

Impacto Evaluación de Ambiental en el taller de obtención del bioactivo 2-(2 nitrovinil furano) producido a partir de derivados de la caña de azúcar.

María Isabel Díaz Molina, Zenaida Rodríguez Negrín, Iván L. Rodríguez Rico, Marlene Brito Martínez

Institución: Centro de Bioactivos Químicos.

Carretera a Camajuaní km 5½.UCLV. Santa Clara. VC.

Teléfonos: 281473, 281349

email: midiaz@uclv.edu.cu

María Isabel Díaz Molina

Categoría Científica: MSc.

Categoría Docente: Profesora Adjunta Auxiliar

RESUMEN

El presente trabajo se realiza en el taller de obtención del bioactivo 2-(2 nitrovinil furano), conocido como G-0, perteneciente al Centro de Bioactivos Químicos (CBQ). El G-0 se caracteriza por tener aplicaciones como: insecticida, antiparasitario, antibacteriano y antifúngico; además constituye la materia prima fundamental para la producción del Ingrediente Farmacéutico Activo 2-bromo-5-(2-bromo-2-nitrovinil)-furano, (G-1).

A partir de una revisión ambiental inicial en las operaciones del taller se identifican las acciones impactantes y los factores ambientales impactados. La relación causa- efecto entre las acciones impactantes y los factores impactados se representa en una Matriz de Identificación Cualitativa. Se realiza una valoración cualitativa por medio de la matriz de Importancia de Conesa, utilizando los atributos propuestos por este autor para la valoración de la importancia del impacto. Este análisis nos permite hacer la propuesta de indicadores para los aspectos ambientales relevantes.

Se realiza la propuesta de indicadores para los asuntos ambientales relevantes determinados en el estudio.

Palabras clave: Evaluación de Impacto Ambiental, Indicadores Ambientales, Gestión Ambiental.

ABSTRACT

This work is carried out in the workshop of production belonging to the Chemical Bioactive Center (CBQ). The G-0 or 2-(2 nitrovinyl furan) is well-known for its applications such as insecticide, antiparasitic, antibacterial, antifungal and also constitutes the main raw material for production of Active Pharmaceutical Ingredient 2-bromo-5-(2-bromo-2-nitrovinyl)-furan,(G-1).

From an initial environmental review on the operations of this workshop, we identified the impacting actions and impacted environmental factors. The cause-effect relationship between impacting actions and impacted factors is represented on a qualitative identification matrix. We performed a qualitative evaluation using the Conesa's importance matrix weighting it with the attributes proposed by this author to assess the importance of the impact.

Keywords: Environmental Impact Assessment, Environmental Indicators, environmental management.

1. INTRODUCCIÓN

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 constituirse en agentes de deterioro del medio ambiente, restando sustentabilidad al crecimiento económico. Como consecuencia de ello, la dimensión ambiental ha adquirido mayor importancia en el diseño de procesos, en la toma de decisiones de inversión y en la gestión productiva⁸.

Cada entorno y cada proyecto tienen sus factores medioambientales y sus acciones específicas, de manera que no se puede confeccionar una lista de acciones y factores de manera general². La primera relación de acciones-factores proporciona una percepción inicial de los efectos que resultan más sintomáticos debido a su importancia y forman el esqueleto de la primera matriz. Posteriormente² se configura la matriz para realizar la valoración cualitativa donde se analizan en primer lugar las principales acciones que pueden causar impactos y posteriormente los factores susceptibles de recibirlos.

La descripción del ambiente afectado es determinante para conocer los impactos significativos que resultan del desarrollo de una acción en particular. La información que se utiliza debe ser suficiente para calificar los cambios que ocurrirán como resultado de la acción humana; estar disponible en el nivel de detalle adecuado; y utilizar los métodos de análisis ajustados a cada realidad en particular⁴.

El trabajo se realiza en el taller de obtención de y la propuesta de indicadores para los asuntos ambientales relevantes determinados en el estudio.

