

## **Estudio de caso de la evaluación de impacto ambiental en una empresa del sector agrícola**

Guillermo Alexis Vergel Rangel<sup>1</sup>

María Elena Tavera Cortés

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) corresponde a una herramienta de gestión ambiental conformada por una serie de procedimientos encaminados a la identificación, predicción e interpretación de los impactos generados por la actividad humana sobre el medio ambiente en búsqueda del establecimiento de estrategias que permitan la mitigación de los efectos negativos (Dellavedova, 2011; Labandeira, León, & Vázquez, 2007). El concepto de Evaluación de Impacto Ambiental surge a partir de la década de 1960 como respuesta al creciente reconocimiento de la problemática ambiental en el plano internacional (Morgan, 2012). En el caso de México, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA) fue la primera iniciativa en incluir esta herramienta en 1988.

Según la LGEEPA (2016), dentro de las actividades sujetas a la ejecución de EIA se encuentran las pesqueras, acuícolas y agrícolas. El sector agrícola, objeto de estudio de la presente investigación, representa un caso de especial interés para la aplicación de EIA, pues a pesar de ser uno de los sectores de mayor emisión de GEI a la atmósfera (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2012), paradójicamente es uno de los que menos atención ha recibido, por lo que representa un importante foco de oportunidades para la mejora en materia ambiental. Por consiguiente, la presente investigación tiene como objetivo realizar un caso de estudio sobre la conceptualización y las metodologías de evaluación de impacto ambiental en una empresa del sector agrícola.

### **Metodología**

De acuerdo a Canter & Sadler (1997), las metodologías para la EIA más utilizadas son:

- Matrices causa-efecto
- Matriz de Leopold
- Listas de chequeo
- Batelle-Columbos
- Análisis de Ciclo de Vida.

En México no existe un método oficial para la EIA, por consiguiente, es responsabilidad del evaluador elegir la metodología acorde con las características del proyecto. Por tal motivo, después de estudiar a fondo el mecanismo de cada metodología de EIA, se decidió escoger el Análisis de Ciclo de Vida dado que su procedimiento va de la mano con el objetivo de la investigación y con el tipo de actividad a estudiar.

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta metodológica destinada a la medición del impacto ambiental mediante la cuantificación de los flujos de materia y energía vinculados a un producto, proceso o sistema durante todas las etapas de su ciclo de vida, iniciando desde la obtención de la materia prima, su procesamiento, hasta su disposición final como residuo (Labandeira et al., 2007).

---

<sup>1</sup> Guillermo Alexis Vergel Rangel, Instituto Politécnico Nacional, gestión ambiental, ingvergel@outlook.com

La normatividad mundialmente aceptada para el Análisis de Ciclo de Vida es la publicada por la Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization, ISO):

- Norma ISO 14040:2006. Evaluación del ciclo de vida, principios y marco
- Norma ISO 14044:2006 Evaluación del ciclo de vida. Requisitos y directrices
- Norma ISO/TR 14047:2003. Evaluación del impacto del ciclo de vida. Ejemplos de la aplicación de la norma ISO 14042.

Dichas normas plantean que los elementos que se tienen en cuenta dentro del ACV se conocen como inputs/outputs, es decir entradas/salidas, respectivamente. Cuando se habla de inputs/entradas se hace referencia al uso de recursos y materias primas, partes y productos, transporte, electricidad, energía etc., que se tienen en cuenta en cada proceso/fase del sistema. Mientras que los outputs/salidas corresponden a las emisiones al aire, al agua y al suelo, así como los residuos y los subproductos que resultan de cada proceso/fase del sistema (ISO, 2016).

La empresa caso de estudio es una unidad económica 100% mexicana dedicada a la producción, procesado y distribución de nopal fresco, ubicada en el pueblo de San Gregorio Atlapulco de la delegación Xochimilco en la Ciudad de México. Luego de realizar la revisión bibliográfica acerca del ACV y de conocer a fondo la operación y los productos de la empresa, se seleccionó el nopal cocido en salmuera en su presentación de 1.2 kg, como el producto objetivo para el presente análisis dado que cuenta con las características necesarias para hacer una evaluación significativa en cuanto a la gestión ambiental de la empresa.

