



Trabajo colaborativo en innovación sustentable: caso Análisis de ciclo de vida de mesas de jardín

Collaborative work on sustainable innovation: case Life cycle analysis of garden tables

Lucio Guzmán Mares¹

<https://orcid.org/0000-0002-3409-7600>

Ma. Soledad Castellanos Villarruel¹

<https://orcid.org/0000-0002-4218-8537>

Sergio Castellanos Ruiz²

<https://orcid.org/0009-0005-8740-6533>

¹Universidad de Guadalajara. Jalisco, México

²Tecnológico Nacional de México, Campus Ocotlán, Jalisco, México

lucio.guzman@academicos.udg.mx, ma.castellanos@academicos.udg.mx

L20630017@ocotlan.tecnm.mx

Recibido: 2024/01/15 Aceptado: 2024/05/15 Publicado: 2024/07/15

Resumen

Introducción. Este caso de estudio hace hincapié en la importancia de tener trabajo colaborativo entre docentes, estudiantes e instituciones. La idea surgió para dar respuesta a la problemática ambiental que generan las llantas de autos cuando son desechadas al final de su vida útil, reciclando su uso en el diseño de productos amigables con el medio ambiente. **Objetivo.** Diseñar y fabricar un producto con base en metodologías de ecodiseño para evaluar y comparar los daños e impactos ambientales mediante la realización de un Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Caso de estudio, mesa de jardín ecológica *versus* mesa de jardín convencional. **Desarrollo.** En la asignatura de Ingeniería de Diseño e Innovación en la Evaluación de Impactos y con trabajo colaborativo con estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Ocotlán, se diseñó el proceso de fabricación para obtener el prototipo de la mesa de jardín ecológica, considerando una de las metodologías de Ecodiseño. Aplicando la metodología de ACV, de la norma ISO 14040 y uso del *software SimaPro*, se logró evaluar los daños e impacto ambientales de las mesas y así determinar cuál

122

Cite este artículo como:

Guzmán Mares, L., Castellanos Villarruel, Ma. S. y Castellanos Ruiz, S. (2024). Trabajo colaborativo en innovación sustentable: caso Análisis de ciclo de vida de mesas de jardín. *Universidad & ciencia*, 13(Especial CIVITEC), 122-134.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8536>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11659005>



de ellas supone mayor afectación al medio ambiente. **Conclusiones.** La mesa de jardín ecológica es en un 57 % mejor ambientalmente que la mesa de jardín convencional. Reduciendo principalmente el daño ambiental de cambio climático y el impacto ambiental de calentamiento global en un 64 % cada uno. Así como el daño a los recursos en un 65 %.

Palabras clave: análisis de ciclo de vida; ecodiseño; innovación sustentable; trabajo colaborativo

Abstract

Introduction. This case study emphasizes the importance of collaborative work between teachers, students and institutions. The idea arose in response to the environmental problems generated by car tires when they are discarded at the end of their useful life, recycling their use in the design of environmentally friendly products. **Objective.** To design and manufacture a product based on ecodesign methodologies to evaluate and compare environmental damages and impacts by performing a Life Cycle Assessment (LCA). Case study, ecological garden table versus conventional garden table. **Development.** In the subject of Design Engineering and Innovation in Impact Assessment and with collaborative work with students from the Industrial Engineering program of the Technological Institute of Ocotlán, the manufacturing process was designed to obtain the prototype of the ecological garden table, considering one of the Ecodesign methodologies. Applying the LCA methodology of the ISO 14040 standard and using the SimaPro software, it was possible to evaluate the damage and environmental impact of the tables and thus determine which of them had the greatest impact on the environment. **Conclusions.** The ecological garden table is 57 % better environmentally than the conventional garden table. Mainly reducing the environmental damage of climate change and the environmental impact of global warming by 64 % each. As well as resource damage by 65 %.

