de los principios a resaltar en esta política.

9.2.6. Eficiencia en el uso de la tierra

Dentro de los conceptos más importantes dentro de las prácticas a implementar para mitigar o reducir el impacto ocasionado al medioambiente se encuentra el uso eficiente de la tierra. Del mismo modo, el crecimiento industrial ha desmedido el uso de la tierra con propósitos de producción agrícola y propone enfocar los esfuerzos en cultivos que ofrecen mucho mayor rentabilidad, sin embargo, se ha descuidado los daños relacionados.

Enríquez Bernal (2009) menciona también que para asegurar una producción más limpia el uso adecuado de cada uno de los recursos disponibles es un criterio importante para la búsqueda del mejoramiento ambiental, por lo que se debe iniciar con una evaluación de los planes de acción para conseguir una ecoeficiencia (p. 51) indicando la línea que se debe enfocar el manejo de los recursos.

9.2.7. Problemática ambiental

A partir de la mitad del siglo XX el impacto ambiental ha reflejado la problemática que se está teniendo a nivel global, y cada vez más organizaciones se unen a la concientización y comunicación de medidas para corregir los daños que se han realizado. Conceptos como el calentamiento global y el cambio climático son términos más conocidos cada día. Que reflejan los principales problemas ambientales contra los que se están luchando, entre otros.

El crecimiento industrial y el uso desmedido de los recursos naturales son precursores de la crisis que se prevé. Por lo que buscar soluciones se vuelve una necesidad y evaluar constantemente lo que se está realizando para poder generar una mejor.

9.3. Sistema de gestión ambiental

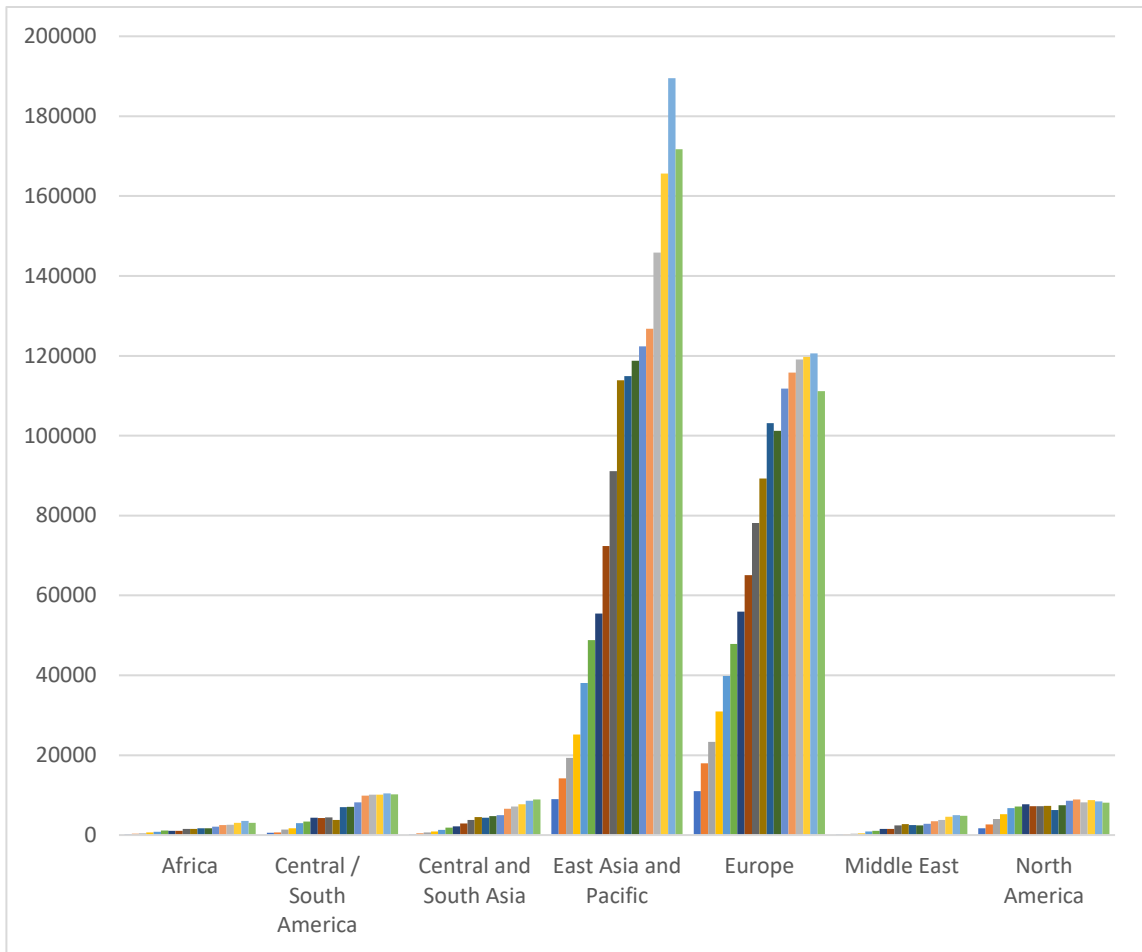
Los sistemas de gestión se han convertido en herramientas sumamente importantes en las organizaciones, ya que con la estandarización de los procesos permiten tener controladas las actividades y realizarlas de una manera homogénea y alineada con los requerimientos establecidos. Monroy, Alarcón y Gualteros (2020) resaltan en su trabajo *Criterios de implementación ISO 14001:2015 Caso Estudio Sector Agroindustrial*, la importancia que ha tomado la

implementación de este tipo de sistemas, ya que ayudan a soportar la necesidad generada por buscar cumplir con distintos aspectos ambientales y sociales que pueden compensar las necesidades que puede tener el medio ambiente (p. 1). Dando relevancia a que cumplir con estos requerimientos no solo tienen un impacto en los recursos naturales, sino en los ecosistemas completos, integrando a las comunidades cercas.

