






Evaluación del impacto ambiental del cultivo de la pitahaya, Cantón Palora, Ecuador

Evaluation of the Environmental Impact of the Pitahaya Crop, Cantón Palora, Ecuador

Karel Diéguez-Santana  ¹
Adriana Abigail Zabala-Velin ²
Kasandra Liseth Villarroel-Quijano ³
Liliana Bárbara Sarduy-Pereira ⁴

Recibido: 11 de marzo de 2020
Aceptado: 3 de julio de 2020

Cómo citar / How to cite

K. Diéguez-Santana, A. A. Zabala-Velin, K. L. Villarroel-Quijano, L. B. Sarduy-Pereira, "Evaluación del impacto ambiental del cultivo de la pitahaya, Cantón Palora, Ecuador", *TecnoLógicas*, vol. 23, no. 49, pp. 113-128, 2020. <https://doi.org/10.22430/22565337.1621>



- ¹ Msc. en Ingeniería en Saneamiento Ambiental, Facultad Ciencias de la Vida, Universidad Estatal Amazónica, Pastaza-Ecuador, karel.dieguez.santana@gmail.com
- ² Ingeniera Ambiental, Ciencias de la Vida, Universidad Estatal Amazónica, Pastaza- Ecuador, zabalaabyta@gmail.com
- ³ Ingeniera Ambiental, Facultad Ciencias de la Vida, Universidad Estatal Amazónica, Pastaza-Ecuador, klvillarroel2013@gmail.com
- ⁴ Licenciada en Educación, Unidad Educativa Fiscomisional Cristóbal Colón, Pastaza-Ecuador, lilianasarduy79@gmail.com

Resumen

La fruta pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) es una fruta subtropical exótica con piel amarilla, de pulpa con sabor agridulce, que contiene niveles de ácidos grasos esenciales como los ácidos oleico y linoleico. Su cultivo, en los últimos años, se ha convertido en una de las principales actividades económicas de la provincia Morona-Santiago. El objetivo de este trabajo fue determinar el impacto ambiental que genera el cultivo de pitahaya, y proponer estrategias de manejo que permitan mitigar los efectos sobre el medio ambiente. 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, control de la contaminación, cosechas de frutas, impacto ambiental.

Abstract

Pitahaya fruit (*Selenicereus megalanthus*) is an exotic subtropical fruit with yellow skin, sweet and sour pulp, which contains levels of essential fatty acids such as oleic and linoleic acids. Its cultivation, in recent years, has become one of the main economic activities of the Morona-Santiago province. The objective of this work was to determine the environmental impact generated by the cultivation of pitahaya, and to propose management strategies that mitigate the effects on the environment. 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, pollution control, fruit crops, environmental impact.

1. INTRODUCCIÓN

El sector agrícola ha crecido considerablemente como respuesta a la creciente demanda de la población. Como consecuencia de ello, la producción de alimentos se ha convertido en una contribución importante al agotamiento de los recursos naturales y al cambio climático [1]. El Informe de síntesis de cambio climático del IPCC de 2007 estima que los impactos directos de la agricultura contribuyen con aproximadamente el 13.5 % de las emisiones antropogénicas de gases efecto invernadero (GEI) a nivel mundial.

De ahí, que se incite a los agricultores a practicar una agricultura más sostenible que permita satisfacer todas las necesidades de la sociedad: ambiental, social y económica.

En este sentido, las plantaciones frutícolas, aunque en menor medida, también tienen sus contribuciones, pues requieren de cantidades de insumos químicos, uso de suelo, combustibles para el manejo de la tierra y transporte de los productos, que pueden contribuir a determinados impactos ambientales.

La pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) es característica de zonas subtropicales y amazónicas. En los últimos años, se ha convertido un producto agrícola frutal de alto valor comercial en Ecuador [2], llegando a ser uno de los principales productores de pitahaya junto con Colombia e Israel [3]. Estos países exportan este producto a mercados como: Singapur, Hong Kong, Taiwán, Filipinas, Malasia y Tailandia [4]. En la provincia Morona-Santiago, específicamente el cantón Palora es una de las principales regiones productoras de pitahaya en Ecuador, y la actividad se ha convertido en la principal fuente generadora de empleo e ingresos económicos, para el cantón.