Keywords: collaborative work; ecodesign; life cycle assessment; sustainable innovation

Introducción



Los problemas de contaminación del medioambiente que se manifiesta en el calentamiento global, contaminación deforestación, emisión de gases de efecto invernadero, etc., aunado a las condiciones de desigualdad social han suscitado una creciente concientización sobre la necesidad de cambiar y renovar las pautas de producción-consumo y de comportamiento social. La solución de estos problemas globales requiere de proteger y cuidar el medioambiente del planeta y la necesidad de implementar estudios de sostenibilidad, innovación y ecoinnovación para la conservación de los recursos naturales y el desarrollo local sostenible. Por esto, se han implementado proyectos innovadores con un enfoque sustentable que han contribuido a la conservación de los recursos naturales y la disminución de la contaminación del agua, aire y suelo, hacia nuevas formas de creación de valor y atención de los problemas ambientales, es decir, las ecoinnovaciones (Ramírez y Torres, 2023).

Por lo anterior, el trabajo colaborativo en el quehacer docente es importante en procura de un aprendizaje significativo en los estudiantes. Así que, el involucramiento de alumnos en proyectos de ecoinnovación llevados por docentes, es clave para lograr cohesión y sinergia en la búsqueda de crear y ofrecer productos de consumo menos contaminantes al medio ambiente. La materia llamada “Ingeniería de Diseño e Innovación en la Evaluación de Impactos”, impartida en el Instituto Tecnológico de Ocotlán, permite el trabajo colaborativo entre alumnos y docente de instituciones públicas de nivel superior, tal es en este caso de la Universidad de Guadalajara y el Tecnológico Nacional de México. Teniendo como objetivo principal el diseñar y fabricar un producto, tipo de la Región Ciénega, con base en metodologías de ecodiseño para evaluar y comparar los daños e impactos ambientales mediante la realización de un Análisis de Ciclo de Vida (ACV). El caso de estudio radica en crear una mesa de jardín ecoinnovada para compararla con una mesa de jardín convencional que tiene años en el mercado de consumo, para demostrar que tiene menor daño ambiental.



También se contribuye al logro de uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS); 12 Producción y Consumo Responsables, definidos por Naciones Unidas en el contexto de la Agenda 2030.

El consumo y la producción responsables deben formar parte integral de la recuperación de la pandemia y de los planes de aceleración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Es crucial implementar políticas que apoyen un cambio hacia prácticas sostenibles y desvinculen el crecimiento económico del uso de los recursos (Naciones Unidas, 2023).

Materiales y Métodos

Se utilizó el método analítico, con un tipo de investigación descriptivo, con un diseño experimental de experimentos puros. Este proyecto es con base en los principales conceptos y herramientas de innovación y diseño respetuoso para el medio ambiente: Ecodiseño, ACV y *SimaPro* (PRé-Consultants, 1999). Y en las principales metodologías desarrolladas para innovación sustentable: PROMISE (Brezet, *et al.*, 1997), CEGESTI (Cegesti y Diehl, 1999), IHOBE (De Gestión Ambiental, 2000), GUZMÁN (Guzmán, 2005), INEDIC (Manual-IE, 2011) y EN ISO 14006 (EN-14006:2011, 2011), de las cuales se eligió la de Guzmán (2005) para que, con base en sus fases y etapas, se fabricara el prototipo, posteriormente se aplicó las cuatro fases de la metodología de ACV (AENOR, 2006): 1. Definición de objetivos y alcance, 2. Análisis del inventario, 3. Evaluación de impactos y 4. Interpretación, apoyada con el *Software SimaPro* (el programa contiene diferentes métodos para el análisis de ciclo de vida, que sirven para calcular los resultados del análisis o evaluación de impactos. En general, según Ramírez y Torres, (2014) la estructura básica de los métodos que se pueden emplear en *SimaPro* es la siguiente: (1) Caracterización, (2) Evaluación de daños, (3) Normalización, (4) Ponderación y (5) Adición (puntuación única), para obtener la evaluación de daños e impactos ambientales de cada producto mediante gráficos que especifican la afectación al medio ambiente. Finalmente, una vez obtenidos los gráficos y tablas de Excel, se realizó la interpretación de cada uno de ellos, por categoría de daños y categoría de impactos, de donde se desprenden las principales conclusiones de este caso de estudio.



