

Evaluación del Impacto Ambiental en cuatro líneas productivas de un laboratorio farmacéutico

Environmental Impact Assessment of four production lines of a
Pharmaceutical Laboratory

Dunia Rodríguez-Heredia^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-4676-7314>

Telvia Arias-Lafargue¹ <https://orcid.org/0000-0003-2610-1451>

Rosario Quintana-Guzmán¹ <https://orcid.org/0009-0003-2991-4156>

Juan Francisco-Galán Paz² <https://orcid.org/0009-0008-8038-0598>

Claudia Arias-Rodríguez³ <https://orcid.org/0000-0003-1105-8120>

¹Facultad de Ingeniería Química y Agronomía, Universidad de Oriente.
Santiago de Cuba, Cuba

²Empresa Comercializadora de Medicamentos, EMCOMED, Santiago de Cuba,
Cuba

³Centro nacional de Electromagnetismo Aplicado. Universidad de Oriente,
Santiago de Cuba, Cuba

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: duniarh@uo.edu.cu

RESUMEN

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es una herramienta fundamental en la gestión ambiental que permite identificar, predecir y evaluar las consecuencias ambientales de proyectos y actividades, para tomar decisiones que favorezcan el desarrollo sostenible. Una de las formas de realizar una EIA es el empleo de matrices de evaluación de impactos como la de Conesa. El objetivo es evaluar los impactos ambientales que generan cuatro líneas productivas de un laboratorio farmacéutico, para lo cual se creó una comisión multidisciplinaria constituida por especialistas y expertos con experiencia en el tema. Se aplicó la metodología matricial de Conesa para jerarquizar los impactos ambientales por su importancia en las líneas productoras de soluciones parenterales de gran volumen, soluciones concentradas para hemodiálisis, equipos médicos y polvos orales así como en la entidad en general. Los resultados obtenidos mostraron que la planta más impactante

fue la de equipos médicos (vendas enyesadas), con un total de cuatro impactos críticos y tres severos, especialmente por la naturaleza de los polvos empleados, que afectan a la atmósfera y al componente agua. La matriz de Conesa integrando las cuatro líneas productivas arrojó que los componentes bióticos y abióticos fueron los más afectados.

Palabras clave: laboratorio farmacéutico; evaluación de impacto ambiental; matriz de conesa.

ABSTRACT

The Environmental Impact Assessment (EIA) is a fundamental tool in environmental management that allows for the identification, prediction, and evaluation of the environmental consequences of projects and activities, enabling decisions that favor sustainable development. One way to conduct an EIA is through the use of impact assessment matrices such as the Conesa matrix. The objective is to evaluate the environmental impacts generated by four production lines of a pharmaceutical laboratory. To this end, a multidisciplinary committee was created, comprised of specialists and experts with experience in the subject. The Conesa matrix methodology was applied to prioritize the environmental impacts by their significance in the production lines of large-volume parenteral solutions, concentrated solutions for hemodialysis, medical equipment, and oral powders, as well as in the organization as a whole. The results showed that the most impactful plant was the medical equipment plant (plaster bandages), with a total of four critical impacts and three severe impacts, especially due to the nature of the powders used, which affect the atmosphere and the water component. Conesa's matrix, integrating the four production lines, showed that the biotic and abiotic components were the most affected.

Keywords: pharmaceutical laboratory, environmental impact assessment, conesa matrix.

Recibido: 05/05/2025

Aceptado: 28/08/2025

Introducción

Al cuidado del medio ambiente se dedican numerosas investigaciones cada año, con el objetivo de prevenir o minimizar las afectaciones en el mismo, las cuales derivan en afectaciones al medio biótico, y, por tanto, a los seres humanos.

