

# GESTIÓN AMBIENTAL PARA UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA DEL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

MAESTRÍA EN DISEÑO, PLANIFICACIÓN Y MANEJO  
AMBIENTAL

**GESTIÓN AMBIENTAL PARA UNA PRODUCCIÓN MÁS  
LIMPIA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA  
DEL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA.**

TESIS

PRESENTADA POR

*Arg. Roberto Efraín Barillas Quiroa*

Para optar al título de  
Maestro en diseño, planificación y manejo ambiental

Guatemala de la Asunción, septiembre 2013.

## Nomina de autoridades

### JUNTA DIRECTIVA:

**Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo**  
**Decano**

**Arq. Gloria Ruth Lara Cordón de Corea**  
**Vocal I**

**Arq. Edgar Armando López Pazos**  
**Vocal II**

**Arq. Marco Vinicio Barrios Contreras**  
**Vocal III**

**Br. Carlos Alberto Mendoza Rodríguez**  
**Vocal IV**

**Br. José Antonio Valdés Mazariegos**  
**Vocal V**

**Arq. Alejandro Muñoz Calderón**  
**Secretario**

---

#### **Tribunal examinador**

**Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo**

**Arq. Alejandro Muñoz Calderón**

**Msc. Arq. Susana Palma**

**Msc. Arq. Magali Tercero**

**Ing. Agr. Ph.D Marvin Salguero**

#### **Asesor**

**Msc. Arq. Susana Palma**

## Dedicatoria

### **A DIOS**

Sobre todas las cosas, dando la gloria a mi señor Jesucristo.

### **A MI ESPOSA**

Por compartir cada día y apoyarme incondicionalmente.

### **A MIS HIJOS**

Quienes me inspiran, gracias por su comprensión.

### **A MIS PADRES**

Con profundamente agradecimiento por la abnegación de ambos.

### **A MIS HERMANOS**

Por su constante apoyo.

### **A MIS SOBRINOS**

Exhortándoles a no desmayar en la caminata de su preparación para la vida, la cual recién inician.

### **A MI AMIGO**

Víctor Hugo, por todo el apoyo durante esta travesía.

## Agradecimientos

**A LA FACULTAD DE ARQUITECTURA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**A LA ESCUELA DE POSTGRADO**

**A MI ASESORA Y CONSULTORES**

Por el apoyo intelectual brindado en el desarrollo de este proyecto.



# Índice general

		Página
<b>CAPÍTULO I GENERALIDADES</b>		
1	Planteamiento del problema.....	1
1.1.	Delimitación.....	1
1.2	Justificación.....	3
1.3	Antecedentes.....	5
1.4.	Objetivos.....	7
1.5.	Descripción de metodología.....	8
<b>CAPÍTULO II CONCEPCIÓN Y ENFOQUE</b>		
2	Concepto y enfoque.....	10
2.1.	Prefacio.....	10
2.1.1.	Legislación Nacional e Internacional.....	10
2.1.2.	Constitución Política de la República de Guatemala.....	11
2.1.3.	Legislación para la protección del Ambiente Nacional.....	11
2.2.	Marco Conceptual.....	16
2.2.1.	Concepto de Gestión Ambiental.....	16
2.2.2.	Desarrollo Sostenible.....	17
2.2.3.	Producción Más Limpia.....	18
2.2.4	Producción Más Limpia en las diferentes actividades.....	21
2.2.5	Efectos y beneficios de la Producción Más Limpia.....	21
2.2.6	Ventajas de utilizar la Producción Más Limpia.....	22
2.2.7	El tardío avance de la Producción Más Limpia en países de desarrollo.....	22
2.2.8	Técnicas comúnmente utilizadas dentro del marco de Producción Más Limpia.....	23
2.2.9.	Descripción de una evaluación de Producción Más Limpia en una organización .....	23
2.2.10	El valor costo beneficio de la implementación del programa de Producción Más Limpia.....	24
2.3.	Los actuales fundamentos de la gestión ambiental en la Agroindustria Azucarera Guatemalteca.....	26
2.3.1	Principios de la Gestión Ambiental Agroindustrial Guatemalteca.....	26
2.3.2	Organización institucional de la Industria azucarera en Guatemala.....	27
2.3.3	Acciones identificadas como “La estrategia de Gestión Ambiental de la Agroindustria azucarera en Guatemala.....	27
2.3.4	Ingenio de Referencia.....	30
2.4	Estudios de casos con aplicación y resultados.....	31