Resultados y Discusión

Los resultados que a continuación se presentan son con base en la aplicación de cada una de las 4 fases de la metodología de ACV en las mesas objeto del caso de estudio.

Fase 1: Definición de Objetivos y Alcance

Objetivo

Evaluar, conocer y comparar los daños e impactos ambientales potenciales de la mesa de jardín ecológica versus la mesa de jardín convencional que lleva años en el mercado de consumo, para conocer los índices de afectación al medio ambiente.

Motivo

Mejorar un producto existente o diseñar un nuevo producto, en este caso se diseñó un producto multifuncional llamado “Mesa de Jardín Ecológica” con base en una de las metodologías de ecodiseño.

Alcance:

Unidad Funcional

Servir como plataforma que soporta hasta 30 kg de peso, siendo usada como mesa de centro que combina ecodiseño y comodidad, ocupando un espacio de 0.45 m² que atrae la atención en el exterior del hogar, mesa ecológica, duradera y multifuncional que es utilizada 3 veces por semana hasta por 15 años.

Flujo de Referencia

- Vida útil de la mesa de jardín convencional: 5 años.
- Vida útil de la mesa de jardín ecológica: 15 años.
- Mesa de Jardín Convencional: $(15/5) = 3$ **Mesas de Jardín.**
- Mesa de Jardín Ecológica: $(15/15) = 1$ **Mesas de Jardín Ecológica.**

Fase 2: Análisis del Inventario

El análisis del inventario se realizó por medio de cuatro procesos unitarios:

1. Adquisición de materias primas,
2. Fabricación,
3. Uso y Mantenimiento y
4. Fin de Vida.



Se realizaron tablas que muestran los flujos de entradas y salidas utilizadas y generadas en el proceso de fabricación del prototipo y mesa de jardín convencional: el análisis detallado del inventario de las mesas de jardín, el inventario de entradas fue determinado mediante cálculos prorrateados de los insumos y materiales empleados en la fabricación del producto-prototipo. Mientras que el inventario de salidas fue calculado por medio de calculadoras ambientales disponibles en línea (internet) de manera libre y gratuita.

Fase 3 y 4: Evaluación de Impactos e Interpretación

Finalmente, se presentan los principales gráficos obtenidos de la evaluación por el método *IMPACT 2002+* (Rafiee, et al, 2016). Mencionar que dicha evaluación considera la categoría de impactos que son 15 (carcinógenos, no carcinógenos, respirables orgánicos, respirables inorgánicos, calentamiento global, radiación, capa de ozono, ecotoxicidad acuática, ecotoxicidad terrestre, acidificación terrestre, acidificación acuática, eutroficación acuática, energía no renovable, uso de suelo y extracción de minerales) y la categoría de daños que son 4 (Salud humana, Ecosistemas, Recursos y Cambio Climático). La escala se da en eco puntos en sus respectivas unidades de medida de cada tipo de impacto. En un primer momento se realiza la evaluación ambiental de cada una de las mesas de jardín, conociendo la carga medioambiental de cada una de ellas; para luego realizar la comparación correspondiente con la finalidad de determinar cuál supone mayor afectación al ambiente. Para el propósito fundamental de este estudio, solo se muestran los gráficos e interpretación de la comparación de la evaluación de los daños e impactos de las mesas de jardín: Ecológica versus Convencional.

Comparación de Impactos y Daños de las mesas de jardín.