En este sentido, uno de los términos más encontrados en la literatura es Impacto ambiental. Como afirman ⁽¹⁻⁶⁾, el impacto ambiental se define como cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad, ya sea directa o indirectamente. Entonces, cambia la calidad del medio ambiente, creando un efecto sobre el mismo que presume una ruptura del equilibrio medio ambiental.⁽⁵⁾

Algunos autores ⁽⁷⁾ opinan que el estudio de impacto ambiental consiste en una estimación predictiva o una identificación presente de los daños o alteraciones ambientales, con el fin de establecer las medidas preventivas, las actividades de mitigación y las medidas de rehabilitación de impactos ambientales producidos por una probable o efectiva ejecución de un proyecto.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un proceso sistemático para identificar, predecir y evaluar los efectos ambientales de las acciones y proyectos propuestos. Esta es una herramienta fundamental en la gestión ambiental que permite identificar, predecir y evaluar las consecuencias ambientales de proyectos y actividades humanas antes de su ejecución, con el propósito de garantizar que se tomen decisiones informadas que favorezcan el desarrollo sostenible.^(2,6) En Cuba es un tema ampliamente tratado.⁽⁸⁾

Aunque toda la actividad humana impacta en menor o mayor medida el medio ambiente, el sector productivo constituye uno de los que más afecta el entorno. Como expresan los autores de ⁽⁹⁾, la actividad productiva es uno de los pilares fundamentales del desarrollo económico, sin embargo, los residuos generados y el excesivo consumo de recursos naturales, pueden convertirse en agentes de deterioro del medio ambiente, restando sustentabilidad al crecimiento económico. Luego, se hace necesario valorar y analizar los procesos productivos, teniendo en cuenta el ciclo de vida del producto, el residuo generado y su posible impacto en el medio ambiente.⁽¹⁰⁾

Entre las principales industrias de Cuba generadoras de residuos peligrosos se encuentra la farmacéutica, por lo que constituye una prioridad eliminar su posible impacto negativo al ambiente, en la salud de la población y de los trabajadores.⁽¹¹⁾ Desde el punto de vista de⁽¹²⁾ esta constituye uno de los principales eslabones de desarrollo de Cuba y se ha visto fortalecida en los últimos años durante el enfrentamiento a la pandemia de COVID-19.

El aumento del consumo mundial de productos farmacéuticos ha incrementado proporcionalmente la contaminación ambiental.⁽¹²⁾ Esto está dado no solo por el incremento en la demanda de la industria, sino por la explotación de la infraestructura logística, especialmente durante el período pandémico. Para esto es imprescindible la coordinación y la cooperación transversal, la eliminación ecológica de los productos al final de su vida útil, la gestión proactiva de la retirada de productos, los nuevos puntos de referencia y la medición del rendimiento sostenible y el diseño de nuevos sistemas de regulación.⁽¹²⁾

Las empresas farmacéuticas y sus cadenas de suministro se enfrentan a una presión cada vez mayor para preservar el medio ambiente debido a los problemas causados por los desechos médicos.⁽¹³⁾ La industria farmacéutica, por sus diferentes modalidades en las operaciones, produce residuos de variadas composiciones y concentraciones.⁽¹¹⁾ La composición de los vertimientos al medio ambiente varía mucho en función de los procesos que los producen. Se generan una gran cantidad de residuos sanitarios que contienen restos de disolventes orgánicos, de materias primas y auxiliares y de principios activos, también residuos biológicos, radioactivos, químicos puros y ácidos, entre otros.⁽¹¹⁾

Las mismas pueden poseer características especiales debido a la naturaleza del proceso productivo. Normalmente, las plantas productoras de medicamentos son polivalentes y sus aguas residuales son intermitentes, fluctuantes y poseen una composición variable dependiendo del régimen de producción y de los productos fabricados.⁽¹¹⁾ A juicio de^(14,15), los principales residuos son originados por la limpieza de equipos, además, al efluente se le adicionarán todos los compuestos utilizados en el proceso de limpieza.

El Laboratorio farmacéutico objeto de esta investigación tiene como objeto social producir y comercializar medicamentos, productos naturales,

nutracéuticos y equipos médicos. El mismo lo conforman cinco plantas productivas, destinadas a la producción de soluciones parenterales de gran volumen (sueros), soluciones concentradas para hemodiálisis, producción de equipos médicos (vendas enyesadas), producción de polvos orales (sales de rehidratación oral) y la Planta de comprimidos orales (tabletas); esta última, enclavada fuera de los perímetros de la entidad, por lo que será objeto de investigación en la segunda parte de este artículo.

En esta entidad no se han realizado evaluaciones de impacto ambiental utilizando matrices de valoración de impactos y actualmente contribuye a la contaminación medioambiental debido a sus producciones variadas. Solo el pasado año 2024 se realizó una EIA en la Planta de comprimidos orales, para evaluar el impacto producido por la producción de nutríferte. ⁽¹⁶⁾ Por lo que el objetivo de esta investigación es evaluar el Impacto Ambiental de cuatro líneas productivas de un Laboratorio Farmacéutico.

