

ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE ORGÁNICO

ANALYSIS OF THE LIFE CYCLE OF ENVIRONMENTAL IMPACTS IN THE PRODUCTION OF ORGANIC TOMATO

Jennifer Vanesa Canasteros Castillo
Ingeniera en Agroecología, Estudiante de Posgrado
Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales
Universidad Militar Nueva Granada
Zipaquirá, Colombia.
U2701064@unimilitar.edu.co

Artículo de Investigación

DIRECTOR

Ph.D. Ximena Lucía Pedraza Nájjar

Doctora en Administración – Universidad de Celaya (México)
Magíster en Calidad y Gestión Integral – Universidad Santo Tomás e Icontec
Especialista en gestión de la producción, la calidad y la tecnología - Universidad Politécnica
de Madrid (España)
Especialista en gerencia de procesos, calidad e innovación – Universidad EAN (Bogotá D.C.)
Microbióloga Industrial – Pontificia Universidad Javeriana
Auditor de certificación: sistemas de gestión y de producto

Gestora Especialización en Gerencia de la Calidad - Universidad Militar Nueva Granada
ximena.pedraza@unimilitar.edu.co; gerencia.calidad@unimilitar.edu.co



**ESPECIALIZACIÓN EN PLANEACIÓN AMBIENTAL Y MANEJO DE RECURSOS
NATURALES
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
JUNIO DE 2021**

ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE ORGÁNICO

ANALYSIS OF THE LIFE CYCLE OF ENVIRONMENTAL IMPACTS IN THE PRODUCTION OF ORGANIC TOMATO

Jennifer Vanesa Canasteros Castillo

Ingeniera en Agroecología, Especialista en Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales
Universidad Militar Nueva Granada
Zipaquirá, Colombia.
U2701064@unimilitar.edu.co

RESUMEN

Con la presente investigación se evaluó los impactos ambientales del sector de producción de tomate orgánico (*Solanum lycopersicum*) en generación a la contaminación ambiental que se produce en el medio ambiente, por medio del análisis de ciclo de vida (ACV) para determinar qué actividades del cultivo de tomate incrementan la huella de carbono en la producción orgánica comparado con la revisión de literatura en producción convencional, donde se definió las actividades que más generan emisiones de Kg CO₂e en producción orgánica y convencional en la cual como resultado es en uso de fertilización.

Palabras clave: Producción orgánica y convencional, análisis de ciclo de vida, huella de carbono e impactos ambientales.

ABSTRACT

With this research, the environmental impacts of the Organic Tomato (*Solanum lycopersicum*) production sector in generation to the environmental pollution that occurs in the environment were evaluated, by means of the life cycle analysis (LCA) to determine which activities of the

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

tomato cultivation increases the carbon footprint in organic production compared to conventional production, where the activities that generate more emissions of Kg CO₂ eq in organic production were defined, of which it is fertilization.

Keywords: Organic and conventional production, life cycle analysis, carbon footprint and environmental impacts.

INTRODUCCIÓN

Las hortalizas son especies herbáceas algunas están conformadas por la familia de las solanáceas (Alcázar, 2010), como el tomate (*solanum lycopersicum*), el cual es una planta con alto nivel de producción por su valor económico y el consumo del cliente; al día una persona alcanza a consumir de esta hortaliza 62,2 gramos/día (Galindo, 2015). A nivel mundial la producción es de 161,793,834 toneladas de las cuales los tres principales productores de tomate es China 50.000.000 toneladas, continuo por India 17.500.000 Ton, y por último Estados Unidos 13206.950 ton (Cámara de comercio, 2015). En Colombia se establece que a nivel nacional la producción es de 622,268 toneladas de tomate donde indica que es un producto con un alto rango de producción; los principales productores son en el departamento de Antioquia con 156,421 toneladas, Norte de Santander 86,017 ton, Boyacá 72,851 ton y por ultimo Cundinamarca 70,631 ton (AGRONEGOCIOS, 2018).