Tabla 1

Comparación por Categoría de Impactos. Caracterización

Categoría de Impactos	Unidad	MESA DE JARDÍN ECOLÓGICA	MESA DE JARDÍN CONVENCIONAL	Diferencia	MEJORA AMBIENTAL
Carcinogens	kg C2H3Cl eq	12.58	9.82	2.77	-22%
Non-carcinogens	kg C2H3Cl eq	18.81	3.82	14.99	-80%
Respiratory inorganics	kg PM2.5 eq	0.11	0.31	-0.19	63%
Ionizing radiation	Bq C-14 eq	811.94	6204.88	-5392.95	87%

Cite este artículo como:

Guzmán Mares, L., Castellanos Villarruel, Ma. S. y Castellanos Ruiz, S. (2024). Trabajo colaborativo en innovación sustentable: caso Análisis de ciclo de vida de mesas de jardín. *Universidad & ciencia*, 13(Especial CIVITEC), 122-134.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8536>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11659005>

Ozone layer depletion	kg CFC-11 eq	0.00	0.00	0.00	57%
Respiratory organics	kg C2H4 eq	0.05	0.17	-0.12	72%
Aquatic ecotoxicity	kg TEG water	10594.35	75531.99	-64937.64	86%
Terrestrial ecotoxicity	kg TEG soil	1026.72	2738.56	-1711.84	63%
Terrestrial acid/nutri	kg SO2 eq	2.60	6.36	-3.77	59%
Land occupation	m2org.arable	16.55	29.41	-12.86	44%
Aquatic acidification	kg SO2 eq	0.76	2.05	-1.29	63%
Aquatic eutrophication	kg PO4 P-lim	0.04	0.08	-0.04	49%
Global warming	kg CO2 eq	222.65	625.32	-402.66	64%
Non-renewable energy	MJ primary	2075.08	5896.55	-3821.47	65%
Mineral extraction	MJ surplus	12.88	20.91	-8.03	38%
Mejora ambiental global					47%

La tabla 1 y Figura 1, presentan el análisis comparativo de la evaluación por categoría de impactos (por el método de caracterización). Observándose una **mejora ambiental global del 47 %** la mesa de jardín ecológica (con 13 de los 15 impactos con mejoras importantes, excepto los carcinógenos y no carcinógenos), contribuyendo con **64 % menos al calentamiento global**, con respecto a la mesa de jardín convencional. También se observa que en los impactos carcinógenos y no carcinógenos son mejores ambientalmente en la mesa de jardín convencional en 22% (con 625.32 Kg CO² eq) y 80 % (con 222.65 Kg CO² eq) respectivamente, con respecto a la mesa de jardín ecológica. Determinando una mejora global en la huella de carbono (calentamiento global) de 64 %.

Figura 1

Caracterización por Categoría de impactos. Fuente SimaPro

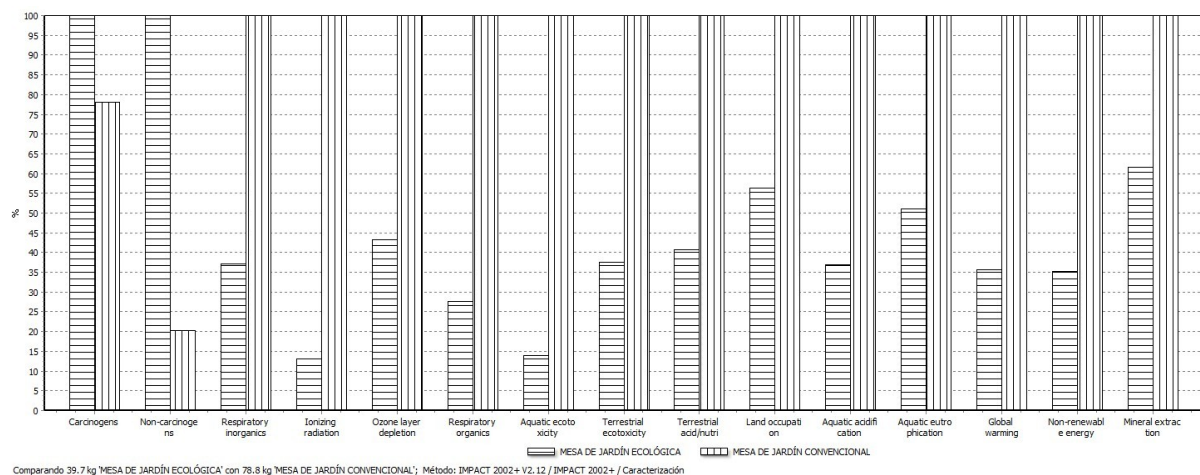


Tabla 2

Cite este artículo como:

Guzmán Mares, L., Castellanos Villarruel, Ma. S. y Castellanos Ruiz, S. (2024). Trabajo colaborativo en innovación sustentable: caso Análisis de ciclo de vida de mesas de jardín. *Universidad & ciencia*, 13(Especial CIVITEC), 122-134.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8536>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11659005>



Comparación por Categoría de Impactos. Puntuación Única

Categoría de Impactos	Unidad	MESA DE JARDÍN ECOLÓGICA	MESA DE JARDÍN CONVENCIONAL	Diferencia	MEJORA AMBIENTAL
Carcinogens	mPt	4.97	3.88	1.09	-22%
Non-carcinogens	mPt	7.43	1.51	5.92	-80%
Respiratory inorganics	mPt	11.30	30.46	-19.16	63%
Ionizing radiation	mPt	0.02	0.18	-0.16	87%
Ozone layer depletion	mPt	0.00	0.01	-0.01	57%
Respiratory organics	mPt	0.01	0.05	-0.04	72%
Aquatic ecotoxicity	mPt	0.04	0.28	-0.24	86%
Terrestrial ecotoxicity	mPt	0.59	1.58	-0.99	63%
Terrestrial acid/nutri	mPt	0.20	0.48	-0.29	59%
Land occupation	mPt	1.32	2.34	-1.02	44%
Aquatic acidification	mPt	0.00	0.00	0.00	-
Aquatic eutrophication	mPt	0.00	0.00	0.00	-
Global warming	mPt	22.49	63.16	-40.67	64%
Non-renewable energy	mPt	13.65	38.80	-25.15	65%
Mineral extraction	mPt	0.08	0.14	-0.05	38%
Total		62.11	142.86	-80.75	57%

La tabla 2 y Figura 2, presentan el análisis comparativo de la evaluación por categoría de impactos (Puntuación Única). Obteniendo una **mejora ambiental global del 57 %** la mesa de jardín ecológica (con 11 de los 15 impactos con mejoras importantes), contribuyendo con **64 % menos al calentamiento global**, con respecto a la mesa de jardín convencional. Obsérvese que en los impactos Carcinógenos y no carcinógenos son mejores ambientalmente en la mesa de jardín convencional en 22 % y 80 % respectivamente, con respecto a la mesa de jardín ecológica. Además, que los impactos de acidificación acuática y eutroficación acuática no presentan afectación alguna al medio ambiente.

