UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA PRODUCCIÓN CONVENCIONAL DE PITAHAYA Y DE ESTRATEGIAS DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS. FINCA SAN JAVIER, PALORA, ECUADOR.

AUTOR(ES):

Rosa Mireya Moreno Castro

Mónica Mishell Rodríguez Mejía

DOCENTE - TUTOR:

Dr. C. Julio César Muñoz Rengifo, Ph.D.

Puyo - Pastaza - Ecuador

2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	4/5	El titulo esta acorde al trabajo, pero no realizó la corrección de acuerdo a la norma APA
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	4/5	No escribe los nombres científicos de acuerdo a las normas de nomenclatura Botánica, como se le sugirió
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	18/20	Cumple con lo estipulado y solicitado dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Cumple con lo solicitado
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	13/15	Describe las características de investigación, sin embargo, no realiza las correcciones solicitadas (Normas APA), en cuanto a las figuras

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	23/25	Los resultados y las discusiones no son claras.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	8/10	Las conclusiones no son claras, acorde a los objetivos planteados
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	4/5	En algunos casos, no cumple con las normas APA.
VALORACIÓN TOTAL	89	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	89

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
WILSON RODRIGO QUIZHPE CORONEL

Wilson Rodrigo Quizhpe Coronel

Dado en la ciudad de Puyo, a los 25 días del mes de febrero de 2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	4/5	• Se trata de una investigación de análisis comparativo, el título señala que hablará de impactos ambientales y de estrategias de valorización de residuos, pero no cuáles son las estrategias.
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	24.5/25	• La ortografía en algunas palabras se debe corregir.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	
VALORACIÓN TOTAL	98.5/100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	98.5

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
NATALIA ESTEFANIA HERRERA SALAZAR

Natalia Estefanía Herrera Salazar
Docente PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 24 días del mes de febrero de 2022.

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Puyo, 04/02/2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a la estudiante: Moreno Castro Rosa Mireya, con C.I. 2200299226, con el Tema: "**Análisis de los impactos ambientales de la producción convencional de pitahaya y de estrategias de valorización de residuos. Finca San Javier, Palora, Ecuador.**", de la carrera de Ingeniería Ambiental Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, Dr. C. Julio César Muñoz Rengifo, Ph.D., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 7%, Informe generado con fecha 04/02/2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
JULIO CESAR
MUNOZ RENGIFO

Dr. C. Julio César Muñoz Rengifo, Ph.D.
Docente-director del Trabajo de Integración Curricular
Universidad Estatal Amazónica

Curiginal

Document Information

Analyzed document	Paper Mishel y Rosa 03_02_2022.docx (D127099021)
Submitted	2022-02-04T23:04:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	amb2017143@uea.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	jmunoz.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Quintanilla Tigre.docx** Document Quintanilla Tigre.docx (D95457668) Submitted by: kdieguez@uea.edu.ec Receiver: kdieguez.uea@analysis.urkund.com	7
W	URL: https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79160/1053805035.2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y Fetched: 2022-02-04T23:04:46.5700000	7
SA	**FERNANDO.MOROCHO.docx** Document FERNANDO.MOROCHO.docx (D110785055)	1

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Puyo, 04/02/2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a la estudiante: Rodríguez Mejía Mónica Mishell, con C.I. 2250045784, con el Tema: "**Análisis de los impactos ambientales de la producción convencional de pitahaya y de estrategias de valorización de residuos. Finca San Javier, Palora, Ecuador.**", de la carrera de Ingeniería Ambiental Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, Dr. C. Julio César Muñoz Rengifo, Ph.D., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 7%, Informe generado con fecha 04/02/2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
JULIO CESAR MUNOZ RENGIFO

Dr. C. Julio César Muñoz Rengifo, Ph.D.
Docente-director del Trabajo de Integración Curricular
Universidad Estatal Amazónica

Curiginal

Document Information

Analyzed document	Paper Mishel y Rosa 03_02_2022.docx (D127099021)
Submitted	2022-02-04T23:04:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	amb2017143@uea.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	jmunoz.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Quintanilla Tigre.docx** Document Quintanilla Tigre.docx (D95457668) Submitted by: kdieguez@uea.edu.ec Receiver: kdieguez.uea@analysis.urkund.com	7
W	URL: https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79160/1053805035.2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y Fetched: 2022-02-04T23:04:46.5700000	7
SA	**FERNANDO.MOROCHO.docx** Document FERNANDO.MOROCHO.docx (D110785055)	1

Análisis de los impactos ambientales de la producción convencional de pitahaya y de estrategias de valorización de residuos. Finca San Javier, Palora, Ecuador.

Moreno Castro Rosa Mireya [1]
amb2017092@uea.edu.ec

Rodríguez Mejía Mónica Mishell [1]
amb2017143@uea.edu.ec

Muñoz-Rengifo Julio César, PhD [1]
jmunoz@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la vida, Carrera de Carrera de Ingeniería Ambiental (1)

Resumen

El sector agrícola se ha desarrollado en respuesta al crecimiento de la población, esto ha contribuido al agotamiento de recursos naturales. La siembra de la pitahaya amarrilla (Selenicereus megalanthus, K Schum. Ex Vaupel, Moran) se ha convertido en una de las principales actividades de producción, la cual ha generado fuentes de trabajo e ingresos económicos en la provincia de Morona Santiago. El uso excesivo de productos químicos contribuye en la degradación del ecosistema. Es por ello que se planteó como objetivo analizar los impactos ambientales entre el sistema convencional y una modelación valorizada de residuos en la producción de pitahaya en la finca San Javier. La metodología utilizada fue mixta, con un alcance no experimental de nivel descriptivo. Para la recolección de datos se utilizó el programa Software libre Open LCA 1.10.3, Ecoinvent versión 3.2 y el método CML (baseline). Se debe tener en cuenta que la sobre explotación de la agricultura aparece por el al abuso constante de nitratos y plaguicidas, los cuales causan el efecto invernadero a largo plazo, afectando, las fuentes económicas y ambientales. Finalmente, tras analizar el impacto climático en el sistema convencional se encontró que existe una variación de 323.768 kg CO2 eq., potencial de acidificación del suelo de 62.024756 kg SO2 eq., eutrofización con 38.0058 kg PO4 eq. En cuanto a la valoración de residuos se detectó el grado de impacto ambiental despreciable fue (14%; 26%, 78%) respectivamente en su mayoría. Esto ha provocado que las actividades agrícolas ocasionan una importante afectación directa por los gases tóxicos en altos niveles, los cuales pueden llegar a ser dañinos para los seres humanos.

Palabras Clave: análisis del ciclo de vida, producción de pitahaya, impacto ambiental, sistema convencional, escenario modelado.

Abstract

The agricultural sector has developed in response to population growth; this has contributed to the depletion of natural resources. The sowing of the yellow pitahaya (Selenicereus megalanthus, K Schum. Ex Vaupel, Moran) has become one of the main production activities, which has generated sources of employment and economic income in the province of Morona Santiago. The excessive use of chemical products contributes to the degradation of the ecosystem. That is why the objective was to analyze the environmental impacts between the conventional system and a valued modeling of waste in the production of pitahaya in the San Javier farm. The methodology used was mixed, with a non-experimental scope of descriptive level. For data collection, the Open LCA 1.10.3 free software program, Ecoinvent version 3.2 and the CML method (baseline) were changed. It must be taken into account that the overexploitation of agriculture appears due to the constant abuse of nitrates and pesticides, which cause the greenhouse effect in the long term, disconnected from economic and environmental sources. Finally, after analyzing the climatic impact on the conventional system, it was found that there is a variation of 323.768 kg CO2 eq., soil acidification potential of 62.024756 kg SO2 eq., eutrophication with 38.0058 kg PO4 eq. Regarding the valuation of waste, the degree of negligible environmental impact was detected (14%; 26%, 78%) respectively in its majority. This has caused agricultural activities to cause an important direct impact due to toxic gases at high levels, which can become harmful to human beings.

Keywords: life cycle analysis, pitahaya production, environmental impact, conventional system, modeled scenario.

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura es una actividad realizada por el hombre, el cual ejerce presión en el medio ambiente. La alta demanda en esta acción surge en los reiterados intentos al momento de aumentar la producción y rentabilidad de un producto, causado la degradación de suelos, pérdidas de hábitats, a su vez elevando la utilización de insumos (fertilizantes, plaguicidas, etc.). Entre los factores de riesgo se encuentran: cambio climático antropogénico, contaminación química, agotamiento de recursos naturales y pérdida de biodiversidad (Andrade, 2016).

Para la presente investigación se utilizó el ciclo de vida (ACV) como método bien establecido para evaluar y comparar los impactos ambientales de los sistemas de producción alternativos (Parajuli et al., 2019). Esto permite cuantificar y describir las características del impacto ambiental en cada una de las etapas de vida del producto proponiendo un equilibrio entre lo económico y ambiental (Romero, 2003).

La Pitahaya es una fruta cuyas raíces se encuentran en Mesoamérica y norte de América del Sur (Vásquez-Castillo et al., 2016). Este fruto es perenne, tras el segundo año de

siembra entra en producción comercialmente, convirtiéndolo en un producto agrícola frutal de alto valor comercial en Ecuador, especialmente en la provincia Morona-Santiago (Diéguez Santana et al., 2013). Según estadísticas del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2022), existen 2000 hectáreas de pitahaya establecidas en el cantón Palora. Por ello, los niveles de contaminación se han vuelto un problema en la zona, debido al uso excesivo de productos químicos los mismos que conllevan afectar gravemente los ecosistemas (Del Puerto Rodríguez et al., 2014). El impacto ambiental en la producción agrícola puede desarrollar nuevos sectores agroindustriales (biocombustibles, química verde), debido a que la afectación del entorno natural da paso a proponer mejoras en los sistemas de producción de forma más sostenibles (Andrade, 2016).

