

ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE LA CARNE DE RES DEL MATADERO CHICHÍ PADRÓN

ANALYSIS OF THE BEEF LIFE CYCLE OF CHICHÍ PADRÓN SLAUGHTERHOUSE

Yulexis Meneses Linares^{1}, Elena Rosa Domínguez² y Belkis Guerra Valdés²*

¹ Oficina Nacional de Inspección Estatal, Villa Clara.

Circunvalación y Carretera a Camajuaní. Reparto Santa Catalina. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

² Centro de Estudio de Química Aplicada (CEQA). Facultad de Química y Farmacia. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Carretera a Camajuaní km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

Recibido: Marzo 1^o, 2016; Revisado: Marzo 24, 2016; Aceptado: Mayo 23, 2016

RESUMEN

En el presente trabajo se combinan las metodologías Análisis de Ciclo de Vida y Análisis de Peligro y Puntos de Control Críticos, incorporando la categoría de impacto inocuidad alimentaria, auxiliándose del software Sima Pro 7.3 con el método ReCipe, se toma como caso de estudio la obtención de la carne de res deshuesada en el matadero Chichí Padrón de la ciudad de Santa Clara, resultando como puntos críticos relacionados con la inocuidad el ganado vacuno, descuere y almacenamiento y la categoría de eutrofización de las aguas como la más impactada por lo que se establecen técnicas de minimización de los residuos líquidos y un sistema de tratamiento de estos efluentes, esta última es analizada económicamente demostrando su factibilidad.

Palabras clave: ACV (Análisis de Ciclo de Vida), HACCP (Análisis de Peligro y Puntos de Control Críticos), inocuidad alimentaria

ABSTRACT

This work combines the methodologies Analysis of the Life Cycle and Analysis of Hazards and Critical Control Points. In addition, we incorporate the category of impact innocuousness food assisted by the software Sima Pro 7.3 with the ReCipe method. We take as case of study the obtaining of beef bones in the slaughterhouse Chichí Padrón of Santa Clara city. As a result, there are critical points related with the innocuousness

Copyright © 2016. Este es un artículo de acceso abierto, lo que permite su uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.

* Autor para la correspondencia: Yulexis Meneses, Email: onipvc@alinet.cu

bovine livestock, the remove of leather and storage and the category of eutrophication of the waters as the most affected, which is why some minimization techniques of liquid residuals and a system of treatment of these effluents are settled down, this last one is economically analyzed demonstrating its feasibility.

Key words: LCA (Life cycle Assessment), HACCP (Hazards analysis critical control Points), safety food.

1. INTRODUCCIÓN

La industria cárnica en su etapa inicial (sacrificio), genera residuos que además del problema ambiental, son fuente de preocupación sanitaria, tiene un alto potencial para la generación de aguas residuales donde pueden encontrarse niveles considerables de DBO y DQO (Fernández y col., 2003). Por otra parte, en el contexto de la economía nacional, la industria cárnica juega un papel de gran importancia por su función abastecedora para suplir los requerimientos nutricionales de la población mediante el aporte de proteínas esenciales. Este producto, en su proceso de obtención, ya sea por contaminación microbiológica o química, o por su alteración física, se convierte en un alimento con alta probabilidad de generar enfermedad en el consumidor o de presentar deterioro de sus características nutricionales. En este panorama la necesidad del aseguramiento de la inocuidad de la carne se ha convertido en algo prioritario y en una exigencia cada vez mayor por parte de los consumidores.