Materiales y métodos

Para la evaluación del impacto ambiental producido por la entidad se empleó la metodología de Vicente Conesa. La matriz de Conesa es una de las herramientas más recomendada por la literatura en las evaluaciones de Impactos ambientales. ^(6,7,17,18,19,20)

Para aplicar las matrices y evaluar los impactos ambientales lo primero es identificar las actividades que generan impactos como producto de la acción que se realiza en la entidad. Esto permitirá establecer los puntos críticos sobre los que se debe trabajar. Se analiza cómo los factores ambientales actúan sobre los componentes físico (aire, agua, suelo), biológico (flora y fauna) y socioeconómico (social y económico).

Esta matriz toma en cuenta a un conjunto de componentes ambientales los cuales se encuentran agrupados según características, cualidades, elementos entorno, siendo concebidos como un todo y que podrían afectar la obra. ⁽²¹⁾

La metodología matricial de Conesa según ⁽¹⁹⁾ busca determinar, de manera numérica, la importancia de los impactos ambientales, dependiendo la misma de la caracterización de cada impacto a través de 11 atributos. La importancia la determina a través de la siguiente ecuación:

$$I = (3 \cdot In + 2 \cdot Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Re) \cdot \text{sign}(Na) \quad \text{Ec.1}$$

donde:

I: importancia del impacto

sign(Na): es el signo positivo o negativo en dependencia de la naturaleza del impacto, ver tabla1.

Los criterios empleados en la EIA, para aplicar la ecuación 1, según Conesa, se presentan en la tabla 1.

Ya que la elaboración de las matrices constituye una valoración cualitativa y criterial de cada investigador, en la confección de las mismas se tuvieron en cuenta los criterios de especialistas y trabajadores de la entidad, así como de expertos en el tema. Se creó una comisión multidisciplinaria constituida por especialistas en medio ambiente, en ecología, en biotecnología y en procesos químicos.

Tabla 1- Criterios empleados en la evaluación de impacto ambiental según Conesa ^(20,22)

Atributos	Descripción	Valor	Atributos	Descripción	Valor
Naturaleza (Na)	Impacto Ambiental beneficioso	(+)1	Reversibilidad (Rv)	Corto Plazo	1
	Impacto Ambiental perjudicial	(-)1		Mediano Plazo	2
Intensidad (In)	Baja	1	Sinergia (Si)	Irreversible	4
	Media	2		Sin sinergismo	1
	Alta	4		Sinérgico	2
	Muy Alta	8		Muy Sinérgico	4
	Total	12	Acumulación (Ac)	Simple	1
Extensión (Ex)	Puntual	1		Acumulativo	4
	Parcial	2	Efecto (Ef)	Indirecto	1
	Extenso	4		Directo	4
	Total	8	Periodicidad (Pr)	Irregular	1
	Crítica	12		Periódico	2
Momento (Mo)	Largo Plazo	1		Continuo	4
	Medio Plazo	2	Recuperabilidad (Re)	Inmediata	1
	Inmediato	4		Mediano Plazo	2
	Crítico	8		Mitigable	4
Persistencia (Pe)	Fugaz	1		Irrecuperable	8
	Temporal	2	Importancia del Impacto (I)		
	Permanente	4	$I = (3 \cdot In + 2 \cdot Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Re) \cdot \text{sign}(Na)$		

La evaluación determina la siguiente calificación del impacto, dependiendo de la puntuación que resulte del cálculo de la importancia (I). Para la jerarquización de los impactos ambientales evaluados se agrupan los valores en cuatro rangos cuyos valores y colores se muestran en la tabla 2.

Tabla 2- Calificación de impactos ambientales

Valor I (13-100)	Calificación	Significado
$I < 25$	Leve	La afectación del mismo es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del proyecto en cuestión.
$25 > I < 50$	Moderado	La afectación del mismo no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.
$50 > I < 75$	Severo	La afectación de este exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es un periodo prolongado.
$I > 75$	Crítico	La afectación del mismo es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales. No existe posibilidad de recuperación alguna.