La utilización de pesticidas sintéticos, fertilizantes entre otros insumos son los causantes de la degradación del suelo (Martin-Gorriz et al., 2020), estos se han hecho presentes por la producción a gran escala de la fruta (pitahaya), debido a que causan el aumento de gases tóxicos en la atmosfera. El efecto invernadero, es un impacto ambiental ocasionado por los gases tales como: metano, óxido nitroso, dióxido de carbono, entre otros; los cuales contribuyen a la contaminación del aire, agua, siendo una amenaza para la salud humana. Por ello la aplicación de métodos de producción sostenible resulta ser adecuados para combatir con estos efectos negativos que provoca la agricultura sobre los diferentes ecosistemas (Soto-Cabrera et al., 2020).

Entre la composición química de la pitahaya se encuentra ácidos en estado natural como son: ácido linoleico 64.5 %, ácido oleico 13.9 % y ácido palmítico 14.4 % (Chemah, Aminah, Noriham, y Wan Aida, 2010). Verona-Ruiz, Urcia-Cerna, y Paucar-Menacho (2020), da a conocer que la penca de la pitahaya presenta una composición de: proteína cruda de 1,8-24,49 g, fibra cruda de 7,86-14,79 g, contenido de cenizas entre 10,80 a 14,90 g y extracto etéreo 0,64 a 1,46 g (Todos expresados en base seca (g/100 g de materia seca). Además, la variedad de pitahaya (*Hylocereus undatus*) tiene importantes contenidos de Zn (34,02 mg/kg) y K (4,82 mg/kg).

Finalmente, el objetivo de esta investigación fue analizar el impacto ambiental entre el sistema convencional y dos modelaciones valorizadas de residuos de la pitahaya en la finca San Javier. Además, se ha planteado la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las mejoras que pueden disminuir el impacto ambiental en la producción convencional de pitahaya

en la finca San Javier? La respuesta será desarrollada en esta investigación con el fin de aportar ideas para reducir la contaminación ambiental.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

2.1 Localización

Esta investigación se realizó en el Cantón Palora provincia de Morona Santiago, Ecuador, en la Finca San Javier. Las coordenadas son 1° 28´ 16.6” S; 77° 54´ 36.6” W. El clima que presenta es tropical húmedo con temperaturas fluctuantes de 18° y 23ºC, con una altitud de 850 – 950 m.s.n.m.

Figura 1.

Ubicación de la finca San Javier en el cantón Palora- Morona Santiago



Mapa	Sistema de Coordenadas
Mapa de Ubicación de la Finca San Javier	Coordenadas: UTM Zona: 18 Sur Coordenadas: UTM-84

2.2 Tipo de Investigación

La investigación tiene características mixtas, ya que ayudará en la descripción del fenómeno, y cuantificación de flujos de entrada y salidas. Además, permitirá observar los impactos de la actividad de producción sobre el medio ambiente y evaluar e implementar posibles mejoras. De acuerdo con su contenido, se puede considerar que este estudio es explicativo y descriptivo. Esto es debido a que no se han realizado investigaciones en el país, sin embargo, a nivel internacional, si hay resultados similares de este estudio con plantas frutícolas. La presente investigación abrirá puertas para su extensión en el sector agrícola de productos importados y exportados.

El análisis sigue el concepto de la cuna a la puerta de la postcosecha de la fruta, además, mediante el análisis comparativo entre diferentes tipos de manejo del cultivo se elige una alternativa con mayores beneficios ambientales. Los escenarios por comparar son dos: el sistema convencional (Escenario 1) y dos sistemas modelados (Escenario 2 y Escenario 3), que incluye diferentes estrategias de valorización de residuos de las etapas de cultivo y postcosecha bajo el enfoque de la bioeconomía circular, previamente tratados en Quintanilla-Cando, Tigre-Yanza, y Diéguez-Santana (2021). El sistema aborda un esquema integrado de digestión anaeróbica y compostaje. La unidad funcional (UF) es de un kg de producto listo para la comercialización.

2.3 Métodos de Investigación

El método utilizado es documental, ya que aquí se proporcionó los detalles necesarios para la evaluación y posteriormente estudio del fenómeno en su ambiente. Para ello se utilizaron fuentes de información primarias, mismas que se obtienen de primera mano por medio de entrevistas con expertos (para referencia del tema), y secundarias cómo: libros, monografías, informes técnicos, documentos oficiales, tesis, revistas académicas aprobadas y certificadas con menos de 5 años de anterioridad. Luego se procedió con la interpretación y análisis de las fuentes secundarias empleadas (Rivera & Gonzáles, 2015).

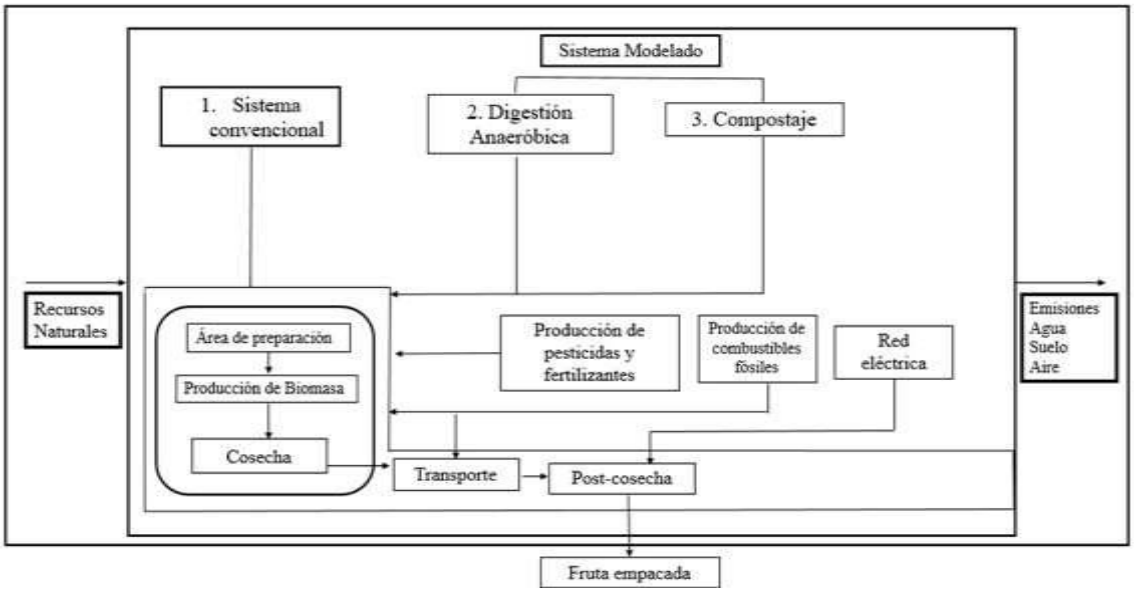
Por medio de este estudio se detectó los impactos ambientales relacionados con la producción de la pitahaya. Esto se detalló mediante la evaluación del ciclo de vida y la verificación de las directrices de la organización internacional estándar (ISO). El análisis sigue el concepto base, es decir, desde la cuna hasta la post cosecha de la fruta. Además, mediante el análisis comparativo entre los diferentes tipos de manejo del cultivo se elige una alternativa con mayores beneficios ambientales. Los escenarios por comparar son dos: el sistema convencional (Escenario 1) y dos sistemas modelados (Escenario 2 y Escenario 3), que incluye diferentes estrategias de valorización de residuos de las etapas de cultivo y postcosecha bajo el enfoque de la bioeconomía circular, previamente tratados en Quintanilla-Cando, Tigre-Yanza, y Diéguez-Santana (2021).

El sistema aborda un esquema integrado de digestión anaeróbica y compostaje. La unidad funcional (UF) es de un kg de producto listo para la comercialización. Los límites del sistema incluyen la extracción de la fruta y el transporte hasta los centros de acopio en donde se almacena la fruta, esta etapa es considera de acuerdo con el enfoque de la cuna a la puerta. A continuación, se detallarán los límites de cada sistema desde la cuna

hasta la puerta para la producción de 1 kg de pitahaya (Figura 2).

Figura 2.

Límites del sistema de la cuna a la puerta para la producción 1 kg de pitahaya.



2.4 Herramientas / servicios

Los impactos ambientales se determinaron utilizando la línea de base CML (baseline) método del mundo 2015, desarrollado por el Centro de Ciencias Ambientales (CML) de la Universidad de Leiden en los Países Bajos, que está orientado al enfoque de evaluación del ciclo de vida del punto medio. Este modelo incluye las siguientes categorías de impacto: Potencial de acidificación del suelo de Europa Central, Cambio climático - GWP100, Agotamiento de recursos abióticos - factores, existencias finales, Agotamiento de recursos no vivos de combustibles fósiles, Eutrofización - general, Ecotoxicidad acuática de agua dulce - FAETP inf, Toxicidad humana - HTP inf, Ecotoxicidad marina subacuática - MAETP inf, Agotamiento del ozono: estado estacionario ODP, fotooxidación - Nox alto, ecotoxicidad terrestre - TETP inf. El software Open LCA 1.10.3 se utilizaron para modelar todos los procesos del ciclo de vida (SímaPro, 2022).