### CAPÍTULO III CONTEXTO

Página

3	Contexto histórico y territorial.....	32
3.1.	Aspecto histórico de la producción de azúcar en Guatemala y Escuintla...	32
3.1.1.	Inicios de la producción de azúcar granulada.....	32
3.2.	Aspecto histórico y territorial del departamento de Escuintla.....	35
3.3.	Infraestructura económica.....	41

### CAPÍTULO IV PRODUCCIÓN E IMPACTOS

4.	PRODUCCIÓN DEL AZÚCAR.....	45
4.1.	Proceso de producción de azúcar.....	45
4.2.	Operaciones agrícolas.....	46
a.	Preparación del suelo.....	46
b.	Siembra.....	47
c.	Control de malezas.....	47
d.	Control de plagas.....	49
e.	Fertilización.....	50
f.	Riego.....	51
g.	Aplicación de madurante.....	52
h.	Corte.....	54
i.	Alce.....	56
j.	Transporte.....	56
4.3.	OPERACIONES INDUSTRIALES.....	58
a.	Recepción y lavado.....	58
b.	Molienda.....	58
c.	Clarificación.....	59
d.	Evaporación.....	60
e.	Centrifugado.....	61
f.	Secado línea de crudo y blando.....	61
g.	Envasado línea de crudo y blanco.....	62
h.	Almacenaje.....	62

### CAPÍTULO V ANÁLISIS

5.	Análisis para implementar un programa de P+L considerando los efectos sobre cada elemento ambiental afectado.....	65
5.1.	Impactos ambientales derivados de la agroindustria azucarera.....	65
5.2.	Metodología del análisis.....	65
5.3.	Procedimientos efectuados para realizar el análisis.....	66
5.4.	Análisis de los elementos ambientales afectados por medio de la Matriz de Leopold.....	68
5.5.	Síntesis de los impactos severos.....	75
5.6.	Identificación del avance de la estrategia de la Agroindustria guatemalteca.....	77
5.7.	Modelos de Estudio de Caso.....	78
5.8.	Terminación del diagnóstico.....	79

## CAPÍTULO VI ESTRATEGIA

	<b>Página</b>
6. Estrategia de Gestión Ambiental y programas de Producción Más Limpia	80
6.1. La Gestión Ambiental como herramienta de la propuesta.....	80
6.2. Principios propuestos para la Gestión Ambiental de la industria azucarera.....	81
6.2.1. Objetivos propuestos para la Gestión Ambiental para la Industria azucarera.....	81
6.2.1. Principios de la Producción Más Limpia tomados para la estrategia planteada.....	81
6.3. Principios de producción Más Limpia tomados para la estrategia planteada.....	81
6.3.1. Descripción de la estrategia.....	81
6.3.2. Objetivos de la estrategia.....	82
6.3.3. Descripción de los programas.....	82
6.3.4. Estructura de los programas.....	85
6.4. Programas.....	85
6.4.1. Programa, Conformación de la estrategia.....	85
6.4.2. Programa, Prácticas aplicables de Producción Más Limpia.....	87
6.4.3. Programa, Disminución de emisiones nocivas a la atmósfera.....	92
6.4.4. Programa, Optimización del recurso hídrico.....	95
6.4.5. Programa, Preservar recursos y salud.....	97
6.4.6. Programa, Evaluación costo beneficio.....	100
6.5. Indicadores ambientales y de proceso.....	102
6.5.1. Objetivo del indicador.....	102
6.5.2. Indicadores de procesos.....	102
6.5.3. Indicadores ambientales.....	102
6.5.4. Beneficios de la aplicación de los programas propuestos.....	104
6.6.	106

## CAPÍTULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones.....	115
7.2. Recomendaciones.....	116

## Índice de gráficos

No.	Página
1. Delimitación temática.....	1
2. Delimitación geográfica.....	2
3. Barra cronológica.....	3
4. Ciclo de la institución de la Producción Más Limpia.....	7
5. Fases de la metodología para la elaboración del documento.....	9
6. Particularidad del marco jurídico.....	10
7. Aristas de la Gestión Ambiental.....	17
8. Proceso de la Producción Más Limpia.....	20
9. Fases de la Producción Más Limpia.....	23
10. Beneficios de la Producción Más Limpia.....	25
11. Sitios turísticos de interés en el departamento de Escuintla.....	40
12. Población total.....	43
13. Perfil agrícola de producción de caña de azúcar.....	57
14. Esquema torre de sulfitación.....	60
15. Perfil industrial de producción de azúcar.....	63
16. Uso de los subproductos.....	64
17. Elementos afectados por las actividades agroindustriales.....	66
18. Variables utilizadas.....	67
19. Fases consideradas en la Matriz de Leopold.....	67
20. Elementos afectados.....	80
21. Cronograma de implementación de programas.....	82
22. Organigrama propuesto para el comité de Producción más limpia.....	87
23. Evaluación para realizar la gestión de capacitación.....	89
24. Prototipo de medición de ingresos y egresos para indicador.....	103
25. Evaluación para realizar la gestión de capacitación.....	103
26. Relación entre elementos, indicador y unidad de medición utilizada.....	104
27. Relación entre elemento, escala y tipo.....	104

## Índice de cuadros

No.	Página
1. Extensión territorial y área cultivada.....	4
2. Acuerdos y Convenios Internacionales.....	12
3. Constitución Política de La República de Guatemala.....	13
4. Acuerdos Gubernativos.....	13
5. Leyes Ordinarias.....	14
6. Políticas públicas que sustentan la Política de Producción Más Limpia....	15
7. Políticas públicas que sustentan la Política de Producción Más Limpia....	15
8. Gestión Ambiental de la Agroindustria azucarera en Guatemala.....	28
9. Acciones y resultados con la aplicación de Producción Más Limpia.....	31
10. Ingenios que operan en el departamento de Escuintla.....	39

11.	Infraestructura en Salud, Escuintla.....	44
12.	Herbicidas utilizados en Guatemala.....	48
13.	Plagas más frecuentes en el cultivo de azúcar en Guatemala.....	49
14.	Procedimientos de corte de caña.....	55
15.	Lista de acciones que causan impacto ambiental.....	68
16.	Listado de elementos afectados según Matriz de Leopold.....	69
17.	Clasificación de impactos.....	70
18.	Matriz de ponderación de impactos ambientales.....	71
19.	Resumen para identificar ponderaciones negativo severo.....	75
20.	Resumen para identificar ponderaciones negativo severo.....	76
21.	Resumen para identificar ponderaciones positivo.....	76
22.	Resumen para identificar avance de la estrategia de gestión ambiental de la Agroindustria azucarera.....	77
23.	Programas propuestos para implementación .....	82
24.	Programas propuestos para elementos afectados.....	83
25.	Síntesis del programa Disminución de emisiones nocivas a la atmósfera.....	95
26.	Síntesis del programa Optimización del recurso hídrico.....	97
27.	Síntesis del programa Preservar recursos y la salud.....	100
28.	Indicadores de Impacto.....	105
29.	Indicadores de Impacto.....	105
30.	Síntesis de los beneficios de la implementación de los programas de Producción Más Limpia.....	106
31.	Síntesis de los beneficios de la implementación de los programas de Producción Más Limpia.....	107

## Índice de mapas

No.		Pagina
1.	División política del departamento de Escuintla.....	35
2.	Hidrografía del departamento de Escuintla.....	37
3.	Zonas de vida.....	38
4.	Áreas protegidas.....	38

## Índice de fotografías

No.		Pagina
1.	Zona arqueológica el Baúl.....	41
2.	Zona arqueológica el Baúl.....	41
3.	Situación de carreteras en el departamento de Escuintla.....	42
4.	Situación de carreteras en el departamento de Escuintla.....	42
5. 6.7.	Muelles en el Puerto Quetzal, Escuintla.....	42
8.9.10	Pista de aterrizaje ubicada en el municipio de San José, Escuintla.....	43