Fuente: Elaboración propia a partir ⁽²²⁾

Resultados y discusión

En la tabla 3 se presenta el resultado de aplicar la metodología matricial de Conesa a la línea de producción de Soluciones Parenterales de gran volumen (sueros).

Tabla 3- Matriz de Conesa en la Planta de Soluciones Parenterales de gran volumen

Medio	Componente	Impacto	Naturaleza	In	Ex	Mo	Pe	Rv	Si	Ac	Ef	Pr	Re	I	IMPACTO
Abiótico	Atmósfera	Contaminación Atmosférica	neg. (-)	2	1	4	1	1	2	1	1	4	1	23	
	Agua	Contaminación del agua	neg. (-)	8	4	4	2	1	2	4	4	4	1	54	
	Suelo	Contaminación del suelo	neg. (-)	1	1	4	2	1	1	1	1	4	1	20	
Biótico	Flora	Afectación a la flora	neg. (-)	1	1	4	2	1	1	1	1	4	1	20	
	Fauna	Afectación a las especies	neg. (-)	1	1	4	2	1	1	1	1	4	1	20	
Socio económico	Ecosistema y paisaje	Deterioro del paisaje	neg. (-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	16	
	Sociales y económicos	Ruido	neg. (-)	2	2	4	2	1	2	1	1	2	1	24	

En esta planta productiva se obtuvo como impacto severo la contaminación del agua dentro del medio abiótico. Esto es debido principalmente al elevado volumen de agua residual que se maneja. Este gran volumen de agua residual no recibe ningún tratamiento, aunque se han realizado investigaciones con propuestas para su recuperación. El resto de los impactos reflejados en la tabla 3 se clasifican como irrelevantes o compatibles con el medio ambiente, ya que no provocan una afectación notable, porque es un agua residual que no tiene ningún componente químico que clasifique como dañino.

En la tabla 4 se presenta el resultado de aplicar la metodología matricial de Conesa a la línea de producción de Soluciones Concentradas para

Hemodiálisis. Se aprecia que los impactos generados al componente agua son moderados, obteniendo como irrelevantes o compatibles con el medio ambiente el resto de los impactos al medio abiótico, biótico y socioeconómico. Las materias primas empleadas no son altamente contaminantes ni dañinas. El agua residual y los niveles de producción no son tan elevados en comparación a los de la planta de sueros. Es importante destacar la obsolescencia tecnológica que presenta la línea productiva, lo que pudiera influir en el futuro en el incremento del grado de los impactos evaluados. Esta obsolescencia tecnológica fue la que se tuvo en cuenta para calificar el impacto al componente agua como moderado.

Tabla 4- Matriz de Conesa en la Planta de Soluciones Concentradas para Hemodiálisis

Medio	Componente	Impacto	Naturaleza	In	Ex	Mo	Pe	Rv	Si	Ac	Ef	Pr	Re	I	IMPACTO
Abiótico	Atmósfera	Contaminación Atmosférica	neg. (-)	2	1	4	1	1	2	1	1	4	1	23	
	Agua	Contaminación del agua	neg. (-)	4	4	4	2	1	2	4	4	4	1	42	
	Suelo	Contaminación del suelo	neg. (-)	1	1	4	2	1	1	1	1	4	1	20	
Biótico	Flora	Afectación a la flora	neg. (-)	1	1	4	2	1	1	1	1	4	1	20	
	Fauna	Afectación a las especies	neg. (-)	1	1	4	2	1	1	1	1	4	1	20	
Socio económico	Ecosistema y paisaje	Deterioro del paisaje	neg. (-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	16	
	Sociales y económicos	Ruido	neg. (-)	2	2	4	2	1	2	1	1	2	1	24	

En la tabla 5 se presenta el resultado de aplicar la metodología matricial de Conesa a la línea de producción de Equipos Médicos (Vendas Enyesadas).