En general varios autores han realizado investigaciones sobre análisis de riesgo haciendo uso del ACV (Yamina et al., 2014), considerando el consumo de materiales y las emisiones de CO₂, el efecto invernadero y estimar su influencia en el cambio climático, la eutrofización, la alteración del suelo, el deterioro de la diversidad genética de especies, Lovelin (2013), los daños por utilización de productos químicos como consecuencia de la respiración de sustancias orgánicas e inorgánicas y sus efectos carcinogénicos (Ulrike y Jan-Paul, 2015). Además de desarrollar herramientas y métodos para conducir una evaluación ambiental, teniendo en cuenta una o múltiples categorías de impacto, eco indicadores, etc (Fellah et al., 2012), sin embargo, no se ha evaluado en conjunto los riesgos que cada alimento ocasiona a la salud humana por ingestión del propio alimento. Por su parte el HACCP, se relaciona específicamente con la producción de alimentos inocuos, no tienen en cuenta el análisis de impactos ambientales según su procesamiento y la tecnología disponible. Ambas razones, las ambientales e inocuidad alimentaria hace que sea importante la evaluación de los impactos ambientales con una combinación de metodologías que tiene como objetivo incorporar la categoría de impacto, inocuidad alimentaria, a la categoría de daño a la salud humana en una investigación que evalúa el perfil ambiental, considerando la aplicación HACCP dentro del ACV, sobre la base de las normas NC-ISO 14040:2009, NC-ISO 14044:2009 y NC 136:2007, relacionadas respectivamente, se presenta como caso de estudio el análisis de ciclo de vida de la carne de res deshuesada en el Matadero “Chichí Padrón” perteneciente a la Empresa Cárnica Villa Clara de la ciudad de Santa Clara, Cuba.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Aplicación de la metodología

2.1.1 Definición de objetivo y alcance

En esta etapa del proceso, se inicia el ACV definiendo los objetivos globales del estudio y se establece su finalidad, el producto implicado, el alcance del estudio (límites del sistema) dentro de la cadena alimentaria y unidad funcional, con el objetivo de identificar, cuantificar los impactos ambientales, así como los peligros asociados a la inocuidad y los puntos de control Críticos, que tienen lugar en la etapa industrial en la producción de carne de res.