Se originan problemáticas de los impactos ambientales que se han desarrollado por las grandes cantidades de producciones convencionales en la agricultura, muchas de estas obtienen buenas producciones en monocultivos, que se exponen los recursos naturales, como consecuencia las altas emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) en el aumento de la huella de carbono

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

(Pérez & Landeros, 2009). Donde los impactos ambientales en producción de hortalizas se ven afectados directamente por la pérdida de los componentes fundamentales: suelo, agua, aire en los ecosistemas a causa de manejos intensivos con productos agroquímicos (fungicidas, plaguicidas, insecticidas, entre otros) manejo ineficiente de energía, riego intensivo en las producciones por las numerosas cantidades de sustancias tóxicas que se aplican a los cultivos de manera indiscriminada, en el cual se desencadena un desequilibrio en el ecosistema de las funciones significativas que cumplen el suelo, agua y aire (Llumiquinga, 2009).

La investigación se evalúa en el municipio de Sopó Cundinamarca, en producción de Tomate Orgánico (*Solanum lycopersicum*) por generación de cargas ambientales que se producen al medio ambiente, por medio del análisis de ciclo de vida (ACV) para determinar qué actividades en el cultivo de tomate orgánico incrementan la huella de carbono (emisiones de Kg CO₂ equivalente), en la producción orgánica comparado con la producción convencional revisado en literatura.

Esta investigación en producción de tomate es importante desde el contexto socio cultural, ambiental y económico donde aporta con resultados específicos que se consiguen de cada etapa o actividad del cultivo de acuerdo a las entradas y salidas que se generan con los insumos utilizados en la producción (Leiva, 2016). en la inspección de los impactos ambientales encontrados y realizar la comparación entre producción de tomate orgánico y hortalizas convencionales, por medio del ACV para poder gestionar las cargas ambientales en el sistema de producción que se origina el aumento de energía, costos, consumo y pérdida de los recursos naturales, por el cual se pueden mejorar las actividades económicas de manera rentable y sostenibles en el tiempo con los recursos utilizados para la mitigación de los impactos ambientales por medio del manejo de la huella de carbono (Olivera, Cristóbal & Saizar, 2016).

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

Por otra parte, en Colombia no hay variedad de estudios donde realicen comparaciones entre producciones orgánicas y convencionales utilizando el ACV, así demostrar como las producciones de cultivos pueden ser más eficientes en cuanto a producción y disminuir los impactos ambientales generados por CO₂ que afectan los ecosistemas (Pérez, 2013). Según la Norma Técnica Colombiana ISO 14041, las etapas del análisis de ciclo de vida son las siguientes: definición del objetivo y alcance de análisis de inventario, evaluación de impacto e interpretación de resultados (Sanes, 2012). Las ventajas de un ACV en una producción es el reconocimiento de cuáles son los impactos ambientales que por medio de actividades o servicios significativos que se generan afectan involuntariamente en el sistema, en el cual se debe especificar una evaluación para realizar una mejora al impacto ambiental presentado en la producción (Romero, 2003). Se han realizado estudios para poder valorar los impactos ambientales que se tienen en el cultivo de tomate bajo invernadero, se establece con la norma ISO 14040 realizar la evaluación de los impactos ambientales por medio de la metodología del ACV, percatando las cargas ambientales en el que se tienen categorías de impactos como por ejemplo: agotamiento de recursos abióticos, potencial de calentamiento global, destrucción de ozono estratosférico, toxicidad humana, acidificación, eutrofización, ecotoxicidad acuática y terrestre (León, 2009). De acuerdo a las categorías de impacto se correlación el potencial de calentamiento global con la importancia de la huella de carbono en el ciclo de vida de un producto, la cual se define como la cantidad de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y gases fluorados) que se emiten al medio ambiente, para poder identificar qué fase del sistema de producción es el que mayor emisiones o cargas ambientales producen y así reducirlas de manera eficiente en las diferentes producciones de hortalizas (Romero, Leyva, & Suárez, 2015). En un estudio de comparación entre la producción de tomate orgánico y

