UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TEMA: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL CULTIVO DE PITAHAYA (*SELENICEREUS MEGALANTHUS*) EN EL CANTÓN PALORA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.

AUTORA: ADRIANA ABIGAIL ZABALA VELIN

DIRECTOR DEL PROYECTO/TRABAJO: MSC. KAREL DIÉGUEZ SANTANA

PASTAZA – ECUADOR

2020

Declaratoria de Autoría y Cesión de Derechos

Quien suscribe **Adriana Abigail Zabala Velín** con **C.I. 1601018250**, hace constar que es autora del Proyecto de Investigación titulado: **Evaluación del Impacto Ambiental del cultivo de pitahaya (*Selenicereus Megalanthus*) en el Cantón Palora, Provincia de Morona Santiago**, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, **Msc. Karel Diéguez Santana**. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 4 días del mes de septiembre del 2020



Adriana Abigail Zabala Velín

CI: 1601018250

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: **"Evaluación del Impacto Ambiental del cultivo de pitahaya (*Selenicereus Megalanthus*) en el Cantón Palora, Provincia de Morona Santiago "**



Dr. Carlos Bravo

P**RESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Ing. Miguel Ángel Enríquez Mg.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Msc. Jesús Bonilla

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI PLAGIO

Quien suscribe el presente **Msc. Karel Diéguez Santana** con CI: 1756444129, certifica que el Proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: **"Evaluación del Impacto Ambiental del cultivo de pitahaya (*Selenicereus Megalanthus*) en el Cantón Palora, Provincia de Morona Santiago "**ha sido examinado a través del sistema Antiplagio URKUND y presenta un porcentaje de similitud del 9 %.

En el cantón Pastaza, a los 4 días del mes de septiembre del 2020



Msc: Karel Diéguez Santana

Director del Proyecto de Investigación

AGRADECIMIENTO

Levanto mi voz para agradecer primeramente a Dios por obsequiarme la dicha de la salud y la vida, por ser mi luz protectora de todos mis días quien con su bendición me permite llegar hasta este instante tan emocionante y significativo.

Quiero agradecer por todo el apoyo recibido de toda mi familia, desde mis padres, abuelos y mis hermanos ya que me han sabido llenar de consejos sabios que nunca me permitieron darme por vencida, por esa lucha constante me impulsaron salir adelante y cumplir esta meta.

Quiero extender un sincero agradecimiento a mi director de proyecto, Msc. Karel Diéguez Santana, por su apoyo incondicional que me brindo desde un principio y me supo orientar de la mejor manera. Debo destacar, gracias por su participación ha enriquecido el trabajo realizado. Gracias por la confianza y su amistad.

A la escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Estatal Amazónica, que me abrió las puertas hacia el éxito para formarme como profesional y a mis docentes por enriquecerme de conocimientos durante todo el proceso de aprendizaje. Gracias cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación y su amistad incondicional.

Quiero dejar esta huella de agradecimiento especial a la Dra. Margarita Jara, muchas gracias por su dedicación, paciencia y afecto al enseñar, mucho más allá del contenido del plan de estudios nos supo guiar con sus consejos para enfrentarnos para el camino que nos espera la vida. Gracias por ser la madre de todos los estudiantes, mi más grandiosa admiración mi gran grande amiga.

A todos mil gracias.

Adriana Abigail Zabala Velín.

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado principalmente a Dios por haberme bendecido cada uno de mis pasos, ser mi aliento, mi voz espiritual que no me dejo y siempre estuvo para sostenerme.

A mi madre Marcia Velín Jaramillo por todo su esfuerzo realizado día a día junto a mi padre Juan Enrique Zabala Zabala, quienes me apoyaron en todo este trascurso de mi vida Universitaria, económicamente y emocionalmente, por no darse por vencidos en esta lucha, infinitamente gracias a mis grandes guerreros, hoy les rindo homenaje por hacer de mí una gran mujer de bien, llena de principios y valores. A mis hermanos, Claudia, Anita (*fallecida*), Juan Carlos, Diana, Cristina por ser el pilar fundamental en mi vida que con sus consejos y ejemplos me han levantado cuando se me acababa el aliento.

A mis abuelitos Enma Cumanda Jaramillo Vinueza, Evaristo Feliciano Velín Rivadeneira (*fallecido*), Carmen Paulina Zabala Rivadeneira, Rogelio Cornelio Zabala Jaramillo y especialmente a mi bis abuelita Ligia Corina Vinueza Chávez que conjuntamente me han sabido guiar por el camino del bien, con sus consejos sabios y sus palabras de aliento que nunca faltaban, sé que se sentirán orgullosos de verme culminar una etapa más en mi vida.

A todos mis sobrinos José Enrique, Dayron, Francis, Emely, Junior, Crisley, Emanuel(*fallecido*), Scarlett y Janna, mis pequeños gigantes ahora ya puedo decirles que he terminado mi carrera que con que admiración siempre me preguntaban, el esperado día a llegado, gracias por todo su cariño sincero que me han brindado desde siempre.

A toda mi familia y amigos gracias por todo el apoyo, confianza y el cariño que siempre me demostraron.

Adriana Abigail Zabala Velín

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....11

ABSTRACT.....12

1. CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....13

1.1. Planteamiento del problema. 13

1.2 Objetivos. 14

1.2.1 General. 14

1.2.2 Específicos. 14

2. Justificación 14

2. CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 16

2.1 Pitahaya Amarilla. Principales aspectos relacionados con su cultivo en sistemas agrícolas 16

2.1.1 Pitahaya. Propiedades. 16

2.1.2 Pitahaya. Composición química. Usos. 16

2.1.3 Sistemas agrícolas 16

1.2. 2.2 Materias primas, energía y las emisiones de contaminantes generados por la producción agrícola. 17

2.2.1 Materias primas. 17

2.2.2 Insumos. Agroquímicos. 17

2.2.3 Energía, combustible 17

2.2.4 Principales emisiones de la agricultura 18

2.2.5 Tipos de residuos, clasificaciones de residuos de procesos agroalimentarios. 18

2.3 Impactos ambientales asociados a los sistemas agrícolas. Sistemas de evaluación. 19

2.3.1 Impactos ambientales en la agricultura 19

2.3.2 Estrategias para el mejoramiento de la sostenibilidad de la producción y comercialización del cultivo 21

2.3.3 Aspectos normativos 21

Constitución de la República del Ecuador 22

Criterios Normativos Reglamentarios.....23

3. CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. 26

3.1. Localización. 26

3.2 Tipo de investigación. 26

3.3 Métodos de investigación. 27

3.3.1 Descripción del proceso 27

3.3.2 Descripción de la línea base 29

3.3.3 Instrumentos de valoración empleados 29

3.3.3.1 Balance de masa del proceso productivo 29

3.3.3.2 Matriz causa y efecto (Leopold) 31

3.4 Descripción de los aspectos conceptuales del Plan de Manejo de Ambiental 32

4. CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS. 34

4.1 Línea base o diagnóstico ambiental del cultivo de pitahaya, Parroquia Arapicos 34

4.2 Instrumentos de valoración empleados para la EIA del cultivo de pitahaya .. 35

4.2.1 Balance de masa del proceso productivo 35

4.2.2 Matriz de Leopold del cultivo de la pitahaya 37

4.3 Plan de Manejo Ambiental del cultivo de la pitahaya, parroquia Arapicos 43

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 46

6. REFERENCIAS 47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 : Área Delimitada de la Finca "Juanka". (Fuente: Elaboración propia).....26
Figura 2 Proceso productivo de pitahaya. (Fuente: Elaboración propia) 29
Figura 3. Actividades del cultivo de la pitahaya vs Grado de impacto generado. Refleja la etapa 2 la que más contribuye a los impactos. 40
Figura 4. Actividades del cultivo por etapas Vs Grado de Impacto. Factores afectados según el número y grado de impactos recibidos. 43

Tabla 1. Análisis ambiental y el balance del proceso de producción de pitahaya.....30
Tabla 2. Valorización para la determinación de la magnitud del impacto. 31
Tabla 3. Criterios de puntación de la importancia y valores asignados. 32
Tabla 4. Identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles de recibir impactos.....34
Tabla 5. Principales corrientes de entradas y salidas del ciclo productivo anual de una hectárea de pitahaya. 36
Tabla 6. Principales factores considerados 37
Tabla 7. Matriz de interacciones para la evaluación de los posibles y potenciales efectos del proyecto. 37
Tabla 8. Valoración de los impactos ambientales del cultivo de pitahaya en sus tres etapas. 39
Tabla 9. PMA sintetizado para el cultivo de la pitahaya en la parroquia Arapicos.....44

RESUMEN

El presente estudio relacionado con la "Evaluación del Impacto Ambiental del cultivo de pitahaya (*Selenicereus Megalanthus*) en el Cantón Palora, Provincia de Morona Santiago", se realizó con el objetivo de evaluar el impacto ambiental que genera el cultivo de pitahaya y proponer estrategias de manejo que permitan mitigar los efectos sobre el medio ambiente. Su cultivo, en los últimos años, se ha convertido en una de las principales actividades económicas de la provincia Morona-Santiago. Se realizó la caracterización de los medios físico, biótico, socioeconómico y cultural de plantaciones del Cantón Palora, según los criterios de las normativas ambientales nacionales. La metodología empleada estuvo conformada por el uso de: listas de chequeo y la matriz de Leopold, las cuales se fundamentan en el análisis de las interacciones existentes entre las etapas del cultivo y los factores ambientales impactados. Los principales resultados en la finca evaluada muestran impactos negativos como la pérdida de biodiversidad, degradación de suelos, del medio físico, asociados principalmente por el uso de agroquímicos, el desbroce de ecosistemas boscosos, así como la apertura de caminos de acceso. El plan de manejo muestra estrategias encaminadas a mitigar y compensar los impactos más severos, y dar cumplimiento a las leyes ambientales vigentes.

Palabras clave: Factores ambientales. Fertilizantes. impacto ambiental.

ABSTRACT

The present study related to the "Evaluation of the Environmental Impact of the pitahaya cultivation (Selenicereus Megalanthus) in the Palora Canton, Province of Morona Santiago", was carried out with the objective of evaluating the environmental impact generated by the pitahaya cultivation, and to propose management strategies that allow to mitigate the effects on the environment. Its cultivation, in recent years, has become one of the main economic activities of the Morona-Santiago province.

The characterization of the physical, biotic, socioeconomic and cultural environment of plantations of the Palora Canton was carried out, according to the criteria of the national environmental regulations. The methodology used were checklists, and Leopold matrix that are based on the analysis of the interactions between the stages of the crop and the environmental factors impacted. The main results in the evaluated farm show negative impacts such as the loss of biodiversity, degradation of soils, of the physical environment, mainly associated with the use of agrochemicals, the clearing of forest ecosystems, as well as the opening of access roads. The management plan shows strategies aimed at mitigating and compensating for the most severe impacts and complying with current environmental laws.

Keywords: Environmental factors. fertilizers. environmental impact.

1. CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Planteamiento del problema.

La agricultura representa la mayor proporción de uso de la Tierra por el ser humano ocasionando grandes efectos en el medio ambiente. Son la principal fuente de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas. También son la mayor fuente antropogénica de gases del efecto invernadero, metano y óxido nitroso, además contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del aire y del agua(Diéguez-Santana, Zabala, Villarroel, y Sarduy, 2020).

La Pitahaya (*Selenicereus megalanthus)*, esta fruta es un cultivo perenne que al segundo año de siembra entra en producción comercialmente y se ha convertido un producto agrícola frutal de alto valor comercial en Ecuador (Vilaplana, Alba, y Valencia-Chamorro, 2018), llegando a ser uno de los principales productores de pitahaya junto con Colombia e Israel (Bank, 2016). Estos países exportan este producto incluso a mercados como Holanda, Singapur, Hong Kong, España, Estados Unidos, Canadá y Alemania (Wichienchot, Jatupornpipat, y Rastall, 2010).