2.2.2. Descripción del sistema productivo en estudio

El proceso se realiza tal como se presenta en la figura No. 1

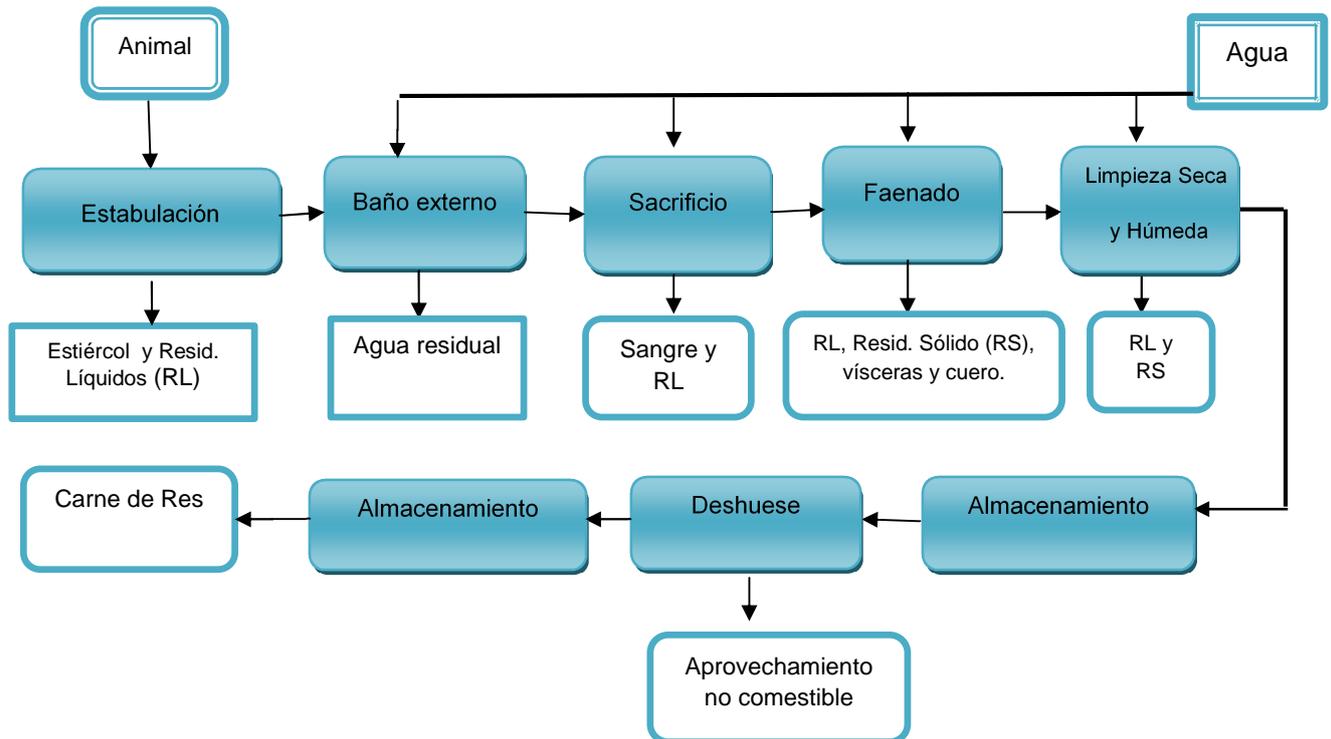


Figura 1. Flujo tecnológico para la obtención de la carne de res

El ganado llega al establecimiento se pesa y es estabulado en naves de sombra y se realiza el baño externo, con agua fría para eliminar la suciedad de la piel. El sacrificio, va desde el aturdimiento provocado por descarga eléctrica seguido del izado que evita el contacto directo con el suelo, hasta el corte de la arteria para el desangrado. En el faenado, se realiza el corte de cabeza y patas, el descuere y la evisceración. La limpieza seca seguida de la húmeda, la primera se realiza extrayendo cebo y se eliminan suciedades y la segunda se realiza con agua a presión en el interior de las bandas para ser oreadas antes de pasar al almacenamiento, por un tiempo de 24 h a temperatura de 0-4 °C. Finalmente esta el deshuese para separar el aprovechamiento no comestible, de la carne limpia y ser almacenada, siendo este la culminación del proceso.

2.2.3 Unidad funcional

Para este estudio se consideró 1t como unidad funcional de carne de res deshuesada.

2.2.4 Límites del sistema

Una vez definido el producto alimentario para el cual se realiza el inventario y proceso productivo, se definen límites dentro de la cadena alimentaria, unidad funcional a la que está referido el inventario y se especificará además si se excluye algún proceso unitario. Como se muestra en la figura 2 los límites del sistema excluyen lo relativo a la crianza y transportación del ganado.