Surge también la inquietud por desarrollar indicadores ambientales que son vistos hoy en día como herramientas necesarias para dirigir el curso de un futuro sustentable y que responden a marcos de referencia y a propósitos específicos⁴.

El trabajo se realiza en el taller de obtención del bioactivo 2-(2-nitrovinil furano) a partir de derivados de la caña de azúcar y tuvo como objetivo la evaluación de Impacto Ambiental en este taller y la propuesta de indicadores para los asuntos ambientales relevantes determinados en el estudio.

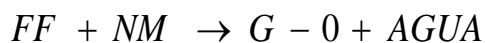
2. MATERIALES Y METODOLOGIA

2.1. Evaluación del Impacto Ambiental.

2.1.2 Descripción del proceso de obtención de G-0.

La reacción entre el furfural y el nitrometano, ocurre a través de un mecanismo complejo, obteniéndose como producto el G-0¹.

La reacción correspondiente a la formación de G-0 es:



El proceso de producción del 2-(2-nitrovinil)-furanos se desarrolla de forma discontinua, consta de tres etapas: Síntesis, Cristalización-Centrifugación y Purificación. En un reactor de 6 litros con condensador de reflujo y calentamiento en un baño de aceite se agrega el nitrometano, la isobutilamina y posteriormente el furfural. El baño de calentamiento es mantenido a 115°C y el proceso de reflujo se mantiene durante 3,5 h. Después de pasado ese tiempo pasa al equipo de cristalización, se deja reposar la mezcla reaccionante, se pesa y se pone a cristalizar en nevera a la temperatura de 15°C durante 18 horas⁷.

Transcurrido ese tiempo se somete la masa a un proceso de centrifugación obteniéndose la masa cristalina impura de G-0 y un licor residual, el cual contiene nitrometano, furfural y otros productos. El producto crudo se purifica.

Se determina el rendimiento del proceso a través de la cuantificación del G-0 en el crudo que entra a la sección de purificación. El G-0 puro presenta una pureza superior a 99%.

En la **Figura 1** se muestra el diagrama de flujo del proceso de producción antes descrito.