Su cultivo, en los últimos años, se ha convertido en uno de las principales actividades económicas de la provincia Morona-Santiago, principalmente en el Cantón Palora, realiza esta actividad y la han convertido en una de las más importantes actividades para generar fuentes de trabajo e ingresos económicos. Según estadísticas de finales del 2018 del Ministerio de Agricultura y Ganadería, existen 1,500 hectáreas establecidas de pitahaya en el cantón Palora (MAG, 2018), de las cuales 700 se encuentran en producción y alrededor de 650 productores están inmersos en esta actividad. El proceso de cultivo de la fruta se desarrolla, principalmente, en tres etapas: Pre-cultivo, Siembra y Cosecha- Post cosecha (Diéguez et al.,2020).

A pesar de que vastas extensiones de tierra son ocupadas para la actividad, las potenciales afectaciones al medio ambiente del proceso productivo no han sido evaluadas. Por lo que, el propósito de este estudio es conocer los posibles impactos ambientales generados en los cultivos de fincas del Cantón Palora, provincia Morona-Santiago, Ecuador. Además, este trabajo pretende realizar una propuesta de manejo ambiental, basada en las leyes vigentes, y con la finalidad de intentar mitigar y compensar los impactos más severos ocasionados por el cultivo (Código Orgánico del Ambiente [COA], 2018).

Sin embargo, la producción comercial de esta fruta necesita una amplia aplicación de controladores, fertilizantes químicos y pesticidas. La aplicación de estos parámetros, especialmente los fertilizantes químicos conducen a emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) que contribuyen al calentamiento global (Ntinas, Neumair, Tsadilas, y Meyer, 2017). De igual manera, contribuyen a incrementar los impactos ambientales, la variedad de pesticidas, que pueden contaminar el suelo, el aire y las fuentes hídricas. Por lo tanto, la producción de estos cultivos incontroladamente aumenta el daño al medio ambiente y la salud humana, lo que pone en riesgo la seguridad alimentaria(Tringovska, Yankova, Markova, y Mihov, 2018).

Formulación del problema.

El intensivo cultivo de pitahaya sin asesoría técnica genera alteraciones a los ecosistemas por el uso indiscriminado de agroquímicos en el Cantón Palora, Provincia de Morona Santiago.

1.2 Objetivos.

1.2.1 General.

Evaluar el impacto ambiental que genera el cultivo de pitahaya, y proponer estrategias de manejo que permitan mitigar los efectos sobre el medio ambiente.

1.2.2 Específicos.

- Describir, caracterizar y analizar el medio físico, biótico y sociocultural, en el cual se desarrollan las actividades del proyecto.
- Realizar la evaluación del impacto ambiental asociados al cultivo de la pitahaya en la finca de estudio.
- Diseñar el Plan de Manejo Ambiental con sus respectivas medidas de prevención, corrección, compensación y mitigación, a fin de mejorar la sostenibilidad de la producción de pitahaya en la parroquia Arapicos, Cantón Palora, Morona Santiago.

2. Justificación

La agricultura como toda actividad humana implica una explotación del medio natural. Una preocupación mayor en los trabajos de investigación de los últimos años ha sido evaluar la influencia de la agricultura sobre el medio ambiente, específicamente la contaminación de

suelo y agua por agroquímicos, principalmente nitratos e influencia de los plaguicidas, así como también las consecuentes emisiones de gases de efecto invernadero (Diéguez et al.,2020).

La provincia de Morona Santiago, principalmente en el Cantón Palora, la siembra de pitahaya intensivamente se ha convertido en una de las principales actividades para generar fuentes de trabajo e ingresos económicos. Las extensas plantaciones con la fruta aparecen por los caminos lastrados y de tierra. Dado que los niveles de contaminación se han vuelto un problema en la zona, este estudio pretende realizar la cuantificación del impacto ambiental atribuible al proceso del cultivo de pitahaya, a la vez identificar puntos críticos ambientales y sugerir formas de disminuirlos.

En ese sentido la Matriz de Leopold es un método cualitativo de evaluación de impacto ambiental y se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural. El sistema consiste en una matriz de información donde las columnas representan varias actividades que se hacen durante el proyecto y en las filas se representan varios factores ambientales que son considerados (aire, agua, geología, etc.). Su utilidad principal es como lista de chequeo que incorpora información cualitativa sobre relaciones de causa y efecto, pero es de gran utilidad para la presentación ordenada de los resultados de la evaluación y es una técnica útil para organizar información y comunicar resultados. El resultado final de este estudio será determinar el impacto ambiental que genera la producción intensiva del cultivo de pitahaya y así proponer estrategias de manejo que permitan mitigar los efectos sobre el medio ambiente (Conesa Fernández, Ros Garro, Conesa Ripoll, y Conesa Ripoll, 2010).

2. CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Pitahaya Amarilla. Principales aspectos relacionados con su cultivo en sistemas agrícolas

2.1.1 Pitahaya. Propiedades.

La pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) es una fruta tropical de características particulares, tiene una capa que la recubre y su fruto es de los más dulces que se encuentran en la naturaleza. La fruta tiene forma ovalada de color amarillo, dulce y de excelente calidad. Su pulpa es blanca consistente y espumosa con pequeñas y suaves semillas comestibles. También se la conoce como la fruta corazón de dragón. En Ecuador se localiza en zonas subtropicales y amazónicas (Vásquez-Castillo *et al.*, 2016).

2.1.2 Pitahaya. Composición química. Usos

Entre las propiedades que posee se encuentra su fácil consumo y conservación. Se le atribuyen grandes propiedades medicinales para el cuerpo humano, es rica en vitaminas A, B_1, B_2, B_3 y C, posee minerales como el fósforo, el calcio y el hierro. Se considera que posee propiedades antioxidantes (Semillas con un alto contenido de ácidos grasos naturales, así como ácido linoléico 64.5 %, ácido oleico 13.9 % y ácido palmítico 14.4 %), ayuda a regular los niveles sanguíneos de glucosa y fortalece el sistema inmunológico (Huachi *et al.*, 2015). Adicionalmente, ayuda a disminuir los riesgos de cardiovasculares, al sistema óseo, a regular niveles de ácido úrico y el colesterol y posible prevención de cáncer. Además, está compuesta por 89,40% de agua, 9.20% de carbohidratos, 0.50 % de proteína y 0.30 de fibra y 0.10% de grasas, respectivamente (Huachi *et al.*, 2015).

2.1.3 Sistemas agrícolas

El cultivo de la pitahaya se produce en climas sub cálidos húmedos, temperaturas entre 18◦C y 25◦C, humedades relativas superiores al 50 % y una formación ecológica de bosque húmedo montano bajo. La altitud óptima para este tipo de plantas se encuentra entre los 800 - 1850 msnm, se adapta a suelos bien drenados con pH ligeramente ácido de 5.5 - 6.5, y reacciona positivamente a la intensidad lumínica. Desde el inicio de su cultivo deben pasar en promedio 10 meses para poder cosecharla (Huachi *et al.*, 2015).

1.2. 2.2 Materias primas, energía y las emisiones de contaminantes generados por la producción agrícola.

2.2.1 Materias primas.

Plántulas: Tiene apariencia arbórea y de tallos columna res. Son perennes y requieren soporte porque su morfología les impide sostenerse son resistentes a la sequía y prosperan desde el nivel del mar hasta 1850 m, requieren temperaturas de 18 a 26°C, con precipitaciones de 650 a 1500 mm anuales, y su desarrollo mejor se logra en climas cálidos subhúmedos (Vásquez-Castillo *et al.*, 2016).

2.2.2 Insumos. Agroquímicos.

Fertilizantes: Es cualquier tipo de sustancia orgánica o inorgánica que contiene nutrientes en formas asimilables por las plantas, para mantener o incrementar el contenido de estos elementos en el suelo, mejorar la calidad del sustrato a nivel nutricional, estimular el crecimiento vegetativo y desarrollo de la planta (pitahaya) es necesario que sus zonas de cultivo tengan:

- Nitrógeno: Ayuda al desarrollo de los tallos o vainas y aumenta el porcentaje de las flores prendidas.
- El Fósforo: Contribuye a la floración y la fructificación.
- El potasio: Favorece al aumento del grosor de la piel de las vainas.
- Nitrógenos: ya que contribuye al desarrollo de los tallos o vainas y aumenta el porcentaje de las flores prendidas(Vásquez-Castillo *et al.*, 2016).

Insecticidas: Es un compuesto químico utilizado para matar insectos, utilizado en el cultivo de pitahaya para controlar de una manera efectiva las plagas como: el chinche patón (Coreidae), Mosca del botón floral de la pitahaya amarilla (Lonchaeidae), etc.

Abonos orgánicos: El abono orgánico se prepara recolectando todos los desechos de plantas y animales, como, por ejemplo, paja estiércol de animales gallinaza, cascarillas de arroz, pulpa de café, entre otros. Estos materiales deben estar descompuestos para luego ser aplicados al cultivo (Vásquez-Castillo *et al.*, 2016).

2.2.3 Energía, combustible

Consumo de combustible: Se le atribuye a este criterio principalmente el consumo de diésel y gasolina de la maquinaria agrícola (FAO, 2008).

Electricidad: Este criterio es proveniente del consumo eléctrico para procesos de la fruta, principalmente en la pitahaya, está asociado a la fase de beneficiado en las instalaciones de poscosecha (FAO, 2008.p.15).

2.2.4 Principales emisiones de la agricultura

Descargas líquidas: En este proceso las descargas liquidas, están relacionados con cantidades de materia orgánica, sólidas, nutrientes, entre otros. Los procesos de procesamiento de frutas consumen niveles altos de agua, para el acondicionamiento de la fruta para la comercialización (Ramos, Guevara, Sarduy, y Diéguez-Santana, 2020).

Emisiones gaseosas: Los principales factores que propician este factor en las industrias de procesamiento de alimentos son los consumos de combustibles fósiles, para los procesos. Las emisiones provienen principalmente de las emisiones de material particulado, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, entre otros (Diéguez, Loureiro, Pérez, & Luis, 2020).

Residuos sólidos: Se consideran residuos sólidos, las fracciones que no haya sido posible aprovechar y que sean descargadas como subproductos de los procesos. Pueden ser cantidades considerables como restos de cosechas, embalajes, y otros residuos (Diéguez-Santana, Sarduy-Pereira, y Decker, 2020).

2.2.5 Tipos de residuos, clasificaciones de residuos de procesos agroalimentarios.

van der Wiel *et al.* (2020), existen principalmente cinco subsistemas considerados dentro de los sistemas de residuos agroalimentarios:

Residuos de producción directos de los cultivos: Estos comprenden a los residuos provenientes de todas las actividades, procesos, restos depositados en el suelo como reserva de nutrientes y flujos de nutrientes asociados con la producción de cultivos (herbáceos, forrajes, frutas y hortalizas, horticultura y pastizales) (van der Wiel *et al.* (2020). En el caso de la pitahaya, se incluyen frutas en mal estado, tallos o vainas después de la poda.

Residuos de Producción animal: Comprenden todas las actividades, procesos, existencias y flujos de nutrientes asociados a la producción de ganado (ganado de carne y leche, porcino, aves, ovino, caprino, equino, etc.) (van der Wiel *et al.* (2020).

Residuos de industria de procesamiento de alimentos y balanceados: Comprende todas las actividades, procesos, existencias y flujos de nutrientes asociados con el procesamiento de

bienes y materias primas destinadas al consumo humano (alimento) o animal (van der Wiel *et al.* (2020).

En el caso de las instalaciones donde se beneficia la fruta se desechan embalajes, como caja de cartón, envoltura de etiquetas, mallas para la fruta, pallets esquineros, sunchos, grapas, etc.

Residuos de actividades de consumo: Comprenden todas las actividades, procesos y flujos de nutrientes asociados con el consumo de productos alimenticios en entornos privados (por ejemplo, viviendas residenciales) y comerciales (por ejemplo, restaurantes) (van der Wiel *et al.* (2020).

Residuos de sistemas de Gestión de residuos: Comprenden todas las actividades, procesos (por ejemplo, plantas de tratamiento de aguas residuales, plantas de biogás, tratamiento de desechos animales, etc.) y flujos de nutrientes asociados con la manipulación de productos de desecho (por ejemplo, residuos sólidos urbanos, aguas residuales, estiércol) que se originan a partir de uno o más de los primeros subsistemas (van der Wiel *et al.*, 2020).