2.5 Técnicas de recolección de información

Para la obtención de datos, se realizó una entrevista online en la Finca San Javier (Anexo 1). Este método está compuesto por 17 preguntas abiertas y 2 preguntas cerradas. Dicha información se analizó, interpreto y se empleó como referencia al momento de guiar y desarrollar el presente proyecto.

Con la información que se obtuvo de la finca acerca del sistema de producción que presento dicho predio, se utilizó el Software libre Open LCA 1.10.3 (GreenDeltaTC; Alemania) (GreenDelta, 2022), el cual posee la base de datos de Ecoinvent versión 3.2 y el método CML (baseline) mismo que permitió conocer las categorías de impacto que son más afectadas. A su vez para poder generar las tablas de entradas y salidas al igual que los gráficos de los distintos escenarios, los datos y los valores que se colocaron en el programa fueron extraídos por las autoras gracias a la entrevista que se realizó al encargado de la finca, donde fueron interpretados, analizados y comparados con distintitas investigaciones científicas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Modelamiento de dos escenarios de valorización de residuos aplicables a las actividades del cultivo y postcosecha del sistema convencional.

De los datos obtenidos en la finca San Javier, de acuerdo con la tabla 1 se encontró que en el sistema convencional en la entrada, categoría económica, se incorpora agua en el producto en 500 Kg., por medio del aire ingresa dióxido de carbono, por el suelo fungicidas, herbicidas e insecticidas en un valor de 200 Kg., y por aire ingresa partículas de Diésel en 7 Kg. Según (Folleco et al., 2021) en donde habla sobre la producción de la pitahaya como manejo orgánico y convencional, se obtuvo valores de 878 ppm de magnesio; 84,6 ppm hierro; 49,8 ppm zinc; 25,4 ppm boro; 9,5 ppm cobre; 4,04% potasio; 2,04% calcio; 1,49% nitrógeno total; 1,02% magnesio; 0,29% fosforo; y 0,21% azufre.

Tabla 1.

Clasificación del método convencional (entrada) de la pitahaya en la finca san Javier

Entradas	Categorías	Sub categorías	Unidades	Resultados
Agua, incorporada en el producto	Económica	No especificado	Kg	500
Dioxacarb	Emisión al aire	Alta densidad de población	Kg	200
Partículas de Diésel	Emisión al aire	Baja densidad de población a largo plazo	Kg	7

Fungicidas	Emisión al suelo	Agrícola	Kg	200
Herbicidas	Emisión al suelo	Agrícola	Kg	200
Insecticidas	Emisión al suelo	Agrícola	Kg	200

Entre los resultados obtenidos detallado en la tabla 2 se encontró según el método convencional de salida en la finca San Javier el 1,375E-05 Kg. eran HAP, (hidrocarburos aromáticos policíclicos); 1,25E-06 Kg. Cadmio; 318,03 Kg. Dióxido de carbono; 207,7 Kg. Nitrato; 50 Kg. Productos de distintos orígenes; 64 Kg. Fosfato; 3,02 Kg. Monóxido de carbono; 2,87 Kg. Sólidos en suspensión no especificados; 2,41 Kg. Dióxido de nitrógeno; 1,56 Kg. COVDM, orgánicos volátiles distintos del metano compuesto, origen no especificado; 0,18895 Kg. Partículas menores a un; 0,08313 Kg. Dióxido de azufre; 0,01047 Kg. Metano; y 0,0002595 Kg. Zinc.

Comparándola con una investigación científica se observó que al usar fertilizantes y abonos en el lapso de 20 años nos indica lo siguiente: entre los 3 a 20 años presento 198Kg de potasio, en el lapso de 2 años existió 150 Kg, y 100 Kg en un año. En cuanto al fosforo en la edad del cultivo de 3 a 20 años vario de 66Kg a 50 kg en 2 años; 33 Kg en un año. En cuanto al nitrógeno, desde los 3 a 20 años existe un 187 Kg, en 2 años 140 Kg y en el primer año 95 Kg (Méndez-Enríquez, 2013).

Tabla 2.

Clasificación del método convencional (salida) de la pitahaya en finca san Javier

Salidas	Categorías	Sub categorías	Unidades	Resultados
Amoníaco	Emisión al aire	Alta densidad de población	kg	37,95
Cadmio	Emisión al aire	Alta densidad de población	kg	1,25E-06
Dióxido de carbono	Emisión al aire	Alta densidad de población	kg	318,03

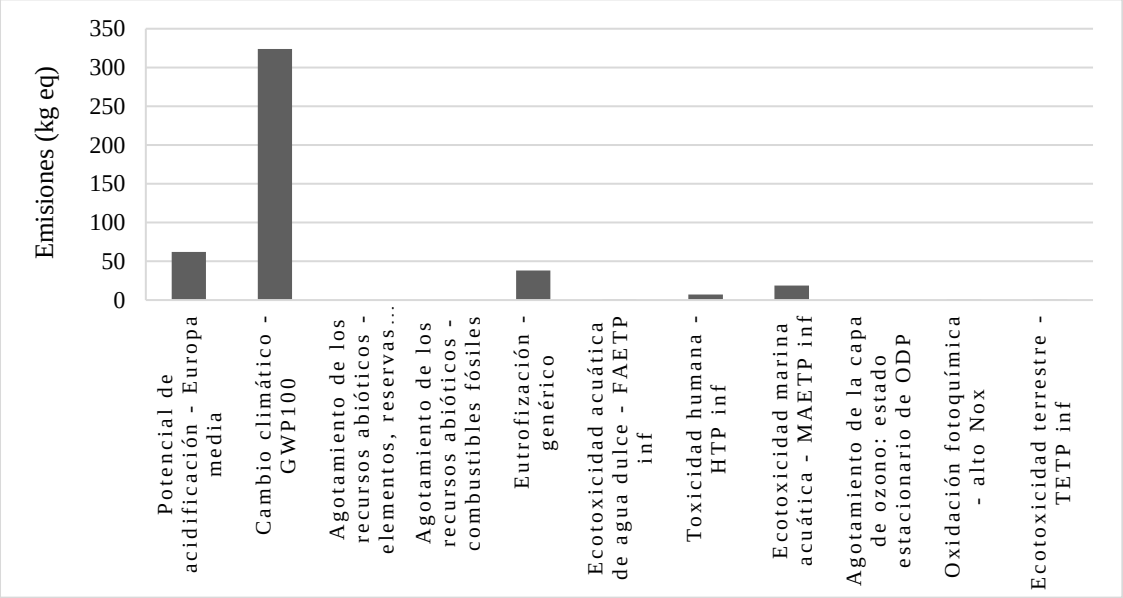
Monóxido de carbono	Emisión al aire	Alta densidad de población	kg	3,02
Metano	Emisión al aire	Alta densidad de población	kg	0,01047
Nitrato	Emisión al aire	Alta densidad de población	kg	207,7
Dióxido de nitrógeno	Emisión al aire	Alta densidad de población	kg	2,41
COVDM, orgánico volátiles distintos del metano compuesto, origen no especificado	Emisión al aire	Alta densidad de población	kg	1,56
HAP, hidrocarburos aromáticos policíclicos	Emisión al aire	Alta densidad de población	kg	1,375E-05
Partículas, < 10 um	Emisión al aire	Alta densidad de población	kg	0,18895
Fosfato	Emisión al aire	Alta densidad de población	kg	3,64
Dióxido de azufre	Emisión al aire	Alta densidad de población	kg	0,08313
Zinc	Emisión al aire	Alta densidad de población	kg	0,0002595
Sólidos en suspensión, no especificados	Emisión al aire	No especificado	kg	2,87
Productos de distintos orígenes vegetales	Recurso	Biótico	kg	50

Dentro de la figura 3 se describe que el sistema convencional genera impactos ambientales en cinco categorías, mismas que van de mayor a menor, en donde la que

mayor impacto genera es la categoría de cambio climático con un valor de 323.768 kg CO2 eq, siguiendo la categoría de potencial de acidificación con 62.024756 kg SO2 eq, luego la de eutrofización con 38.0058 kg PO4 eq, la categoría de ecotoxicidad marina con 18.83413259 kg 1,4-dichlorobenzene eq, y por último tenemos a la categoría de toxicidad humana con un valor de 7.058322835 kg 1,4-dichlorobenzene eq.

Figura 3.

Impactos ambientales generados por el sistema convencional.



La categoría más afectada es el cambio climático debido a que en los parámetros de salida existe la presencia de gases, dado que en la misma se aplica grandes cantidades de agroquímicos para combatir plagas y para el proceso de fertilización la cual no solo afecta a la atmósfera sino también al suelo, agua y los sistemas bióticos que están presente en dicho predio.