Figura 2

Puntuación Única por Categoría de Impactos. Fuente SimaPro

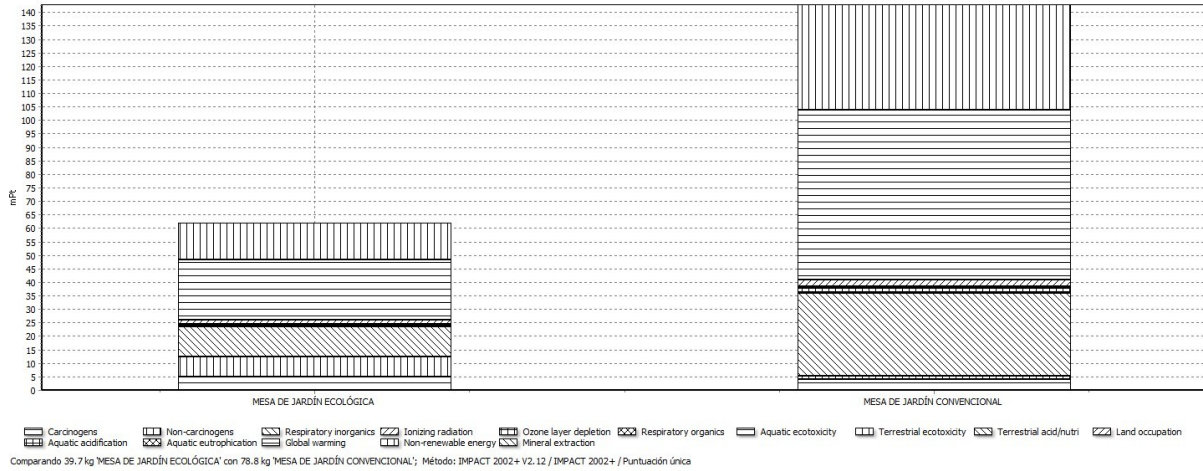


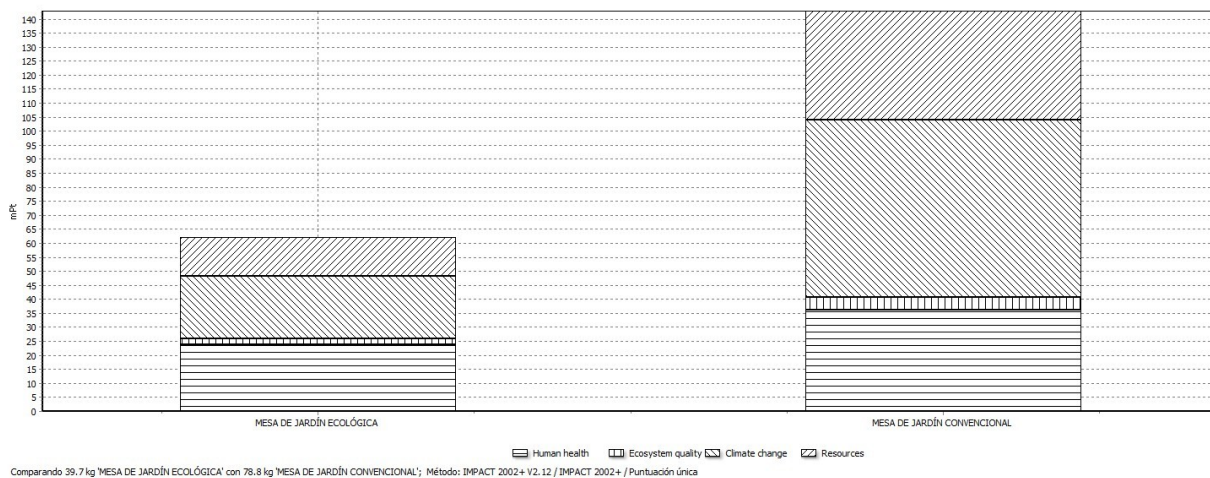
Tabla 3

Comparación por Categoría de Daños. Puntuación Única

Categoría de Daños	Unidad	MESA DE JARDÍN ECOLÓGICA	MESA DE JARDÍN CONVENCIONAL	Diferencia	MEJORA AMBIENTAL
Human health	mPt	23.74	36.09	-12.35	34%
Ecosystem quality	mPt	2.15	4.68	-2.54	54%
Climate change	mPt	22.49	63.16	-40.67	64%
Resources	mPt	13.74	38.94	-25.20	65%
Total		62.11	142.86	-80.75	57%

Figura 3

Puntuación Única por Categoría de Daños. Fuente SimaPro





La tabla 3 y Figura 3, presentan el análisis comparativo de la evaluación por categoría de daños (Puntuación Única). Obteniendo una **mejora ambiental global del 57 %** la mesa de jardín ecológica, contribuyendo con **64 % menos al cambio climático y 65 % menos a los recursos**, con respecto a la mesa de jardín convencional.