Los monocultivos, en específico las plantaciones de palma africana, afectan de distintas maneras durante su proceso agrícola y el proceso industrial de la extracción del aceite crudo en las plantas de beneficio. Considerando los impactos más grandes son la contaminación de los recursos hídricos, la pérdida de recursos naturales endémicos de las zonas en las que existen estos cultivos y las emisiones de gases de efecto invernadero, esto como consecuencia de la sobre explotación del suelo.

Es esta la razón por la cual, certificaciones internacionales como la ISO 14001:2015 cobran tanta importancia en vías de mitigar los daños al medio ambiente. Alzate-Ibañez et al. (2018) en su publicación en la revista *Economía y Sociedad* titulada *Modelo de la gestión ambiental ISO 14001: Evolución y aporte a la sostenibilidad organizacional*, indica que esta norma ha cobrado mucha importancia, siendo una de las certificaciones con mayor número a nivel mundial. Lo que le ha ayudado a ser casi un requisito indispensable para muchas empresas, debido a los beneficios adquiridos (p.2). Lo cual se puede evidenciar en la figura no. 2, verificando el registro histórico de la *International Organization of Standardization*, el crecimiento de certificaciones a nivel mundial.

Figura 2. **Cantidad de certificaciones ISO 14001:2015 en el mundo del año 2000 al 2017**



Fuente: International Organization of Standardization – ISO (2017), *ISO Survey 2017 - ISO 14001 - Environmental management systems - Requirements with Guidance for Use*

Según indica la *International Organization of Standardization (ISO)* en su encuesta del año 2020, en el mundo hay 348,473 certificaciones válidas, de las cuales 35 se encuentran en Guatemala, por lo que, considerando el gran número de productores agrícolas en el país, hay una gran brecha por cerrar. La

agricultura, pesca y caza es el sector que menos certificaciones cuenta de esta norma, por lo que representa un elemento crítico a considerar.

Tabla I. **Número total de certificados válidos para cada una de las normas ISO**

	Certificados totales válidos	Número total de sitios
ISO 9001	916,842	1,299,837
ISO 14001	348,473	568,798
ISO 45001	190,481	251,191
ISO/IEC 27001	44,499	84,181
ISO 22000	33,741	39,894
ISO 13485	25,656	34,954
ISO 50001	19,731	45,092
ISO 20000-1	7,846	9,927
ISO 22301	2,205	4,662
ISO 37001	2,065	5,946
ISO 39001	972	2,341
ISO 28000	520	968

Fuente: International Organization of Standardization – ISO (2020), *The ISO Survey of Management System Standard Certifications 2020*

Finalmente, se vuelve una decisión organizacional el buscar el compromiso en mitigar estos impactos, así lo resalta Alzate-Ibañez et al. (2018), en la publicación mencionada, indicando que, los modelos de gestión ambiental definidos por la norma ISO 14001:2015 y su integración con otros sistemas de gestión como el de otras normas ISO como la 45001, 9001, 50001, entre otros,

se convierte en una tarea más sencilla, volviéndose una estrategia de negocios (p. 10).

9.3.1. Gestión ambiental

Se conoce como gestión ambiental al conjunto de actividades, acciones o procesos que se enfocan en conseguir un equilibrio y gestionar de manera adecuada los sistemas ambientales. Busca definir las acciones necesarias para conseguir un desarrollo sostenible y la evaluación del impacto ambiental. Alzate-Ibañez (2018) resaltan que un modelo de gestión ambiental como lo es la norma ISO 14001:2015 proporciona las condiciones necesarias para facilitar las actividades en función de la protección del medio ambiente (p. 4), siendo una herramienta apropiada para una correcta gestión ambiental.

9.3.2. Diagnóstico ambiental

Se indica como el proceso de diagnóstico ambiental al análisis profundo y detallado de las actividades realizadas por determinada empresa o bien en la implementación de un proyecto. Comprende la interpretación de cada etapa del proceso y el impacto ambiental implícito en estas. Además, es necesario realizar la revisión de la legislación aplicable en contraste con las obligaciones ambientales necesarias. Considera también la fotografía de la situación en el momento que se realiza el diagnóstico, actual e influencia que genera la actividad o proyecto en temas como recursos hídricos, ambiente biótico, aspectos socioeconómicos, análisis de riesgos y sus planes de contingencia e incluir un plan de las prácticas que son necesarias de implementar para poder disminuir los impactos, o bien, mitigar o prevenir que estos sucedan.

Es la fase del análisis en el que la empresa describe su proceso de producción, indicando que es lo que hace y como lo hace, haciendo una revisión de las actividades y los riesgos que puedan existir.

Se consideran la valoración del impacto generado y la evaluación del impacto social que pueda verse como consecuencia del proyecto.

El objetivo final del diagnóstico ambiental consiste en determinar todos los puntos que pudieran generar algún incumplimiento o problema, o bien, una oportunidad de mejora para el desempeño ambiental. Por lo que proporciona una fotografía de la situación actual del momento en el que se realiza el diagnóstico, por lo que es un punto importante para realizar previo a la implementación de proyectos.

9.3.3. Análisis de riesgos ambientales

El análisis del riesgo es la fase del sistema de gestión ambiental en la que se realiza la identificación, evaluación y priorización de todas aquellas actividades, acciones o procesos que pueden significar un impacto negativo medioambiental. Cardenas Pinillos y Pinillos Peña (2018) indican que la identificación de las actividades que son realizadas en la organización dentro del mapa de procesos es sumamente importante para determinar la influencia de estos como de los impactos ambientales generados y las actividades específicas a mejorar (p. 4), determinando así que cada actividad puede tener en mayor o menor medida una influencia, por lo que es importante realizar un correcto análisis para determinar cuáles pueden tener una influencia negativa y en que magnitud.