2.3 Impactos ambientales asociados a los sistemas agrícolas. Sistemas de evaluación.

2.3.1 Impactos ambientales en la agricultura

Contaminación de aguas subterráneas y superficiales: La contaminación de las aguas subterráneas por los productos y residuos agroquímicos es uno de los problemas más importante en casi todos los países desarrollados y, cada vez más, en muchos países en desarrollo. La contaminación de aguas superficiales es fácilmente detectable. A veces a simple vista, por el color y el olor de las aguas. Pueden tomarse medidas pronto para evitar que continúe la contaminación. En cambio, las aguas subterráneas pueden estar contaminándose y no darnos cuenta, hasta que la contaminación esté muy extendida en el acuífero y aparezca con las aguas que afloran a la superficie (Ongley, 2017,p.55).

En el caso del agua, también incide la eutrofización de cuerpos de aguas, que es el agotamiento del oxígeno en la columna de agua. Los principales factores que conducen y manipulan los cambios en la eutrofización son las emisiones; de la agricultura, como escorrentías de fertilizantes, lixiviación, desnitrificación de óxidos de nitrógeno y amonio. Otras contribuciones menores son de transporte y operación de maquinaria (Diéguez et al, 2020).

Contaminación del aire: Es la presencia en los diversos estratos de aire que integran la atmósfera terrestre, de materiales y formas de energía que no forman parte de su composición natural y que representan una potencial fuente de daños y molestias para la vida, al acarrear reacciones químicas impredecibles e inconvenientes. Además, contribuye con emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, asociado al uso directo e indirecto de combustibles fósiles, así como durante la producción de ácido nítrico y amoníaco para fertilizantes. Se considera que N_2O es el elemento clave que tiene un mayor efecto en el potencial de calentamiento global(Levasseur, Lesage, Margni, Deschênes, y Samson, 2010).

Pérdida de la biodiversidad: Destrucción o modificación de los hábitats de especies de flora y fauna, dada principalmente por la tala selectiva indiscriminada de especies denominadas "valiosas", deforestación de bosques y vegetación de zonas frágiles como nacimientos de ríos, quebradas, y la ampliación de la frontera agrícola mediante la conversión de uso para actividades agropecuarias (Zhofre Aguirre M., 2011).

Deforestación: Es un proceso provocado por la acción de los seres humanos, donde se destruye la superficie forestal. En América Latina, la agricultura comercial es la principal causante de la deforestación (FAO y PNUMA, 2020).

Consumo de recursos: Actualmente, la agricultura mundial depende en gran medida de los insumos de fertilizantes inorgánicos, provenientes algunos de ellos como el fosforo, de recursos finitos, como son las rocas de fosfato que extraídas para la producción de fertilizantes fosfatados inorgánicos y se encuentran disponibles en un pequeño número de países (Marruecos y China controlan más de la mitad de las reservas conocidas actualmente)

En el caso del agotamiento de los combustibles fósiles estos empleados para la producción de fertilizantes que se emplean en los cultivos. Adicionalmente, se encuentra de manera directa el uso de combustible en la maquinaria agrícola y el transporte(Chandra, Hemstock, Ramon N's, N'Yeurt, y Antoine, 2018).

Otro problema asociado es la alteración de los ciclos de nutrientes naturales que tiene varios impactos ambientales negativos (Kuokkanen, Mikkilä, Kuisma, Kahiluoto, y Linnanen, 2017) y especialmente la aplicación excesiva de fertilizantes inorgánicos intensifica la pérdida de N y P en suelos, cuerpos de agua y la atmósfera (Chandra et al., 2018).

2.3.2 Estrategias para el mejoramiento de la sostenibilidad de la producción y comercialización del cultivo

Evaluación del ciclo de vida: Es una herramienta para evaluar los posibles impactos ambientales y los recursos utilizados a lo largo del ciclo de vida de un producto, es decir, desde la adquisición de materia prima, pasando por las fases de producción y uso, hasta la gestión de residuos (International Organization for Standardization [ISO], 2006).

Huella del carbono: Según Wiedmann y Minx (2007) la huella de carbono es una medida de la cantidad total exclusiva de emisiones de dióxido de carbono que es causada directa e indirectamente por una actividad o se acumula durante las etapas de vida de un producto.

Por su parte (Pandey, Agrawal, y Pandey, 2011), consideran que es "la cantidad de Gases de Efecto Invernadero (GEI) expresada en términos de CO_2-equivalente, emitida a la atmósfera por un individuo, organización, proceso, producto o evento dentro de un límite específico". Los principales contribuyentes se consideran CO_2, CH_4 y N_2O (K. Diéguez-Santana, Y. Casas-Ledón, J.A Loureiro Salabarria, A. Pérez-Martínez, y L.E. Arteaga-Pérez, 2020).

Ecodiseño o Diseño ecológico: Es definido como un enfoque de gestión ambiental proactivo que integra los problemas ambientales en el desarrollo de productos y procesos relacionados. Su objetivo es minimizar los impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida del producto, sin comprometer otros criterios esenciales como el rendimiento, la funcionalidad, la calidad y el costo (Pigosso, Rozenfeld, y McAloone, 2013). Promueve la innovación del producto, la mejora de la calidad del producto, el cumplimiento legal, la mejora de la imagen, la reducción de costos y riesgos, las nuevas oportunidades comerciales, el desarrollo de nuevos mercados, etc. (Hauschild, Jeswiet, y Alting, 2005).

Evaluación de la sostenibilidad de los productos o tecnologías: Este proceso abarca tres dimensiones: la social, la ambiental y la económica. Donde los tres pueden asociarse desde perspectiva del ciclo de vida, para evitar problemas de cambio en el sistema del producto. La inspiración del ACV ambiental incluye en el desarrollo de métodos para el ACV social (Finnveden *et al.*, 2009).

2.3.3 Aspectos normativos

Se debe considerar que el análisis de ciclo de vida es una metodología internacional normalizada por las normas ISO 14044, además no siempre es necesario su cumplimiento en su totalidad. Adicionalmente, en Ecuador, los proyectos agrícolas están normados dentro de

la categoría de registro ambiental, y para la ejecución de proyectos de pitahaya se debe cumplir con los permisos y licencias demandados ante la autoridad ambiental competente, generalmente son: permiso de emisiones, permiso de vertimientos y permiso de aprovechamiento forestal, en algunos casos se consideran permisos de ocupación de cauces, así mismo las normas relacionadas con la calidad del producto final con el fin de definir los parámetros técnicos que debe cumplir la fruta para su comercialización (ISO, 2006, p. 2).

Constitución de la República del Ecuador

El artículo 14, Capítulo II. Derechos Del Buen Vivir, Título II: Derechos, menciona que **"**Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados" (Constitución del Ecuador. [CPE], 2019).

Mientras, del mismo capítulo y título, el Articulo 15, también agrega que "El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua (CPE, 2019, p.13).

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional" (Oficial, 2019).

Criterios Normativos Nacionales.

- *Código Orgánico del Ambiente*: en el Título VI-Producción y consumo sustentable, del Libro III de Calidad Ambiental, Articulo 243, define que la Autoridad Ambiental Nacional impulsará y fomentará nuevos patrones de producción y consumo de bienes y servicios con responsabilidad ambiental y social, para garantizar el buen vivir y reducir la huella ecológica(AsambleaNacional, 2018).

Mientras, en los Literales 1, 2, 4, 5 y 9, del Artículo 245, se mencionan como obligaciones generales para la producción más limpia y el consumo sustentable, que tanto las instituciones del Estado como las personas naturales o jurídicas.

1. Incorporar en sus propias estructuras y planes, programas, proyectos y actividades, la normativa y principios generales relacionados con la prevención de la contaminación, establecidas en este Código.

2. Optimizar el aprovechamiento sustentable de materias primas;

4. Prevenir y minimizar la generación de cargas contaminantes al ambiente, considerando el ciclo de vida del producto;

5. Fomentar procesos de mejoramiento continuo que disminuyan emisiones;

9. Minimizar y aprovechar los desechos.

Que guardan pertinencia, con lo que pretende este trabajo(AsambleaNacional, 2018).

Criterios Normativos Reglamentarios

Reglamento al Código Orgánico del Ambiente: Mientras, En el Título IX Producción y consumo sostenible, del Libro Tercero Calidad Ambiental, Art 667. Menciona que, "Se promoverá la adopción de prácticas de producción y consumo sostenibles que contribuyan a mejorar el desempeño ambiental, mejorar la competitividad y reducir los riesgos para la salud humana y ambiente"(Oficial, 2019).

De igual manera este documento, en el Art. 668. Estrategia Nacional de Producción y Consumo Sostenible, establece los lineamientos para incentivar hábitos de producción y consumo sostenible, como:

a) Optimizar el uso de recursos naturales y un crecimiento económico sostenible;

b) Impulsar el adecuado desempeño ambiental como mecanismo para la mejora de la competitividad y eficiencia de los sectores productivos, con base en criterios de producción y consumo sostenible;

c) Fomentar la eficiencia energética y el uso de energías renovables, de acuerdo a la política nacional en materia energética;

d) Prevenir y minimizar la generación de emisiones y residuos contaminantes al ambiente, considerando el ciclo de vida del producto, así como promover la sustitución de materiales por otros menos contaminantes;

e) Fomentar procesos de mejoramiento continuo que disminuyan emisiones y residuos contaminantes, así como la implementación, aplicación y transferencia de metodologías y tecnologías preventivas y de producción más limpia;

f) Impulsar el desarrollo de productos y servicios que generen el menor impacto ambiental, y contribuyan a la equidad social y el desarrollo económico;

g) Facilitar el acceso a la información referente a bienes y servicios que cumplan con los criterios sociales, ambientales y económicos que defina la Autoridad Ambiental Nacional con respecto a producción limpia y consumo sostenible;

h) Minimizar la generación de desechos y promover el aprovechamiento de residuos en concordancia con la Política Ambiental Nacional, el Plan Nacional de Inversiones Ambientales y demás políticas públicas aplicables, en relación a bioeconomía, economía circular, ciclo de vida del producto, ecología industrial y procesos de cuna a cuna;

i) Priorizar el fomento de aquellas industrias cuya materia prima constituya un subproducto o material que, de no ser aprovechado para este fin, sería dispuesto como residuo; y,

j) Priorizar el fomento de actividades, obras o proyectos que respalden la seguridad y soberanía alimentaria en el marco de una gestión ambiental eficaz.

Y dentro del Art. 669, de los Lineamientos estratégicos, abarca:

a) Construcción de instrumentos que permitan la articulación y complementariedad entre las políticas productivas y ambientales;

b) Impulso de la cooperación público-privada en la implementación de procesos de producción y consumo sostenible;

c) Incorporación de prácticas de producción y consumo sostenible en los sectores público y privado;

d) Fomento de la innovación en el diseño y desarrollo de productos y servicios que generen el menor impacto ambiental, mejoren la equidad social y promuevan el desarrollo económico;

e) Contribuir al fortalecimiento de la educación formal y no formal sobre patrones de producción y consumo sostenible, en coordinación con las entidades competentes;

f) Facilitación del acceso a la información sobre producción y consumo sostenible para la sociedad; y,

g) Promoción de una actitud preventiva, social y ambientalmente responsable del sector productivo (Oficial, 2019).

- Acuerdo Ministerial 097-A: Por su parte, este AM, establece los criterios para la calidad del agua, en este caso, Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua. Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. En el caso del suelo, Norma de Calidad Ambiental del Suelo y Criterios de remediación para suelos contaminados, Tabla Nº 1 Criterios de Calidad del Suelo. Mientras, el aire se revisa en la Tabla 4: Límites máximos permisibles de concentraciones de emisión al aire para motores de combustión interna (mg/Nm^3), donde se incluyen los contaminantes, material particulado, Óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre

3. CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1. Localización.

El cantón Palora se encuentra ubicado entre los ríos Palora y Pastaza, al noroccidente de la provincia de Morona Santiago, Ecuador. La finca de estudio “Juanka”, tiene una extensión de 2 hectáreas, y está ubicada en la parroquia Arapicos, a 18 km de la cabecera cantonal, en coordenadas geográficas 1° 51' 29.78" Latitud Sur, 77° 57' 30.21" Longitud Oeste, a una altura entre 850-950 m.s.n.m. El clima es tropical húmedo con humedades relativas superiores al 80%, la temperatura fluctúa entre 18º y 23ºC, que son consideradas condiciones climatológicas propicias para el cultivo y producción de la fruta.(PDOT, 2019).