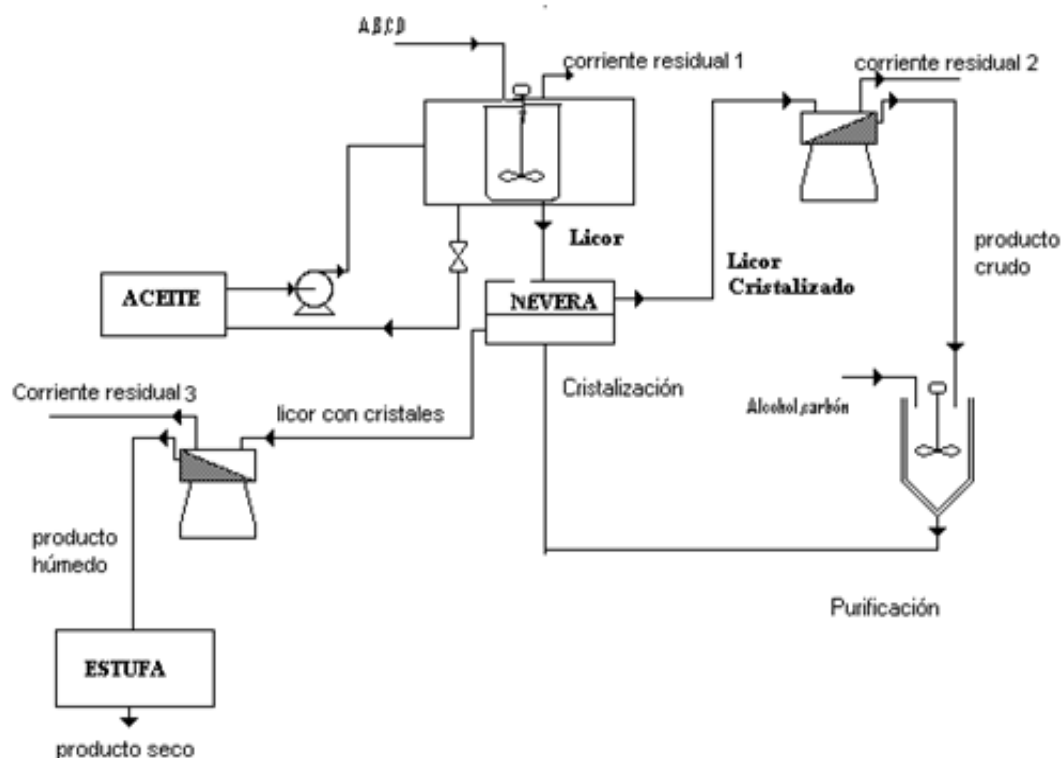


Figura 1 Diagrama de flujo del proceso de síntesis y purificación de G-0.

2.1.3 Descripción de la línea base ambiental.

En la Planta de Producción, como en la ciudad de Santa Clara, las temperaturas son generalmente altas. Los valores medios anuales van desde los 20.85 hasta 26.40 °C. Como es típico en los climas tropicales, la variación diaria de la temperatura es mayor que la anual. El mes más frío es enero con 16.13 °C y el más caluroso es agosto con 32.30 °C.

La humedad relativa media es alta, con promedios cercanos al 82%. Imperan los vientos de componente Este, con velocidades entre 6.1-9.4 km/h. Las velocidades máximas del viento ocurren al paso de los frentes fríos, ciclones extratropicales, tormentas locales, huracanes, entre otros fenómenos. El elemento que más varía en el clima de nuestra localidad son las precipitaciones.

Las áreas verdes en la Planta de Producción se caracterizan por espacios abiertos cubiertos de césped y un parterre a lo largo del vial principal de acceso. Se destaca una hilera de adelfas (*Nerium oleander* L.) que jerarquiza este vial y define como una unidad de paisaje integrada, a las principales edificaciones del Centro. Asociado al edificio de la Planta de Producción y a la Unidad de Desarrollo de Estudios Preclínicos (UDEP) existen setos de ixora (*Ixora incarnata* Roxb.) que ofrecen contrastes de colores y de formas⁶. La emisión de residuales líquidos en el taller de G-0 está en el residual resultante de la operación de centrifugación y el alcohol resultante de la operación de purificación. Los residuos gaseosos emitidos a la atmósfera son los vapores de gases nitrosos, durante el proceso de síntesis y del uso de aceites térmicos para el calentamiento. Según investigaciones anteriores^{3,7} estas emisiones presentan una particularidad, son absorbidas en sistemas de trampas con agua destilada, mediante el uso de un condensador termostatzado, son los gases nitrosos que se absorben en agua. De esta forma pasan a formar parte de los residuales líquidos de la Planta, con lo que se ha reducido la presencia de estos gases principalmente en la atmósfera de trabajo del taller, lográndose una mayor seguridad y salud para los trabajadores expuestos. Los residuos sólidos producidos están constituidos principalmente por la torta que se recoge en la purificación del principio activo. Dicha torta contiene el carbón activado con las impurezas y un pequeño por ciento de alcohol y G-0.

En el taller el ruido se pudiera catalogar de molesto, no obstante, según estudios realizados⁵ los resultados muestran que el impacto por este concepto se encuentra en los parámetros establecidos.

En cuanto al agua de consumo esta proviene de la Planta Tratamiento de Agua de Abasto de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, de la cual se reporta su caracterización en otros trabajos investigativos realizados con este fin.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Identificación de acciones impactantes y factores impactados en la etapa de funcionamiento.