9.3.4. Normas de certificación

Como se ha mencionado, existen diferentes estándares bajo los cuales se pueden enfocar las actividades de proceso de producción, cada norma está enfocada en diferentes áreas y son revisadas por entidades con la autoridad internacional, por lo que velan por que se cumplan con los requisitos de la norma. Una vez revisado esto, pueden otorgar o no la certificación bajo la norma. Enriquez Bernal (2009) indica en su trabajo *Estrategia para la implantación de la norma ISO 14001 en empresas productoras de palma de aceite en la zona oriental colombiana*, que en el ámbito empresarial la certificación es entendida como el acto por el que una tercera parte independiente da conformidad con un producto respecto una o varias normas o especificaciones (p. 51) el cual es importante de resaltar que es preciso que este proceso sea llevado por una entidad acreditada para ello.

Para los cultivos de palma africana existen distintas normas aplicables, sin embargo, las de mayor relevancia son: ISO 14001:2015, RSPO - *Roundtable on Sustainable Palm Oil*, ISCC - *International Sustainability Carbon Certification*, *Rainforest Alliance* o *Global G.A.P.*

9.3.5. Compromiso ambiental

El compromiso ambiental corresponde al enfoque tomado por la alta dirección de una organización hacia el cuidado del medio ambiente, reducción del impacto ambiental y búsqueda de un desarrollo sostenible. Este compromiso debe ser conocido por todas las partes de la empresa, es por ello que suele ser comunicado en la política ambiental corporativa, en donde se comunican todos los compromisos adquiridos por la organización. Enriquez Bernal (2009) resalta que las tareas fundamentales para que las organizaciones, con el apoyo de sus

directores, implementen un sistema de gestión ambiental es el reconocimiento de la gestión ambiental como una de las prioridades más altas (p. 51) transmitiendo así la importancia necesaria que debe darse al cumplimiento de estos lineamientos.

9.3.5.1. Recursos financieros

Corresponden los recursos económicos necesarios e indispensables para ejecutar todas las actividades relacionadas al sistema de gestión ambiental y los procesos vinculados. Es responsabilidad y una exigencia de la norma ISO 14001:2015 el compromiso por la alta dirección de la empresa en otorgar dichos recursos.

9.3.5.2. Recursos físicos

Se reconocen como recursos físicos a todos los bienes tangibles indispensables para que se realicen las actividades, es decir, instalaciones, oficinas, maquinaria, equipos, herramientas, etc. las cuales son indispensables para realizar las actividades.

9.3.5.3. Recursos humanos

Siendo la parte más importante de toda organización, los recursos humanos son todas las personas involucradas en los procesos y actividades del sistema de gestión ambiental.

9.3.5.4. Recursos técnicos

Se conocen así a todos los conocimientos, herramientas e instrumentos específicos que ayudan a controlar los distintos recursos, desde sistemas administrativos o de control de distintas áreas, o financieros.

9.3.6. Liderazgo

Uno de los puntos más importantes de todo sistema de gestión es el liderazgo, es decir, el compromiso de la alta dirección, gobierno corporativo o mandos altos hacia el cumplimiento y ejecución de los procesos de manera adecuada. Es necesario que el compromiso ambiental se transmita desde la cabeza de la organización para que todas las actividades se realicen alineados a este criterio, por lo que la implicación de estas partes en el proceso de implementación es de gran relevancia para la correcta ejecución.

9.3.7. Trazabilidad en la gestión ambiental

Poder seguir nuestros pasos nos permite poder identificar el camino recorrido y hacia donde vamos, es por ello por lo que dar trazabilidad a los procesos que corresponden a una correcta gestión ambiental es necesario. De esta forma será posible demostrar el camino recorrido. Para ello es necesario reconocer que información es relevante y amerita la documentación y entender los procesos de una forma estructurada.

9.3.8. Mejora continua

La mejora continua es la fase que cierra todo sistema de gestión ambiental, es el punto en el cual se realiza la evaluación de las actividades se

ejecutan, los requisitos que se cumplen y se determinan las brechas, identificando así oportunidades de mejora que se pueden implementar ya sea para corregir algo que se realiza de manera equivocada, o bien, para hacer aún mejor alguna actividad. Es por esto que, la evaluación del sistema de gestión y sus procesos es importante, siendo así que la definición de indicadores y un análisis cuantitativo se vuelve prioridad.

Es importante para la mejora continua ejecutar planes de acción estructurados, de esta forma, se realizan las acciones de mejora de una manera ordenada y se deja un registro trazable para ello. De igual manera, se consigue tener una gestión eficiente del tiempo a través de una planificación establecida.

10. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

JUSTIFICACIÓN

OBJETIVOS

NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

ALCANCE

HIPOTESIS

1. MARCO TÉORICO

1.1. Palma africana

1.1.1. Características del cultivo

1.1.2. Producción agrícola de palma africana

1.1.3. Cultivo en Guatemala

1.1.3.1. Impacto económico

1.1.3.2. Impacto social

1.2. Impacto ambiental

1.2.1. Medio ambiente

1.2.1.1. Biodiversidad

1.2.1.2. Ecosistemas

1.2.2. Desarrollo sostenible

- 1.2.3. Prácticas agrícolas
- 1.2.4. Riesgos ambientales
- 1.2.5. Política ambiental
- 1.2.6. Eficiencia en el uso de la tierra
- 1.2.7. Problemática ambiental
- 1.3. Sistema de gestión ambiental
 - 1.3.1. Gestión ambiental
 - 1.3.2. Diagnóstico ambiental
 - 1.3.3. Análisis de riesgos ambientales
 - 1.3.4. Normas de certificación
 - 1.3.4.1. Compromiso ambiental
 - 1.3.4.2. Recursos financieros
 - 1.3.4.3. Recursos físicos
 - 1.3.4.4. Recursos humanos
 - 1.3.4.5. Recursos técnicos
 - 1.3.5. Liderazgo
 - 1.3.6. Trazabilidad en la gestión ambiental
 - 1.3.7. Mejora continua