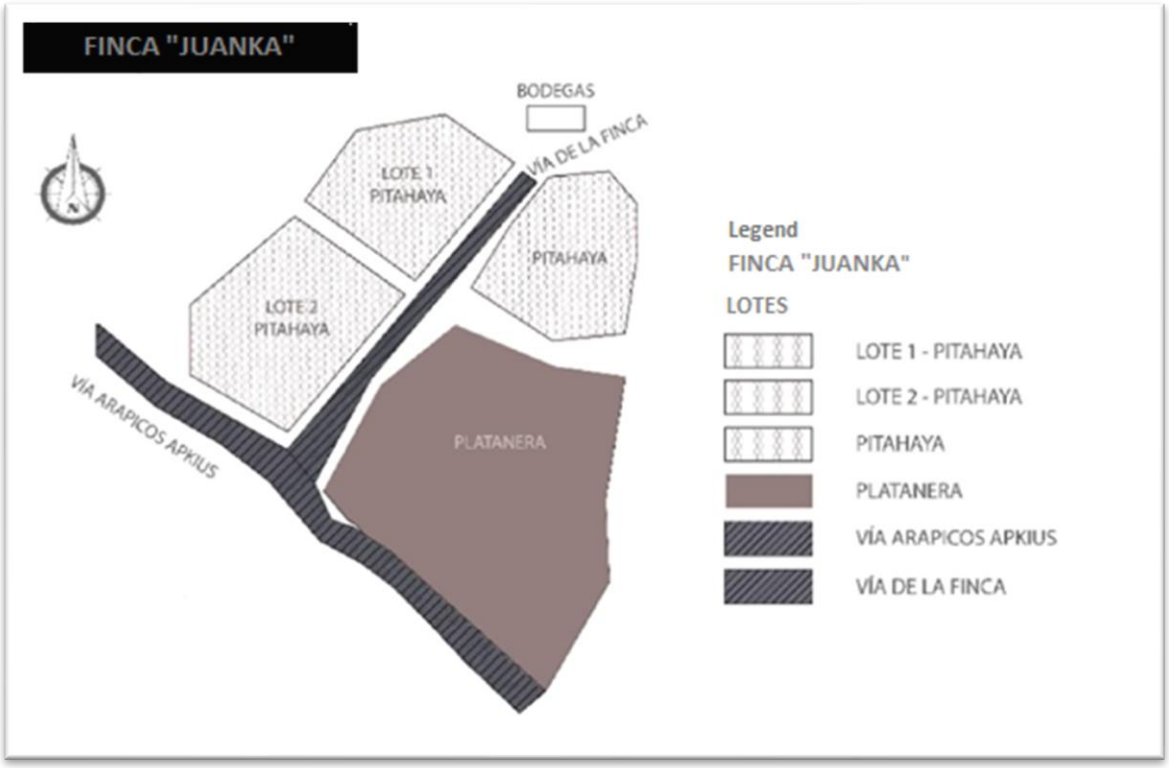

Figura 1 *:* Área Delimitada de la Finca "Juanka". (Fuente: Elaboración propia)

3.2 Tipo de investigación.

El trabajo se desarrolló con la investigación exploratoria y se empleó como base la investigación bibliográfica. El carácter del estudio fue cuantitativo pues la identificación y cuantificación de flujos de entrada y salidas, los cuales permitieron analizar los impactos de la actividad sobre el medio ambiente y evaluar e implementar posibles mejoras.

El alcance fue exploratorio-descriptivo, pues el estudio no posee antecedentes de haberse realizado en Ecuador, aunque existen resultados de este estudio con otras plantas frutícolas, en otras regiones anteriormente citados en este perfil de proyecto. Además, puede ser el punto de partida para involucrar nuevos escenarios mejorados de los sistemas agrícolas de la región y el país.

3.3 Métodos de investigación.

El método empleado fue el método de investigación exploratoria (Cuantitativo) donde examina un problema poco estudiado, existe poca bibliografía sobre el tema. Este método se aplicó para desarrollar el estudio, una por una, en cada parte, comprendiéndola con detalle y profundidad. Se separaron los diferentes datos en unidades independientes y la información resultante fue procesada de manera que proporcionó todos los detalles necesarios para evaluar los impactos de la finca en estudio.

El objetivo del análisis fue la evaluación ambiental de producción de pitahaya fresca para comercialización. El análisis siguió el concepto de la base a la puerta de postcosecha, lavado de la fruta. Además, se realizó un análisis de la matriz de Leopold para identificar las interacciones con cada componente del entorno, es decir los posibles impactos.

El sistema estudiado incluirá los usos del suelo, proceso de preparación de la tierra, cultivo, cosecha y postcosecha, las etapas de transporte (biomasa, agroquímicos y aditivos). También se considera la producción de combustibles fósiles (maquinaria agrícola, transporte de las frutas a centro de limpieza) y agroquímicos (fertilizantes y pesticidas) utilizados en toda la cadena de producción.

3.3.1 Descripción del proceso

La cosecha de la fruta comienza a partir de los primeros 18 meses de crecimiento y tiene un incremento anual promedio de 3000 kg / ha / año, hasta que alcanzar un rendimiento anual de fruta de 10 toneladas (Dieguez Santana, Zabala-Velin, Villarroel-Quijano, y Sarduy-Pereira, 2020).

Las principales actividades se describen a continuación:

Etapa 1. Pre-cultivo/limpieza del terreno: esta etapa incluye, el tutoreo, selección de semilla y preparación del terreno. El sistema de tutoreo utilizado en la finca estudiada es el individual o tradicional, donde se ubica cada poste a una a distancia de siembra de (3.0 m x 2.0 m a 2.5 m) entre planta y planta, para una cantidad aproximada de 1000 plantas por hectárea. Luego, se

realiza la selección de semilla mediante el corte de la rama o vaina (semilla). La preparación del terreno se basa en limpiar el terreno de piedras y otros restos que impidan el desarrollo de las plántulas. Esta actividad se complementa con el drenado de la tierra (si fuese necesario) y el arado de esta para proporcionar oxigenación y suavidad al terreno, y a la vez, permitirle a la planta mayores oportunidades de desarrollo. En la preparación del sitio, se realiza el desgarramiento y el control de malezas con herbicidas (a razón de 3.5 L de glifosato / ha). Además, se incluye el consumo de combustibles fósiles de la maquinaria empleada (Dieguez Santana, Zabala-Velin, Villarroel-Quijano, y Sarduy-Pereira, 2020).

Etapa 2. Siembra: esta fase incluye, Siembra/Resiembra, retutoreo, poda, fertilización y control químico. La siembra se realiza directa con tallos de 60-85 cm de largo aproximadamente, previamente desinfectados. Luego, se realiza la poda, que es una de las actividades más necesarias, pues mantiene la plantación en óptimas condiciones. Por lo general en el cultivo, se realizan tres tipos de poda: poda de formación, poda de raleo y poda fitosanitaria. Por su parte, la fertilización se puede realizar en forma edáfica y foliar (Dieguez Santana, Zabala-Velin, Villarroel-Quijano, y Sarduy-Pereira, 2020).

En la primera la pitahaya se realizan aplicaciones de fertilizantes, principalmente nitrogenados (Urea) y abono ternario (16 % N, 8 % P_2O_5, 12 % K_2O). Además, se aplican variados insumos químicos, principalmente, insecticidas, acaricidas, fungicidas y herbicidas para el control de malezas(Dieguez Santana, Zabala-Velin, Villarroel-Quijano, y Sarduy-Pereira, 2020).

Etapa 3. Cosecha y post cosecha: esta etapa incluye, el transporte, enfriamiento, desinfección-limpieza, secado, empaquetado y almacenamiento. El transporte desde el campo al centro de acopio se realiza con sumo cuidado para no dañar los frutos. Una vez transportadas las frutas a la planta de beneficiado, se realiza el proceso de enfriamiento, donde, los frutos se sumergen en agua fría con detergente y se lavan cuidadosamente (Dieguez Santana, Zabala-Velin, Villarroel-Quijano, y Sarduy-Pereira, 2020).

Luego, se realiza una desinfección, en este caso los frutos, se sumergen en una mezcla de 300 L agua y 150 ml de hipoclorito de sodio, y se lavan suavemente con la ayuda de una escobilla. Una vez desinfectados los frutos, estos son seleccionados según la forma homogénea (redonda, ovalada), tamaño uniforme, peso promedio, grado de maduración, distribución de las brácteas y el aspecto sanitario (López Diaz y Miranda, 2014). Luego, son envasados individualmente, en mallas de polietileno y colocados en cajas de cartón, según su clasificación y peso, para almacenarlos hasta la distribución y venta.

3.3.2 Descripción de la línea base

El aspecto 3 de la guía metodológica para la elaboración de los términos de referencia menciona que "Los componentes de la Línea Base que anteceden deberán aplicarse para describir y caracterizar el área, lo cual servirá de parámetro para la identificación de las áreas sensibles y la definición del Plan de Monitoreo Ambiental". Adicionalmente, agrega que sus componentes deberán aplicarse y profundizarse de acuerdo con las condiciones de cada fase de operación y tomando en cuenta las características del área en que se van a desarrollar las operaciones de un proyecto, obra o actividad. Este diagnóstico ambiental, pretende alcanzar una comprensión de los ecosistemas y su funcionamiento, y el grado de afectación de las actividades a ejecutarse. Según el Ministerio del Ambiente, (Oficial, 2019), "la caracterización debe abarcar la descripción del medio Físico, Biótico y aspectos socioeconómicos y culturales de la población que habita en el Área Referencial donde se va a desarrollar el proyecto obra o actividad". En este estudio se analizaron los tres componentes, tanto para su descripción, como para la predicción de los impactos ambientales, asociados con la actividad (Dieguez Santana, Zabala-Velin, Villarroel-Quijano, y Sarduy-Pereira, 2020).

3.3.3 Instrumentos de valoración empleados

3.3.3.1 Balance de masa del proceso productivo

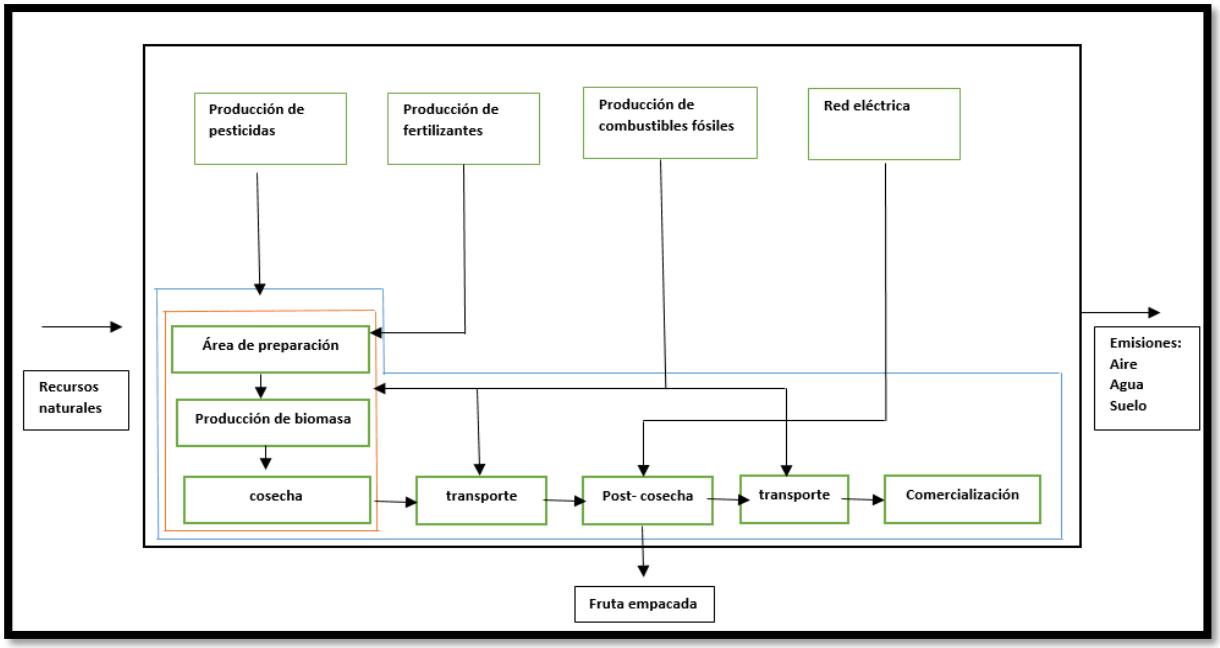

Figura 2
Proceso productivo de pitahaya. (Fuente: Elaboración propia)

Para conocer las entradas y salidas de las diferentes etapas del proceso productivo se realizaron entrevistas al propietario y mediciones de los flujos durante un ciclo de cosecha. En esta sección se consideraron todos los insumos empleados por etapas, hasta la salida de la fruta lista para la comercialización. A partir de las salidas se identificaron las emisiones que genera la actividad (Dieguez Santana, Zabala-Velin, Villarroel-Quijano, y Sarduy-Pereira, 2020).