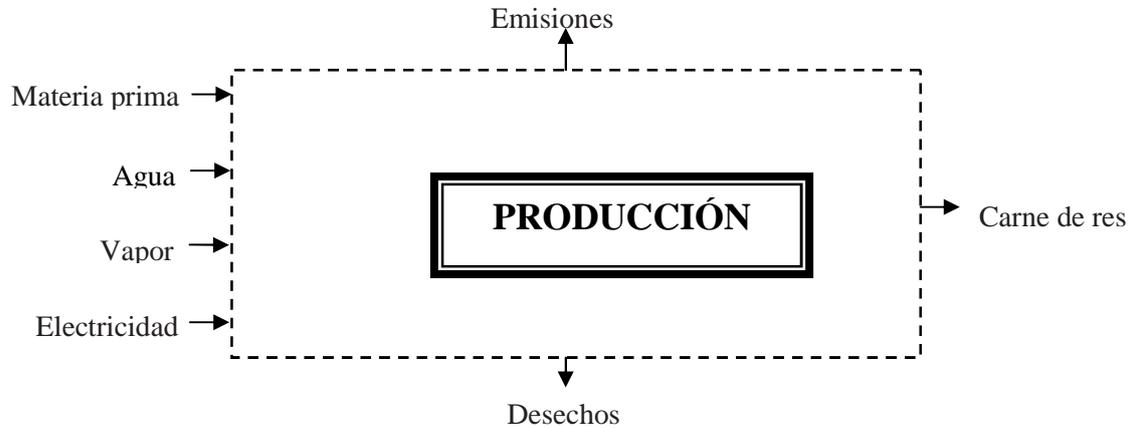


Figura 2. Diagrama límites del sistema

2.2.4 Descripción e intención de uso del producto.

Se hace una descripción del producto alimenticio e intención de uso del mismo, haciéndose referencia al nombre del alimento, tipo, ingredientes y/ o composición, características físico químicas, método de preservación, envase primario, envase secundario, condiciones de almacenamiento, método de distribución, vida en estante, consumidores sensibles y preparación final de consumo.

2.2.5 Análisis de inventario e identificación de peligros asociados a la inocuidad alimentaria

Inventario del ciclo de vida: El objetivo es desarrollar la etapa II de ACV. Análisis del Inventario del ciclo de vida incluyendo la identificación de peligros asociados a la inocuidad. Una vez identificados, se define el impacto ambiental o riesgo potencial, que reflejará la cantidad necesaria de materia prima para elaborar el producto en estudio, consumo de agua, energía y o combustible, así como las salidas de cada proceso; emisiones al aire, vertidos al suelo y agua, y cantidad de desechos generados o subproductos. En la figura 3 se presentan las etapas que deben secuenciar el ACV considerando el análisis de la categoría inocuidad alimentaria, introducida por las autoras, donde se combina metodológicamente con el HACCP.