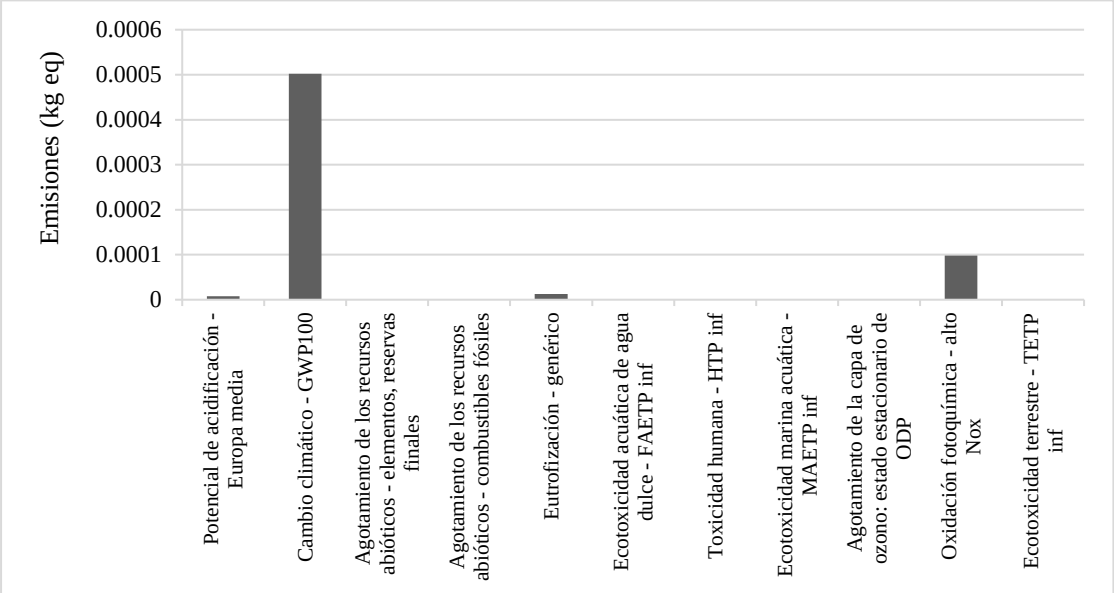
Por otro lado, en un estudio sobre la evaluación de fincas de la agricultura familiar de los tipos de pitahaya amarilla y su subproducto se encontró que en las características físico químicas había alcoholes superiores en 200,40 mg/100 cm^3, 29,01 mg/100 cm^3 de metanol, esteres 9, 00 mg/100 cm^3; 6,80 mg/100 cm^3 de furfural, y 3,40 mg/100 cm3 en adheridos (Altamirano et al., 2021).

El sistema de digestión anaeróbica según el software Open LCA presenta cinco impactos ambientales que se encuentran representados en la figura 4, pero la categoría que tiene el grado de afectación más alto es el cambio climático con un valor de

0.0005019 kg CO2 eq, seguido de la categoría de oxidación fotoquímica con un valor de 0.00098027 kg ethylene eq, luego se presenta la eutrofización con 0.0000126 kg PO4 eq, el potencial de acidificación con 7.83673E-06 kg SO2 eq, y la de menor impacto es categoría de toxicidad humana que representa un valor de 0.000000033 kg 1,4-dichlorobenzene eq, esto se genera debido a que la producción de biogás contiene un número considerado de gases que pueden afectar a la atmósfera y por ende hay mayor impacto al cambio climático.

Figura 4.

Impacto ambiental generado por el sistema de digestión anaeróbica.



En una tesina se comparó los resultados obtenidos, con la composición del Biogás, el cual indica que el metano tiene entre 50 a 75 %, dióxido de carbono 25 a 45%, vapor de agua 1 a 2 %, nitrógeno 1 a 5 %, hidrogeno 0 a 3 %, monóxido de carbono 0 a 0,3 %, oxigeno 0,1 a 1%, y sulfuro de hidrogeno 0,1 a 0,5% (Sato-Matsumoto, 2019).

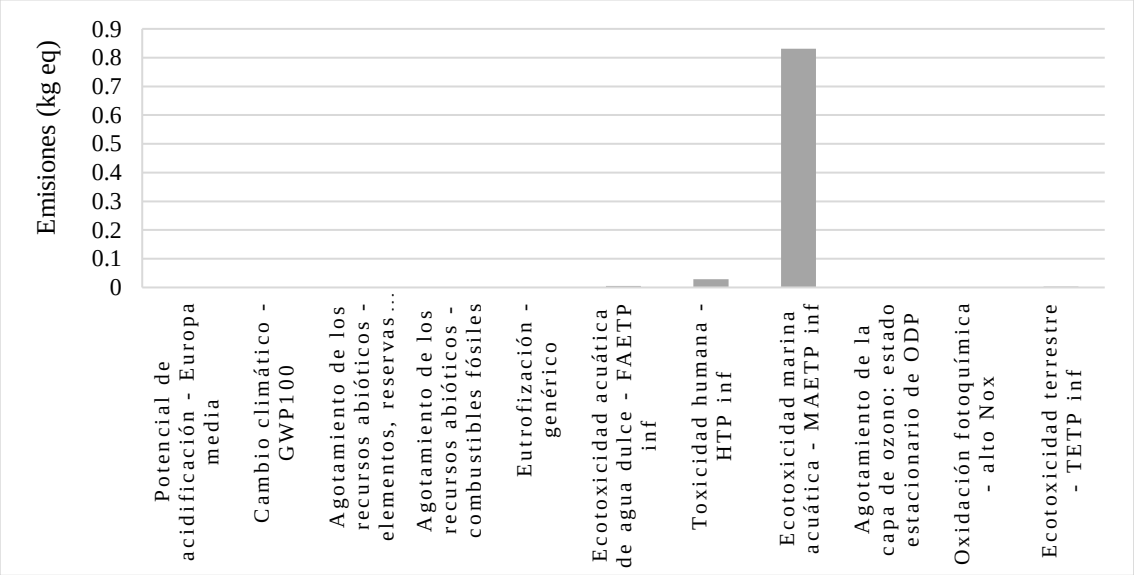
En dicha figura se presenta un impacto generado dentro del sistema de digestión anaeróbica, dentro de los cuales se encontró un cambio climático en un alto porcentaje de oxidación fotoquímica en un 0,0005kg, eutrofización genética 0,000005kg, potencial de acidificación genética 0,000002kg, toxicidad humana genética 0,000001kg.

De acuerdo con la figura 5 el sistema de producción de compost presenta siete impactos ambientales en menor grado, sin embargo, la categoría que tiene el grado de afectación más elevado es la ecotoxicidad marina acuática con un valor de 0.831321596 kg 1,4-

dichlorobenzene eq, seguido de toxicidad humana con 0.02924374 kg 1,4-dichlorobenzene eq, luego se presenta la categoría de ecotoxicidad terrestre con 0.003349655 kg 1,4-dichlorobenzene eq, la categoría de ecotoxicidad acuática de agua dulce con 0.004979421 kg 1,4-dichlorobenzene eq, la categoría de cambio climático con 0.0005019 kg CO2 eq, luego procede la eutrofización con 0.000003864 kg PO4 eq, y por último la oxidación fotoquímica con 0.000000027 kg ethylene eq, Por lo cual el compostaje presenta lixiviados que pueden alterar la naturaleza, debido a que si se tiene una interacción con el suelo puede llegar a infiltrarse en las aguas subterráneas afectando gravemente al ecosistema acuático, por ello su impacto es mayor en la categoría de ecotoxicidad marina acuática.

Figura 5.

Impactos ambientales generados en el sistema de producción de compost.



Por otro lado, en una investigación científica se encontró que el fenol soluble total era de 166.5 ± 14.4 y 52.8 ± 3.8 mg, equivalentes de ácido gálico (EAG)/100 g de pulpa seca. La betalaínas, son compuestos nitrogenados insolubles; en la pitahaya roja se ha encontrado un contenido de 347.3 ± 21.0 mg de betalaínas totales BET/100g de muestra seca mientras que en la pitahaya con piel color amarilla se obtuvo 215.0 ± 36.2 mg de BET/100 g de muestra seca (Cardoso Pérez & Reyes Bautista, 2021).

En la tabla 3 se presenta los sistemas modelados en el Open LCA. Donde se encontró entre las categorías de contacto más afectadas en la digestión anaeróbica y el compost son las siguientes con valores de: 7.83673E-06 en el potencial de acidificación – Europa

Media, 0.0005019 cambio climático, 0.0000126 eutrofización genérico, 0.00000033 toxicidad humana HTP inf, y 0.000098027 oxidación fotoquímica. Por lo tanto el sistema modelado que más afectación provoca al ambiente es la digestión anaeróbica, puesto que emite más gases a la atmosfera a tal punto de afectar los ecosistemas que se encuentran alrededor de dicha producción.

Tabla 3.

Sistemas modelados en open lca.