Según, indican datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería, en el cantón existen 1.500 hectáreas establecidas de

pitahaya, de las cuales 700 se encuentran en producción y alrededor de 650 productores están inmersos en esta actividad [5]. El proceso de cultivo de la fruta se desarrolla, principalmente, en tres etapas: Pre-cultivo, Siembra y Cosecha-Post cosecha.

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.

2. METODOLOGÍA

2.1 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 30 minutos de la cabecera cantonal, en coordenadas geográficas 1° 51' 29.772" Latitud Sur, 77° 57' 30.314" 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 18 y 23 °C, que son consideradas condiciones climatológicas propicias para el cultivo y producción de la fruta.

2.2 Descripción de la actividad

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.

Las principales actividades se describen a continuación:

Etapas 1. Pre-cultivo/limpieza del terreno: esta etapa incluye, el tutorio, selección de semilla y preparación del terreno. El sistema de tutorio utilizado en la finca estudiada es el individual o tradicional, donde se ubica cada poste a una 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 la misma 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.

Etapas 2. Siembra: esta fase incluye, Siembra/Resiembra, retutorio, 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.

En la primera la pitahaya se realizan aplicaciones de fertilizantes, principalmente nitrogenados (Urea) y abono ternario (16 % N, 8 % P₂O₅, 12 % K₂O). Además, se aplican variados insumos

químicos, principalmente, insecticidas, acaricidas, fungicidas y herbicidas para el control de malezas.

Etapas 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.

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 [6]. 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.

2.3 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, [7], “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 de faenamiento.

2.4 Instrumentos de valoración empleados

2.4.1 Balance de masa del proceso productivo

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.

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).

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.

Tabla 1. Resumen de datos utilizados para el análisis ambiental y el balance del proceso de producción de pitahaya. Fuente: elaboración propia.

Información requerida	Fuente de datos
Tipo de maquinaria, horas de operación, tasa de agroquímicos	Datos de campo compilados de propietarios agrícolas de 4 años y ensayos locales.
Consumo de combustible en maquinaria agrícola	
Plántulas o esquejes	
Producción de pitahaya por hectárea	
Emisiones líquidas, Etapa postcosecha	Mediciones in situ, Métodos Standard H ₂ O residuales
Producción de electricidad.	Matriz energética Ecuador [8], [9]
Emisiones difusas de la aplicación de agroquímicos.	IPCC [10]
Emisiones de combustión de maquinaria agrícola.	Base de datos Ecoivent [11]
Emisiones de combustión del transporte.	Base de datos Ecoivent [12]

2.4.2 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 [13],[14], [15].

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 [16]. Para la valorización del impacto se aplicó (1).

La Tabla 2 muestra, los criterios para la determinación de la magnitud del impacto.

Por su parte, para determinar el valor de importancia se aplicó (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.

La Tabla 3, 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).

$$\text{Valor de impacto (VI)} = \pm (\text{Importancia} \times \text{Magnitud})^{0.5} \tag{1}$$

$$\text{Imp} = W_e * \text{Extensión} + W_d * \text{Duración} + W_r * \text{Reversibilidad} \tag{2}$$

Tabla 2. Valorización para la determinación de la magnitud del impacto. Fuente: [15].

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

Tabla 3. Criterios de puntuación de la importancia y valores asignados. Fuente: [15].

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

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

A partir de los impactos detectados como plantea Bennett, et al. [17] 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 [18].

En Ecuador, [19] determina que, 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 a 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, [7] 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 sub-planes, 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.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 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. Principales aspectos de la línea base analizados en los cultivos de pitahaya, Parroquia Arapicos
 Fuente: elaboración propia.