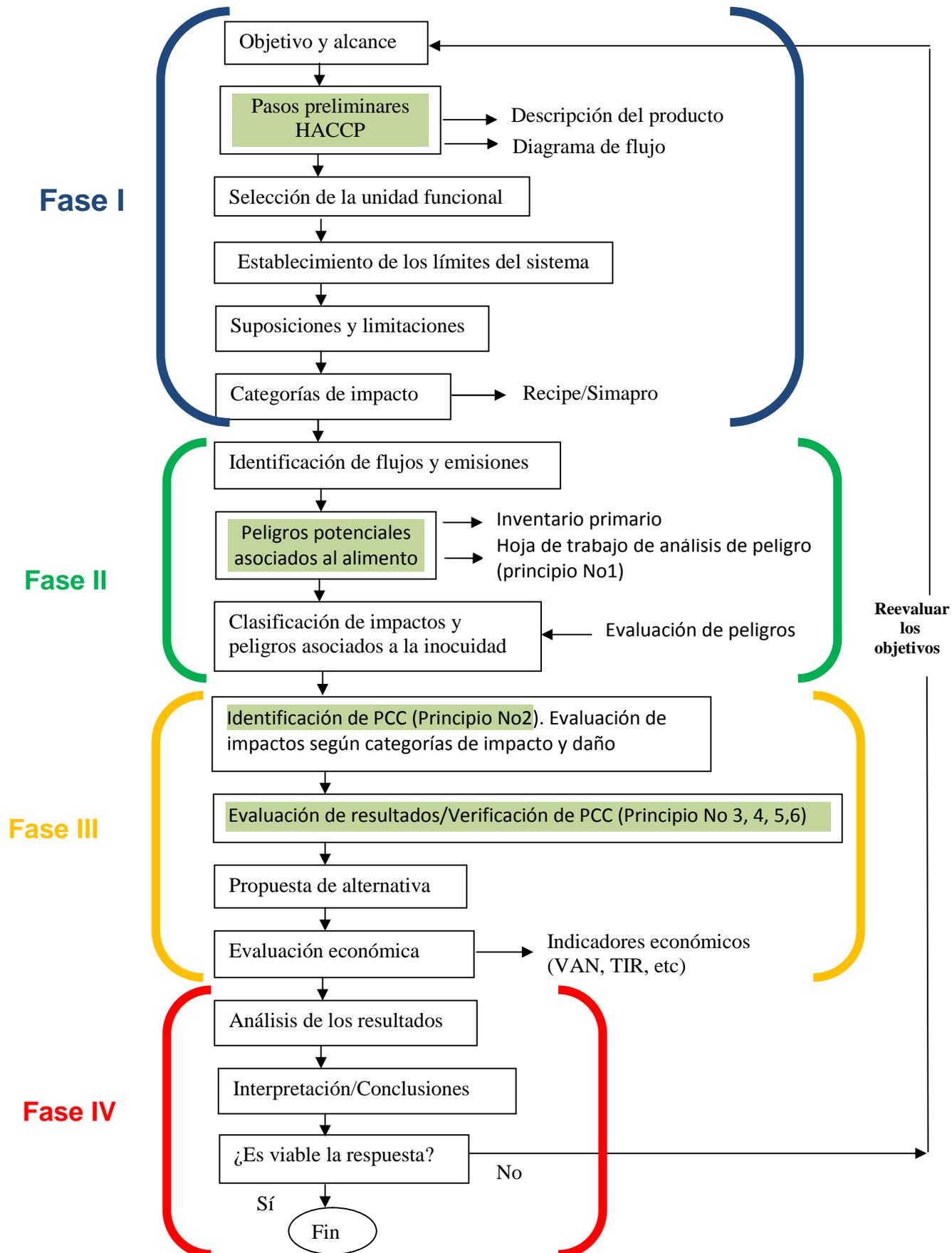


Figura 3. Pasos a seguir para la aplicación de la combinación HACCP y el ACV

Fuente: Elaboración propia

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Inventario de Ciclo de Vida

Los datos empleados en la investigación son datos históricos del proceso con la ejecución de procedimientos de cálculo a partir de datos recolectados, cuantificando así entradas y salidas del producto en estudio. El consumo de energía eléctrica es de 190,15 kWh y el combustible a utilizar 11L de fuel-oíl para obtener 1t de carne de res.

3.1.2 Manejo y emisiones al agua

En la entidad existen varios depósitos de agua, cisterna con una capacidad de 600m³, ocho tanques elevados, capacidad total de 75 000 L. El consumo de agua en el área de sacrificio, calderas y servicios (cocina, baño, comedor) es 1034, 756 y 33,45 m³/mes, respectivamente, usándose 7,89 m³, para 1 t de carne. Las aguas residuales pasan a través de sistemas de rejillas, para la retención de sólidos, incorporándose al alcantarillado y como vertimiento final a Río Grande.

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico del efluente de la fábrica

<i>pH</i>	<i>Sólidos Totales mg/L</i>	<i>Conductividad μS/cm</i>	<i>DQO mg/L</i>	<i>DBO₅ mg/L</i>	<i>Grasa mg/L</i>	<i>Nitrógeno mg/L</i>	<i>Fósforo Total mg/L</i>
7,6	1250	2300	997	357	54	45	19

3.1.3 Emisiones al aire

Los gases de combustión provocados por la generación de vapor en la caldera fueron inventariados, mostrándose en la tabla 2, los cuales cumplen con la legislación vigente NC-TS 803:2010.

Tabla 2. Emisión de contaminantes

<i>Contaminantes</i>	<i>SO₂</i>	<i>NOx</i>	<i>PM₁₀</i>	<i>PM</i>
Concentración inventariada(mg/Nm ³)	1723,18	185,50	86,74	2,5

3.1.4 Emisiones al suelo

Los desechos sólidos de basura común son recogidos a diario y los del área productiva como son: sangre, panza, bonete, librillo y cuajar, además los residuos sólidos de las cabezas, así como los huesos blancos de la etapa de deshuese se recolectan para alimentación animal y los cueros son vendidos a la tenería, ver tabla 3.