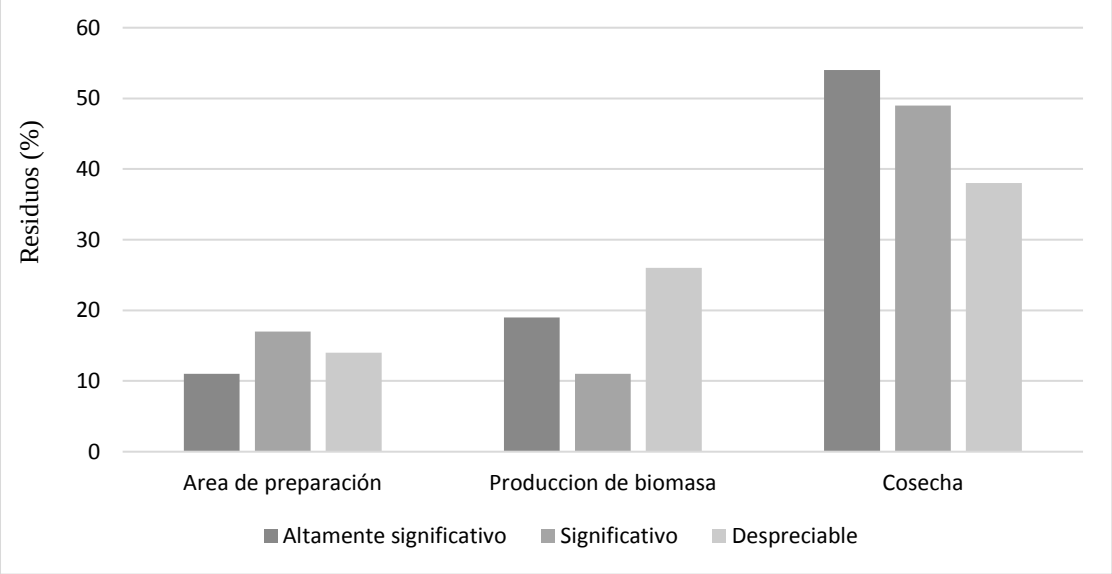
Categorías de Impacto	Digestión Anaeróbica	Compost
Potencial de acidificación - Europa media	7.83673E-06	0
Cambio climático - GWP100	0.0005019	0.0005019
Agotamiento de los recursos abióticos - elementos, reservas finales	0	0
Agotamiento de los recursos abióticos - combustibles fósiles	0	0
Eutrofización - genérico	0.0000126	3.864E-06
Ecotoxicidad acuática de agua dulce - FAETP inf	0	0.0049794
Toxicidad humana - HTP inf	0.00000033	0.0292437
Ecotoxicidad marina acuática - MAETP inf	0	0.831322
Agotamiento de la capa de ozono: estado estacionario de ODP	0	0
Oxidación fotoquímica - alto Nox	0.000098027	2.7E-08
Ecotoxicidad terrestre - TETP inf	0	0.0033497

Valoración de los impactos ambientales de los residuos en la producción del cultivo de pitahaya.

Luego de valorar el impacto ambiental de los residuos de la finca San Javier, plasmada en la figura 6 se encontró que durante el área de preparación el 11% es altamente significativo, el 17% es significativo y el 14% es despreciable. Durante la producción de biomasa el 19% es altamente significativo, el 11% es significativo y el 26% es despreciable y finalmente en la cosecha el 84% es altamente significativo, el 77% significativo y el 78% es despreciable.

Figura 6.

Impacto ambiental de residuos dependiendo de su valorización.



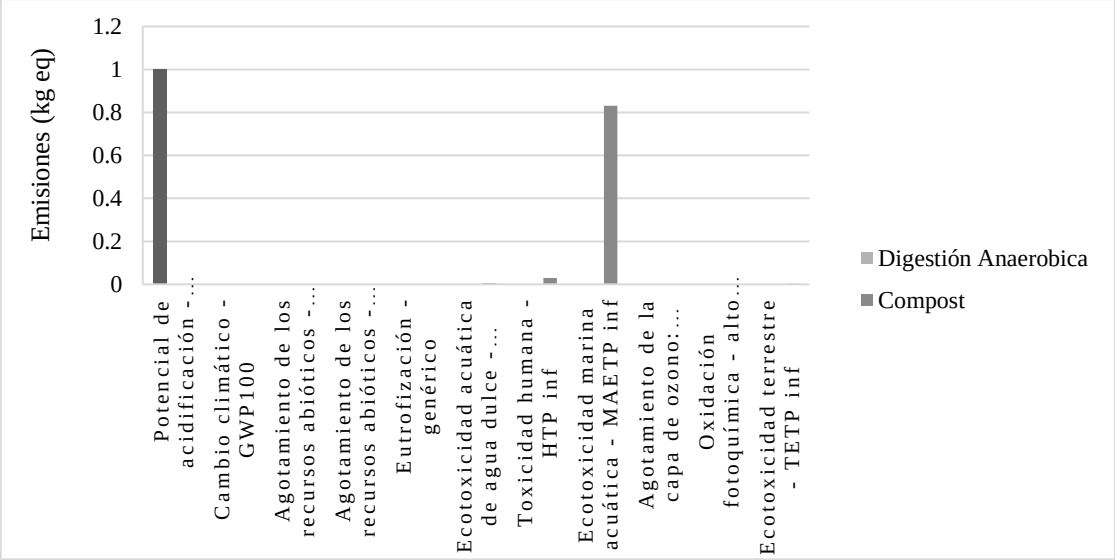
En una tesina se comparó los resultados obtenidos con la composición del Biogás, el cual indica que el metano tiene entre 50 a 75 %, dióxido de carbono 25 a 45%, vapor de agua 1 a 2 %, nitrógeno 1 a 5 %, hidrogeno 0 a 3 %, monóxido de carbono 0 a 0,3 %, oxigeno 0,1 a 1%, y sulfuro de hidrogeno 0,1 a 0,5% (Sato-Matsumoto, 2019).

Mediante la representación gráfica en la figura 7 se puede apreciar los impactos que se generan en los dos sistemas de modelamiento, arrojando como resultado dos categorías con niveles altos de afectación al ambiente, en el de digestión anaeróbica sobresale el potencial de acidificación del suelo con un valor de 7.8367E-06 kg SO2 eq. y en el compostaje la ecotoxicidad marina acuática con un valor de 0.831322 kg 1,4-dichlorobenzene eq. Por lo tanto, el sistema modelado más apropiado para reducir los

impactos ambientales que genera la producción convencional en la finca San Javier es el compostaje, debido a que sus niveles de impacto son menores a comparación con el sistema convencional y el sistema modelado de digestión anaeróbica.

Figura 7.

Impacto ambiental del sistema modelado.



En el primer escenario es la Digestión anaeróbica, en el cual su proceso se lleva a cabo con los restos de las podas y frutas dañadas mismas que no presentan un valor comercial, aprovechando así todo tipo de residuos que genera la planta de tal manera que se logre obtener como resultado principal el biogás, a su vez que puede ser utilizado para generar electricidad, calor o gas natural que consiguen ser utilizados en los medios de transporte (Viteri Vega Lady Lisbeth & Arizaga Camboa Raúl Enriqu, 2020). El segundo escenario es el Compost, al igual que el primero se modelo utilizando los mismos residuos y la misma cantidad.

4. CONCLUSIONES

Finalmente, para analizar el impacto ambiental del sistema convencional de la pitahaya en la finca San Javier, Palora; se encontró que el cambio climático presentó un valor de 323.768 kg con un CO2 eq, la acidificación del suelo con 62.024756 kg de SO2, eutrofización al 38.0058 kg PO4 eq., la ecotoxicidad marina con 18.83413259 kg 1,4-dichlorobenzene eq., y como última categoría de impacto la toxicidad humana con un valor de 7.058322835 kg 1,4- dichlorobenzene eq.

Entre la valoración de residuos se halló que en las 3 áreas del sistema convencional (área de preparación, producción en biomasa, y cosecha) el grado de impacto ambiental despreciable fue (14%; 26%, 78%); en segundo lugar, significativo (17% preparación, 11% biomasa, 77% cosecha); tercer lugar altamente significativo (preparación 11%, 19%, biomasa, 84% cosecha).

Para valorar los residuos de la pitahaya en el presente estudio se secciono en dos partes, la digestión anaeróbica y el compost, los cuales han provocado beneficios en el entorno natural debido a su afectación antrópica. Los sistemas modelados generan gases tóxicos en una cantidad considerable, mismo que pueden llegar a provocar un desequilibrio en los ecosistemas e incluso afectar la salud humana.

Es por ello que entre las mejoras para disminuir el impacto ambiental en la producción convencional de pitahaya en la finca se propone usar abonos verdes, por ejemplo, el compost. Además de parar la producción cada 6 meses permitiendo así la oxigenación del suelo y eliminación de químicos utilizados, o a su vez dividir las parcelas de tierra por temporadas evitando la disminución de producción, y ayudando en el mejoramiento de la calidad del fruto.

REFERENCIAS

Afanador Barajas, L. (2017). Biofertilizantes | Ingeciencia. *1*, *2*, 65-76.

Altamirano, J. P. H., Cárdenas, G. O. Z., Vinueza, X. R. C., Villacorta, H. S., & Garzón, R. (2021). Evaluación de la sustentabilidad de fincas de la agricultura familiar, de dos eco tipos de Pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus), y su subproducto. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, *6*(12), 56.

Andrade, F. H. (2016). *Los desafíos de la agricultura* (1era ed.). International Plant Nutrition Institute. http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/1806

Bessou, C., Ferchaud, F., Benoît, G., & Bruno, M. (2011). Biofuels, greenhouse gases and climate change. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *1*(31), 1-79. https://doi.org/10.1051/agro/2009039

Calderon Ruiz, A. (2017). *Determinación de la concentración letal media (CL50) del malation y clorpirifós-etil en organismos de capitella cf. Capitata de la Bahía de Chetumal.* [Universidad de Quintana Roo]. http://risisbi.uqroo.mx/handle/20.500.12249/1273

Cardoso Pérez, M. A., & Reyes Bautista, R. (2021). *Valoración de redisuos de semilla de pitahaya: Obtención de compuesto bioactivo con valor agregado*. 62.