Componente	Factor	Descripción
Medio Físico	Suelos	Los suelos son inceptisoles (franco arenoso) 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 (<i>Inga edulis</i>), Uva de monte (<i>Spondias mombi</i>), Pambil (<i>Iriartea deltoidea</i>), Tahua (<i>Phytelephas aecuatorialis</i>), Papaya (<i>Carica papaya</i>), Ungurahua (<i>Oenocarpus bataua</i>), Chonta (<i>Bactris gasipaes</i>)
	Fauna	Las especies más representativas localizadas en la zona de influencia son: Zahino (<i>Pecari tajacu</i>), Guatusa (<i>Dasyprocta punctata</i>), Semillero piquigrande (<i>Sporophila crassirostris</i>), Tirano letesilvador (<i>Camptostoma obsoletum</i>).
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 cuatro hectáreas, 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 sobretodo 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.

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.

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

3.2.1 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.

3.2.2 Matriz de Leopold del cultivo de la pitahaya

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. 1, 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.

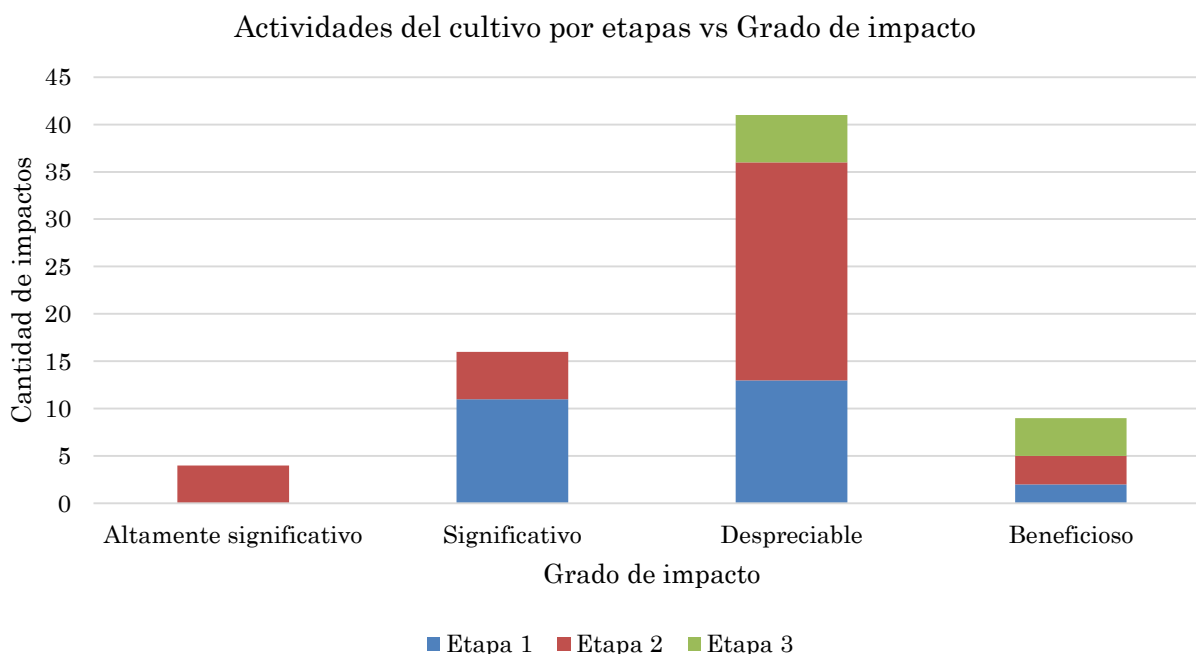


Fig. 1. Actividades del cultivo de la pitahaya vs Grado de impacto generado. Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Principales corrientes de entradas y salidas del ciclo productivo anual de una hectárea de pitahaya
 Fuente: elaboración propia.

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 ₂ O ₅ , 12 % K ₂ O)	kg	500
Urea (46 % N)	kg	1025
Fosfato de diamonio (18 % N, 46 % P ₂ O ₅)	kg	400
Muriato de potasio (60 % K ₂ O)	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 (200Azoxytrobin/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 ₂ O	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
NO _x	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

Como se puede apreciar la etapa 2 es 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 and Hansen [20], 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, bupiridilos 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 (desetilatraxina) sobrepasan los límites para agua de consumo humano de $2 \mu\text{g L}^{-1}$ establecidos por la Organización Mundial para la Salud [21].