Tabla 3. Resumen de las cantidades de desechos sólidos generados en la instalación

<i>Tipo de residual</i>	<i>Papel de oficinas</i>	<i>Basura común áreas verdes</i>	<i>Aprovechamiento no comestible</i>	<i>Sangre alimento animal</i>	<i>Cueros</i>
Cantidad t/mes	0,005	0,2	126,8	8,6	31,7

A partir de los resultados del inventario, se realiza la evaluación de impactos ambientales, considerándose como productos evitados el aprovechamiento no comestible y la sangre además de ser evaluada la metodología HACCP, se considerara el estudio combinando con el ACV.

3.2 Evaluación del impacto de Ciclo de Vida

En la tabla No.4 se muestra una caracterización del perfil ambiental de la obtención de carne de res deshuesa. Como se puede observar a partir de las entradas y salidas, la más impactante es el ganado vacuno sobre todas las categorías, así como la Eutrofización de las aguas, debido a la alta generación de residual líquido contaminado.

Tabla 4. Caracterización de la carne de res deshuesada

<i>Categorías de Impactos</i>	<i>Carne deshuesada</i>	<i>Ganado</i>	<i>Combustible fósiles</i>	<i>Electricidad</i>
Cambio Climático	9,7E-06	99,8557	0,0089	0,1354
Agotamiento de ozono	0	98,5828	1,025	0,3922
Toxicidad humana	0	95,2219	0,8217	3,9564
Formación de Oxidantes Fotoquímicos	0,1443	99,3564	0,1476	0,3517
Formación de PM	0,1439	99,7794	0,0122	0,0646
Radiación ionizante	0	97,9076	0,8468	1,2456
Acidificación Terrestre	0,0795	99,8926	0,0054	0,0225
Eutrofización de las aguas	0,0074	99,8548	0,0037	0,134
Eutrofización marina	0,0003	99,9985	0,0004	0,0008
Ecotoxicidad terrestre	0,0023	1,6964	0,0084	0,0726
Ecotoxicidad del agua fresca	0,018	2,1791	0,025	0,128
Ecotoxicidad Marina	0,0129	26,2824	0,2444	1,3867
Ocupación de terreno agrícola	0	100	0	2,75E-05
Ocupación de terreno urbano	0	0	0	0,439
Transformación de terreno natural	0	0	0	0,0162
Agotamiento de agua	0	98,6517	0,5868	0,7615
Agotamiento de recursos minerales	0	89,177	0,6759	0,9273
Agotamiento de recursos fósiles	0	98,5399	0,38	1,0801

Los parámetros analizados en el efluente líquido no cumplen con la NC: 27:2012 dada por las altas concentraciones de sangre y sólidos. Se debe observar que los valores de los nutrientes que aunque no se reporten en la NC LMPP para alcantarillados, sobrepasan los límites para cualquier cuerpo receptor.

3.2.1 Evaluación de la metodología de Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos

El producto en estudio carne de res deshuesada, se distribuye en camiones refrigerados almacenada a temperaturas entre 2 – 4 °C. Los Puntos Críticos de Control según el árbol de decisiones propuesto por el Codex Alimentarius, fueron: ganado vacuno, descuere y almacenamiento, correspondiéndose con las etapas en las que se controla la reducción de peligros químicos y biológicos que pueden causar daños a la salud humana a las que se le diseña el plan HACCP que aparece en la tabla 5.

Tabla 5. Principios HACCP para los puntos críticos de control

Punto Crítico de Control	Ganado vacuno	Descuere	Almacenamiento
Peligros Significativos	Químico: Presencia de residuo de medicamentos por encima de los LMP.	Biológicos – Contaminación de microorganismos Patógenos en la piel <i>E. coli O157:H7</i>	Biológicos. Contaminación Patógenos <i>E. coli O157:H7</i>
Límites críticos para cada medida preventiva	Lo establecido en la NC 443. No se admite ganado sin el certificado del Instituto de Medicina Veterinaria.	No se admite ganado sucio. No se admite la utilización de cuchillos destinados a otras actividades	Temperatura 4°C mínima
Qué	Certificado de conformidad	Limpieza de ganado.	Temperatura
Cómo	Visual	Visual	Termómetro
Frecuencia	Cada vez que se recibe ganado	A cada animal	Cada 4 horas
Quién	Médico veterinario	Operario	Operario
Acciones Correctivas	Separar el ganado hasta su aprobación de aptitud	Lavar el animal antes del descuere	Revisión del sistema de refrigeración
Registros	Los diseñados por fábrica	Los diseñados por fábrica	Los diseñados por fábrica
Verificación	Análisis microbiológico a la carne	Análisis microbiológico a la carne	Calibración del instrumento