En el caso se analizó el tipo de maquinaria, las distancias recorridas por el transporte y el consumo de combustible.

Los residuos de cosechas y otros que se generan se cuantificaron in situ, durante el ciclo de producción. En el caso de las emisiones gaseosas se calcularon, a partir del inventario, y empleando los factores de emisión del IPCC (para la aplicación de los agroquímicos), y de la base de datos Ecoivent (para el transporte) (Dieguez Santana, Zabala-Velin, Villarroel-Quijano, y Sarduy-Pereira, 2020).

Mientras que las aguas residuales fueron caracterizadas mediante las técnicas standard de aguas residuales. En el caso de los sólidos suspendidos totales fueron determinados por Gravimetría, secados a 103-105 °C, según (Métodos estándar: 2540 D). Mientras los fosfatos (PO_4^{-4}) y nitratos (NO_3^-), se determinaron por Espectroscopia, el primero según, el método 4500-PE (fósforo por ácido ascórbico), y el segundo, por el método estándar: 4500-NO_3^- E (nitrato en agua después de la reducción de cadmio). La Tabla 1 muestra el resumen de las principales fuentes de información empleada(Dieguez Santana, Zabala-Velin, Villarroel-Quijano, y Sarduy-Pereira, 2020).

Tabla 1. *Análisis ambiental y el balance del proceso de producción de pitahaya.*

Información requerida	Fuente de datos
Tipo de maquinaria, horas de operación, tasa de agroquímicos Consumo de combustible en maquinaria agrícola Plántulas o esquejes Producción de pitahaya por hectárea	Datos de campo compilados de propietarios agrícolas de 4 años y ensayos locales.
Emisiones líquidas, Etapa postcosecha	Mediciones in situ, Métodos Standard H_2O residuales
Producción de electricidad.	Matriz energética Ecuador (ARCONEL, 2019; Arteaga-Pérez, Segura, y Santana, 2016)
Emisiones difusas de la aplicación de agroquímicos.	IPCC (IPCC, 2006)
Emisiones de combustión de maquinaria agrícola.	Base de datos Ecoinvent (Nemecek, Kägi, y Blaser, 2007)
Emisiones de combustión del transporte.	Base de datos Ecoinvent (Spielmann, Bauer, Dones, y Tuchschmid, 2007)

Nota: Resumen de datos utilizados de la producción de pitahaya en la Parroquia Arapicos, Cantón Palora. fuente: (Dieguez Santana, Zabala-Velin, Villarroel-Quijano, y Sarduy-Pereira, 2020).

3.3.3.2 Matriz causa y efecto (Leopold)

La matriz de Leopold es un método matricial de doble entrada. En las filas, se agrupan los componentes ambientales que pueden ser afectados por las actividades en desarrollo. Mientras que, en las columnas se ubican, las acciones que pueden causar impactos (Dieguez Santana, Zabala-Velin, Villarroel-Quijano, y Sarduy-Pereira, 2020).

La principal contribución del método reside en que de manera independiente se considera la magnitud e importancia de los efectos de cada acción sobre cada factor.

Además, se identifican correctamente a los impactos más significativos y a los factores de medio impactados (Conesa Fernández, Ros Garro, Conesa Ripoll, y Conesa Ripoll, 2010). Para la valorización del impacto se aplicó (1).

Por su parte, para determinar el valor de importancia se aplicó (2):

$$\textbf{Valor de impacto (VI)} = \pm (\textbf{Importancia x Magnitud})^{0.5} \quad \textbf{(1)}$$

$$\boldsymbol{Imp = W_e * Extensión + W_d * Duración + W_r * Reversibilidad} \quad \textbf{(2)}$$

El término (W) significa factor de ponderación, en este caso para los tres impactos: extensión, duración y reversibilidad. El peso de ponderación empleado fue: peso extensión (We) de 0,30, mientras el peso de la duración (Wd) y de la reversibilidad (Wr) fue de 0,35.

Tabla 2. *Valorización para la determinación de la magnitud del impacto.*

Calificación	*Intensidad*	*Afectación*
1		*Baja*
2	*Baja*	*Media*
3		*Alta*
4		*Baja*
5	*Media*	*Media*
6		*Alta*
7		*Baja*
8	*Alta*	*Media*
9		*Alta*
10	*Muy Alta*	*Alta*

Nota: Se refiere a la probabilidad de ocurrencia del efecto sobre la globalidad del componente. Fuente: (Dieguez Santana, Zabala-Velin, Villarroel-Quijano, y Sarduy-Pereira, 2020)

Tabla 3. *Criterios de puntación de la importancia y valores asignados.*

Características	*Puntuación*				
	1.0	*2.5*	*5.0*	*7.5*	*10.0*
Extensión	*Puntual*	*Particular*	*Local*	*Generalizada*	*Regional*
Duración	*Esporádica*	*Temporal*	*Periódica*	*Recurrente*	*Permanente*
Reversibilidad	*Completamente Reversible*	*Medianamente Reversible*	*Parcialmente Reversible*	*Medianamente Reversible*	*Completamente Irreversible*

Nota: muestra los criterios de evaluación de los parámetros utilizados, para la predicción del cálculo impacto (VI), se categorizó en altamente significativo (valores inferiores a -7), significativo (-4,5 a -7), despreciable (desde 0 a -4,5), beneficioso (todos los valores positivos) Fuente: (Dieguez Santana, Zabala-Velin, Villarroel-Quijano, y Sarduy-Pereira, 2020).

3.4 Descripción de los aspectos conceptuales del Plan de Manejo de Ambiental

A partir de los impactos detectados como plantea Bennett, Kemp, y Hudson (2016) es necesario proponer medidas para mitigar los efectos ambientales de la actividad en desarrollo. El Plan de Manejo Ambiental - PMA se define como los documentos que describen la mitigación, el monitoreo y las medidas institucionales que se deben tomar durante la implementación y operación del proyecto para evitar o controlar impactos ambientales adversos, y las acciones necesarias para implementar estas medidas (Montero-Vega, Molina-Cedeño, Pillco-Herrera, Sarduy-Pereira, y Diéguez-Santana, 2020).

El ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE, 2019) determina qué; para la elaboración del PMA, se requiere de los siguientes parámetros:

-Analizar las acciones factibles para evitar o controlar los impactos calificados como adversos.

-Identificar responsabilidades institucionales para la atención de necesidades que no sean de responsabilidad directa del proponente y diseñar los mecanismos de coordinación.

-Describir los procesos, tecnologías, diseño y operación y otros que se hayan considerado, para reducir los impactos ambientales negativos cuando corresponda.

-El PMA es diseñado de acuerdo con cada una de las etapas del proyecto/obra/actividad; es decir: construcción (obras civiles, otros), operación y abandono.

-El PMA para la construcción, operación y abandono de las facilidades del proyecto propuesto, se diseñará y/o rediseñará con base en la evaluación de los impactos ambientales, que sean

generados por las actividades realizadas (en caso de existir actividades previas) así como los que podrían generar las actividades de desarrollo de los proyectos.

-El objetivo del PMA será prevenir, minimizar y compensar los impactos que afecten al ambiente, así como brindar protección a las áreas sensibles y de interés humano y ecológico del área del proyecto.

Recientemente, el Reglamento del Código Orgánico del Ambiente, (2019) en el art. 435 define que: "El plan de manejo ambiental es el documento que contiene las acciones o medidas que se requieren ejecutar para prevenir, evitar, mitigar, controlar, corregir, compensar, restaurar y reparar los posibles impactos ambientales negativos según corresponda, al proyecto, obra o actividad". El mismo incluye que "el plan de manejo ambiental según la naturaleza del proyecto, obra o actividad contendrá, los siguientes subplanes, considerando los aspectos ambientales, impactos y riesgos identificados.

-Plan de prevención y mitigación de impactos.

-Plan de contingencias.

-Plan de capacitación.

-Plan de manejo de desechos.

-Plan de relaciones comunitarias.

-Plan de rehabilitación de áreas afectadas.

-Plan de rescate de vida silvestre, de ser aplicable.

-Plan de cierre y abandono.

-Plan de monitoreo y seguimiento.

Estos criterios fueron empleados para analizar los impactos ambientales identificados en el proceso de evaluación (MAE, 2019).

4. CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Línea base o diagnóstico ambiental del cultivo de pitahaya, Parroquia Arapicos

Los principales hallazgos determinados en la línea base de la zona de cultivos de pitahaya de tipo Parroquia Arapicos, se presentan en la Tabla 4:

Tabla 4. *Identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles de recibir impactos*

Componente	Factor	Descripción
Medio Físico	Suelos	Los suelos son inceptisoles (franco arenosos) en los cuales el 65 % está ocupado por vegetación natural (bosques) y el 27 % por pastizales.
	Clima	La precipitación media anual es de 3871.3 mm anual, temperatura promedio fluctúan entre 22-24 °C, y el clima es húmedo tropical.
	Hidrología	Las comunidades de la Parroquia Arapicos presentan subcuencas y microcuencas como principales fuentes hídricas que bañan el territorio de la parroquia.
Medio Biótico	Flora	Las especies más representativas localizadas en la zona de influencia como: Guaba (*Inga edulis*), Uva de monte (*Spondias mombi*), Pambil (*Iriartea deltoidea*), Tahua (*Phytelephas aecuatorialis*), Papaya (*Carica papaya*), Ungurahua (*Oenocarpus bataua*), Chonta (*Bactris gasipaes*)
	Fauna	Las especies más representativas localizadas en la zona de influencia son: Zahino (*Pecari tajacu*), Guatusa (*Dasyprocta punctata*), Semillero piquigrande (*Sporophila crassirostris*), Tirano letesilvador (*Camptostoma obsoletum*).
Medio socioeconómico y cultural	Demografía	La parroquia Arapicos posee 482 habitantes. Además, según el análisis de distribución de la población muestra que en relación al Cantón Palora representa el 6.9 %.
	Productos del territorio	En la cabecera parroquial se han identificado los siguientes productos: Agrícola, cuenta además con 40 hectáreas de Pitahaya a esta actividad se dedican 30 familias; ganadera y artesanías. La finca "Juanka" cuenta con dos hectáreas en produccion, de las cuales dos de ellas se usan para producción de pitahaya.
	Cobertura de riego y drenaje	Debido a las condiciones climatológicas e hidrológicas de la parroquia, la finca cuenta con una cobertura amplia de riego, las lluvias frecuentes generan terrenos con baja capacidad de drenaje.
	Destino de la producción	La pitahaya es vendida en los mercados nacionales principalmente a las provincias de Pastaza y Morona-Santiago, Tungurahua y en cuanto a los mercados internacionales esta fruta es exportada hacia Perú, China, Estados Unidos, entre otros.