El riesgo de impacto ambiental de la aplicación de fungicidas, insecticidas, herbicidas y bactericidas ha sido analizado en Colombia por [22], 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 [23], 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 dificultades 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 [5], aunque, la FAO [24] 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.

Mientras, en Argentina y Colombia [25], [26], 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 [27].

En cuanto a las actividades y sus aspectos ambientales, todas generalmente tienden a perjudicar el medio y sus componentes. En la Fig. 2 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 a considerar, el agua es necesaria para el beneficiado, aunque solamente se consumen 0,5 L por cada kg de fruta que se procesa.

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 [28].

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.

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

El 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 6 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.

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 [29], 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 [30], 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 [31], lo que generaría ingresos económicos para los pobladores de la comunidad.

Tabla 6. PMA sintetizado para el cultivo de la pitahaya en la parroquia Arapicos
Fuente: elaboración propia.

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.

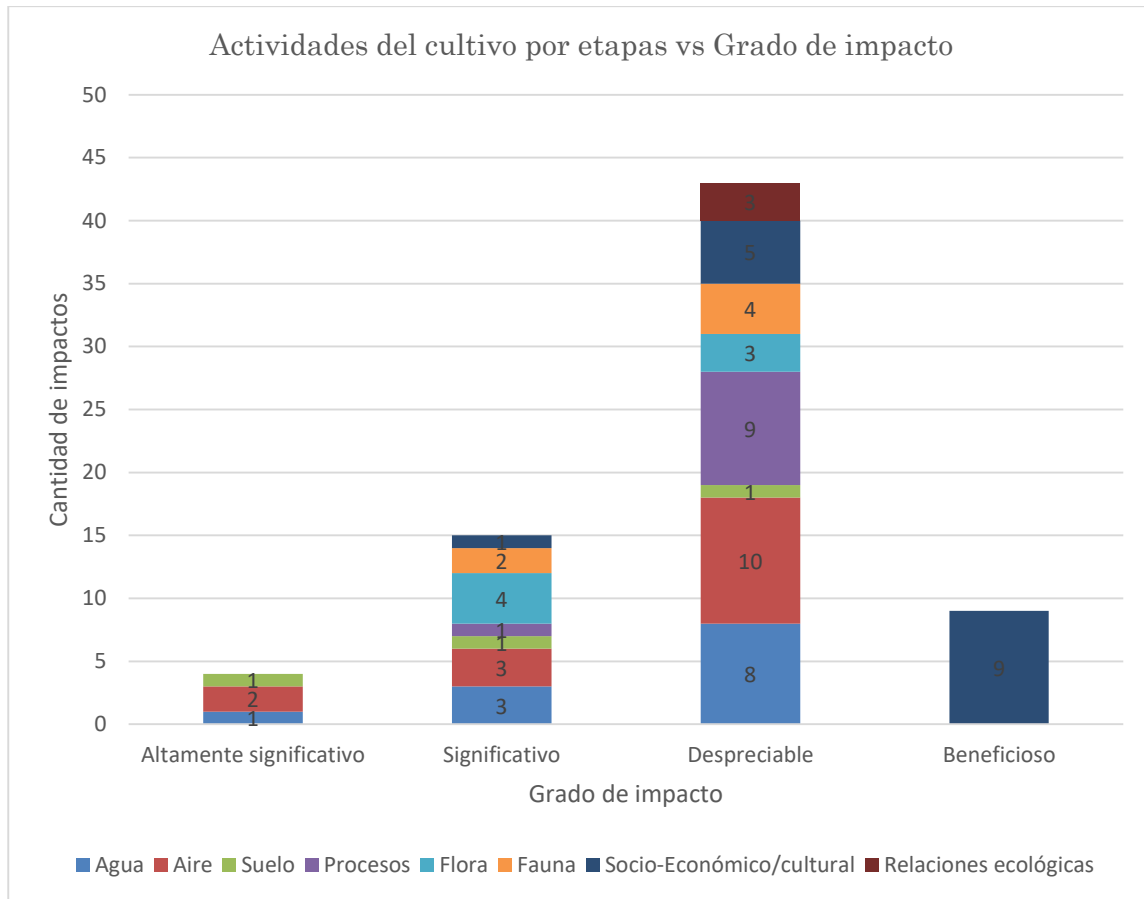


Fig. 2. Factores afectados según el número y grado de impactos recibidos
Fuente: elaboración propia.