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

convencional se establecen resultados en el análisis de evaluación de impacto ambiental como: el cambio climático GEI, se han adelantado estudios para verificar la importancia de las producciones orgánicas y convencionales de tomate, en la cual la producción orgánica obtuvo una carga ambiental de 79,699 kg CO₂e menor en comparación con el sistema de producción convencional que es más alto el resultado de carga ambiental de 122,324 kg CO₂e por tonelada de tomate (Mejía, 2016). Acorde con una investigación realizada por Foteinis y Chatzisyneon, en 2016 aplicada en hortalizas como la lechuga (*Lactuca sativa*), se indicó que el 15% de la producción orgánica es más eficiente que la convencional, en donde la producción orgánica emite 1603 Kg CO₂e a diferencia de la producción convencional de 1893 Kg CO₂e, indicando que el 15% de la producción orgánica es más eficiente por su menor cantidad de emisiones de CO₂e. En otro estudio de hortalizas se evidencia el pepino (*Cucumis sativus*) siendo más eficaz en la producción la cual produce 13.59 Kg CO₂e por tonelada y en tomate tiene un valor mucho más alto el cual es 160,37 Kg CO₂e (Zarei, Kazemi, & Marzban, 2017).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Vereda Violeta en Sopó Cundinamarca en la finca Carrizal en producción de tomate orgánico bajo invernadero, en esta región se encuentran precipitaciones anuales de 848 mm, altura promedio de 2,585 m.s.n.m y temperaturas promedio de 13°C. La finca tiene un área de 2,7 hectáreas la cual cuenta con vivienda, establecimiento de producción de 1515 m² para el cultivo de tomate; donde la producción es comercializada a Huertos Verdes origen sano. Además posee un reservorio de agua lluvia que es utilizado en el invernadero para el riego de tomate, el cuarto de bombeo para riego y fertilización. El establecimiento del invernadero posee 5 naves, con un ancho por nave de metros, el ancho del

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

invernadero de 30 metros por 50,5 metros de largo; altura de los extremos de la madera 4,80 metros y altura de media de la madera del invernadero de 7,3 metros. La distancia entre plantas para tomate es de: 0,1m, distancia entre surco: 1,15m; y largo de las camas de 23 metros por 1,12 metro de ancho. Utilizaron un tractor John Deere de 25 Hp (Caballos de fuerza) aproximadamente 1 hora donde se removió el suelo y el terreno listo para la siembra; se realizan los surcos para el montaje del sistema de riego por goteo. Establecido el cultivo se procede a realizar las labores fundamentales para el desarrollo de la planta de manera continua todos los días como: riego, fertilización, tutorado, deshoje, manejo de plagas y enfermedades y manejo de residuos; para la toma de datos y saber el resultado final de cada una de estas actividades. En la fertilización del cultivo de tomate orgánico se utilizaron productos de origen orgánicos como: Abimgra (gallinaza), Roca fosfórica, Yeso (sulfato de calcio) y Cal viva. Para el control de plagas y enfermedades se mantiene un buen umbral económico, donde en el monitoreo no hay un mayor incremento de plagas y enfermedades que afectan el crecimiento de la planta; por lo cual muy escasa vez aplican productos biológicos para la fumigación. Esto se debe a que la producción es íntegramente agroecológica y no se tiene el uso indiscriminado de productos químicos en la producción.

En el manejo de residuos se recoge todo el tomate que no son aptos para la cosecha y residuos vegetales como el deshoje que van directo para compostaje, se realiza su respectivo proceso hasta permanecer como materia orgánica para la incorporación al suelo.

Se establecen los límites del sistema de acuerdo a la calculadora Cool Farm Tool que se utilizó para introducir los datos recolectados en campo desde la siembra con datos generales del cultivo como suelo, fertilizantes, combustible, energía, riego, cambios de carbono y secuestro, y por último el transporte del producto para ser comercializado (Cool Farm Tool, 2021). Está

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

calculadora funciona para medir la huella de carbono, que calcula los gases de efecto invernadero producidos en las diversas producciones ya sea agrícola o ganadera, con el objetivo de minimizar al máximo las emisiones que afectan el cambio climático (CFT, 2021) y tiene como unidad funcional (UF) el Kg.

Además se utilizó un enfoque ACV compuesto por las fases de producción que se divide en: preparación del suelo, siembra, riego, fertilización, fumigación, residuos, deshoje y cosecha. El inventario del ciclo de vida (ICV) se realizó de acuerdo a los datos obtenidos en campo para el ACV, y se trabajaron con dos variedades de tomate la cuales son: tomate larga vida (*Lycopersicum esculentum*) de aproximadamente 10 meses de ciclo de vida y tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. Cerasiforme) con aproximadamente 1 año de ciclo de vida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los respectivos datos para la producción del cultivo de tomate larga vida y tomate cherry desde su siembra hasta la cosecha con sus cantidades por planta y área (*Véase tabla 1 y 2.*)

Tabla 1. Datos del ciclo de tomate larga vida desde la siembra, riego, fertilización, residuos, deshoje y cosecha.