Casas Ledón, Y., Arteaga-Pérez, L., Diéguez-Santana, K., Dominguez, E., & Morales, M. (2015). Introduction of SOFC Technology into Cuban Energy Sector: Technical and Sustainability Analysis. *Journal of Chemical Engineering Research Updates*, *2*, 36-50. https://doi.org/10.15377/2409-983X.2015.02.02.1

Chandra, V. V., Hemstock, S. L., Mwabonje, O. N., De Ramon N'Yeurt, A., & Woods, J. (2018). Life Cycle Assessment of Sugarcane Growing Process in Fiji. *Sugar Tech*, *20*(6), 692-699. https://doi.org/10.1007/s12355-018-0607-1

Chemah, T. C., Aminah, A., & Wan Aida, W. M. (2010). *Determination of pitaya seeds as a natural antioxidant and source of essential fatty acids*. *17*, 1003-1010.

Del Puerto Rodríguez, A. M., Suárez Tamayo, S., & Palacio Estrada, D. E. (2014). Effects of pesticides on health and the environment. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiologia*, *52*(3), 372–387.

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*(1), Article 1. http://centroazucar.uclv.edu.cu/index.php/centro_azucar/article/view/285

Esquivel, P., & Araya Quesada, Y. (2012). Características del fruto de la pitahaya (Hylocereus sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria. *1*, *3*, 17.

Folleco, L. A. R., Jaramillo, L. A. T., Rosero, D. S. B., & Vera, J. C. M. (2021). Producción de pitahayas con manejo orgánico y convencional: Una propuesta de sustentabilidad. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, *6*(11), 1004-1021.

García-Baquero, R. D., Ugarte, J. A., Capote Martín, C., Parra Heras, T., Sanz Pagés, A., & Cuenca Martín, M. del S. (2018). Oportunidades de la bioeconomía en Andalucía: Estrategia Andaluza de Bioeconomía Circular. *Mediterráneo económico*, *31*, 119-131.

Guerrero-Paredes, M. G. (2014). *Estudio del manejo poscosecha de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus.) procedente del cantón Pedro Vicente Maldonado de la Provincia de Pichincha.* In *2* (Vol. 1, Issue 1). http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v34n1/v34n1a10.pdf

Guzman, L., Villabona, A., Tejada, C., & García, R. (2011). Efecto de cuatro dosis de fosfato diamónico (18 46 0) sobre las características agronómicas y bromatológicas del forraje de morera (Morus nigra L) en el fundo Zungarococha.

1, *16*. https://1library.co/title/efecto-fosfato-diamonico-caracteristicas-agronomicas-bromatologicas-forraje-zungarococha

GreenDelta. (2022). *GreenDelta "El arte de la consultoría en sostenibilidad."* https://www.openlca.org/greendelta/

International Organization for Standardization. (2006). *ISO 14040*. ISO. https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/03/74/37456.html

Lamilla Arana, Á., Navarrete, E. C., Castro Arteaga, C., Santana Aragone, D., García Vásquez, G., Mora Castro, O., Mora Vélez, M. M., León Paredes, J., & Goyes Cabezas, M. (2018). Fertilización Con Potasio Y Fosfitos, Sobre El Rendimiento De Maíz Duro (Zea Mays) En La Zona Subcentral Litoral. *European Scientific Journal, ESJ*, *14*(15), 46-46. https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n15p46

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*, *44*(8), 3169-3174. https://doi.org/10.1021/es9030003

Martin-Gorriz, B., Gallego-Elvira, B., Martínez-Alvarez, V., & Maestre-Valero, J. F. (2020). Life cycle assessment of fruit and vegetable production in the Region of Murcia (south-east Spain) and evaluation of impact mitigation practices. *Journal of Cleaner Production*, *265*, 121656. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121656

Méndez-Enríquez, R. E. (2013). *Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa, para la producción y comercialización de la pitahaya en la parroquia de Mindo, cantón San Miguel de los Bancos, provincia de Pichincha* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/1403

Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (2022). *Mesa Técnica de Pitahaya se reúne en Morona Santiago y fija compromisos*. https://www.agricultura.gob.ec/mesa-tecnica-de-pitahaya-se-reune-en-morona-santiago-y-fija-compromisos/

Morales-Morales, E. J., Rubí-Arriaga, M., López-Sandoval, J. A., Martínez-Campos, Á. R., Morales-Rosales, E. J., Morales-Morales, E. J., Rubí-Arriaga, M., López-Sandoval, J. A., Martínez-Campos, Á. R., & Morales-Rosales, E. J. (2019). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *10*(8), 1875-1886. https://doi.org/10.29312/remexca.v10i8.1732

Omidizadeh, A., Yusof, R., A, I., Roohinejad, S., Nateghi, L., & Abu Bakar, M. Z. (2010). Cardioprotective compounds of red pitaya (Hylocereus polyrhizus) fruit. *Journal of Food Agriculture and Environment*, *9*, 152-156.

Parajuli, R., Thoma, G., & Matlock, M. D. (2019). Environmental sustainability of fruit and vegetable production supply chains in the face of climate change: A review. *The Science of the Total Environment*, *650*(Pt 2), 2863-2879. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.019

Paredes, K. (2014). *Estudio del efecto del hidroenfriamiento y la utilización de dos tipos de empaque en la calidad poscosecha de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus)* [Trabajo de titulación, Universidad Politécnica Nacional]. http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7395

Ramos Agüero, D., & Terry Alfonso, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas.

Cultivos Tropicales, *35*(4), 52-59.

Richart, J. M. (2019). *Problemática sobre agroquímicos en Entre Ríos: ¿Es adecuada la legislación actual de la Provincia de Entre Ríos para regular la aplicación de agroquímicos?* [Trabajo de titulación, Universodad empresarial]. https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/17529/RICHARD%20JANET%20MARIA%20GABRIELA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rivera, M., & Gonzáles, M. (2015). Fuentes de Información Fuentes de Información. *Fuentes de Información*, *1*, 1–17.

Romero, B. (2003). El análisis del ciclo de vida y la gestión ambiental. *Boletin IiE*, 91–97. http://www.icesi.edu.co/blogs/mercadeosostenible2012_02/files/2012/10/ACV_MEDIO-AMBIENTE.pdf

Sánchez-Vázquez, E. P., Osorio-Osorio, R., Hernández-Hernández, L. U., Hernández-García, V., Márquez-Quiroz, C., Cruz-Lázaro, E. D. la, Sánchez-Vázquez, E. P., Osorio-Osorio, R., Hernández-Hernández, L. U., Hernández-García, V., Márquez-Quiroz, C., & Cruz-Lázaro, E. D. la. (2017). Toxicidad de acaricidas para el ácaro rojo de las palmas Raoiella indica (Acari: Tenuipalpidae). *Agrociencia*, *51*(1), 81-90.

Sato-Matsumoto, P. K. (2019). *Estudio sobre la viabilidad técnica de biorefinerías de Opuntia ficus-indica*. https://idus.us.es/handle/11441/94787

Sillanpää, M., & Ncibi, C. (2017). Biomass: The Sustainable Core of Bioeconomy. En M. Sillanpää & C. Ncibi (Eds.), *A Sustainable Bioeconomy: The Green Industrial Revolution* (pp. 55-78). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-55637-6_3

SímaPro. (2022). *LCA software for informed-change makers*. SimaPro. https://simapro.com/

Soto-Cabrera, A. I., Panimboza-Ojeda, A. P., Ramones-Pinargote, A., Pérez-Martínez, A., Sarduy-Pereira, L. B., & Diéguez-Santana, K. (2020). Huella de carbono en el cultivo de la caña de azúcar. Evaluación agrícola de un caso de estudio de la amazonia ecuatoriana. *Ingenio Magno*, *11*(1), 22-32.

Vásquez-Castillo, W., Aguilar, K., Vilaplana, R., Viteri, P., Viera, W., & Valencia-Chamorro, Y. S. (2016). Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus Haw.) en Ecuador. *Agronomia Colombiana*, *34*(1), S1081–S1083. https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v34n1supl.58279

Venkata Mohan, S., Dahiya, S., Amulya, K., Katakojwala, R., & Vanitha, T. K. (2019). Can circular bioeconomy be fueled by waste biorefineries—A closer look. *Bioresource Technology Reports*, *7*, 100277. https://doi.org/10.1016/j.biteb.2019.100277

Viteri Vega Lady Lisbeth, & Arizaga Camboa Raúl Enriqu. (2020). *Producción De Biogas Un Partir De Residuos Orgánicos De Frutas Y Hortalizas Generados En El Mercado Gómez Rendón*.

Yuan, J. S., Tiller, K. H., Al-Ahmad, H., Stewart, N. R., & Stewart, C. N. (2008). Plants to power: Bioenergy to fuel the future. *Trends in Plant Science*, *13*(8), 421-429. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2008.06.001

ANEXO 1

Encuesta online de la FINCA SAN JAVIER

1. Identificación del propietario	
Tipo del titular	○ Persona jurídica ○ Persona natural
Nombres:	
Apellidos:	
CI.	
Condición del encuestado	○ Titular ○ Poseedor ○ Ocupante ○ Otro

2. Ubicación Geográfica	
Provincia	
Municipio	
Cantón	
Parcela	
Uso actual de la tierra	
Superficie del predio	
Dirección del predio	

3. Datos Informativos	
Género	○ Masculino ○ Femenino
Edad	
Nivel de estudios	○ Primaria ○ Secundaria ○ Superior

4. Información del Predio

1. ¿Cuantas ha tiene la finca?

2. ¿Qué productos produce la finca?