4. CONCLUSIONES

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 principalmente por el uso de agroquímicos, 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.

5. CONFLICTOS DE INTERÉS DE LOS AUTORES


No se declaran conflictos de intereses por ninguno de los autores.


6. REFERENCES


- [1] J. Martínez-Blanco; P. Muñoz; A. Antón; J. Rieradevall, "Assessment of tomato Mediterranean production in open-field and standard multi-tunnel greenhouse, with compost or mineral fertilizers, from an agricultural and environmental standpoint," *Journal of Cleaner Production*, vol. 19, no. 9-10, pp. 985-997, Jun, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.11.018>
- [2] R. Vilaplana; P. Alba; S. Valencia-Chamorro, "Sodium bicarbonate salts for the control of postharvest black rot disease in yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus*)," *Crop Protection*, vol. 114, pp. 90-96, Dec. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.08.021>
- [3] BCE. Información Económica. Sector Externo. Estadísticas de Comercio Exterior. Exportadores - importadores por producto. 2016. [URL](#)
- [4] S. Wichienchot; M. Jatupornpipat; R. A. Rastall, "Oligosaccharides of pitaya (dragon fruit) flesh and their prebiotic properties," *Food Chemistry*, vol. 120, no. 3, pp. 850-857, Jun. 2010. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.11.026>
- [5] Ministerio de Cultura y Ganadería de Ecuador, "Mesa Técnica de Pitahaya se reúne en Morona Santiago y fija compromisos," 2019. [URL](#)
- [6] H. López Diaz; A. G. Miranda, "Guía Tecnológica 6. Cultivo de la Pitahaya " Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Representación FAO en Nicaragua, Managua, Nicaragua, 2002. Disponible: [URL](#)
- [7] Registro Oficial No. 506. "Reglamento al código Orgánico". Ecuador. 2019. [URL](#)
- [8] Agencia de regulación y control de electricidad. "Balance Nacional de Energía Eléctrica" 2019. [URL](#)
- [9] L. E. Arteaga-Pérez; C. Segura; K. D. Santana, "Procesos de torrefacción para valorización de residuos lignocelulósicos. Análisis de posibles tecnologías de aplicación en Sudamérica," *Afinidad*, vol. 73, no. 573, pp. 60-68, Jan. 2016. [URL](#)
- [10] Ippc intergovernmental panel on climate change, "IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use," Hayama, Japón 2006. [URL](#)
- [11] T. Nemecek; T. Kägi, "Life Cycle Inventories of Agricultural Production Systems Data v2.0 (2007)," en *Final report ecoinvent* vol. 2.0, no. 15, Dec. 2007. [URL](#)
- [12] M. Spielmann; C. Bauer; R. Dones; M. Tuchschild, "Transport Services" *Ecoinvent report*, no. 14, Dec. 2007. [URL](#)
- [13] J. Glasson; R. Therivel; A. Chadwick, "PART 2 Process. Impact prediction, evaluation and mitigation," in *Introduction to environmental impact assessment. Principles and procedures, process, practice and prospects* Second ed. Taylor & Francis Group, 2010
- [14] I. D. Coria, "El estudio de impacto ambiental: características y metodologías," *Invenio*, vol. 11, no. 20, pp. 125-135, Jun. 2008. [URL](#)
- [15] A.I. Soto-Cabrera; A. P. Panimboza-Ojeda; C. G. Ilibay-Granda; C. R. Valverde-Lara; K. Diéguez-Santana, "Impacto ambiental de la operación del Centro de faenamiento de la ciudad de Puyo, Pastaza, Ecuador," *Prospectiva*, vol. 18, no. 1, pp. 60-68, 2020. [URL](#)
- [16] V. C. Fernandez-Vítora, *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*, 4ª Edición ed. Madrid, España: Mundi-prensa, 2010. [URL](#)
- [17] S. Bennett; S. Kemp; M. D. Hudson, "Stakeholder perceptions of Environmental Management Plans as an environmental protection tool for major developments in the UK," *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 56, pp. 60-71, Jan. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2015.09.005>
- [18] L. Tinker; D. Cobb; A. Bond; M. Cashmore, "Impact mitigation in environmental impact assessment: paper promises or the basis of consent conditions?," *Impact Assessment and Project Appraisal*, vol. 23, no. 4, pp. 265-280, Feb. 2005. <https://doi.org/10.3152/147154605781765463>
- [19] Ministerio del ambiente MAE, "Términos de Referencia Estándar para Estudio de Impacto Ambiental: Otros Sectores," in "Subsecretaría de Calidad Ambiental-SCA," Quito, Ecuador, 2019. [URL](#)
- [20] A. Hernández-Antonio; A. M. Hansen, "2006 Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos," *Revista internacional de contaminación ambiental*, vol. 27, no. 2, pp. 115-127, 2011. [URL](#)
- [21] World Health Organization WHO, *Guidelines for Drinking-water Quality incorporating the first and second addenda*, Ginebra, Suiza: World Health Organization, 2008. [URL](#)
- [22] D. Álvarez-Sánchez; D. Chaves-Morillo; E. Gómez-López; A. Hurtado-Benavides, "Estimación del riesgo ambiental causado