Seguridad y soberanía alimentaria	Existe una soberanía alimentaria y sobre todo seguridad en la producción ya que los productos locales son cultivados de manera tradicional en el caso de la yuca, el plátano, la papa china entre otros productos que actualmente forman parte de la dieta alimenticia de los habitantes del sector.
Salud	Las principales causas de mortalidad más frecuentes de la parroquia son: 30 % por hipertensión, 5 % por envenenamiento y el 15 % por diabetes.
Infraestructura	La dotación de servicios básicos en la parroquia es deficiente. No existe agua potable, pues el abastecimiento es a través de agua entubada no tratada, lo que implica que existen problemas de salud por el consumo de agua.

Nota: Principales aspectos de la línea base analizados en los cultivos de pitahaya, Parroquia Arapicos (fuente: (Dieguez Santana, Zabala-Velin, Villarroel-Quijano, y Sarduy-Pereira, 2020).

Entre los aspectos del diagnóstico ambiental, es importante resaltar las cantidades de agroquímicos que son necesarios a lo largo del ciclo productivo de la pitahaya. Mientras, en el caso del agua, no se presenta incumplimientos de los parámetros, en este caso la normativa nacional de límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, del Acuerdo Ministerial 097-A.

4.2 Instrumentos de valoración empleados para la EIA del cultivo de pitahaya

4.2.1 Balance de masa del proceso productivo

En los criterios analizados del balance de masa del proceso productivo, las principales entradas son los insumos agroquímicos, plántulas, combustible, energéticos y agua necesaria. Mientras, en las salidas, las cantidades más representativas son cantidades de fruta lista para la comercialización, envases vacíos de agroquímicos, residuos sólidos, restos de poda de las cosechas, aguas residuales de las instalaciones de beneficiado y las emisiones gaseosas estimadas a partir del consumo de combustible y del uso de fertilizantes, entre otros. La Tabla 5 muestra, las principales corrientes de entradas y salidas de una hectárea de 4 años de sembrada.

Tabla 5. *Principales corrientes de entradas y salidas del ciclo productivo anual de una hectárea de pitahaya.*

Entradas/Salidas	Unidad de medida	Cantidades
Materias Primas/Insumos		
Plántulas o esquejes de pitahaya, 1m	U	1000
Cartón	kg	4000
Poliestireno expandido	kg	2400
Hipoclorito de sodio	L	12.5
Agua	L	12500
Combustibles fósiles/Electricidad		
Diesel	kg	16,1
Lubricantes	kg	4
Gasolina	kg	420.84
Electricidad	kWh	501
Agroquímicos		
Herbicida (Glisofato)	L	9
Abono ternario (16 % N, 8 % P_2O_5, 12 % K_2O)	kg	500
Urea (46 % N)	kg	1025
Fosfato de diamonio (18 % N, 46 % P_2O_5)	kg	400
Muriato de potasio (60 % K_2O)	kg	1000
Fungicida (250Difenoconazol)	L	4.8
Insecticida (Clorpirifos etil)	L	4.8
Acaricida (Abamectina)	L	6
Insecticida/Acaricida (Piribaden)	L	2.4
Coadyuvante no iónico (Concentrado de óxido de etileno nonilfenólico)	L	0.96
Coadyugante (Alcohol Graso Etoxilado)	L	6.4
Insecticida (Lambda-Cyhalothrin)	L	9.6
Acaricida (Tiofosfato)	kg	4
Acaricida (Bifenazate)	kg	0.8
Fungicida (200Azoxystrobin/125Difenoconazol)	L	3.2
Salidas		
Salidas productos		
Frutas pitahaya	kg	25000
Residuos		
Restos de plantas	kg	10000
Emisiones al aire		
CO_2	kg	1272.13
SO_2	g	55.35
CH_4	g	41.9
PM	g	755.80
Cd	g	0.005
Cu	g	3.85
N_2O	kg	9.65
Ni	g	0.062
Zn	g	1.038
NH_3	kg	151.81

HAP-Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	g	0.055
CO	kg	12.11
NOx	kg	6.24
NMVOC-Compuestos orgánicos volátiles No Metano	g	966.59
Emisiones al agua.		
NO_3^-	kg	830.81
PO_4^{4-}	kg	14.56
Sólidos Suspendidos Totales	kg	11.5

Nota: Los datos de identificación de entradas y salidas del ciclo productivo de pitahaya en la parroquia Arapicos se llenó conjuntamente con el apoyo de las encuestas realizadas al productor de la finca "Juanka".

4.2.2 Matriz de Leopold del cultivo de la pitahaya

Para la identificación de los impactos, se realizó un resumen de los posibles y potenciales efectos del proyecto. La tabla 6 muestra los principales factores considerados en el estudio.

Tabla 6*. Principales factores considerados*

Factor	Componente	Subcomponente
A. Características físicas y químicas	Tierra	Suelos
		Forma del terreno
	Agua	Superficial
		Subterránea
		Calidad del agua
	Atmosfera	Clima
	Procesos	Erosión
		Compactación y almacenamiento
B. Condiciones biológicas	Flora	Árboles
		Microflora
		Corredores
	Fauna	Animales terrestres incluyendo reptiles
		Microfauna
C. Factores culturales	Uso de la tierra	Vida silvestre y espacios abiertos
	Socio-económico	Salud y seguridad
		Empleo
D. Relaciones ecológicas		Cadenas tróficas

Mientras que, la Tabla 7, refleja la matriz de interacción de los factores impactados y actividades del proyecto. Por su parte, la Tabla 8 muestra la valoración de los impactos.

Tabla 7. Matriz de interacciones para la evaluación de los posibles y potenciales efectos del proyecto.

	Preparación de terreno				Siembra			Post cosecha y cosecha				
	Desbroce de covertura vegetal	Tutoreo	Preparación del terreno para la siembra	Retutoreo	Poda	Fertilización	Aplicación de pesticidas	Transporte al centro de acopio	Desinfección y limpieza	Secado	Empaquetado	Total
Suelos	x	x	x	x	x	X	x		x			8
Forma del terreno	x	x	x	x								4
Superficial	x	x	x	x	x	X	x		x			8
Subterránea						X	x		x			3
Calidad del agua	x					X	x		x			4
Clima						X	x	x				3
Erosión	x	x	x	x		X	x					6
Compactación y almacenamiento	x	x	x	x								4
Árboles	x											1
Microflora	x					X	x					3
Corredores	x	x		x								3
Animales terrestres incluyendo reptiles	x					X	x					3
Microfauna	x					X	x					3
Vida silvestre y espacios abiertos	x					X	x					3
Salud y seguridad						X	x			x		3
Empleo	x	x		x		X	x	x	x	x	x	9
Cadenas tróficas	x					X	x					3
Total, de interacciones	14	7	5	7	2	13	13	2	5	2	1	

Tabla 8. *Valoración de los impactos ambientales del cultivo de pitahaya en sus tres etapas.*

	Preparación de terreno				**Siembra**			**Post cosecha y cosecha**			
	Desbroce de covertura vegetal	Tutoreo	Preparación del terreno para la siembra	Retutoreo	Poda	Fertilización	Aplicación de pesticidas	Transporte al centro de acopio	Desinfección y limpieza	Secado	Empaquetado
Suelos	-4.86	-4.86	-4.86	-2.99	-2.99	-2.99	-7.27		-1.99		
Forma del terreno	-2.74	-2.74	-2.74	-2.74							
Superficial	-4.86	-2.74	-2.74	-2.74	-2.74	-6.4	-7.27		-3.99		
Subterránea						-2.74	-6.86		-2		
Calidad del agua	-1.99					-5.99	-7.27		-2.46		
Clima						-5.99	-7.27	-.3.99			
Erosión	-4.86	-1.99	-1.99	-1.99		-1.99	-3.99				
Compactación y almacenamiento	-1.76	-1.99	-1.99	-1.99							
Árboles	-4.86										
Microflora	-4.86					-2.74	-4.86				
Corredores	-4.86	-1.99		-1.99							
Animales terrestres incluyendo reptiles	-4.86					-2.74	-3.99				
Microfauna	-4.86					-2.74	-3.99				
Vida silvestre y espacios abiertos	-4.86					-2.74	-3.99				
Salud y seguridad						-2.74	-3.99			-1.99	
Empleo	4.86	4.86		4.86		1.41	1.41	1.99	1.99	1.41	1.99
Cadenas tróficas	-2.74					-2.74	-2.74				

En el trabajo desarrollado se analizaron 11 actividades y 17 factores, y se obtuvieron 71 interacciones, las cuales se ponderaron y clasificaron según su impacto. De tal forma se determinaron 4 impactos altamente significativos, 15 impactos significativos, 43 despreciables y 9 beneficiosos. En la Fig. 3, se puede observar con detalle cada una de las principales actividades del cultivo de la pitahaya con la cantidad y grado de impacto que genera cada una de ellas.

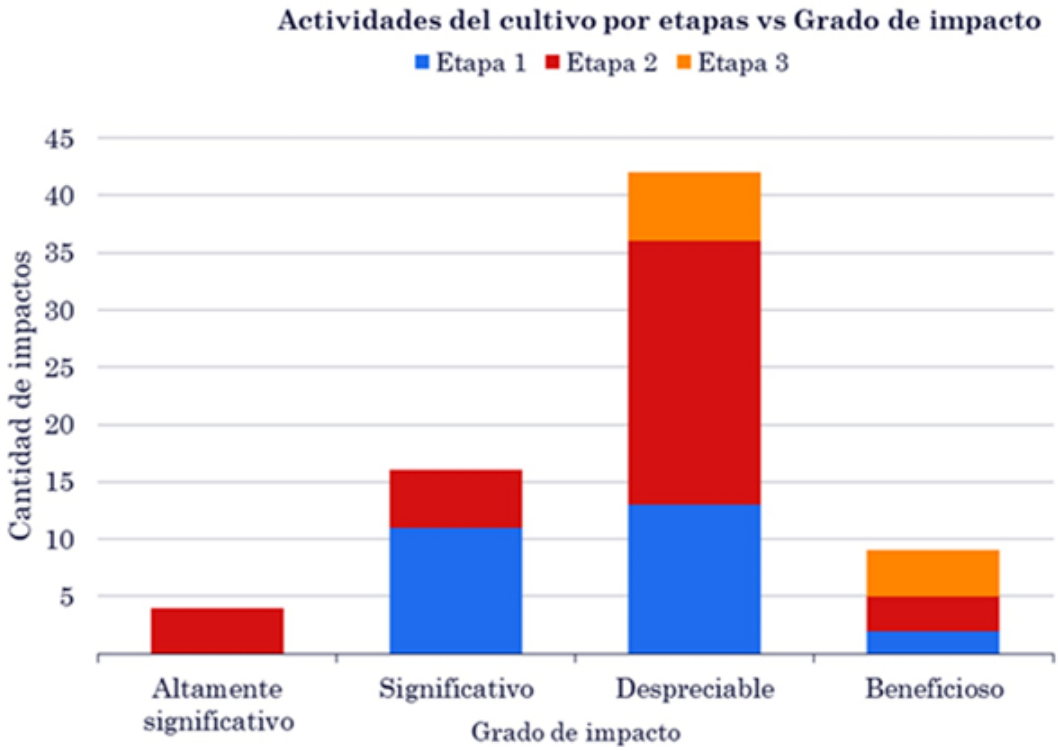

Figura 3. Actividades del cultivo de la pitahaya vs Grado de impacto generado. Refleja la etapa 2 la que más contribuye a los impactos.

Dado principalmente porque en la misma es donde se aplican grandes cantidades de agroquímicos, y esta es una de las principales actividades que mayor cantidad de impactos negativos genera sobre el medio, especialmente sobre el agua, el suelo, el aire y los sistemas bióticos, pues es donde más repercute la aplicación de los mismos, esto ha sido tratado en otros sistemas agrícolas, por ejemplo (Hernández-Antonio y Hansen (2011), en México, evaluaron la afectación ambiental por el uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de cultivos de maíz y sorgo y detectaron concentraciones superiores a los límites establecidos, principalmente de organofosforados, clorofenoxis, bipiridilos y triazínicos, que también, son productos empleados en estos cultivos de pitahaya, de ahí que el control y regulación sean muy importantes, aspectos que deben ser considerados seriamente en el manejo ambiental.