2. DESARROLLO DEL ESTUDIO

- 2.1. Diagnóstico ambiental
- 2.2. Identificación y análisis de riesgos ambientales
- 2.3. Diseño de controles ambientales
- 2.4. Definición de procesos
- 2.5. Estructura de sistema de gestión ambiental

3. MARCÓ METODOLÓGICO

4. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

5. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

6. RESULTADOS

7. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

APENDICES

11. MARCO METODOLÓGICO

Las normas ISO se encuentran diseñadas en una estructura de alto nivel, por lo que, distintos sistemas de gestión de diferentes certificaciones son integrables entre sí. La base de estas normas es el enfoque de procesos y riesgos, y su análisis para la mitigación y evitar la materialización de estos últimos a través de controles implementados. Con esto, se plantea una metodología deductiva buscando reducir los riesgos medioambientales de la producción en fincas de palma africana con un sistema de gestión ambiental bajo la norma ISO 14001:2015, según la experiencia previa con esta certificación internacional.

11.1. Características del estudio

El diseño del estudio se plantea como no experimental en función de variables cualitativas nominales, y la información de dichas variables se manejará en su forma natural sin manipulación. Se busca abordar un paradigma interpretativo y sociocrítico debido a que se busca realizar una reflexión desde la práctica conformando la realidad de hechos observables y externos, por significados e interpretaciones elaboradas por expertos y el investigador. Además, se exige al investigador una constante crítica y reflexión de las variables consideradas para establecer un punto de vista y definición de las herramientas planteadas durante la propuesta.

Con la propuesta de la metodología de implementación del sistema de gestión ambiental, cumpliendo con los requisitos de la norma ISO 14001:2015, se busca definir herramientas útiles y prácticas para la determinación y análisis de riesgos en la producción agrícola de una finca de palma africana, y las fases

para realizar dicha implementación, pudiendo así conseguir una certificación internacional.

Para realizar el estudio, se busca realizar una serie de fases para conseguir los resultados esperados, determinadas con base a la experiencia del investigador en búsqueda de responder a las preguntas planteadas y alcanzar los objetivos planteados.

11.2. Variables del estudio

Las variables del estudio corresponden a los criterios a analizar para obtener los resultados y posteriores conclusiones, se presentan en la tabla no. 2.

Tabla II. **Variables e indicadores del estudio**

Variable	Objetivo	Tipo	Indicadores
Impacto ambiental	Determinar el proceso a seguir para la implementación de un SGA para la mejora de las prácticas agrícolas de una finca de producción de palma africana.	Independiente, Cuantitativa.	- Nivel de impacto del riesgo - Probabilidad de ocurrencia del riesgo
	Determinar el análisis de los riesgos ambientales que deben ser considerados en la implementación de un SGA.	Dependiente, Cualitativa	- Nivel de riesgo ambiental
Sistema de gestión ambiental	Definir el proceso de mejora continua para la reducción del impacto ambiental de una finca de producción de palma africana.	Dependiente, Cualitativa	- Porcentaje de cumplimiento de la norma ISO 14001
	Analizar los requisitos solicitados por la norma ISO 14001:2015 para la reducción del impacto ambiental en una finca de producción de palma africana	Dependiente, Cualitativa	- Cantidad de acciones correctivas

Fuente: elaboración propia, realizado en Microsoft Word.

11.3. Unidad de estudio

El estudio se debe realizar en una finca de producción de palma africana ubicada en el municipio de Coatepeque, del departamento de Quetzaltenango en Guatemala, para determinar las actividades agrícolas y los riesgos inherentes en estas.

11.4. Fases de estudio

Para la realización del estudio es necesario llevar a cabo ocho fases, las cuales abarcan desde el primer acercamiento hasta las conclusiones del trabajo de investigación, estas se detallan a continuación.

11.4.1. Fase I: Revisión documental relacionada

Inicialmente, se realizará una revisión de estudios y artículos elaborados previamente que estén relacionados a los impactos ambientales ocasionados por la palma africana en el mundo, y en condiciones similares a las de Guatemala, como lo son las plantaciones en Colombia, esto para crear un contexto documental enfocado a la problemática a tratar. Además, se buscarán estudios y trabajos de investigación realizados en función de la mitigación de los riesgos ambientales, para conocer e identificar las problemáticas existentes en este tipo de cultivo. Posterior, se realizará la consulta en estudios enfocados a la aplicabilidad de los sistemas de gestión para la reducción de estos riesgos, y su forma práctica de coexistir con los procesos agrícolas.

11.4.2. Fase II: Formación específica en la norma ISO 14001:2015

Se determina la necesidad de realizar una formación específica en la norma ISO 14001:2015, enfocada al conocimiento de la norma y a la auditoría de los sistemas de gestión bajo la misma, con el objeto de que el investigador tenga un criterio experto, fundamentado en la academia adicional a la experiencia profesional que se posea.

Esto es fundamental para establecer los criterios de análisis de los riesgos propios de la producción del cultivo, y poder establecer las medidas necesarias para prevenir, mitigar y corregir los aspectos negativos e impactos ambientales de relevancia.

Es necesario llevar a cabo esta fase para recoger herramientas necesarias para el análisis y diseño de procesos que puedan establecer prácticas, controles, programas, procesos y métodos de producción que puedan evitar la materialización del riesgo ambiental en las distintas aristas: Suelo, agua, biodiversidad, residuos, etc.