La combinación de HACCP y ACV, constituye una novedad científica no tratada por otros autores en el análisis de riesgos a la salud humana. Sin embargo la literatura si se reportan estudios relacionados con la influencia de este proceso en la toxicidad humana por inhalación de las emisiones que provocan afectaciones respiratorias e irritación de los ojos, así como resultados en el perfil ambiental de mataderos y propuestas de mitigación de impactos similares para igual unidad funcional evaluados por el GaBi Education software (Álvarez-Chávez y col., 2011).

3.3 Propuestas para mitigar la contaminación ambiental

Realizada la evaluación de impactos ambientales en la producción de carne de res queda expuesto que la incidencia sobre la eutrofización de las aguas y el daño a la salud humana, son los aspectos sobre los cuales es necesario incidir planificando medidas para mitigar problemas ambientales asociados al proceso de producción, para ello se presentan alternativas al manejo del agua residual protegiendo así la fuente hídrica receptora.

3.3.1 Técnica de minimización de los residuos líquidos

El agua es indispensable en el matadero, como bebida para los animales, para el aseo y manejo de las deyecciones siendo necesario utilizarla adecuadamente. Las siguientes medidas ayudaran a tal fin:

- Implementación del programa de uso racional del agua mediante la instalación de contadores visibles en las diferentes secciones.
- Recolección o raspado en seco del estiércol en corrales, para disminuir su arrastre, cantidad de agua y frecuencia de lavado.

- Disposición de depósitos de almacenamiento de agua, provistos de un control automático de nivel y la utilización de mangueras con pistolas de cierre automático.

3.3.2 Propuesta del sistema de tratamiento del agua residual industrial

Los residuos líquidos industriales se generan cuando se realiza el lavado de las instalaciones y algunos subproductos; contienen sangre, estiércol, grasa y otros, por lo que se recomienda tratar los vertimientos con un sistema que reduzca la carga contaminante presente, mediante procesos que implica un tratamiento preliminar, uno primario y uno biológico, de la siguiente manera:

Tratamiento preliminar: Instalación de un tamiz para la retención de partículas más finas, para partículas gruesas el matadero cuenta con un sistema de rejillas.

Tratamiento secundario o biológico: Este supone emplear y acelerar los procesos naturales de eliminación de los residuos. Se puede definir como alternativas apropiadas la implementación de lagunas de oxidación, lodos activados, o reactor anaerobio sobre manto de lodos.

De forma general para la selección de una de las alternativas de tratamiento se contempla una evaluación desde varios puntos de vista relacionados con la funcionalidad y aplicabilidad de las soluciones. Teniendo en cuenta los aspectos anteriores se decide proponer como tratamientos un sistema de lagunas, para disminuir los nutrientes se propone una laguna con plantas acuáticas flotantes que además disminuye el contenido de algas en el efluente.

3.3.3 Análisis de la inversión propuesta

Las medidas propuestas forman parte de la organización y control del proceso, la de mayor envergadura y desembolso financiero es la del sistema de lagunas propuesto, derivado de ello se decide realizar un análisis de factibilidad a dicha inversión, teniendo en cuenta las externalidades de este proyecto se determinan el PRD, ver gráfico de la figura 4 demostrándose que la inversión es factible y puede ser recuperada en un tiempo menor de cinco años.