Tabla 5- Matriz de Conesa en la Planta de Equipos Médicos (Vendas Enyesadas)

Medio	Componente	Impacto	Naturaleza	In	Ex	Mo	Pe	Rv	Si	Ac	Ef	Pr	Re	I	IMPACTO
Abiótico	Atmósfera	Contaminación Atmosférica	neg. (-)	12	12	8	4	4	4	4	4	4	4	96	
	Agua	Contaminación del agua	neg. (-)	12	8	4	2	4	4	4	4	4	4	82	
	Suelo	Contaminación del suelo	neg. (-)	12	8	8	2	4	2	4	4	4	4	84	
Biótico	Flora	Afectación a la flora	neg. (-)	12	8	4	2	4	2	4	4	4	4	80	
	Fauna	Afectación a las especies	neg. (-)	8	4	4	2	4	2	4	4	4	4	60	
Socio económico	Ecosistema y paisaje	Deterioro del paisaje	neg. (-)	8	4	4	2	4	2	4	4	1	4	57	
	Sociales y económicos	Ruido	neg. (-)	12	4	4	2	4	4	1	4	1	1	65	

Teniendo en cuenta los niveles de producción y de periodicidad y que la planta tiene obsolescencia tecnológica y no se cuenta con un sistema de tratamiento de residuales, se obtuvo como resultado cuatro impactos críticos referidos a los medios biótico y abiótico. Es decir, existe una afectación a la atmósfera, el agua, suelo, además de la afectación a la flora, debido al grado de desprendimiento de residuos de yeso (polvo) y al vertimiento de residuos tanto sólidos como líquidos. El grado de contaminación que provoca esta línea productiva es elevado, lo cual está en consonancia con la valoración efectuada por los especialistas de la entidad.

Es importante hacer notar que el agua residual se vierte en una cisterna donde sedimentan dichos residuos, teniendo como destino final las aguas de la cuenca de un río, cuerpo receptor natural, generando contaminación. En inspecciones ambientales realizadas a la empresa se ha encontrado que estas aguas cumplen con los requisitos establecidos en la normativa cubana. No obstante, se detectó por los autores, que en estas inspecciones no se ha determinado el parámetro turbidez. El indicador turbidez es de gran importancia ya que el enturbiamiento de las aguas provoca que disminuya la entrada de los rayos del sol a los cuerpos receptores de estas aguas turbias, por lo que disminuye la fotosíntesis de las plantas acuáticas, y con ello disminuye el oxígeno disuelto, trayendo como consecuencias afectaciones a la fauna marina. Debe tenerse en cuenta, además, la incidencia de este tipo de residual en el manto freático.

Los impactos a la fauna y al medio socioeconómico fueron evaluados como severos, aun cuando la entidad como un todo y las cuatro líneas productivas evaluadas se encuentran alejadas de la ciudad. Se reafirma esta planta productora de vendas enyesadas como la más impactante por la emisión de polvos, lo que afecta la salud de las personas y la atmósfera. Es importante destacar que la inhalación de polvo de yeso, tanto por los trabajadores de la planta como por las personas que viven en zonas aledañas a la misma, puede provocar enfermedades pulmonares.

En la tabla 6 se presenta el resultado de aplicar la metodología matricial de Conesa a la línea de producción de Polvos Orales (Sales de Rehidratación Oral).

Se obtuvo como resultado que es moderado el impacto sobre el componente agua, debido al volumen de agua residual vertida y a su composición química en su destino final al verterla. El resto de los impactos se consideraron irrelevantes o leves.

Es mínima la contaminación atmosférica, del suelo, la afectación a la flora, a las especies, el deterioro del paisaje y el ruido.

Tabla 6- Matriz de Conesa en la Planta de Polvos Orales (Sales de Rehidratación Oral)

Medio	Componente	Impacto	Naturaleza	In	Ex	Mo	Pe	Rv	Si	Ac	Ef	Pr	Re	I	IMPACTO
Abiótico	Atmósfera	Contaminación Atmosférica	neg. (-)	1	1	4	1	1	2	1	1	4	1	20	
	Agua	Contaminación del agua	neg. (-)	2	2	4	2	1	2	4	4	4	1	32	
	Suelo	Contaminación del suelo	neg. (-)	1	1	4	2	1	1	1	1	4	1	20	
Biótico	Flora	Afectación a la flora	neg. (-)	1	1	4	2	1	1	1	1	4	1	20	
	Fauna	Afectación a las especies	neg. (-)	1	1	4	2	1	1	1	1	4	1	20	
Socio económico	Ecosistema y paisaje	Deterioro del paisaje	neg. (-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	16	
	Sociales y económicos	Ruido	neg. (-)	2	2	4	2	1	2	1	1	2	1	24	

Aunque en un monitoreo ambiental realizado a esta planta en 2024, se reconoció como impacto significativo la emisión de polvos, lo que afecta la salud de las personas y la atmósfera, en esta investigación se consideró que la emisión de polvos por esta planta se califica como impacto leve, considerándose irrelevante.