11.4.3. Fase III: Análisis de la norma ISO 14001:2015

Teniendo como base la experiencia académica y profesional del investigador, se llevará a cabo un análisis de los requisitos solicitados por la norma ISO 14001:2015, a través de la revisión minuciosa de la misma, para identificar los aspectos más importantes y poder hacer certificable a un sistema de gestión ambiental. Con esto se busca conocer los puntos críticos de la norma y los principales aspectos auditables que puedan afectar la obtención de este reconocimiento.

Además de esto, se busca también definir preliminarmente las herramientas necesarias a utilizar para poder hacer el levantamiento de la información en el trabajo de campo, por lo que, se utilizará esta fase para construir los formatos y guías necesarias para llevar a cabo el análisis profesional.

11.4.4. Fase IV: Trabajo de campo en finca de producción de palma africana

Una vez finalizada la fase anterior, se realizarán visitas a las fincas de producción de palma africana que se han identificado para el estudio, en la Costa Sur del país para realizar el trabajo de campo y enfocar el análisis al proceso agrícola llevado a cabo para la producción de los racimos de fruto de palma africana.

Se busca realizar el estudio y segmentación de cada una de las labores agrícolas, desde el riego hasta la recolección del fruto y su transporte a las plantas de beneficio en donde se procesa el aceite crudo e inicia el proceso industrial. Así mismo, las labores implícitas en el establecimiento de fincas nuevas, como las actividades de los viveros y la preparación de los terrenos para hacerlos cultivables. De esta forma se plantea realizar la verificación de los procesos para identificar los riesgos implícitos en la ejecución de las actividades, para su posterior análisis.

De igual manera, en esta fase, se busca documentar la realidad de los cultivos de palma africana y su reflexión del contexto nacional, ya que este cultivo tiene gran relevancia en aspectos económicos, demográficos, sociales y sobre todo ambientales, por lo que es necesario crear una perspectiva objetiva para identificar las mejores prácticas.

11.4.5. Fase V: Análisis de riesgos medioambientales.

Con la información levantada en el trabajo de campo y la identificación de los riesgos ambientales, se determina el análisis de estos para enfocar el estudio en los más críticos.

Por lo que, se buscará realizar el análisis construyendo una matriz de riesgos ambientales en donde se pueda cuantizar los aspectos relacionados a cada riesgo, es decir, ponderar la criticidad del riesgo, el impacto generado, la probabilidad de materialización y las consecuencias de este, obteniendo de esta forma una priorización en las medidas a tomar, en función de los procesos en los que compete.

Para realizar este análisis, es necesario también construir una segmentación de los procesos en función de su cronología en la producción. De esta forma, la identificación y análisis de los riesgos se planteará con base a la eventualidad de estos y será posible proponer controles que mitiguen la materialización del riesgo para cada uno de los macroprocesos.

11.4.6. Fase VI: Definición de controles

Posterior al análisis de los riesgos con base a los macroprocesos, se identificarán controles que eviten la materialización de los riesgos ambientales en las actividades agrícolas, estos controles deben ser establecidos en función de los procesos que se realizan en la cadena de valor del producto, y deben dejar registro como información documentada según compete, y complementar y cumplir con los requerimientos de la norma ISO 14001:2015. Por lo que, se debe definir el tipo de registro necesario para cada tipo de control. De esta forma, se determinan las actividades agrícolas que pueden representar un mayor riesgo y

generar un impacto ambiental más grave en las fincas de producción de palma africana.

11.4.7. Fase VII: Diseño de propuesta de procesos

Una vez determinados los controles, se definirá la propuesta del mapa de procesos a determinar para la implementación del sistema de gestión ambiental, considerando todas las áreas pertinentes para la posterior certificación bajo la norma ISO 14001:2015. Se planteará la estructura de documentación y procesos claves para lograr los objetivos planteados, estableciendo procesos estratégicos, de operación incluyendo áreas de soporte necesarias.

11.4.8. Fase VIII: Revisión del trabajo y definición de conclusiones del trabajo de investigación

Para finalizar, se debe realizar el análisis del trabajo de investigación realizado para poder concluir sobre la propuesta de la metodología hecha, verificando si es posible definir las principales actividades agrícolas que pueden influir en el incremento de los riesgos ambientales, o bien, en su materialización a través de los análisis necesarios de los procesos y cadena de valor, de esta forma se podrá determinar si fue posible identificar los principales requisitos que deben cumplirse en el proceso de certificación de la norma y determinar las actividades que pueden incrementar el impacto ambiental en la producción de palma africana.

12. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

12.1. Recolección de información

Para la recolección de la información se establecen distintas fases, en las cuales se busca realizar un análisis cualitativo y cuantitativo, haciendo uso de distintas herramientas para llevarlo a cabo. Las herramientas definidas serán utilizadas para la revisión de las actividades agrícolas llevadas a cabo en la finca de producción de palma africana, detallando las siguientes etapas:

- Revisión de procesos inicial: se realizará una verificación de las distintas actividades agrícolas, segmentándolas en función del proceso productivo del fruto de palma africana y sus distintas fases. Para ello, se realizarán listas de verificación enfocadas a la auditoría de la norma ISO 14001:2015, y definir las brechas a cubrir.
- Revisión de las actividades agrícolas: se debe realizar un seguimiento e inspección de las actividades agrícolas para poder identificar los puntos críticos y principales riesgos ambientales, para su posterior priorización. Para ello es necesario realizar fichas de evaluación, en función de la metodología.

12.1.1. Visitas de campo

Es necesario realizar una serie de visitas de campo a la finca de producción de palma africana, las cuales serán útiles realizar la recolección de la

información y la documentación y análisis de las labores agrícolas y distintas actividades necesarias para poder levantar la información y posterior análisis.