## Siglas utilizadas

**ASAZGUA:** Asociación de Azucareros de Guatemala

**ASDI:** Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional

**CALAS:** Centro de Acción Legal Ambiental y Social.

**CCAD:** Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo

**CGP+L:** Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia

**CIG:** Cámara de Industria de Guatemala

**COCODE:** Consejo Comunitario de Desarrollo.

**COMUDE:** Consejo Municipal de Desarrollo.

**CONALFA:** Comisión Nacional de Alfabetización.

**CONAMA:** Comisión Nacional de Medio-Ambiente

**IARNA:** Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar.

**INE:** Instituto Nacional de Estadística.

**INGUAT:** Instituto Guatemalteco de Turismo.

**INTECAP:** Instituto Técnico de Capacitación y Productividad

**JICA:** Cooperación Internacional Japonesa

**MARN:** Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

**MICIVI:** Ministerio de Comunicaciones Infraestructura y Vivienda.

**MINECO:** Ministerio de Economía

**MIPYME:** Micro, Pequeña Y Mediana Empresa

**MSPAS:** Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

**OMS:** Organización Mundial de la Salud.

**PARCA:** Plan Ambiental de la Región Centroamericana

**P+ L :** Producción Más Limpia

**PNUD:** Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.

**PNUMA:** Programa de las Naciones Unidas para el Medio-Ambiente

**Pymes:** Pequeña y Mediana Empresa

**SEGEPLAN:** Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.

**USAID:** Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos.

## Introducción

Las actividades económicas que se desarrollan en cada nación traen consigo una creciente demanda del uso de sus recursos y con esto el exponer a deterioro sus elementos aire, agua, suelo, qué decir del aspecto social donde la mayoría de ocasiones no se hace partícipe a las comunidades respecto al uso de las áreas próximas a los sectores habitacionales.

En la República de Guatemala se tiene legislación dirigida a la protección, conservación y manejo del ambiente, sin embargo, su aplicación aún es endeble y los programas a favor de la protección de los recursos naturales es mínima. Por lo anterior es importante hacer énfasis en políticas ambientales paralelas al crecimiento de la producción, ya que si bien es cierto, con esto se contribuye a la generación de una economía, ésta debe ser orientada a un desarrollo que no comprometa los recursos de las próximas generaciones.

Derivado de las actividades académicas que forman parte del proceso de graduación en la Maestría en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se realizó una investigación que recopiló información respecto de las actividades productoras de azúcar y su actual gestión ambiental, en los municipios del Departamento de Escuintla.

Con dicha investigación se pudieron detectar los elementos ambientales vulnerables y la forma en que son afectados, derivado de esta actividad industrial, con esta información se enmarcó el desarrollo de tal propuesta. Para llegar a dicha propuesta, se realizó un análisis del posible impacto ocasionado en algunos elementos del medio natural y se propuso una estrategia para el uso eficiente de los recursos, mediante modelos de producción más limpia que permita la mitigación y continuidad prolongada del recurso.

El presente trabajo de Tesis, plantea una metodología ordenada para introducir una estrategia de Producción Más Limpia, en varios renglones que afectan a elementos puntuales, durante la fabricación de azúcar, la cual tiene como principal razón, convertirse en un instrumento que contribuya en el tema de Gestión Ambiental y políticas de Producción Más Limpia y mejora continua, en las fábricas productoras de azúcar ubicadas en Escuintla.



# Generalidades

CAPÍTULO

1

## 1. Planteamiento del problema

La República de Guatemala tiene en su contexto económico rubros que son identificados como de mayor generación de empleo y economía, los cuales se basan en la explotación agrícola y otras que incluyen la actividad de importación y exportación de productos, principalmente, en el área sur del país.