TOMATE LARGA VIDA		
FASE	MATERIAL	CANTIDAD POR HECTÁREA
Preparación del terreno	Tractor (Arado de Cincel - diésel)	1,6 lt/hora
	Mano de obra	1 h
Siembra	Plántulas	2,240
	Riego (Primera etapa)	11,760 Litros

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

Desarrollo vegetativo	Fertilizantes	Abingra- gallinaza compost 3352,82 Kg; Cal viva 31,32 Kg; Roca fosfórica 521,92; Sulfato de calcio 521,92
	Riego (Segunda etapa desarrollo Vegetativo)	42,336 Litros
	Riego (Segunda etapa - Floración)	48,608 Litros
	Mano de obra para la aplicación	1h
	Deshoje	821,319 Kg
Cosecha	Riego	40,320 Litros
	Residuos	534,447 Kg
	Tomate Larga Vida	711,591Kg /área

Tabla 2. Datos del ciclo de tomate cherry desde la siembra, riego, fertilización, residuos, deshoje y cosecha.

TOMATE CHERRY		
FASE	MATERIAL	CANTIDAD POR HECTÁREA
Preparación del terreno	Tractor (Arado de Cincel - diesel)	1,6 lt/hora
	Mano de obra	1 h
Siembra	Plántulas	2240
	Riego (Primera etapa)	945 Litros
Desarrollo vegetativo	Fertilizantes	Abingra- gallinaza compost 3352,82 Kg; Cal viva 31,32 Kg; Roca fosfórica 521,92; Sulfato de calcio 521,92
	Riego (Segunda etapa desarrollo Vegetativo)	3,447 Litros
	Riego (Segunda etapa - Floración)	3,906 Litros
	Mano de obra para la aplicación	1h

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

	Deshoje	1847,222 Kg
Cosecha	Riego	3600 Litros
	Residuos	777,778Kg
	Tomate Larga Vida	711,591Kg /área

Nota: La información recolectada en campo de las tablas 1 y 2 hizo parte de las prácticas profesionales del programa de ingeniería en agroecología del año 2019 (Canasteros, 2019).

Los resultados de la calculadora Cool Farm Tool arrojados son de acuerdo a las actividades de riego, fertilización, deshoje, residuos y cosecha para saber la cantidad de emisiones Kg CO₂e donde incrementa la huella de carbono que se generan en el medio ambiente (Véase tabla 3 y 4).

Tabla 3. Datos de emisiones generadas en el cultivo de tomate larga vida.

Cultivo de tomate larga vida (<i>Lycopersicum esculentum</i>)		
Emisiones totales	Emisiones por m ²	Emisiones por Kg
89,46 Kg CO ₂ e	933,82 Kg CO ₂ e	0,13 Kg CO ₂ e

Tabla 4. Datos de emisiones generadas en el cultivo de tomate cherry.

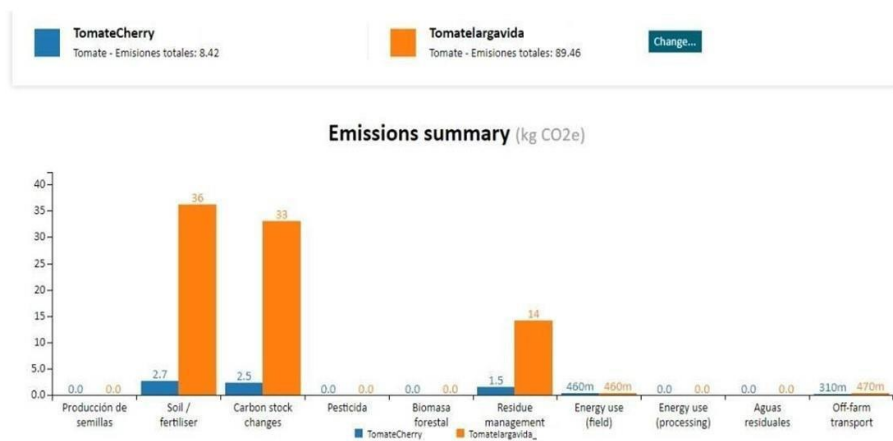
Cultivo de tomate cherry (<i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>Cerasiforme</i>)		
Emisiones totales	Emisiones por m ²	Emisiones por Kg
8.42 Kg CO ₂ e	1.17 Kg CO ₂ e	0.02 Kg CO ₂ e

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

Nota: La información recolectada en campo hizo parte de las prácticas profesionales del programa de ingeniería en agroecología del año 2019).