Incluso, a pesar de que, el uso de atrazina ha sido prohibido y restringido en varias partes del mundo, todavía este herbicida se sigue usando sin restricción alguna, y existen resultados que demuestran que afecta a la calidad del agua en una de las zonas agrícolas, donde las concentraciones de atrazina y de su metabolito (desetilatrazina) sobrepasan los límites para agua de consumo humano de 2 μg L^{-1} establecidos por la Organización Mundial para la Salud (WHO, 2008).

El riesgo de impacto ambiental de la aplicación de fungicidas, insecticidas, herbicidas y bactericidas ha sido analizado en Colombia por (Álvarez-Sánchez, Chaves-Morillo, Gómez-López, y Hurtado-Benavides, 2020), y la contaminación de fuentes hídricas superficiales es de las principales afectaciones que genera el uso de estos productos químicos utilizados en el cultivo de arvejas.

Esta misma problemática ha sido discutida por (Montoya, Restrepo, Moreno, y Mejía (2014), donde en cultivos en Colombia el manejo de agroquímicos como el Clorotalonil y Mancozeb han sido empleados a pesar de no tener la licencia de venta; además, presentan grandes dificultadas con las condiciones básicas de almacenamiento de agroquímicos, transporte y disposición final de sus residuos; y carecen adecuados elementos de protección personal.

El abandono de los envases vacíos de agroquímicos puede permitir que restos de estos productos puedan infiltrarse en el suelo y llegar a contaminar las aguas subterráneas, si quedan con algunos residuos, también al estar en contacto con el sol, pueden evaporarse y contaminar el aire. Además, la acumulación de envases y empaques principalmente plásticos, tarda años en degradarse y puede contaminar el suelo donde sea depositado.

El tema de la disposición final de los envases y empaques vacíos de los agroquímicos, es bien complejo, pues se difiere a nivel regional de los tratamientos más adecuados, por ejemplo, en Costa Rica son enterrarlos a 1,5 metros de profundidad, donde el fondo contiene una capa de cal, con desechos orgánicos como estiércol, gallinaza o desechos de cosecha (MAG, 2019), aunque, la FAO (2010) no recomienda el enterramiento de los desechos de plaguicidas, pues éstos pueden dispersarse en los suelos circundantes, contaminar grandes zonas o filtrarse en el agua y contaminar acuíferos subterráneos, lagos, ríos e incluso el mar.

Andi, 2003 manifiesta que éstos deben ser procesados según la indicación de la etiqueta del producto; aunque no deben ser quemados ni enterrados y se recomienda el lavado a presión o el triple lavado, tratamiento muy similar a propuesto por la normativas Ecuatoriana, que según el Reglamento interministerial para el saneamiento ambiental agrícola, los productores

agrícolas, están obligados a cumplir, con el triple lavado y perforado de envases vacíos de agroquímicos previo a la devolución al distribuidor para el tratamiento o disposición final de los mismos.

Además, deberán proveer del sistema de lavado de ojos para casos de emergencia, duchas para la descontaminación de sus trabajadores, lavado de ropa de trabajo contaminada y vestidores en función de la cantidad de trabajadores con los que se cuente. Adicionalmente, está prohibido quemar, descartar, reutilizar, enterrar y/o comercializar los plásticos o envases de agroquímicos o afines. Estos deberán ser entregados a un Gestor Ambiental calificado o a su vez serán entregados al proveedor del producto. También, están obligados a diseñar e implementar el manejo ambiental adecuado de efluentes resultado de su actividad agrícola y manejo post cosecha, de acuerdo a la Normativas ambientales vigentes (Oficial, 2015).

En cuanto a las actividades y sus aspectos ambientales, todas generalmente tienden a perjudicar el medio y sus componentes. En la Figura 4 se pueden observar los factores afectados según el grado y el número de impactos recibidos por cada una de las actividades e interacciones del cultivo de la pitahaya.

El agua es otro componente del medio que puede verse afectado por esta actividad, lo cual es congruente a las actividades que se desarrollan y ya descritas anteriormente. Este impacto tiende a ser despreciable en el estudio, puesto que las aguas residuales generadas en el proceso no tienen cargas contaminantes considerables. Sin embargo, el agua residual no es el único aspecto que deteriora el medio. El consumo y el uso del agua es otro factor que considerar, el agua es necesaria para el beneficiado, aunque solamente se consumen 0.5 L por cada kg de fruta que se procesa (Dieguez Santana, Zabala-Velin, Villarroel-Quijano, y Sarduy-Pereira, 2020).

Paralelamente, las actividades del cultivo de la fruta también afectan en gran magnitud al factor suelo, puesto que, en éste se realiza la actividad, y gran cantidad de nutrientes son extraídos del mismo, adicionalmente, las comunidades microbianas del mismo medio se ven afectadas con la gran cantidad de productos químicos que se vierten para el cultivo, lo que altera los ciclos de biogeoquímicos del ecosistema. En el estudio se ha considerado que estos terrenos anteriormente eran ocupados para ganadería, pues el cambio de uso de suelo, si fuera de bosque primario o secundario como ha sucedido en fincas de la región, resultaría un impacto considerable (FAO, 2003).

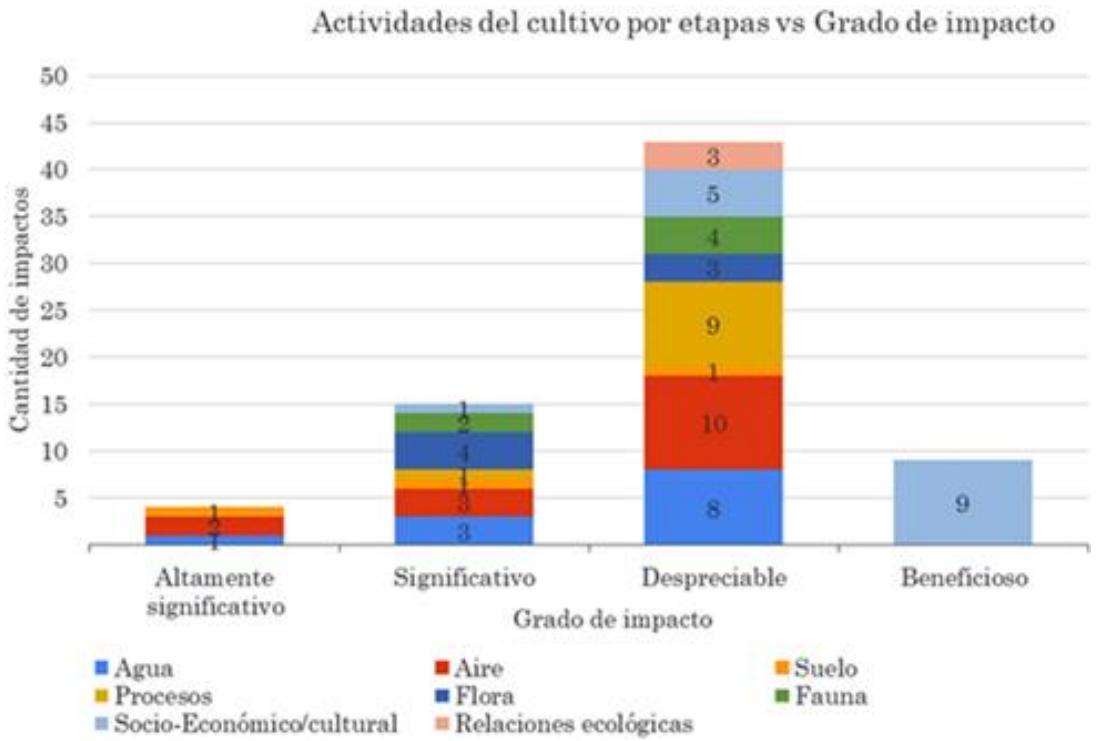

Figura 4. Actividades del cultivo por etapas Vs Grado de Impacto. Factores afectados según el número y grado de impactos recibidos.

Otro factor importante a tener en cuenta es el aire, que puede verse afectado por el uso de los agroquímicos que se dispersan y pueden afectar la calidad del mismo, además la aplicación de fertilizantes también contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero, como las emisiones provenientes del transporte y preparación de la tierra, producto de la combustión de combustibles fósiles

4.3 Plan de Manejo Ambiental del cultivo de la pitahaya, parroquia Arapicos

El Plan de manejo ambiental (PMA) diseñado para el cultivo de la pitahaya, parroquia Arapicos se enfocó en las interacciones más significativas de la matriz de Leopold. En la Tabla 9 se contemplan algunas medidas relacionadas con los componentes afectados significativamente, entre ellos se encuentran: plan de prevención y mitigación de impactos, plan de monitoreo y seguimiento, plan de manejo de residuos y desechos y plan de comunicación y capacitación (MAE, 2019).

Tabla 9. *PMA sintetizado para el cultivo de la pitahaya en la parroquia Arapicos.*

Componente	Medidas	Plan
Suelo	Elaborar o gestionar alianzas estratégicas con programas de elaboración de abonos orgánicos en la zona que permitan incorporar los volúmenes de residuos sólidos orgánicos que se generan.	Plan de manejo de residuos y desechos
	Evitar la disposición de cualquier desecho, químico o contaminante directamente en el suelo.	Plan de prevención y mitigación de impactos
	Destinar un área específica para el almacenamiento de desechos de envases de químicos.	Plan de manejo de residuos y desechos.
Agua	Establecer y mantener las franjas de amortiguamiento con vegetación nativa protectora, de todos los cuerpos de agua.	Plan de prevención y mitigación de impactos.
	Realizar monitoreos y muestreos periódicos de las descargas y aguas superficiales de la planta de beneficiado.	Plan de monitoreo y seguimiento.
	Evaluar la viabilidad de un sistema de tratamiento convencional para las aguas residuales de la instalación de beneficiado, que, aunque no presenta grandes cantidades de contaminación, si son vertidas sin previo tratamiento.	Plan de manejo de residuos y desechos
	Realizar la clasificación de los residuos/desechos. Clasificar correctamente los residuos para disminuir su volumen sin valor.	Plan de manejo de residuos y desechos
Aire	Elaborar e implementar un procedimiento de aplicación de herbicidas, y agroquímicos, donde se enfatice el uso de equipos de protección personal, adecuada manipulación de químicos, acciones seguras e inseguras, acciones en caso de emergencias.	Plan de prevención y mitigación de impactos.
Relaciones ecológicas y seguridad y salud laboral	Incluir programas de capacitaciones con temas de protección ambiental que agrupen conceptos sobre el buen manejo de los recursos naturales como es el agua, además temas relacionados con las buenas prácticas de recolección, almacenamiento y disposición final de los residuos peligrosos y no peligrosos.	Plan de comunicación y capacitación.

Las fracciones orgánicas del beneficiado pudieran ser recuperadas y evitar que se mezclaran con las aguas residuales, pues estrategias de separación de residuos orgánicos que disminuyan la descarga a las aguas de la instalación, que han sido aportados resultados positivos en otros estudios anteriores (Diéguez-Santana, Arteaga-Pérez, Casas Ledon, y Rodríguez Rico, 2013), al disminuir la demanda química de oxígeno hasta un 60 %.

Para el suelo y la generación de residuos tanto peligrosos como comunes se implementará un sistema de recolección y de igual forma de clasificación de los mismos para disminuir su volumen antes de su disposición final en el relleno sanitario, medida apoyada también por (K.