En la tabla 7 se muestra el resultado de aplicar la metodología matricial de Conesa integrando las cuatro líneas productivas, lo que permitirá estimar los impactos ambientales de esta entidad sobre el medio ambiente. Además, jerarquizar los impactos con el fin de proponer acciones para minimizar los mismos en función de su importancia.

Al aplicar la metodología de Conesa, para la determinación de la importancia de sus impactos en el laboratorio farmacéutico y teniendo en cuenta los niveles de producción de cada planta, su periodicidad, su vertimiento de residuales y el comportamiento en cuanto a la contaminación, además de sus efectos, se pudo obtener como resultado que los impactos severos son evidenciados mayormente en el medio abiótico (contaminación atmosférica, contaminación

del agua y del suelo) y en el medio biótico (afectación a la flora y a las especies de la fauna).

Tabla 7- Resultados de la aplicación de la matriz de Conesa integrando las cuatro líneas productivas

Medio	Componente	Impacto	Naturaleza	In	Ex	Mo	Pe	Rv	Si	Ac	Ef	Pr	Re	I	IMPACTO
Abiótico	Atmósfera	Contaminación Atmosférica	neg. (-)	8	2	4	2	2	2	4	4	2	2	50	
	Agua	Contaminación del agua	neg. (-)	12	4	4	2	2	4	4	4	4	4	72	
	Suelo	Contaminación del suelo	neg. (-)	12	4	4	2	2	4	4	4	4	4	72	
Biótico	Flora	Afectación a la flora	neg. (-)	12	4	4	2	2	4	4	4	4	4	72	
	Fauna	Afectación a las especies	neg. (-)	12	4	4	2	2	4	4	4	4	4	72	
Socio económico	Ecosistema y paisaje	Deterioro del paisaje	neg. (-)	4	2	4	1	2	2	4	4	1	1	35	
	Sociales y económicos	Ruido	neg. (-)	2	2	4	2	1	2	1	1	2	1	24	

Una influencia apreciable, por su producción y contaminación la tiene la planta de sueros por el gran volumen de agua residual que se maneja y por su constante grado de producción, ya que es priorizada para el país.

Los impactos más significativos provienen de la planta de Vendas Ensayadas y Equipos Médicos, la cual es la que mayor contaminación genera y la más impactante por el grado de desprendimiento de desechos contaminantes al medio ambiente y a sus trabajadores, provenientes de su producción (polvos), generando efectos nocivos directamente a la salud. Sus aguas residuales no reciben tratamiento y tienen como destino de su vertimiento una cisterna donde sedimentan los residuos sólidos. Al líquido sobrenadante no se la han medido los niveles de turbidez, generando gran contaminación a las aguas y especies que habitan en el cuerpo receptor natural de la entidad y áreas aledañas. Por ello el mayor impacto está directamente relacionado con dicha planta productiva.

Como impacto moderado se consideró el deterioro del paisaje en cuanto al medio socioeconómico y como impacto irrelevante o compatible con el medio ambiente, el ruido. Aunque este es notable en la línea de producción de vendas enyesadas, de manera general no es significativo su impacto cuando se analiza la planta globalmente.

En general, el componente agua es el más afectado, lo cual se apreció tanto en las matrices individuales de cada planta como en la matriz global del laboratorio.

Conclusiones

1. La aplicación de la metodología de Conesa a cuatro líneas productivas del laboratorio farmacéutico objeto de esta investigación arrojó que la planta de vendas enyesadas fue la más impactante, con un total de cuatro impactos críticos y tres severos. El resto de las producciones que se llevan a cabo en el laboratorio resultaron ser más amigables con el medio ambiente.
2. La matriz de Conesa integrando las cuatro líneas productivas arrojó que los componentes bióticos y abióticos son los más afectados.
3. En todos los casos el componente más impactado fue el agua.