Con los datos obtenidos en campo se utilizaron para trabajarlos en la calculadora Cool Farm tool, de acuerdo a las actividades de: riego, fertilización, deshoje, residuos y cosecha como resultado para indicar cuál actividad fue la que generó mayor cantidad de gases de Kg CO₂e en el medio ambiente (Cool Farm Tool, 2021).

En el total de emisiones de (Kg CO₂e) del cultivo de tomate larga vida, la actividad que más produce emisiones son los fertilizantes de suelo (25.89 kg CO₂e), el siguiente es el manejo de residuos (14,14 Kg CO₂e) y por último la producción de fertilizantes (10.36 Kg CO₂e); en cambio en el cultivo de tomate cherry la actividad que más produce emisiones es el fertilizante de suelo (1,9 Kg CO₂e), el siguiente manejo de residuos (1,5 Kg CO₂e) y por último uso de energía eléctrica (1,3 Kg CO₂e). (Véase Figura 1.).



Fuente: Cool Farm Tool

Figura 1. Total de emisiones (Kg CO₂e) del cultivo de tomate larga vida y tomate cherry.

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

En la fertilización en producción se tienen los productos aplicados en tomate larga vida y tomate cherry con el mayor porcentaje de Kg CO₂e los cuales son: Sulfato de calcio (59.9%) y Roca fosfórica (38.1)%. Además, se obtuvieron emisiones de Kg CO₂e en tomate larga vida con un porcentaje de arado de cincel (49,7)%, el siguiente riego por goteo (28,9)% y por último la energía (electricidad 21,4)%; para tomate cherry la energía (electricidad 79,5)% , el siguiente arado de cincel (13,9)% y por último riego por goteo (6,6)%.

Según el resultado del tomate larga vida del estudio total de emisiones obtenidas es de 89,46 Kg CO₂e, en tomate cherry 0,02 Kg CO₂e en comparación según (Mejía, 2016) en el cultivo de tomate convencional se tiene una carga ambiental de 122,324 Kg CO₂e tonelada de tomate, a diferencia del cultivo de tomate orgánico se obtiene una carga de 79,699 Kg CO₂e. Por otra parte del estudio realizado las emisiones por Kg de tomate larga vida son de 0,13 Kg CO₂e, en tomate cherry 8,42 Kg CO₂e y en la producción convencional es de 1,01 Kg CO₂e en la cual la producción orgánica es más sostenible en la disminución de impactos que se pueden generar en la huella de carbono (Chardi, 2016).

En la actividad que se genera mayor cantidad de emisión de gases de Kg CO₂e en el cultivo de tomate larga vida y tomate cherry es en la fertilización por el alto consumo de energía que se utilizan para las bombas de riego, con una tasa de emisiones de Kg CO₂e en promedio baja que van directos a los gases de efecto invernadero (GEI) a comparación de los cultivos convencionales que es una alta tasa de emisiones de Kg CO₂e y el aumento de contaminación en agua por fertilizantes de agroquímicos (Machín & Manzarres, 2012). La aplicación de fertilizantes en tomate orgánico es más eficiente que la producción de tomate convencional donde según (Socarrás, Linares & Sánchez, 2015) en el estudio realizado obtuvieron que los

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

mayores impactos ambientales en la producción eran a causa de la aplicación de fertilizantes agroquímicos por lo cual el CO₂e intervino en la categoría de aumento del calentamiento global.