A partir de una revisión ambiental inicial en el taller de obtención del bioactivo G-0 se identifican las acciones impactantes y los factores ambientales impactados, como se relaciona en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Relación de acciones impactantes y los factores ambientales impactados.

| Acciones Impactantes | Factores Impactados |
|---|--|
| A ₁ : Almacenamiento de productos químicos. | F ₁ : Aire. |
| A ₂ : Consumo de materias primas. | F ₂ : Suelos. |
| A ₃ : Consumo de energía eléctrica. | F ₃ : Aguas superficiales y subterráneas. |
| A ₄ : Consumo de aceite térmico. | F ₄ : Flora. |
| A ₅ : Consumo de agua. | F ₅ : Fauna. |
| A ₆ : Generación y emisiones de residuos gaseosos. | F ₆ : Salud y seguridad de trabajadores y la población aledaña. |
| A ₇ : Generación y emisiones de residuos líquidos. | |
| A ₈ : Generación y emisiones de residuos sólidos. | |
| A ₉ : Emisiones de ruidos. | |
| A ₁₀ : Accidentes químicos. | |

Entre los principales impactos ambientales asociados a la producción de G-0, se destacan: Contaminación atmosférica por gases y polvos, contaminación de los suelos por residuales líquidos y sólidos, contaminación de aguas superficiales y subterráneas por residuos líquidos, gaseosos y sólidos, agotamiento del recurso agua, pérdida de biodiversidad y afectación a la seguridad y salud de trabajadores y población aledaña.

3.1.2 Identificación de las relaciones causa-efecto.

La relación causa- efecto entre las acciones impactantes y los factores impactados se representa en una Matriz de identificación Cualitativa. (Tabla 1.2)

Tabla 1.2. Matriz de identificación Cualitativa.

| Factores impactados | Acciones impactantes | | | | | | | | | |
|---------------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| | A ₁ | A ₂ | A ₃ | A ₄ | A ₅ | A ₆ | A ₇ | A ₈ | A ₉ | A ₁₀ |
| F1 | x | | x | x | | x | x | x | | x |
| F2 | x | | | | | x | x | x | | x |
| F3 | x | x | | | x | x | x | x | | x |
| F4 | x | | x | x | | x | x | x | | x |
| F5 | x | | x | x | | x | x | x | x | x |
| F6 | x | | | x | x | x | x | x | x | x |

3.1.3 Valoración de los impactos: Valoración cualitativa usando la Matriz de Importancia de Conesa.

Una vez identificada la relación causa-efecto entre las acciones impactantes y los factores ambientales impactados se procede a realizar una valoración cualitativa por medio de la matriz de importancia de Conesa, utilizando los atributos propuestos por este autor para la valoración de la importancia del impacto. También se realizan las determinaciones de las importancias absolutas y relativas, esta última ponderadas según las unidades de importancia (UIP).

Tabla 1.3 Matriz de importancia

| Factores Afectados | Acciones Impactantes | | | | | | | | | | | IMP. TOTAL | |
|--------------------|----------------------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------------|------|
| | UIP | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | A10 | IA | IR |
| | | | | | | | | | | | | | |
| F1 | 100 | -33 | 0 | -12 | -21 | 0 | -63 | -26 | -23 | 0 | -41 | -219 | -19 |
| F2 | 100 | -34 | 0 | 0 | 0 | 0 | -28 | -68 | -40 | 0 | -37 | -207 | -18 |
| F3 | 100 | -29 | -54 | 0 | 0 | -63 | -28 | -46 | -38 | 0 | -37 | -295 | -25 |
| F4 | 100 | -28 | 0 | -3 | -24 | 0 | -31 | -32 | -26 | 0 | -31 | -175 | -15 |
| F5 | 100 | -25 | 0 | -3 | -21 | 0 | -31 | -32 | -26 | -36 | -31 | -205 | -17 |
| F6 | 75 | -30 | 0 | 0 | -34 | -63 | -31 | -32 | -29 | -39 | -53 | -311 | -20 |
| IMP. TOTAL | IA | -179 | -54 | -18 | -100 | -126 | -212 | -236 | -182 | -75 | -230 | -1412 | |
| | IR | -15 | -5 | -2 | -8 | -9 | -17 | -19 | -15 | -6 | -18 | | -114 |

Los resultados de la matriz de importancia anterior permiten ordenar jerárquicamente las acciones más impactantes y los factores ambientales más impactados según las importancias absolutas y relativas. Se observa similar comportamiento de ambas importancias, lo cual es atribuible a que los factores ambientales impactados tiene asignado el mismo valor de UIP.