## **Resultados**

Aplicando la metodología de ACV, a continuación se presentan las cuatro fases que conformaron el estudio.

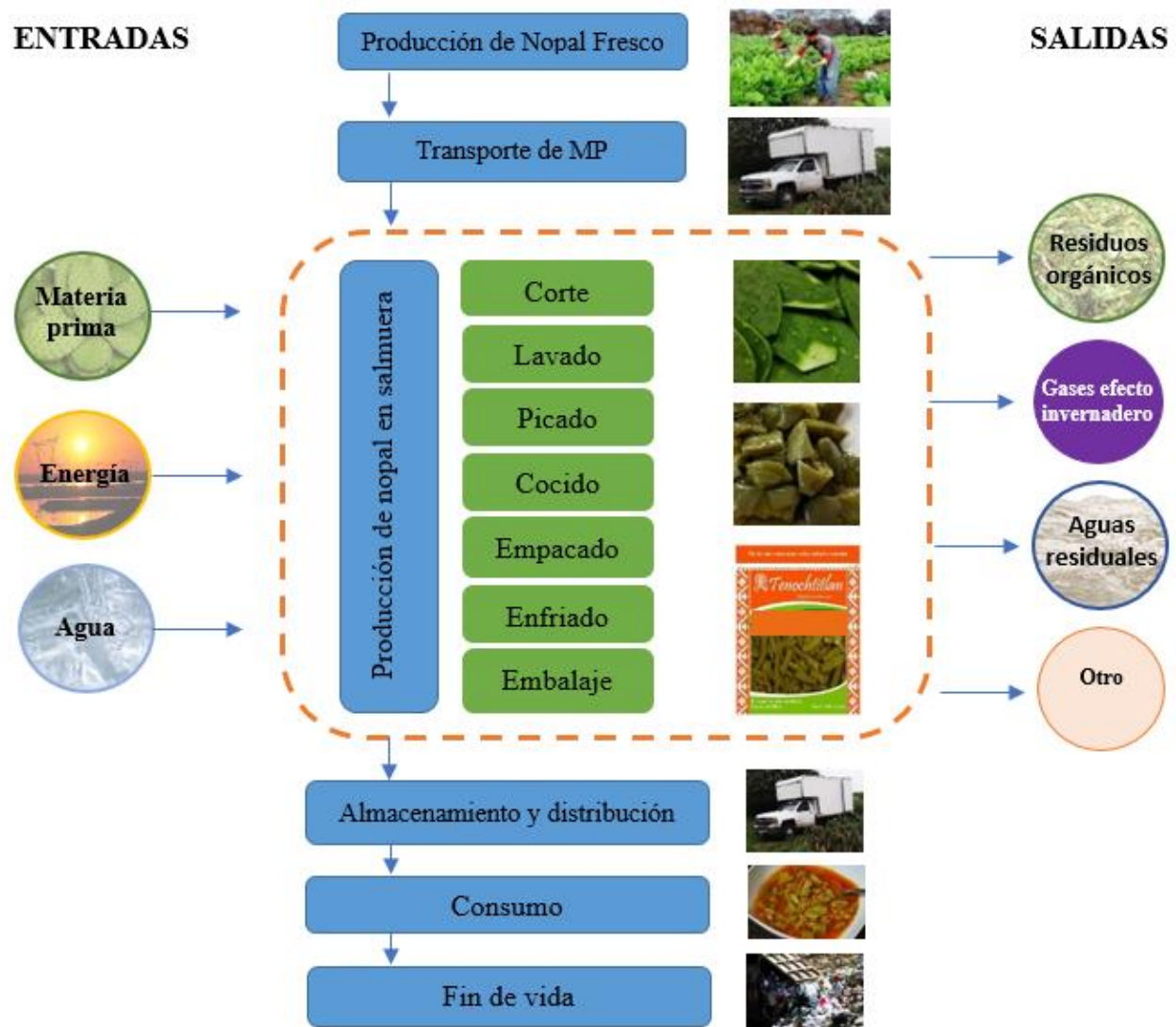
### **1. Definición del objetivo y el alcance**