12.1.2. Listas de verificación

Para la recolección de la información en las dos etapas descritas se utilizarán dos tipos de documentos, los cuales son:

- Listas de verificación de la norma ISO 14001:2015
- Fichas de evaluación de procesos

Las listas de verificación se determinarán con base a la norma ISO 14001:2015, enfocadas la auditoría de los distintos niveles organizacionales y revisar el cumplimiento de los requisitos de la norma y brechas a cubrir necesarias para el alcance de los objetivos.

Además, también son necesarias fichas de evaluación de labores agrícolas, las cuales servirán para realizar la documentación de cada una de las actividades necesarias para la producción del cultivo, y posterior análisis de los riesgos ambientales.

12.1.3. Evaluación de impacto

A través de las listas de verificación se realizará una puntuación, en función de la importancia del proceso, el tipo de impacto que se determina y la probabilidad de ocurrencia. De esta forma, se realizará un análisis cuantitativo para priorizar cada uno de los riesgos identificados dentro de las labores agrícolas.

12.2. Análisis de riesgos ambientales

El análisis de los riesgos ambientales se realizará con base a la documentación de procesos, en el cual se clasificarán los riesgos con base al tipo de impacto que ocasionan, por ejemplo, impacta a los recursos hídricos, fauna silvestre, especies endémicas, etc. Por lo que se realizará la ponderación de estos en función de la probabilidad de ocurrencia y el nivel de impacto que pueda tener, generando un valor cuantitativo, lo cual permitirá dar una priorización a los riesgos y una criticidad al cierre de brechas. Esto debe quedar documentado a través de las fichas de revisión de procesos.

12.3. Priorización de riesgos ambientales

Una vez cuantificada la probabilidad de ocurrencia y el nivel de impacto ocasionado, se dará prioridad a aquellos riesgos que representen un nivel de criticidad más alto, para definir el tipo de control que se puede utilizarlo, para reducir, mitigar, trasladar o eliminar el riesgo.

12.4. Diseño de controles

Los controles ambientales deben quedar documentados en las fichas de revisión de procesos, los cuales deben ser diseñados con base a la función operativa, buscando que reduzcan, mitiguen, trasladen o eliminen el riesgo al cual se enfocan. Los controles deben estar diseñados buscando la optimización del proceso productivo, o bien, buscando afectar lo menos posible la producción de la finca. Estos controles deben quedar registrados en la ficha de revisión del proceso.

12.5. Definición de procesos ambientales

Una vez identificados los controles a implementar, deben ser agrupados en función de las labores agrícolas a las que corresponden, de esta forma, se procederá a realizar la definición de los procesos a documentar, los cuales deben cumplir con los requisitos de la norma ISO 14001:2015. Estos procesos, deben estar alineados con la cadena de valor del ciclo de producción del cultivo, por lo que, deben cubrir cada una de las etapas del cultivo, y todas las labores agrícolas realizadas dentro de la plantación.

13. FACTIBILIDAD DE ESTUDIO

Para la ejecución del trabajo de investigación propuesto son necesarios distintos tipos de recursos materiales y no materiales, los cuales permitirán realizar las actividades en función de su utilidad. Se pueden categorizar las principales divisiones de los recursos como:

- Recursos humanos.
- Recursos tecnológicos.
- Acceso a la información.
- Autorización de la organización.
- Infraestructura.
- Recursos financieros.

13.1. Recursos humanos

Se consideran toda aquella persona que contribuya para la ejecución del estudio, levantamiento de la información, análisis, logística, entre otras actividades esenciales para la realización del estudio. Se pueden considerar los siguientes:

- Investigador: responsable de ejecutar el estudio. Estudiante del programa de Maestría en Energía y Ambiente de la Escuela de Postgrados de la Facultad de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

- Asesora de investigación, Dra. Casta Petrona Zeceña Zeceña: profesional reconocido, con experiencia comprobable en materia del estudio.
- Catedrático de seminario: profesional responsable de impartir la catedra del curso de Seminario en el programa de maestría, quien comparte conocimiento, directrices y guías para el desarrollo del estudio.
- Auxiliar de análisis: responsable de apoyar al investigador en la ejecución del estudio para el análisis y recolección de la información.
- Usuario Clave: profesional experto en materia y desarrollo de las actividades a evaluar. Labora en la empresa en la que se realiza el estudio.

13.2. Recursos tecnológicos

Se consideran todos los equipos tecnológicos necesarios para cumplir los objetivos, dentro de estos se pueden detallar:

- Computadora: dispositivo portátil en el cual se realizará el análisis de la información y redacción del informe final.
- Licencias informáticas: licencias a softwares necesarios para la ejecución del estudio, específicamente a softwares de redacción de documentos.

13.3. Acceso a la información

Se toman en cuenta todos los recursos necesarios para acceder a la información necesaria para el estudio y análisis de la información. Se detallan los siguientes:

- Curso Auditor Interno ISO 14001:2015: se realizará una formación profesional específica en la comprensión de la norma ISO 14001:2015, enfocada en la autoría interna de la misma, para dar validez y respaldo al estudio realizado.
- Norma ISO 14001:2015: norma internacional certificable, la cual es la base del estudio en el que se realiza el estudio.

13.4. Autorizaciones organizacionales

Se cuenta con los permisos y autorizaciones necesarias por la empresa para realizar el estudio, análisis de la información, visitas de campo y documentación de las actividades para el alcance de los objetivos.

13.5. Infraestructura

Se cuenta con la infraestructura necesaria para la ejecución del estudio, dentro de la cual se consideran las sedes de reunión necesarias para el análisis y consolidación del informe final.