- por plaguicidas en cultivos de arveja de Ipiiales, Nariño-Colombia," *TecnoLógicas*, vol. 23, no. 47, pp. 77-91, Jan. 2020. <https://doi.org/10.22430/22565337.1404>
- [23] M. L. Montoya; F. M. Restrepo; N. Moreno; P. A. Mejía, "Impacto del manejo de agroquímicos, parte alta de la microcuenca Chorro Hondo, Marinilla, 2014," *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, vol. 32, no. 2, pp. 26-35, Nov. 2013. [URL](#)
- [24] FAO, *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, 2010. [URL](#)
- [25] A. Piazza; S. García; J. Lazovski; M. Valls; L. Bulacio; D. Méndez, *Guía de uso responsable de agroquímicos*, Temas de salud ambiental, no. 7. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Salud, 2011. [URL](#)
- [26] Dirección de desarrollo rural sostenible, *Guías Ambientales para el Subsector de Plaguicidas*, Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial., ANDI, Cámara de la Industria para la Protección de Cultivos - ANDI, 2003, p. 104. [URL](#)
- [27] Acuerdo Interministerial. 365. Reglamento interministerial para el saneamiento ambiental agrícola, LEX-FAOC162538, Ecuador. 2014. [URL](#)
- [28] FAO, "Los Aspectos Económicos de la Agricultura de Conservación Servicio de Manejo de las Tierras y de la Nutrición de las Plantas Dirección de Fomento de Tierras y Aguas" en *Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación*, Capitulo 2, Italia 2003. [URL](#)
- [29] K. Diéguez-Santana; L. E. Arteaga-Pérez; Y. Casas Ledon; I. L. Rodríguez Rico, "Análisis de ciclo de vida y caracterización ambiental en una industria alimenticia," *Revista Centro Azúcar*, vol. 40, pp. 52-58, Jan. 2013. [URL](#)
- [30] K. Diéguez-Santana; Y. Casas-Ledón; J. A. Loureiro Salabarría; A. Pérez-Martínez; L. E. Arteaga-Pérez, "A life cycle assessment of bread production: A Cuban case study " *Journal of Environmental Accounting and Management*, vol. 8, no. 2, pp. 125-137, 2020. <https://doi.org/10.5890/JEAM.2020.06.002>
- [31] D. Caiza; A. Chimbo; L. B. Sarduy Pereira; W. Pisco; K. Diéguez Santanaa, "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*, May. 2018. [URL](#)

7. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

 ¹ Conceptualización, metodología, validación, análisis formal del trabajo, redacción del texto, revisión.

 ² Conceptualización, metodología, validación, análisis formal del trabajo, redacción del texto.

 ³ Conceptualización, Redacción y escritura del texto, análisis formal del trabajo.

 ⁴ Redacción y escritura del texto, análisis formal del trabajo, revisión, elaboración de las figuras.