El objetivo del presente estudio consistió en identificar el impacto ambiental asociado al proceso de producción de nopal en salmuera en la empresa caso de estudio, cuyo ciclo de vida consta de 6 etapas: producción de nopal fresco, transporte a la planta, procesado, almacenamiento, distribución, consumo y fin de vida. La empresa compra parte de su materia prima a terceros, es decir, el nopal fresco que se procesa proviene de diferentes zonas de cultivo, en vista de esto, el proceso de producción del nopal fresco así como su transporte a la planta no se consideraron como parte del ACV, por lo que los límites del sistema siguieron un enfoque “de la puerta a la puerta” (gate to gate) considerando únicamente al proceso de transformación del nopal fresco en nopal en salmuera, siendo la unidad funcional su presentación de 1.2 Kg.

Ahora bien, para la producción de nopal en salmuera de 1.2 Kg, la empresa caso de estudio procesa diariamente 1 tonelada de nopal fresco para producir 800 unidades de nopal en salmuera de 1.2 kg en un turno de 8 horas. La transformación del nopal fresco en nopal en salmuera consta, de manera ordenada, de los procesos de cortado y desespinado, lavado, picado, cocido, empacado y sellado, enfriado, etiquetado y encajado.

La Figura 1. presentada a continuación, representa el ciclo de vida del producto nopal en salmuera desde el cultivo de materia prima hasta su disposición final. La línea punteada color naranja corresponde a la delimitación del sistema analizado, es decir el procesamiento del nopal.

Figura 1. Límites del sistema para el ACV



Fuente: elaboración propia con información de la empresa caso de estudio

## 2. Inventario del Ciclo de Vida

Esta fase estuvo comprendida por la definición de las entradas de materia prima, energía y agua al sistema, así como sus salidas en residuos orgánicos, emisiones a la atmósfera, aguas residuales y otros. En la Tabla 1 se puede apreciar las entradas de nopal fresco, energía eléctrica, gas, agua, aditivos y materiales de empaque y las salidas de residuos orgánicos y aguas residuales correspondientes a cada proceso productivo, además de su rendimiento por unidad funcional (1.2 Kg), indicador clave dentro del ACV. En cuanto a las salidas correspondientes a gases efecto invernadero, estas fueron calculadas haciendo uso del software SimaPro.

Tabla 1. Inventario ACV Nopal en Salmuera.

	Entrada	Cantidad	Un.	Rendimiento x unidad	Salida	Parámetro de salida	Cantidad	Un.	Rendimiento x unidad
Corte	Nopal fresco (NF)	1000	Kg	1.25	Nopal cortado	75% NF	750	Kg	0.94
					Residuos orgánicos	25% NF	250	Kg	0.31
Lavado	Nopal cortado (NC)	750	Kg	0.9375	Nopal lavado	95% NC	712.5	Kg	0.89
	Agua	800	L		Residuos orgánicos	5% NC	37.5	Kg	0.05
					Agua residual	90% Agua	720	Lt	0.90
Picado	Nopal lavado (NL)	712.5	Kg	0.890625	Nopal picado	100% NL	712.5	Kg	0.89
	Energía	4.4	Kw	0.0055					
Cocido	Nopal lavado	712.5	Kg	0.890625	Nopal cocido	80% NL	570	Kg	0.71
	Agua	700	L	0.875	Agua residual	-	181	L	0.23
	Aditivos	50	Kg	0.0625	Salmuera	-	400	Kg	0.50
	Gas (caldera)	29	Kg/cm <sup>2</sup>	0.03625					
Empacado	Nopal cocido	570	Kg	0.7125	Nopal empacado	98%	800	unidad	1.00
	Salmuera	400	Kg	0.5					
	Bolsa plástica	800	unidad	1					
Enfriado	Nopal empacado	800	unidad	1	Nopal estabilizado	100%	800	unidad	1.00
	Agua	1000	unidad	1.25	Agua residual	100%	1000	unidad	1.25
Embalaje	Nopal estabilizado	800	unidad	1	Producto terminado	100%	800	unidad	1.00
	Etiqueta	800	unidad	1	PT en cajas	100%	50	unidad	0.06
	Caja	50	unidad	0.0625					