Para el control de plagas y enfermedades se establece un buen umbral económico manteniéndose en equilibrio, donde en el monitoreo no hay incremento de plagas y enfermedades que afecten el crecimiento de las plantas; por lo cual muy escasa vez aplican productos biológicos para la fumigación. Esto se debe a que la producción es íntegramente agroecológica, la cual hace referencia al manejo eficiente de los recursos naturales manteniéndolos sostenibles en el tiempo para su conservación (Martínez, Bello, & Castellanos, 2012), y no en aplicaciones de uso indiscriminado de productos agroquímicos que tiene como resultado negativo que en el suelo se disminuye la fertilidad, materia orgánica así deteriorándose la estructura del suelo; para que las plantas se desarrollen en correctas condiciones teniendo como resultado que las plantas estén más vulnerables a plagas y enfermedades (Mora, 1994). Así mismo los agroquímicos aplicados en los cultivos provocan emisiones de Kg CO₂e y contaminación al medio ambiente (Arias, 2015). En las producciones orgánicas no existe peligro del manejo de fumigación, puesto que las aplicaciones son mínimas con productos orgánicos que no generen una escasa cantidad de impactos al medio ambiente y tampoco a la salud de los agricultores que realizan las labores. En relación a las producciones convencionales que afectan al medio ambiente y a los agricultores que manejan productos agroquímicos para fumigar como pesticidas afectando la salud (Ecogenetics, 2012). Estos agricultores alcanzan a percibir la magnitud del problema pero aun así no son conscientes de los daños que van a provocar en la salud en el incremento de enfermedades viéndose afectados los factores culturales, económicos y sociales (Goyneche & Jiménez, 2015).

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

Es muy importante que las producciones sean sostenibles para el cuidado del manejo de los recursos naturales y disminución de los impactos ambientales, incentivando a comunidades campesinas y agricultores a las producciones orgánicas y no convencionales (Martínez, 2008). Además es de relevancia que los seres humanos opten por alimentos orgánicos que se correlacionan con la seguridad alimentaria, que tiene como función los alimentos para el autoconsumo libres de sustancias nocivas para la salud disponiendo del respectivo valor nutricional importante para la vida sana; en comparación con los alimentos que han estado bajo producciones convencionales en la aplicación de agroquímicos al producto (Gordillo, 2013).

CONCLUSIONES

En los cultivos orgánicos y convencionales se realizó la comparación para saber que sistema de producción tiene menor cantidad de emisiones de Kg CO₂e, en el cual se obtuvo como resultado que las producciones orgánicas en tomate son (89,46 Kg CO₂e) donde es más eficiente que las producciones convencionales (122,324 Kg CO₂e) de acuerdo a como se manejan en las labores de la finca.

Saber que actividades en el cultivo hacen que existan mayor cantidad de Kg CO₂e es de gran importancia porque se determinan los factores que están incrementando la huella de carbono, en este caso de producción de tomate orgánico la actividad que mayores emisiones género fue en la aplicación de fertilización con (25,89 Kg CO₂e).

Los agricultores deben tener mejor manejo en sus producciones para que logren ser sostenibles en el tiempo desde el enfoque social, económico y ambiental, además que se incentiven por las producciones orgánicas e ir disminuyendo la práctica de producciones

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

convencionales a gran escala de las cuales van a seguir aumentando la huella de carbono y así el incremento de impactos ambientales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcázar, J. (03 de 2010). Manual básico de producción de hortalizas. Obtenido de <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:OiIIDUJD2msJ:https://espanol.free-ebooks.net/ebook/Manual-Basico-para-Huerta-Familiar/pdf%3Fdl%26preview+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=co>
- AGRONEGOCIOS. (2018). ANTIOQUIA Y NORTE DE SANTANDER SON LOS DEPARTAMENTOS LÍDERES EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE. Obtenido de <https://www.agronegocios.co/agricultura/cuales-son-las-regiones-que-mas2728689>
- AMBIENTAL, ECONÓMICO Y SOCIAL. Una herramienta para la evaluación de impactos y soporte para la toma de decisiones. Obtenido de https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/doc_num.php?explnum_id=2238
- Arias, F. (2015). *RENTABILIDAD ECONÓMICA, BENEFICIOS AMBIENTALES Y SOCIALES EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR ORGÁNICA DEL PROYECTO EBENEZER*. Obtenido de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/8487/1/CB-0519743.pdf>
- Canasteros, J. (02 de 2019). *UNIMINUTO*. Obtenido de Semillero de investigación.
- Cámara de comercio. (2015). Cámara de comercio de Bogotá. Obtenido de Manual Tomate: <https://www.ccb.org.co/content/download/13926/176638/file/Tomate.pdf>
- CFT. (2021). Herramienta de granja fresca. Obtenido de <https://www.fertilizerseurope.com/get-to-know-us/cool-farm-tool/>
- Cool Farm Alliance. (2021). Cool Farm Tool. Obtenido de <https://coolfarmtool.org>
- Chardi, L. (01 de 12 de 2016). *HUELLA DE CARBONO GENERADA POR EL CONSUMO DE FRUTAS Y VERDURAS EN ESPAÑA*. Obtenido de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/75962/TFM_Laura%20Chard%C3%AD%20Puchalt.pdf?sequence=3
- Ecogenetics. (2012). *Riesgos a la Salud por Pesticidas en los Alimentos*. Obtenido de