Discusión

Con base en la evaluación de impactos y daños ambientales que generan productos y servicios, se obtuvo mediante el *software SimaPro (SIMAPRO-Cadis, 2023)*, donde la mesa de jardín ecológica fabricada con materiales recuperados o que son desechos de otras industrias (Cano y Posada, 2017). Siendo el calentamiento global (Mann, *et al.*, 2008), el que supone mayor impacto al medio ambiente y al cambio climático en la categoría de daños (Cardona, *et al.* 2021). Por lo anterior y en procura de lograr una simbiosis industrial, es recomendable utilizar materiales y procesos que son desechos de otras empresas o de la propia sociedad por el consumo humano y se convierten en materia prima amigable para nuevos procesos de fabricación tal como es el caso de la mesa de jardín ecodiseñada. Con el ACV y la evaluación de impactos y daños ambientales realizado por medio del *SimaPro*, se valida la importancia del trabajo colaborativo al momento del proceso de diseño e innovación de productos y procesos.

Conclusiones

Según los estudios actuales, el tema ambiental cobra relevancia desde los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), dado que el subsistema económico se encuentra inmerso en el entorno físico que lo contiene, lo cual es necesario complementar el análisis económico y contable enfocado principalmente en criterios monetaristas con estudios que integran variables biofísicas (Arango y Rubio, 2021). Así que la importancia de realizar un ACV en los productos que se ofertan al mercado es determinante para el ecosistema. En este caso de estudio contribuye principalmente al objetivo 12_Producción y consumo responsables.

El ACV es una de las metodologías que se utiliza para evaluar la carga medioambiental de un producto-proceso o actividad a lo largo de su ciclo de vida.



Pretende evaluar los potenciales impactos ambientales causados durante todas las etapas, desde la extracción de las materias primas hasta su disposición final. Actualmente existen numerosos softwares que brindan apoyo para realizar este análisis detalladamente, tal es el caso de *SimaPro*; es una herramienta para identificar, analizar y hacer seguimiento a la sostenibilidad de productos y servicios. Ésta fue utilizada para comparar la carga medioambiental de las mesas llamadas: mesa de jardín ecológica y mesa de jardín convencional:

- En el análisis comparativo de la evaluación por categoría de impactos (caracterización), se obtuvo una **mejora ambiental global del 47 %** en la mesa de jardín ecológica (con 13 de los 15 impactos con mejoras importantes), contribuyendo con **64 % menos al calentamiento global**, con respecto a la mesa de jardín convencional.
- En el análisis comparativo de la evaluación por categoría de impactos (Puntuación Única), la **mejora ambiental global es del 57 %** para la mesa de jardín ecológica (con 11 de los 15 impactos con mejoras importantes), contribuyendo con **64 % menos al calentamiento global**, con respecto a la mesa de jardín convencional.
- En el análisis comparativo de la evaluación por categoría de daños (Puntuación Única), se observa una **mejora ambiental global del 57 %** en la mesa de jardín ecológica, contribuyendo con **64 % menos al cambio climático y 65 % menos a los recursos**, con respecto a la mesa de jardín convencional.
- Con lo anterior también se concluye que la **huella de carbono** de la mesa de jardín ecológica es de 222.65 Kg CO₂ eq *versus* 625.32 Kg CO₂ eq de la mesa de jardín convencional, obteniendo una mejora ambiental del 64 %.

Referencias Bibliográficas

- AENOR. UNE-EN ISO 14040. (2006). *Gestión Medioambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y Marco de Referencia*. Madrid. ISO.
- Arango, J. F. y Rubio, G. A. (2021). Indicadores de impacto ambiental de la actividad comercial en las organizaciones. *Revista Científica Hermes*. 30, 202-223.
<https://doi.org/10.21710/rch.v30i0.607>