Referencias bibliográficas

1. QUIJANO-PRIETO, D. M. Impacto ambiental de los medicamentos. Una aproximación desde el pensamiento ambiental. Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Magister en Medio Ambiente y Desarrollo. 2016. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales-IDEA.
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57915/Tesis%20de%20Maestri%cc%81a%20en%20Medio%20Ambiente%20y%20Desarrollo.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
2. VILORIA-VILLEGAS., M.I., et al. Metodología para evaluación de impacto ambiental de proyectos de infraestructura en Colombia. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*. 2018, **28** (2), p. 121-156. DOI: <https://doi.org/10.18359/rcin.2941>
3. HERNÁNDEZ, Y, D., LÓPEZ, D.D., MOYA, F.O. Monitoreo ambiental como herramienta para el seguimiento continuo previsto en la evaluación de impacto ambiental. *Revista ESPACIOS*. 2019, **40** (3), p. 17. ISSN 0798 1015.
4. HERRERA-QUISPE. C. A., QUISPE-DE LA CRUZ, R. M., ENRÍQUEZ-NATERO, N. A., HINOJOSA-YZARRA, L. A. Evaluación de Impacto Ambiental Mediante Vehículo Aéreo no Tripulado en Obras Civiles. *Scientific Research*

Journal. Centro de Investigación y Desarrollo Intelectual CIDI. 2021, **1** (2), p. 186-195. E-ISSN: 2789-2727. <https://doi.org/10.53942/srjcidi.v1i2.66>

5. MONTOYA-CARRASCO, C. A. Evaluación del Impacto Ambiental por los residuos sólidos del Botadero de Basura de la Parroquia Matriz del Cantón San Miguel, Provincia Bolívar. Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo. 2022. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad Ciencias de la Salud y el Ser Humano. Escuela Gestión de Riesgos. Carrera Administración para Desastres y Gestión del Riesgo. <https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f1ac382c-cef0-4064-bee1-a0668c41389f/content>

6. VELARDE-VICA, G. Evaluación de Impactos Ambientales producidos por el Botadero Municipal del Distrito de Cabanillas y Plan de Mitigación. Tesis presentada para optar por el Título profesional de Ingeniero sanitario Ambiental. 2024. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras. Escuela profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Juliaca. Perú. <https://repositorio.uancv.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ee8fc5de-6d59-4bc7-aea9-1d2731b7c841/content>

7. VELIZ-SEVILLANO, J. C. Diseño del Sistema de Tratamiento de agua producidas en el Lavado de Corrales de Cerdos, en La Granja de Producción Porcina a pequeña escala para el Rancho San Fernando. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial. 2023. Universidad Tecnológica Indoamérica. Facultad de Ingeniería, Industrial y Producción Carrera de Ingeniería Industrial. Quito. Ecuador. <https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/5548/1/SEVILLANO%20VELIZ%20JUAN%20CARLOS.pdf>

8. QUESADA-SOTOLONGO, M., GONZÁLEZ-PÉREZ, M. (2023). Evaluación del impacto socio económico y en el medio natural de una zona especial de desarrollo. *Revista Universidad y Sociedad*. 2023, **15**(1), p. 43-51.

9. VALE-CAPDEVILA, R. M., PÉREZ-SILVA, R.M., RAMÍREZ-GOTARIO, M. Valoración del impacto ambiental en una productora de aceites y grasas lubricantes. *Revista Cubana de Química*. 2016, **28** (2), p. 736-750. e-ISSN: 2224-5421. <http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v28n2/ind14216.pdf>