Las acciones impactadas en orden decreciente son: generación y emisiones de residuos líquidos > accidente químicos > generación y emisiones residuos gaseosos > generación y emisiones de residuos sólidos > almacenamiento de productos químicos > consumo de agua > consumo de aceite térmico > emisiones de ruidos > consumo de materias primas > consumo de energía eléctrica.

Esto se corresponde con las prioridades establecidas en la Planta de Producción específicamente para el trabajo de tratamiento de residuos líquidos.

Los factores ambientales en orden decreciente son: salud y seguridad de trabajadores y población aledaña > aguas superficiales y subterráneas > aire > suelos > fauna > flora.

3.1.2 Propuesta de indicadores para los asuntos ambientales relevantes determinados en el estudio.

En la tabla 1.4 se presentan los problemas ambientales relevantes determinados en el proceso de producción del bioactivo G-0 y la propuesta de indicadores para realizar el seguimiento y medición del proceso.

⊕ Tabla 1.4 Propuesta de indicadores para asuntos ambientales relevantes

| <i>Parámetro problema</i> | <i>Indicador de causa</i> | <i>Indicador</i> |
|---|--|---|
| Residuos | Generación de residuos líquidos | - residual resultante de la operación de centrifugación/ Kg de G-0 producido - alcohol resultante de la operación de purificación/ Kg de G-0 producido |
| | Generación y emisiones de residuos sólidos | Carbón residual generado/ Kg G-0 producido |
| Contaminación atmosférica | Generación y emisiones residuos gaseosos | -Concentración de gases/ síntesis -Concentración de partículas y micropartículas/ etapa de purificación -Concentración de partículas y micropartículas/ etapa de envasado |
| Conservación de los recursos naturales | Consumo de agua | - litros de agua industrial consumidos/ Kg G-0 producido |
| | Consumo de energía eléctrica. | Kwh consumido/Kg de G-0 producido |

CONCLUSIONES:

1. La aplicación de la metodología desarrollada por Conesa para la evaluación de impactos ambientales permitió evaluar los impactos ambientales asociados al proceso de obtención del bioactivo G-0 permitiendo el mejoramiento de la gestión ambiental.
2. La metodología utilizada para la evaluación de impactos demostró que las acciones más impactantes y los factores más impactados son la generación de residuos líquidos y la salud y seguridad de los trabajadores respectivamente.
6. Se presenta la propuesta de indicadores para asuntos ambientales relevantes en la obtención del bioactivo G-0, clave para la mitigación y el seguimiento del proceso.

BIBLIOGRAFIA

1. Cañizares Domínguez, Tania, 1997, Aplicación del Análisis de Procesos al escalado del reactor de G-0. *Facultad de Química-Farmacia. Centro de Bioactivos Químicos.*
2. Conesa, V. (2000): Guía metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental, 3^{ra} Edición, Madrid-Barcelona-México.
3. Díaz Molina, María Isabel, 2001, Análisis de proceso en función de una propuesta de tecnología más limpia en la obtención del bioactivo G-0. *Tesis para optar por el grado de Máster en Análisis de Procesos. Facultad de Química-Farmacia. Centro de Bioactivos Químicos.*
4. Espinoza Guillermo, 2001. Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Ambiental. Santiago- Chile.
5. Informe Técnico Facultad de Construcciones, 2006. UCLV.
6. Informe Técnico Jardín Botánico , 2006. UCLV.
7. Rodríguez Negrín, Zenaida, 2002, *Intensificación del proceso de producción del 2-(2 (2-nitrovinil nitrovinil)-furano .Tesis para optar por el grado de Doctor. Facultad de Química-Farmacia. Centro de Bioactivos Químicos.*
8. Zaror, Claudio Alfredo, 2000, *Introducción a la Ingeniería Ambiental para la Industria de Procesos,* Universidad de Concepción. Concepción. Chile.