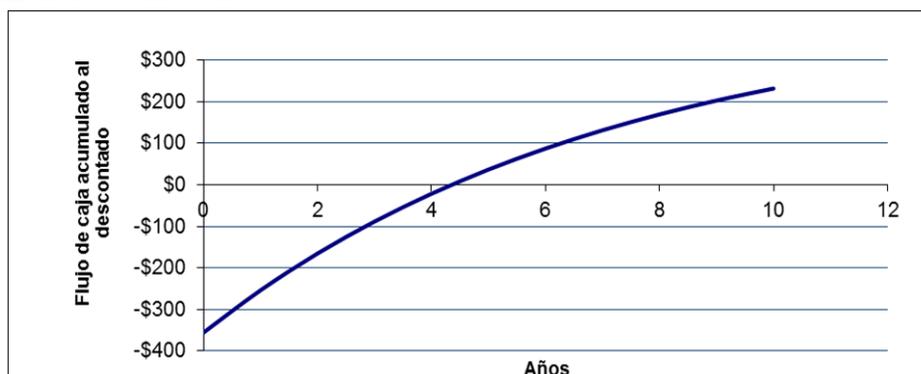


Figura 4. Cálculo del PRD

4. CONCLUSIONES

1. La aplicación del Análisis del Ciclo de Vida y el Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico, incorporando la categoría inocuidad alimentaria permite desarrollar un análisis integral en la producción de carne de res minimizando los

- riesgos a la salud humana, los recursos y el ecosistema con enfoque de ciclo de vida.
2. Los Puntos de Control Críticos identificados en el proceso de producción de carne de res fueron: el ganado vacuno, el descuere y el almacenamiento y la categoría de impacto sobre la cual esta producción hace su mayor contribución, es la eutrofización de las aguas por el vertimiento de los residuales líquidos sin tratar.
 3. Las medidas ambientales están dirigidas a mitigar los impactos ambientales y la salud humana y la propuesta de un tratamiento a los residuales líquidos resulta una inversión factible con una TIR del 27% y un tiempo de recuperación menor de 5 años.

REFERENCIAS

- Álvarez-Chávez, C.R., Flores-Soto A.A., Pérez-Ríos, R., Análisis de ciclo de vida de la carne bovino en Sonora: Etapa de sacrificio., 3rd International Workshop Advances in Cleaner Production “Cleaner production initiatives and challenges for a sustainable world” São Paulo, Brazil May 18 20th, 2011, pp. 127-131.
- Fernández, Jorge, A.S., Quiñónez, Jaime de J., Diseño del sistema HACCP para el proceso de producción de carne bovina para consumo., Revista Colombia Ciencias Pecuarias, Vol. 16, No 1, 2003, pp. 56-61.
- Lovelin, A.J., Life Cycle Assessment for Food Processing., International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, Vol. 3, No. 10, 2013, pp. 677-680.
- NC ISO 136:2007, Sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP) y directrices para su aplicación., pp. 1-18
- NC ISO 14040:2009, Environmental Management. Life Cycle Assessment. Principles and framework. National Office of Normalization., Havana City, Cuba, pp. 1-33.
- NC-ISO 14044:2009, Environmental Management. Life Cycle Assessment. Requirements and guidelines., pp. 8-32.
- NC 27: 2012, Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado., pp. 2-17.
- Fellah, S., Attarassi, A.B., Chafi, A.H., Use of Life Cycle Analysis and Eco -Design, to Improve the Environmental Performance of Processes in Food Industry., Journal of Environmental Engineering and Technology, Vol. 1, No. 4, November 2012, pp. 4-10.
- Ulrike, E., Jan-Paul, L., Biodiversity impact: Case study beef production., Proceedings of International Conference on Life Cycle Assessment as reference methodology for assessing supply chains and supporting global sustainability challenges, Italia, 2015, pp. 277-281.
- Yamina F., Bourmada, N., Mebarek, D., Food Risk Management and Sustainable Development., Journal of Service Science and Management, Vol.7, No.3 2014, pp. 182-188.