3. ¿Cuánto produce por ha?

4. ¿Qué producción realizan?

   Orgánica _____ Convencional _____

5. Número de ha destinada a otros cultivos

6. El área de la finca destinada al cultivo de pitahaya

7. ¿Cuál es el tipo de Pitahaya que producen?

   Roja_____ Amarilla _____

8. ¿Cómo cultivan la Pitahaya desde la cuna hasta la puerta?

9. ¿Qué hacen con los desechos o residuos de la fruta?

10. Tiempo de producción de la Pitahaya

11. ¿Qué productos químicos usan para combatir las plagas y para llevar a cabo la fertilización?

12. El suelo del predio es fértil y presenta nutrientes para el cultivo de la Pitahaya

13. La Pitahaya que usted cultiva es para comercializar o para su propio consumo, ambas.

14. Ingreso económico por cosecha

15. ¿Quién es el responsable de la administración y manejo del cultivo de la Pitahaya?

16. ¿Cuántos años hace que se dedica a la producción de Pitahaya?

17. ¿Cuántos empleados se maneja la Pitahaya?

5. Información de la cosecha

1. ¿Cómo se realiza la cosecha de la fruta?

2. ¿Mediante que parámetros se clasifica la fruta?

ANEXO 2

MARCO TEÓRICO

1. Principales aspectos relacionados con su origen, propiedades y composición de la pitahaya

1.1. Pitahaya. Origen

El origen de la Pitahaya se encuentra en el Continente Americano (México) y también al norte de Sudamérica, por lo que en el siglo XIII los indígenas consumían y apreciaban la pitahaya en esa época (Guerrero-Paredes, 2014). Teniendo su comienzo en zonas semi-desérticas, la pitahaya amarilla es nativa de varios países tropicales o subtropicales entre ellos esta Ecuador, Colombia, Venezuela, Brasil, Perú y Bolivia, pero los que más la comercializan son Israel, Colombia Taiwán y Ecuador, la cantidad de especies de pitahaya varían entre las 1500 a 2000 especies, siendo las más comercializadas las pertenecientes a los géneros de *Hylocereus y Selenicereus,* sin embargo, las frutas obtenidas son conocidas como pitahaya mismo que significa fruta escamosa que proviene del término indígena Ta´no (Paredes, 2014).

1.2. Pitahaya. Propiedades.

La pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) es una fruta tropical que tiene características particulares, su forma es ovalada, la cascara contiene escamas que la recubre y es de color amarillo, mientras que su pulpa es blanca, suave, consistente y espumosa, en donde se encuentran pequeñas semillas que son comestibles con la pulpa, dando como resultado una fruta de los más dulce que se encuentran en la naturaleza. También se la conoce como la fruta escamosa o corazón de dragón. Localizadas en zonas subtropicales y amazónicas en el Ecuador (Vásquez C. et al., 2016)

1.2.1. Pitahaya. Composición química. Residuos

La ventaja que predomina en dicha fruta es el contenido de antioxidante que posee la semillas puesto que contiene ácidos grasos en su estado natural como son: ácido linoléico 64.5 %, ácido oleico 13.9 % y ácido palmítico 14.4 % (Chemah et al., 2010), considerándose el de mayor valor el ácido linoléico, debido a que tiene una reacción positiva ante el organismo del ser humano puesto que su función es como buffer ya que arresta el colesterol provocando un efecto cardiotónico (Omidizadeh et al., 2010)

Los compuestos que también presentan una gran importancia son las betalaínas que se encuentran en la cáscara y pulpa de la pitahaya mismas que corresponden a los bioflavonoides y tienen una clase de pigmento rojo y amarillo. La variedad estructural que presentan los pigmentos aprueban la solubilidad en agua generando dos grupos mismos que son: el rojo violeta (betacianinas) y amarillo naranja (betaxantinas), estas a su vez son sustancias iguales a las vitaminas y se relacionan con los antioxidantes (Esquivel & Araya Quesada, 2012). Las tablas 1 y 2 muestran las propiedades tanto físicas como químicas y también representan los componentes de carbohidratos que están presentes en la cáscara de la pitahaya, respectivamente.

Tabla 1.

Propiedades físicas y químicas de la cáscara de pitahaya

Propiedades físico-químicas de la piel de pitahaya	
Propiedades	Valores
Ph	5,06 ± 0,01
° Brix (TSS)	6,00 ± 0,00
Acidez titulable (TA) (g/L)	0,19 ± 0,04
Color de Hunter Lab	L = 16,65 ± 0,06 a = 23,89 ± 0,23 b = 4,61 ± 0,07
Contenido de betacianina (mg / 100 g de MS)	150,46 ± 2,19
Concentración de ácidos orgánicos (%)	
Oxálico	0,80 ± 0,01
Cítrico	0,08 ± 0,00
Málico	0,64 ± 0,00
Succínico	0,19 ± 0,00
Fumárico	0,01 ± 0,00
Ácido total	1,72

Fuente: Adaptado por (Jamilah, Shu, Kharidah, Dzulkily, y Noranizan, 2011).

Tabla 2.

Componentes de carbohidratos de la cáscara de la pitahaya

Componentes de carbohidratos	*Porcentaje (%)*
Pectina	10,79 ± 0,01
Almidón	11,07 ± 0,03
Celulosa	9,25 ± 1,33
Lignina	37,18 ± 1,02
Azúcares	
Glucosa	4,15 ± 0,03
Maltosa	3,37 ± 0,01
Fructosa	0,86 ± 0,02
Sacarosa	ND
{Galactosa	ND
Azúcar total	8,38
Fibra dietética total	69,30 ± 0,53
Insoluble	56,50 ± 0,20
Soluble	14,82 ± 0,42
Relación de IDF: SDF	3,8: 1,0

Fuente: Adaptado por (Jamilah, Shu, Kharidah, Dzulkily, y Noranizan, 2011).

Los valores fueron medias ± error estándar (n = 3), ND: No detectado.

De acuerdo a los restos que genera la planta, una investigación desarrollada por Verona-Ruiz, Urcia-Cerna, y Paucar-Menacho (2020) establecen que la penca de la pitahaya tiene la siguiente composición: proteína cruda de 1,.8-24,49 g, fibra cruda de 7,86-14,79 g, contenido de cenizas entre 10,80 a 14,90 g y extracto etéreo 0,64 a 1,46 g. Sin embargo, los distintos tipos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) poseen importantes elementos como el Zn (34,02 mg/kg) y K (4,82 mg/kg).

2. Agroquímicos.

Herbicida (Glifosato): Es un líquido soluble que contienen tanto tenso activos como ingredientes activos, que actúa en post-emergencia son los más utilizados en el mundo, debido a su bajo costo, grado de efectividad y fácil aplicación para poder controlar las malezas, aquellas que son más resistentes requieren mayor dosis, además de que es un producto sistémico, que las plantas lo absorben por el follaje, la otra parte que no es absorbida acaba en el suelo y con el pasar de uno o cuatro meses, se ve la degradación microbiológica del mismo (Richart, 2019).

Abono Ternario (16% N, 8 % P2O5, 12% K2O): Es un abono orgánico que tiene un contenido nutricional de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Es muy importante en la actividad agrícola, pues ayuda a incrementar la productividad y a mantener los niveles orgánicos del suelo. También es utilizado como un reemplazo o complemento de otros fertilizantes, debido a que posee un alto porcentaje de Nitrógeno, Óxido de Fósforo (III) y Óxido de Potasio (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014)

Urea (46% N): Es un fertilizante que tiene un alto grado de nitrógeno y considerado como el más utilizado en el mundo. Permite incorporar al suelo cantidades de nitrógeno antes de realizar la siembra de un cultivo. Sin embargo, posee una reacción ácida por lo que se llega a aplicar en suelos que presenten características alcalinas o neutras (Morales-Morales et al., 2019).

Fosfato de diamonio (18% N, 46% P2O5): Fertilizante que contiene porcentajes de nitrógeno y fósforo, que es aplicado en los cultivos mediante la etapa de crecimiento, para que las plantas puedan absorber sus nutrientes, debido a que presenta características solubles. Sin embargo, el 18 % de nitrógeno ayuda a desarrollarse más en la etapa inicial, mientras que el Óxido de Fósforo (III) ayuda en algunos procesos de las plantas como es la fotosíntesis, transferencia de energía y el crecimiento celular (Guzman et al., 2011).

Muriato de Potasio (60% K2O): Fertilizante más económico a nivel mundial para los cultivos que son producidos a gran escala. Contiene un alto grado de Óxido de Potasio (60%), las plantas que se encuentran bien nutridas por Potasio tienden a generar una mayor tolerancia al estrés obtenido por la falta o exceso de agua en el cultivo, debido a que el K ayuda a abrir o cerrar las estomas de una planta cuando existe condiciones de sequía (Lamilla Arana et al., 2018)

Fungicida (200 Azoxystrobin): Sustancia que mata o evita el desarrollo de hongos en los cultivos, visto que son absorbidos por las plantas mediante las raíces o el follaje, llegando a afectar las diferentes etapas de vida que posee el hongo, sin embargo, el

fungicida debe ser de baja fitotoxicidad, al momento de penetrar en la planta, mediante la acción de inhibidor que interrumpe el ciclo de vida del hongo (Villareal, 2014).