10. MEDINA-FRANCO, V., RUIZ-AFANADOR, T., CAMACHO-ROMERO, O., MEDINA-BOLAÑO, H. H. Implementación del sistema de gestión de ambiental ISO/IEC14001 en empresa del sector farmacéutico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 2022, **6** (3), p. 1937-1949. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2343
11. PEROJO-BELLIDO De LUNA, A. M. et al. Caracterización de las aguas residuales generadas en la producción de conjugados monovalentes en el Instituto Finlay de Vacunas. *Vacci Monitor*. 2022, **31** (2), p. 60-67. <http://scielo.sld.cu/pdf/vac/v31n2/1025-0298-vac-31-02-60.pdf>
12. HERNÁNDEZ-RESH, J. A. et al. Metodología para el cálculo del impacto ambiental de la logística farmacéutica en Cuba. *Revista Centro Azúcar*. 2023, **50** (2): (e1015). ISSN: 2223-4861. <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v50n2/2223-4861-caz-50-02-e1015.pdf>
13. HAITHAM, M. et al. Empirical study on sustainable supply chain strategies and its impact on competitive priorities: The mediating role of supply chain collaboration. *Management Sciences Letters*. 2020, **10** (3), p. 703-708. DOI: 10.5267/j.msl.2019.9.008. <http://m.growingscience.com/beta/msl/3483-empirical-study-on-sustainable-supply-chain-strategies-and-its-impact-on-competitive-priorities-the-mediating-role-of-supply-chain-collaboration.html>
14. MARTÍNEZ, F., MOLINA, R., RODRÍGUEZ, I., PARIENTE, M. I., SEGURA, Y., MELERO, J. A. Technoeconomical assessment of coupling Fenton/biological processes for the treatment of a pharmaceutical wastewater. *J Environ Chem Eng*. 2018, **6** (1), p. 485–94. doi: <https://10.1016/j.jece.2017.12.008>
15. URBINA-JAIME, J., VERA-SOLANO, J. Los contaminantes emergentes de las aguas residuales de la industria farmacéutica y su tratamiento por medio de la ozonización. *Informador Técnico*. 2020, **84** (2), p. 249-63. doi: <https://10.23850/22565035.2305>
16. LEYVA-DOMÍNGUEZ, L. Evaluación de Impacto Ambiental por producción de nutriforte en el Laboratorio Farmacéutico Oriente de Santiago de Cuba. Trabajo de Diploma presentado en opción al Título de Ingeniero Químico. 2024. Facultad de Ingeniería Química y Agronomía. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

17. ARIZA-ANDRADE, O. A. Estudio de Impacto Ambiental para una Granja de Engorde en el municipio de Fusagasugá. Especialización: Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales. 2017. Universidad Militar Nueva Granada.

<https://repository.unimilitar.edu.co/server/api/core/bitstreams/76f363fb-fc31-434a-87d6-444a9cbfa5ca/content>

18. AGUIRRE-del CISNE, et al. Evaluación del Impacto Ambiental en la arquitectura patrimonial a través de la aplicación de la matriz de Leopold como un posible sistema de monitoreo interdisciplinar. *ASRI- Arte y Sociedad. Revista Investigación*. 2018, (14), p. 17-34. ISSN: 2174-7563. https://oa.upm.es/57027/1/INVE_MEM_2018_306090.pdf

19. CIPPONERI, M. Evaluación y Estudio de Impacto Ambiental (Versión 3). 2019, p. 1-65. ISSN 0798 1015.

20. GONZÁLEZ-MARAÑÓN, A., PALACIOS-MULGADO, I., ÁBALOS-RODRÍGUEZ, A. Impacto ambiental del vertido de residuales en la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón de Santiago de Cuba. *Rev. Cubana Quím.* 2020, **32** (1), p. 154-171. e-ISSN: 2224-5421. <http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v32n1/2224-5421-ind-32-01-154.pdf>

21. LÓPEZ-MAMANI, E. G. Impacto Ambiental por la Matriz Leopold y la Matriz Conesa en la cantera Querulpa para un plan de contingencia, Arequipa. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniera Ambiental. 2021. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Lima – Perú.

22. BUSTAMANTE-MORA, S. L. Evaluación comparativa de impacto ambiental aplicando la matriz de Conesa-Fernández, el método de Leopold y método de Batelle, en el proyecto de mejoramiento del servicio de transitabilidad de un sector del eje de integración vial norte, en los distritos de Yura y Cerro Colorado-Arequipa. Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero Ambiental. 2022. Universidad Católica de Santa María. Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Arequipa-Perú. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/20c6da64-2095-475f-bfa9-3ed920953ed7>

Conflicto de Interés

Los autores declaran que no hay conflictos de intereses

Contribución de los autores

Dunia Rodríguez Heredia: concibió la idea de la investigación, escribió el artículo, colaboró con la revisión del artículo y contribuyó en el diseño de las matrices y el análisis de los resultados.

Telvia Arias Lafargue: colaboró con la revisión del artículo y contribuyó en el diseño de las matrices y el análisis de los resultados.

Rosario Quintana Guzmán: colaboró con la revisión del artículo y contribuyó en el diseño de las matrices y el análisis de los resultados.

Juan Francisco Galán Paz: contribuyó con el diseño de las matrices y el análisis de los resultados.

Claudia Arias Rodríguez: colaboró con la escritura y revisión del artículo e hizo contribuciones en el análisis de resultados.