- Brezet, H., Van Hemel, C. y UNEP IE. (1997). *Ecodesign-A promising approach to sustainable production and consumption. United Nations Environmental Programme (UNEP)*.
- Cano, J. H. M. y Posada, D. M. O. (2017). *Innovación a la M ([edition unavailable])*. Universidad EAFIT. <https://www.perlego.com/book/1910309/innovacin-a-la-m-experiencias-innovadoras-en-medelln-pdf> (Original work published 2017)
- Cardona, J. C., Lamprea, M. C. y Cubides, F. A. (2021). Sobre el concepto de cambio climático e implicaciones: Construcción desde el aula. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*. 1(2), 87-102. <https://doi.org/10.51660/ripie.v1i2.39>
- Cegesti, Crul. M. y Diehl, J. C. (1999). *Manual para implantar el ecodiseño en Centroamérica CEGESTI*. San José, Costa Rica. <http://docplayer.es/9397773-Manual-para-la-implementacion-de-ecodiseno.html>
- De Gestión Ambiental, I. S. P. (2000). *Manual Práctico de Eco diseño Operativa de implantación en siete pasos*. Ed. IHOBE Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Bilbao. <https://www.ihobe.eus/publicaciones/manual-practico-ecodiseno-operativa-implantacion-en-7-pasos-2>
- EN-14006:2011, U. (2011). *Sistemas de Gestión Ambiental. Directrices para la Incorporación del Ecodiseño*. ISO.
- Guzmán Mares, L. (2005). *Propuesta Metodológica para la Integración del Factor Ambiental en el Diseño de Productos y de Procesos, a través del Sistema de Gestión, en la Industria del Mueble. Caso de estudio: Sector del Mueble del Estado de Jalisco (México)*. [Tesis de Doctor en Proyectos de Ingeniería e Innovación. Universidad Politécnica de Valencia, España].
- Mann, M., Zhang, Z., Hughes, M., Bradley, R., Miller, S., Rutherford, S. y Ni, F. (2008). *Reconstrucciones basadas en proxy de las variaciones de la temperatura de la superficie global y hemisférica durante los últimos dos milenios*. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias*, 105(36), 13252-13257. <https://doi.org/10.1073/pnas.0805721105>



- Manual-IE. (2011). *Desarrollado dentro del Proyecto UE InEDIC–Innovación y Ecodiseño en la Industria Cerámica*. Rocha, C. Comisión Europea. <https://docplayer.es/9398001-Manual-de-ecodiseno-inedic-pagina-1.html>
- Naciones Unidas. (2023). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles 2023: Edición especial. Por un plan de rescate para las personas y el planeta*. United States of America: United Nations, pág. 36.
- PRé-Consultants, B. (1999). *User Manual, Simapro*. Pré consultants B.V. Amersfoort, Netherlands.
- Ramírez, H. T. y Torres, A. T. (2023). *Mapeo de Proyectos de Innovación Sustentable en México*. *Campos en Ciencias Sociales*. ProQuest One Academic, 11(1). <https://doi.org/10.15332/25006681.8101>.
- Rafiee, S., Khoshnevisan, B., Mohammadi, I., Aghbashlo, M. y Clark, S. (2016). *Evaluación de la sostenibilidad de la producción de leche pasteurizada con un enfoque de evaluación del ciclo de vida: un estudio de caso iraní*. *Ciencia del Medio Ambiente Tota*.
- Ramírez, O. A., Ruíz, J. C. y Vélez, V. (2014). *Análisis de Ciclo de Vida con el software SimaPro*. <https://aciclovidasimapro.wordpress.com/category/simapro/>
- SIMAPRO-Cadis. (21 de septiembre de 2023). *Toma decisiones basadas en métrica ambiental, no en percepciones*. <https://www.simapro.mx/>

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflictos de intereses.



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores, no haga uso comercial de los contenidos y no realice modificación de la misma.

Cite este artículo como:

Guzmán Mares, L., Castellanos Villarruel, Ma. S. y Castellanos Ruiz, S. (2024). Trabajo colaborativo en innovación sustentable: caso Análisis de ciclo de vida de mesas de jardín. *Universidad & ciencia*, 13(Especial CIVITEC), 122-134.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8536>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11659005>