Diéguez-Santana, Y. Casas-Ledón, J. A. Loureiro Salabarria, A. Pérez-Martínez, y L. E. Arteaga-Pérez, 2020), los residuos sólidos y líquidos de las instalaciones de beneficiado se manejarán por separado de los residuos de la cosecha y se proporcionarán instalaciones adecuadas de agua potable y lavado a ubicaciones. Además, en la zona existen varios programas de aprovechamiento de abonos orgánicos, y la producción de compostaje con los residuos puede generar buenos rendimientos productivos (Caiza, Chimbo, Sarduy Pereira, Pisco, y Diéguez Santanaa, 2018), lo que generaría ingresos económicos para los pobladores de la comunidad.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La producción y cosecha de la pitahaya en la finca “Juanka”, presenta alteraciones ambientales sobre algunos de los componentes físicos, bióticos y socio-económicos-culturales, identificados en el diagnóstico. Según la matriz de Leopold se identificaron impactos significativos sobre los recursos, agua, suelo, el componente biótico, y el factor socio cultural y económico. Mientras que, el factor economía presentó impactos beneficiosos, en este caso asociados por la creación de empleos de la actividad, y por el aumento de ingresos económicos para los pobladores de la parroquia, puesto que es un rubro exportable que aporta divisas directamente para el país.

Los impactos negativos de mayor importancia identificados en la finca de cultivo de pitahaya de la parroquia Arapicos fueron la pérdida de biodiversidad, y la degradación de suelos, asociados por el uso de agroquímicos principalmente, insecticidas, acaricidas, fungicidas y herbicidas para el control de malezas, el desbroce de ecosistemas boscosos, movimiento de tierras, y la apertura de caminos de acceso. Dado esto, el plan de manejo muestra estrategias encaminadas a mitigar, prevenir y compensar los impactos más severos, y dar cumplimiento a las leyes ambientales vigentes con el fin de contrarrestar el impacto generado.

6. REFERENCIAS

Álvarez-Sánchez, D., Chaves-Morillo, D., Gómez-López, E., & Hurtado-Benavides, A. (2020). Estimación del riesgo ambiental causado por plaguicidas en cultivos de arveja de Ipiales, Nariño-Colombia. *TecnoLógicas, 23*(47), 77-91. doi:https://doi.org//10.22430/22565337.1404

ARCONEL. (2019). Balance Nacional de Energía Eléctrica (BNEE), en noviembre 2019. Recuperado de https://www.regulacionelectrica.gob.ec/balance-nacional/

Arteaga-Pérez, L. E., Segura, C., & Santana, K. D. (2016). Procesos de torrefacción para valorización de residuos lignocelulósicos. Análisis de posibles tecnologías de aplicación en Sudamérica. *Afinidad, 73*(573), 60-68.

Código Orgánico del Ambiente. Titulo VI Producción y consumo sustentable, (2018).

Bank, E. C. (2016). Foreign trade. Recuperado de http://www.bce.fin.ec/index.php/c-exterior

Bennett, S., Kemp, S., & Hudson, M. D. (2016). Stakeholder perceptions of Environmental Management Plans as an environmental protection tool for major developments in the UK. *Environmental Impact Assessment Review, 56*, 60-71. doi:10.1016/j.eiar.2015.09.005

Caiza, D., Chimbo, A., Sarduy Pereira, L. B., Pisco, W., & Diéguez Santanaa, K. (2018). Propuesta de producción más limpia en el proceso de elaboración de abonos orgánicos con desechos del camal, realizado en el relleno sanitario del cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*.

Chandra, V., Hemstock, S. L., Ramon N's, M., Onesmus, N'Yeurt, R., & Antoine. (2018). Life Cycle Assessment of Sugarcane Growing Process in Fiji. *Sugar Tech*.

Conesa Fernández, V., Ros Garro, V., Conesa Ripoll, V., & Conesa Ripoll, L. A. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (4° Edición ed.). Madrid, España: Mundi-prensa.

Diéguez-Santana, K., Arteaga-Pérez, L. E., Casas Ledon, Y., & Rodríguez Rico, I. L. (2013). Análisis de ciclo de vida y caracterización ambiental en una industria alimenticia. *Revista Centro Azúcar, 40*(52-58).

Diéguez-Santana, K., Casas-Ledón, Y., Loureiro Salabarria, J. A., Pérez-Martínez, A., & Arteaga-Pérez, L. E. (2020). A life cycle assessment of bread production: A Cuban case study. *Journal of Environmental Accounting and Management, 7*(1).

Diéguez-Santana, K., Casas-Ledón, Y., Loureiro Salabarria, J. A., Pérez-Martínez, A., & Arteaga-Pérez, L. E. (2020). A life cycle assessment of bread production: A Cuban case study *Journal of Environmental Accounting and Management, 8*(2), 125-137. doi:https://doi.org/10.5890/JEAM.2020.06.002

Diéguez-Santana, K., Sarduy-Pereira, L. B., & Decker, M. (2020). Characterization and quantification of municipal solid waste. A case of rural study of the Ecuadorian Amazon. *Journal of Environmental Treatment Techniques (JETT).*

Diéguez-Santana, K., Zabala, A., Villarroel, K., & Sarduy, L. (2020). Evaluation of the Environmental Impact of the Pitahaya Crop, Cantón Palora, Ecuador. *TecnoLógica*.

Dieguez Santana, K., Zabala-Velin, A. A., Villarroel-Quijano, K. L., & Sarduy-Pereira, L. B. (2020). Evaluation of the Environmental Impact of the Pitahaya Crop, Cantón Palora, Ecuador. *TecnoLógicas, 23*(49), 113-128. doi:10.22430/22565337.1621

FAO. (2003). Factores que tienen influencia en la agricultura de conservación. In *Los Aspectos Económicos de la Agricultura de Conservación*. Roma, Itailia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FAO. (2010). *Código internacional de conducta sobre la distribución y utilización de plaguicidas. Directrices para el desarrollo de políticas de manejo de plagas y plaguicidas*. Roma, Italia: Programa Inter-Organizaciones para el Manejo Seguro de Productos Químicos.

FAO, & PNUMA. (2020). *El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Finnveden, G., Hauschild, M. Z., Ekvall, T., Guinée, J., Heijungs, R., Hellweg, S., . . . Suh, S. (2009). Recent developments in Life Cycle Assessment. *Journal of Environmental Management, 91*(1), 1-21. doi:10.1016/j.jenvman.2009.06.018

Hauschild, M., Jeswiet, J., & Alting, L. J. C. a. (2005). From life cycle assessment to sustainable production: status and perspectives. *54*(2), 1-21.

Hernández-Antonio, A., & Hansen, A. M. (2011). Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos. *Revista internacional de contaminación ambiental, 27*(2), 115-127.

Huachi, L., Yugsi, E., Paredes, M. F., Coronel, D., Verdugo, K., & Santamaría, P. C. J. L. G. R. d. C. d. l. V. (2015). Desarrollo de la pitahaya (Cereus sp.) en Ecuador. *22*(2), 50-58.

IPCC. (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use*. Hayama, Japón.Recuperado de https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

Kuokkanen, A., Mikkilä, M., Kuisma, M., Kahiluoto, H., & Linnanen, L. (2017). The need for policy to address the food system lock-in: A case study of the Finnish context. *Journal of Cleaner Production, 140,* 933-944. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.171

Levasseur, A., Lesage, P., Margni, M., Deschênes, L., & Samson, R. (2010). Considering Time in LCA: Dynamic LCA and Its Application to Global Warming Impact Assessments. *Environmental Science & Technology 2010, 44, 8, 3169-3174*.

López Diaz, H., & Miranda, A. G. (2014). *Guía Tecnológica 6. Cultivo de la Pitahaya*

MAE. (2019). *Términos de Referencia Estándar para Estudio de Impacto Ambiental: Otros Sectores*. Quito, Ecuador.Recuperado de http://suia.ambiente.gob.ec/?page_id=1009

MAG. (2018). Mesa Técnica de Pitahaya se reúne en Morona Santiago y fija compromisos. Recuperado de https://www.agricultura.gob.ec/mesa-tecnica-de-pitahaya-se-reune-en-morona-santiago-y-fija-compromisos/

MAG. (2019). Mesa Técnica de Pitahaya se reúne en Morona Santiago y fija compromisos. Recuperado de https://www.agricultura.gob.ec/mesa-tecnica-de-pitahaya-se-reune-en-morona-santiago-y-fija-compromisos/

Montero-Vega, S. F., Molina-Cedeño, C. S., Pillco-Herrera, B. M., Sarduy-Pereira, L. B., & Diéguez-Santana, K. (2020). Evaluación del impacto ambiental de la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales. Caso río Pindo Chico, Puyo, Pastaza, Ecuador. *Ciencia, Ambiente y Clima, 3*(1), 23-39. doi:https://doi.org/10.22206/cac.2020.v3i1.pp23-39

Montoya, M. L., Restrepo, F. M., Moreno, N., & Mejía, P. A. (2014). Impacto del manejo de agroquímicos, parte alta de la microcuenca Chorro Hondo, Marinilla, 2011. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública, 32*(2), 26-35.

Nemecek, T., Kägi, T., & Blaser, S. J. F. r. e. v. N. (2007). *Life cycle inventories of agricultural production systems*.

Ntinas, G. K., Neumair, M., Tsadilas, C. D., & Meyer, J. (2017). Carbon footprint and cumulative energy demand of greenhouse and open-field tomato cultivation systems under Southern and Central European climatic conditions. *Journal of Cleaner Production, 142,* 3617-3626. doi:10.1016/j.jclepro.2016.10.106

Oficial, R. (2019). *Reglamento al Código Orgánico del Ambiente*. Quito, Ecuador.Recuperado de

Pandey, D., Agrawal, M., & Pandey, J. S. (2011). Carbon footprint: current methods of estimation. *Environmental Monitoring and Assessment, 178*(1), 135-160. doi:10.1007/s10661-010-1678-y

PDOT. (2019). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Arapicos, gestión 2014-2019*. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1460021530001_GADP%20Arapicos%20%20PDyOT%20Gesti%C3%B3n%202014-2019_02-10-2015_11-39-56.pdf

Pigosso, D. C. A., Rozenfeld, H., & McAloone, T. C. (2013). Ecodesign maturity model: a management framework to support ecodesign implementation into manufacturing companies. *Journal of Cleaner Production, 59*, 160-173. doi:10.1016/j.jclepro.2013.06.040

Ramos, T., Guevara, D., Sarduy, L., & Diéguez-Santana, K. (2020). Producción más limpia y ecoeficiencia en el procesado del cacao. Un caso de estudio en Ecuador. *Revista Investigación & Desarrollo, 20*(1), 135 – 146. doi:10.23881/idupbo.020.1-10i

Spielmann, M., Bauer, C., Dones, R., & Tuchschmid, M. (2007). *Transport services: Ecoinvent report no. 14*.

Tringovska, I., Yankova, V., Markova, D., & Mihov, M. (2018). Effect of companion plants on tomato greenhouse production. *Scientia Horticulturae, 186*(21), 31-37. doi:https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.02.016

van der Wiel, B. Z., Weijma, J., van Middelaar, C. E., Kleinke, M., Buisman, C. J. N., & Wichern, F. (2020). Restoring nutrient circularity: A review of nutrient stock and flow analyses of local agro-food-waste systems. *Resources, Conservation and Recycling, 160*, 104901. doi:https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104901

Vásquez-Castillo, W., Aguilar, K., Vilaplana, R., Viteri, P., Viera, W., & Valencia-Chamorro, S. J. A. C. (2016). Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus Haw.) en Ecuador. *34*(1Supl), S1081-S1083.

Vilaplana, R., Alba, P., & Valencia-Chamorro, S. (2018). Sodium bicarbonate salts for the control of postharvest black rot disease in yellow pitahaya (Selenicereus megalanthus). *Crop Protection, 114*, 90-96. doi:10.1016/j.cropro.2018.08.021

WHO. (2008). *Guidelines for Drinking-water Quality* (Third ed. Vol. 1). Ginebra, Suiza: World Health Organization.

Wichienchot, S., Jatupornpipat, M., & Rastall, R. A. (2010). Oligosaccharides of pitaya (dragon fruit) flesh and their prebiotic properties. *Food Chemistry*, *120*(3), 850-857. doi:10.1016/j.foodchem.2009.11.026

Wiedmann, T., & Minx, J. J. I. R. C. (2007). A Definition of 'Carbon Footprint'. ISA-UK Research Report, 07-01.

Zhofre Aguirre M. (2011). Naturaleza y Buen Vivir. Un acercamiento a pérdida de la biodiversidad. Recuperado de http://biodiversidadloja.blogia.com/2011/030202-perdida-de-la-biodiversidad-del-ecuador.php