Fuente: Elaboración propia con base a información de la empresa

Tabla 2. Inventario ACV Nopal en Salmuera

<b>ENTRADAS</b>			
Materia Prima	Cantidad	Unidades	Rendimiento por unidad
Nopal fresco	1000	Kg	1.25
Aditivos	60	Kg	0.075
<b>Materiales</b>			
Bolsa plástica	800	Unidad	1
Etiqueta	800	Unidad	1
Caja	50	Unidad	0.0625
<b>Consumo de energía</b>			
Luz	4.4	Kw	0.0055
Gas	29	Kg/cm2	0.03625
<b>Consumo de agua</b>			
Agua	2500	Lt	3.125
<b>SALIDAS</b>			
Residuos orgánicos	287.5	Kg	0.359375
Aguas residuales	1901	Lt	2.37625

Fuente: Elaboración propia con base a información de la empresa

### 3. Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida

En esta fase se evaluó el impacto medioambiental de cada uno de los procesos analizados del sistema mediante la alimentación de los datos de inventario recopilados. Revisando la literatura, se encontró que el software SimaPro es uno de los programas más utilizados para el ACV, especialmente en estudios concernientes al sector agrícola, fundamento que se tomó en cuenta para estimar el impacto ambiental en la empresa caso de estudio. El software SimaPro permitió determinar el perfil ecológico del producto nopal en salmuera, identificando los materiales y los procesos que presentan un peor comportamiento ambiental mediante el uso de diferentes bases de datos. Se pudo apreciar que el proceso de cocido es el que mayor impacto le ocasiona al medio ambiente debido a su consumo de energía y vertido de agua residual.

### Conclusión

El análisis permitió determinar que la evaluación de impacto ambiental representa una herramienta útil para el análisis de las actividades económico-productivas con incidencia directa en el medio ambiente con el objetivo de obtener información clave para el establecimiento de estrategias compatibles con la conservación ambiental y la preservación de los recursos naturales. Analizando la empresa caso de estudio se pudo observar que su proceso productivo impacta al medio ambiente, resaltando la actividad de “cocido”, en donde se encontraron importantes oportunidades de mejora en materia de gestión ambiental eficiente, especialmente en el consumo de energía y en el manejo sustentable de los residuos lo que representa un punto relevante de estimación impacto negativo al medio ambiente. En el siguiente apartado se realizará la interpretación de los datos.

## Referencias

- Canter, L., & Sadler, B. (1997). *A tool kit for effective environmental impact assessment practice review of methods and perspectives on their application. A supplementary report of international study of the effectiveness of environmental assessment. International Association for Impact Assessment (IAIA)*. Retrieved from [http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:48150/componente48148.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48150/componente48148.pdf)
- Dellavedova, M. G. (2011). *Guia Metodologica Para La Elaboracion De Una Evaluacion De Impacto Ambiental*.
- Diario Oficial de la Federación. Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (2016).
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2012). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero*.
- ISO. (2016). ISO 14040:2006. Retrieved December 5, 2017, from <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:es>
- Labandeira, X., León, C., & Vázquez, M. X. (2007). *Economía Ambiental*. Pearson Educación.
- Morgan, R. K. (2012). Environmental impact assessment: The state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 30(1), 5–14.