Insecticida (Clorpirifos etil): Insecticida utilizado para frutas, granos, hortalizas, plantas entre otros, se aplica en forma de spray cuando el cultivo este grande o a su vez cuando se siembra se lo aplica de manera directa en el suelo antes de que se lleve a cabo la siembra, visto que es utilizado para controlar vectores, dado que Clorpirifos es el más utilizado que se extiende por todas las regiones, también es eficiente en matar insectos como: el chinche patón (Coreidae), Mosca del botón floral de la pitahaya amarilla (Lonchaeidae), etc. (Calderón Ruiz, 2017)

Acaricida (Abamectina, Tiofosato, Bifenazante): Productos químicos utilizados en la agricultura, para poder controlar las diferentes especies de insectos o ácaros fitófagos, que se encuentran en su etapa adulta, dado que al entrar en contacto con la sustancia los insectos se quedan paralizados y desisten de seguir dañando los cultivos como las hortalizas, ornamentales o frutales (Sánchez-Vázquez et al., 2017).

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 su respectiva comercialización.

Emisiones gaseosas: Los principales factores que propician este componente en las industrias de procesamiento de alimentos son los consumos de combustibles fósiles, para los diferentes procesos. Las emisiones provienen principalmente de las emisiones de material particulado, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, entre otros (Diéguez Santana et al., 2013)

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). Entre los más voluminosos se encuentran los restos de frutos, cosechas, que son considerados como biomasa residual de las actividades agrícolas.

Restos de cosechas: Los restos que sobresalen durante el proceso de producción y post-cosecha son las frutas en mal estado, tallos o vainas que resultan después de la poda.

Biomasa: Menciona Sillanpää y Ncibi (2017) se considera biomasa a todas las materias orgánicas que se puede transformar a energía y además pueden ser empleadas de forma directa o mediante una metanización como el biogás (o a su vez se puede aprovechas la materia orgánica para el proceso de digestión anaeróbica y compostaje.

De igual manera es conocida como: materia orgánica que proviene de cultivos agrícolas en grandes cantidades por ende son renovables, además de que son empleados

para generar energía la cual se consideran varios tipos de desechos como son: de madera, componte vegetal, fibras, desechos de animales y grasas, en la cual no se llega a incluir el papel visto que no es un desecho orgánico, que se pueda degradar de forma rápida (Sillanpää & Ncibi, 2017).

Bioeconomía y aprovechamiento de la biomasa.

La bioeconomía: es considerado un patrón económico apoyado en la producción de recursos naturales por lo tanto también presentan valores añadidos en diversos productos como son: los bioproductos, bioenergía y servicios, por ello buscan incitar el uso de recursos renovables con la finalidad de reemplazar a los combustibles fósiles teniendo como resultado un desarrollo sostenible más limpio; apoyando a una economía más sostenibilidad de tal manera que se incorporen a distintas empresas y servicios en este nuevo desarrollo, fomentando un equilibrio tanto ambiental como económico (García-Baquero et al., 2018)

Según, Hodson (2018), indica que la bioeconomía aprovecha los recursos naturales para darle un enfoque más sostenible reduciendo así la producción de residuos, la contaminación y la emisión de gases a la atmosfera que puedan provocar un aumento en la exposición de los gases de efecto invernadero.

Bioeconomía circular: es una de las agendas importantes que se discuten en todo el mundo y se prevé que ayude a promover y fortalecer el crecimiento económico actual al reducir la dependencia de los recursos fósiles, los impactos ambientales, la creación de nuevos negocios y oportunidades laborales (Venkata Mohan et al., 2019). A continuación, se describen algunos de los principales productos que pueden obtenerse bajo este enfoque.

- **Bioproductos:** Menciona BioPlat (2017) que los productos que provienen de fuentes biológicas pueden ser empleados para la generación de productos químicos como también de materiales. Además de que esta técnica puede ser extendida a diversas industrias químicas para poder generar una cadena de valor. Sin embargo los bioproductos mayormente comerciales presentan costos de producción bajos a comparación con los que se generar a partir de los combustibles fósiles.
- **Bioenergía:** Se denomina bioenergía donde se pueda apreciar materiales de origen orgánico, al igual que estos pueden ser aprovechados mediante la transformación de la energía por procesos de forma mecánica, termoquímica y biológica (Bessou et al., 2011). Este tipo de energía es renovable debido a que proviene de recursos naturales en la cual son utilizadas para obtener tecnologías verdes como subproductos: biogás y biodiesel. (Yuan et al., 2008).
- **Biofertilizantes:** Según Afanador Barajas (2017) da a conocer que los biofertilizantes son aquellos que presenta microorganismos dentro de sus sustancias ,mismas que al ser empleadas en semillas, suelo o plantas estas generar un impacto positivo en la planta ya que incrementa los nutrientes para el

desarrollo de la especie Por lo tanto dicho termino es un gran beneficio a la planta por que se obtiene compost y digestión anaeróbica.

- **Biomateriales:** Son aquellos que presenta características orgánicas y que pueden ser transformados antes de que se encuentren en estado de descomposición y resulte no ser favorable para dicho proceso. En esta categoría encontramos a los Coagulantes Floculantes naturales, que son una excelente opción debido a que poseen un potencial para ser usados. Sin embargo presentan un toxicidad mínima por lo cual se generan productos con altos nivele de carbohidratos y proteínas.(Guzmán et al., 2011).

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

3.1. Análisis del ciclo de vida:

Análisis del ciclo de vida: Es considerada una herramienta empleada para evaluar los impactos ambientales que se generar en una producción basado en el estudio de sistema-producto y los recursos utilizados a lo largo del ciclo de vida del mismo, es decir, desde la adquisición de la materia prima, pasando por las fases de producción y uso, hasta la gestión de sus residuos, considerando todas las entradas y salidas como también la energía aplicada a los diferentes procesos del producto (International Organization for Standardization, 2006)

Metodología del Análisis del Ciclo de Vida: La metodología del ACV de acuerdo por lo descrito en la Norma ISO:14044 del 2006, ayuda a evaluar los aspectos ambientales e impactos que son generados por el ciclo de vida de un producto, por ello se debe generar un inventario tanto de entrada como salidas, evaluar el impacto ambiental potencial de las mismas e interpretar los resultados obtenidos del inventario realizado, visto que más se enfoca en la parte productiva del producto, por ende existen cuatro fases para poder realizar el análisis del ciclo de vida mismas que son:

a) Fase de definición del objetivo y alcance: Donde se describe cuáles son los límites que va a tener el ACV, al igual que su amplitud y profundidad que se encuentra relacionado con los objetivos del mismo.
b) Fase de análisis del inventario: Esta etapa es más conocida como inventario del ciclo de vida (ICV), como su nombre lo indica es el inventario tanto de las entradas como salidas que tiene el producto o sistema que se encuentra bajo estudio, visto que para completar esta etapa se necesita la recopilación de varios datos necesarios para cumplir con los objetivos establecidos.
c) Fase de evaluación de impacto ambiental: Conocido por sus siglas (EICV), en esta etapa se generan información adicional para evaluar los resultados que se obtuvieron del inventario realizado en la segunda etapa, para poder comprender de mejor manera la importancia ambiental que tiene el sistema bajo estudio.
d) Fase de Interpretación: Esta última etapa es en donde se da a conocer de manera resumida los resultados tanto del Inventario (ICV) como de la evaluación (EICV),

mediante una interpretación para poder dar a conocer las conclusiones generadas del sistema estudiado (International Organization for Standardization, 2006).

3.2. Categorías de impactos más frecuentes incluidas en la evaluación del ACV

Potencial de calentamiento global: El potencial de calentamiento global también se conoce como cambio climático en todos los modelos de ACV. Los potenciales de calentamiento global se dan solo para las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera y se expresan como kg CO_2 eq. Esta principalmente 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).

Agotamiento de combustibles fósiles (recursos abióticos): El agotamiento de los combustibles fósiles también se representa como el agotamiento de los recursos abióticos asociados con la extracción de combustibles fósiles y minerales. Se expresa como MJ del total de energía primaria no renovable. Una de las otras razones de este agotamiento es durante la producción de fertilizantes, el uso de combustible en la maquinaria agrícola y el transporte (Levasseur et al., 2010).

Ecotoxicidad: Los impactos de ecotoxicidad se describen para "Ecotoxicidad terrestre" y "Ecotoxicidad acuática marina" y se expresan como kg 1,4 DCB equivalente (1,4-diclorobenceno). La ecotoxicidad acuática marina se da para las emisiones en el agua, el aire y el suelo y determina los efectos sobre el agua dulce. La ecotoxicidad acuática es solo para metales pesados aplicables a metales liberados en forma disuelta (iones). La ecotoxicidad terrestre también se da para las emisiones en el aire, el agua y el suelo, y solo se aplica a los metales pesados en función de la liberación de metales en forma disuelta. Sin embargo, los efectos ecotóxicos son solo por contacto con la fase acuosa en el suelo (Casas Ledón et al., 2015).

Eutrofización: La eutrofización 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 Santana et al., 2013).

Acidificación Terrestre: El potencial de acidificación terrestre se expresa en comparación con los efectos acidificantes del SO_2. Las sustancias que conducen a la acidificación son generalmente amoníaco y óxido de nitrógeno. Los potenciales de acidificación terrestre son el resultado del uso de combustibles fósiles y reflejan el agotamiento de los combustibles fósiles. Las emisiones agrícolas por el uso de fertilizantes también son factores clave que influyen en la variabilidad de este potencial de acidificación (Chandra et al., 2018).