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

- https://depts.washington.edu/ceeh/downloads/FF_Pesticides_SP.pdf
- Foteinis, S., & Chatzisyneon, E. (2016). Life cycle assessment of organic versus conventional agriculture. A case study of lettuce cultivation in Greece. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652615013025>
- Galindo, G. (2015). Hábitos de consumo de frutas y hortalizas en personas de 15 a 39 años, habitantes de Bogotá. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54827>
- Gordillo, G. (2013). *FAO*. Obtenido de Seguridad y soberanía alimentaria: <http://www.fao.org/3/a-ax736s.pdf>
- Leiva, E. (2016). *Análisis de Ciclo de Vida*. Obtenido de https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:tDmUk4C_4yIJ:https://static.eoi.es/savia/documents/teoria_acv_migma1.pdf+&cd=14&hl=es-419&ct=clnk&gl=co
- Leon, W. (2009). Evaluación ambiental de la producción del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), bajo condiciones protegidas en las palmas gran canaria España. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5814/welc1de1.pdf;jsessionid=41CF1C01A050E6B0EBD170C12D7E4FB5?sequence=1>
- Llumiquinga, A. (2009). EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS PARA PRODUCCIÓN DE PAPA CON ALTERNATIVAS AL USO DE PLAGUICIDAS PELIGROSOS EN EL CANTÓN PÍLLARO – PROVINCIA DE TUNGURAHUA. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1861/1/Tesis-015agr.pdf>
- Machín, N., & Manzarres, F. (06 de 2012). *Agricultura y medio ambiente*. Obtenido de http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/pta_458_Criterios%20ambientales.pdf
- Martínez, L., Bello, P., & Castellanos, Ó. (06 de 2012). *SOSTENIBILIDAD Y DESARROLLO: el valor agregado de la agricultura orgánica*. Obtenido de Universidad nacional de Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10045>
- Mejía, J. (2016). Evaluación ambiental de sistemas de producción de hortalizas en el

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

- Oriente Antioqueño a partir de análisis de ciclo de vida. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59349>
- Mora, F. (1994). *ALGUNAS CONSIDERACIONES PARA LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE HORTALIZAS*. Obtenido de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v05n01_171.pdf
- Olivera, A., Cristóbal, S., & Saizar, C. (2016). ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA *AMBIENTAL, ECONÓMICO Y SOCIAL*. Obtenido de https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/doc_num.php?explnum_id=2238
- Pérez, F. (2013). DEPARTAMENTO DE ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS Y COMERCIALIZACIÓN E INVESTIGACIÓN DE MERCADOS. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/3608/1/PFC-I-26.pdf>
- Pérez, A., & Landeros, C. (2009). Agricultura y deterioro ambiental. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/280319205_Agricultura_y_deterioro_ambiental
- Romero, B. (2003). El análisis del ciclo de vida y la gestión ambiental. Obtenido de <https://www.ineel.mx/boletin032003/tend.pdf>
- Romero, M., Leyva, R., & Suárez, E. (11 de 2015). Huella de carbono en tomate Cherry. Obtenido de <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Bd285fFyP8EJ:https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa/registro-servifapa/6e54d531-60b8-4b84-ae4f-ade2275e80a9/download+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=co>
- Sanes, A. (2012). EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV) EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE: PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS PRODUCTIVOS. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11450/905079.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

Socarras, Y., Linares, Y., & Sánchez, A. (2015). *Evaluación del impacto ambiental en la producción de tomate*. Obtenido https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:MjXW4dZhVXQJ:https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/download/28/pdf_31/+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co

Zarei, M., Kazemi, N., & Marzban, A. (08 de 07 de 2017). Ciclo de vida impactos ambientales de la producción de pepino y tomate en campo abierto e invernadero. Obtenido de <https://www-sciencedirect.com.ezproxy.unal.edu.co/science/article/pii/S1658077X1730130>