13.6. Recursos financieros

Se comprenden como recursos financieros al capital económico necesario para la ejecución del estudio, utilizados para gestionar los recursos antes mencionados. El detalle se determina en la tabla no. 2.

Tabla III. **Detalle de inversión**

No.	Descripción	Inversión
1	Recursos humanos	
1.1.	Investigador	Q 24,000.00
1.2.	Auxiliar de análisis	Q 3,000.00
2	Recursos tecnológicos	
2.1.	Computadora	Q 5,000.00
2.2.	Licencias informáticas	Q 500.00
3	Acceso a la información	
3.1.	Cursos Auditor Interno ISO 14001:2015	Q 3,500.00
3.2.	Norma ISO 14001:2015	Q 1,150.00
4	Visitas de campo	
4.1.	Traslados	Q 5,000.00
4.2.	Hospedajes	Q 1,000.00
4.3.	Alimentación	Q 4,500.00
5	Materiales y equipos	Q 1,500.00
	Total inversión	Q 49,150.00

Fuente: elaboración propia, realizado en Microsoft Word ®.

Por lo que así, se determina que se tienen los recursos necesarios para llevar a cabo el estudio.

14. CRONOGRAMA

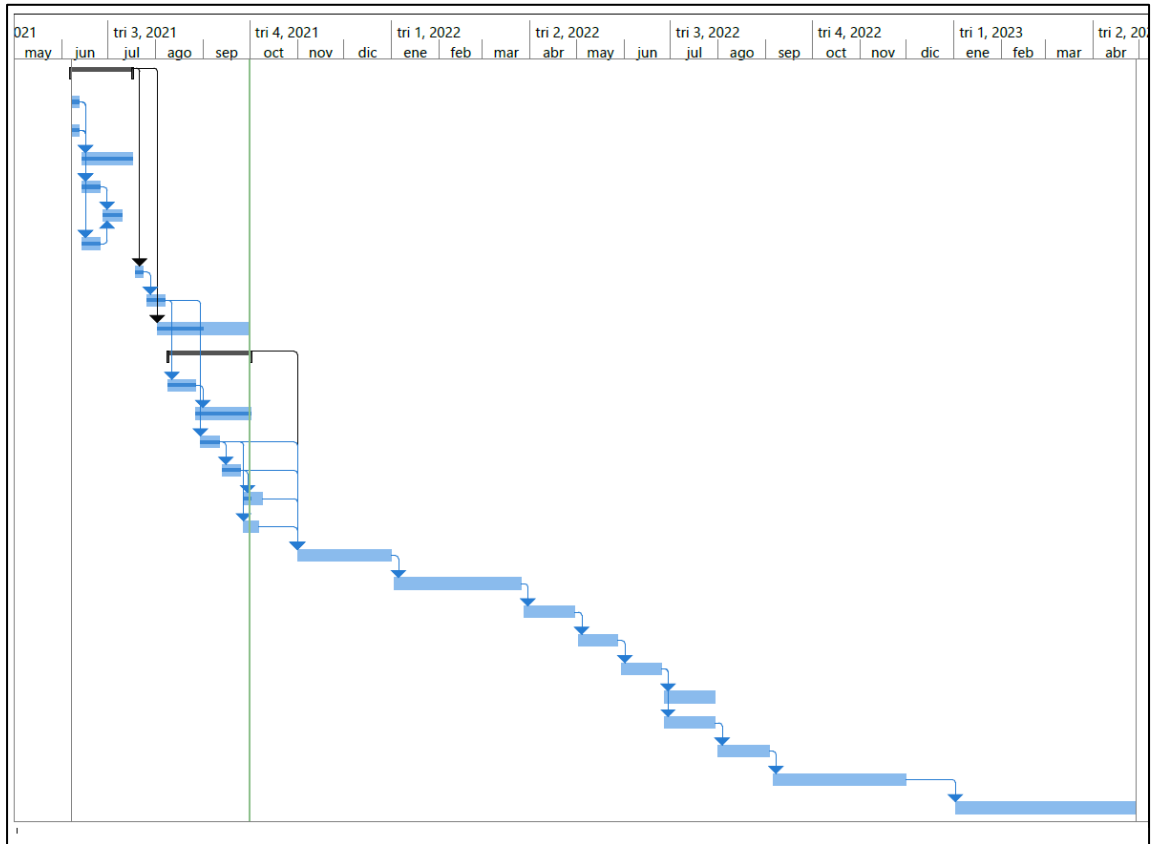
Para la ejecución de este trabajo, se determina iniciar en el segundo trimestre del año 2021, finalizando para el cuarto trimestre del año 2022. Se determina el siguiente gráfico de Gantt.

Figura 3. Descripción de actividades del diagrama de Gantt

Id	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	% completado
1	✓	Formulación inicial	30 días	lun 7/06/21	vie 16/07/21		100%
2	✓	Definición de problema	5 días	lun 7/06/21	vie 11/06/21		100%
3	✓	Planteamiento de título de proyecto	5 días	lun 7/06/21	vie 11/06/21		100%
4	✓	Investigación y formulación de antecedentes	25 días	lun 14/06/21	vie 16/07/21	2;3	100%
5	✓	Formulación de objetivos generales y específicos	10 días	lun 14/06/21	vie 25/06/21	2;3	100%
6	✓	Definición de justificación	10 días	lun 28/06/21	vie 9/07/21	5;7	100%
7	✓	Definición de planteamiento de problema	10 días	lun 14/06/21	vie 25/06/21	2;3	100%
8	✓	Necesidades a cubrir y esquemas de solución	5 días	lun 19/07/21	vie 23/07/21	1	100%
9	✓	Propuesta de índice	10 días	lun 26/07/21	vie 6/08/21	8	100%
10	✓	Documentación de asesor	44 días	lun 2/08/21	jue 30/09/21	1	50%
11	✓	Definición de marco teórico	40 días	lun 9/08/21	vie 1/10/21		100%
12	✓	Revisión documental	14 días	lun 9/08/21	jue 26/08/21	9	100%
13	✓	Redacción del marco teórico	26 días	vie 27/08/21	vie 1/10/21	12	100%
14	✓	Planteamiento de metodología	10 días	lun 30/08/21	vie 10/09/21	9	100%
15	✓	Definición de técnicas de análisis de información	10 días	lun 13/09/21	vie 24/09/21	14	100%
16	✓	Factibilidad de estudio	10 días	lun 27/09/21	vie 8/10/21	15	50%
17	✓	Planteamiento de cronograma	8 días	lun 27/09/21	mié 6/10/21	14	0%
18	✓	Formación Auditor Interno ISO 14001:2015	45 días	lun 1/11/21	vie 31/12/21	11;14;15;16	0%
19	✓	Análisis de la norma ISO 14001:2015	60 días	lun 3/01/22	vie 25/03/22	18	0%
20	✓	Visitas técnicas en fincas de producción de palma africana	25 días	lun 28/03/22	vie 29/04/22	19	0%
21	✓	Definición de listas de verificación	20 días	lun 2/05/22	vie 27/05/22	20	0%
22	✓	Revisión de procesos agrícolas en finca	20 días	lun 30/05/22	vie 24/06/22	21	0%
23	✓	Análisis de riesgos ambientales	25 días	lun 27/06/22	vie 29/07/22	22	0%
24	✓	Definición de controles	25 días	lun 27/06/22	vie 29/07/22	22	0%
25	✓	Diseño y propuesta de procesos	25 días	lun 1/08/22	vie 2/09/22	24	0%
26	✓	Revisión de trabajo final y definición de conclusiones	62 días	mar 6/09/22	mié 30/11/22	25	0%
27	✓	Gestiones administrativas	85 días	lun 2/01/23	vie 28/04/23	26	0%

Fuente: elaboración propia, realizado en Microsoft Project ®.

Figura 4. Diagrama de Gantt



Fuente: elaboración propia, realizado en Microsoft Project 2016 ©.

15. REFERENCIAS

1. Acuña, N. (Enero de 2017). *Influencia de los Sistemas de Gestión Ambiental ISO 14001 en las organizaciones: caso estudio empresas manufactureras de Barranquilla*. Barranquilla, Colombia.
2. Alzate-Ibañez, A., Ramírez Ríos, J., & Alzate-Ibañez, S. (2018). *Modelo de la gestión ambiental ISO 14001: Evolución y aporte a la sostenibilidad organizacional. Economía y sociedad*.
3. Cardenas Pinillos, J. S., & Pinillos Peña, L. F. (2018). *Criterios de implementación ISO14001:2015 Caso estudio Empresa del Llano S.A. Padlet*.
4. Duarte, C., Juárez, M. A., Pérez, G., & Gálvez, J. (2010). *Análisis de la dinámica de expansión del cultivo de palma africana en Guatemala; Enfoque cartográfico*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar (URL).
5. Enriquez Bernal, L. M. (Julio de 2009). *Estrategia para la implantación de la norma ISO 14001 en empresas productoras de palma de aceite en la zona oriental colombiana*. Bogota, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
6. Henson, I. E. (1995). *Impactos ambientales de las plantaciones de palma de aceite en Malasia. Palmas*.

7. Heras Saizarbitoria, I., & Arana Landín, G. (2008). *Impacto de la certificación ISO 14001 en el rendimiento financiero empresarial: conclusiones de un estudio empírico. Cuadernos de economía y dirección de empresas.*
8. Marin Suarez, M., & Avila, M. (2018). *Criterios de implementación ISO 14000:2015 Caso Estudio Sector Palmero.* Colombia.
9. Mendez Ortíz, L. (Noviembre de 2009). *Normas ISO 14000 Como instrumento de gestión ambiental empresarial. Monografía.* Xalapa, Veracruz, México.
10. Monroy, P., Alarcón, C., & Gualteros, Y. (2020). *Criterios de implementación ISO 14001:2015 Caso Estudio Sector Agroindustrial.* Colombia.
11. Muñoz Ravelo, S. P. (2018). *Sistema de gestión ambiental: Serie ISO 14000.* Santa Marta, Colombia.
12. Ortíz Valen, J. F., & Moreno Mendoza, M. (2020). *Criterios de implementación iso 14001:2015; caso estudio sector agroindustrial, extractora del sur de casanare - Villanueva Casanare.* Colombia.
13. Pardo, L., & Ocampo Peña, N. (2019). *Contexto actual del impacto ambiental de la palma de aceite en Colombia. Palmas.*
14. Pita Ojeda, M. A. (10 de junio de 2019). *Propuesta metodológica para la integración de un sistema de gestión ambiental según la norma ISO 14001:2015 en el sistema de gestión de calidad de una Universidad con modalidad abierta y a distancia en Colombia.* Colombia.

15. Roberts, H., & Robinson, G. (2003). *EMS Manual de Sistema de Gestión Medioambiental*. Madrid: Thomson Editores Spain.
16. Solano, L. (2009). *Estudio del destino de la producción de caña de azúcar y palma africana y la situación de la producción y el mercado de agrocombustibles en Guatemala*. Ciudad de Guatemala.
17. Valdés Fernández, J. L., Alonso García, M. C., Celso Morales, N., & Novo Soto, M. (2016). *Guía para la aplicación de UNE - EN - ISO 14001:2015*. Madrid, Genova, España: AENOR.
18. Villegas Lewis, A., Galván Rico, L. E., & Reyes Gil, R. E. (10 de 06 de 2005). *Gestión ambiental bajo iso 14001 en Venezuela, Venezuela*