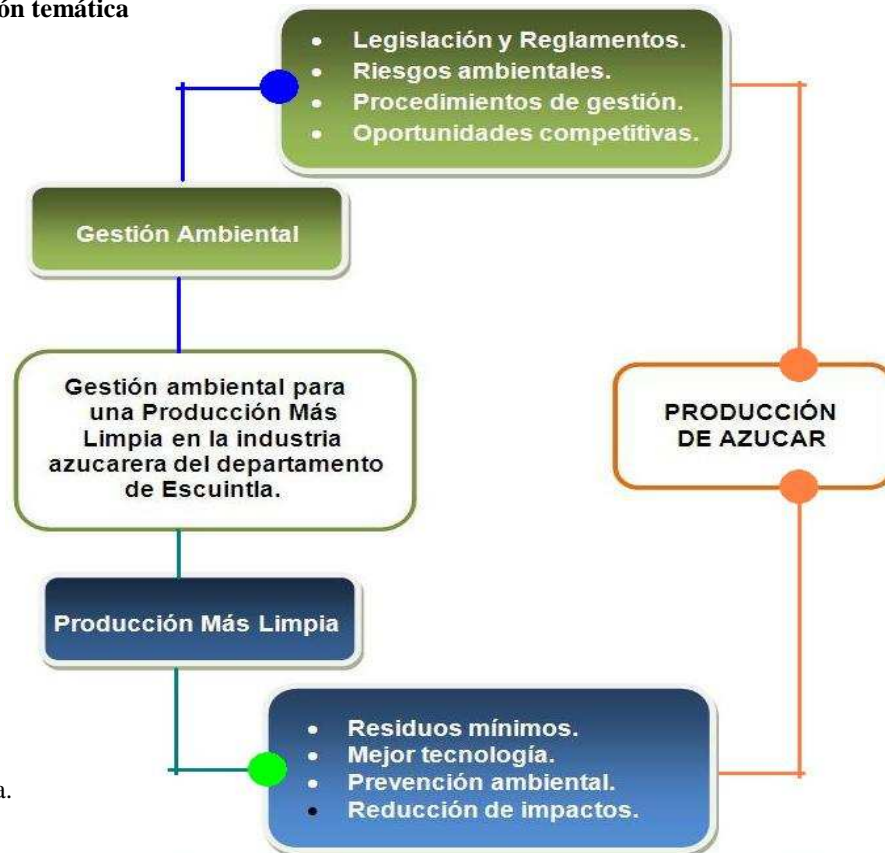
Dentro de este contexto se identifican problemas respecto de la gestión dirigida al ambiente que se ha desarrollado para estos procesos, los cuales tienen como consecuencia actual, el deterioro de recursos y el riesgo de la sustentabilidad de éstos.

En este sentido, el problema fue definido por su delimitación, justificación, antecedentes y preguntas de investigación, que se detallan a continuación:

### 1.1. Delimitación (temática, espacial y temporal)

Para desarrollar el tema propuesto fueron considerados aspectos de tipo político y legal referente a la gestión ambiental en la República de Guatemala; de igual forma las definiciones pertinentes al manejo ambiental, casos análogos que indiquen los procesos óptimos de producción limpia que puedan implementarse en el área de estudio.

Gráfico No. 1 Delimitación temática



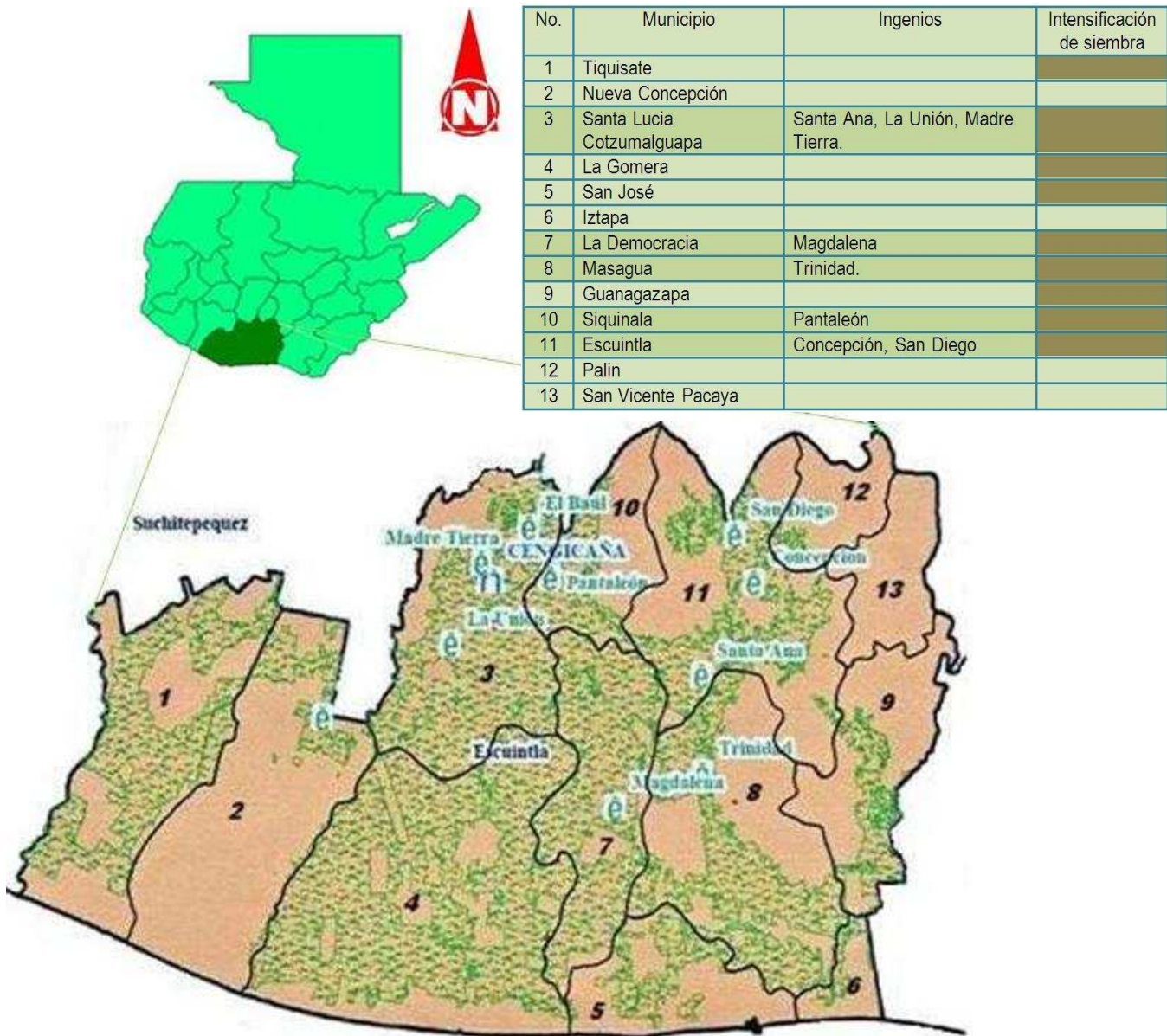
Fuente: elaboración propia.



**Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria Azucarera del Departamento de Escuintla.**

El área de estudio es donde se localiza la actividad agrícola e industrial de la producción de azúcar para exportación en municipios del departamento de Escuintla.

**Gráfico No. 2 Delimitación geográfica**



Fuente: imágenes Cengicaña , Elaboración propia.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria Azucarera del Departamento de Escuintla.

En los últimos años el tema de contaminación por la actividad cañera ha sido motivo de análisis por centros de estudios ambientales privados e institucionales, por lo que se considera utilizar los aportes de los documentos existentes al respecto que indiquen estadísticas del problema y avances. Uno de los parámetros es el Decreto 68-86, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio-Ambiente; es decir, el intervalo a indagar es de los años noventa a la fecha, esto con el propósito de analizar dicha información, la cual servirá de base para realizar propuestas con vigencia de diez años.

Gráfico No. 3 Barra cronológica (años analizados y proyectados)



Línea base: La Política Nacional de Producción Más Limpia, Acuerdo Gubernativo 258-2010.

Fuente Elaboración propia

### 1.2 Justificación

El continuo crecimiento de la población a nivel mundial ha traído como consecuencia la necesidad de generar el intercambio de tecnología por producción agrícola, entre países desarrollados y los que se consideran en vías de desarrollo, por lo cual existen, actualmente tratados de libre comercio con sus correspondientes requerimientos.

La República de Guatemala es considerada en la lista de exportadores de azúcar como el sexto en importancia, lo cual indica que, en su territorio tiene gran actividad referente a esta producción lo cual trae la generación de actividades que coinciden en el uso de los recursos naturales, mismos que son explotados pero sin una total conciencia de sostenibilidad.

**Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria  
Azucarera del Departamento de Escuintla.**

En Guatemala la actividad agroindustrial tiene una gran importancia respecto de la generación de empleos y comercio, su cuota puede detallarse de la siguiente manera:

**Cuadro No. 1 Extensión territorial y área cultivada**

	Hectáreas	Porcentaje
Área del país	10,888,900	100
Área Cultivada	2,997,960	7.53
Área cultivada con caña de azúcar.	235,000	2.15

Fuente: Elaboración propia, según datos BANGUAT

Importancia en la Economía nacional, según la Asociación de Azucareros de Guatemala, ASAZGUA y el Banco de Guatemala, BANGUAT la industria de la caña hasta el año 2011, contribuye en los siguientes rubros:

- Genera 350, 000 empleos directos e indirectos
- Genera durante la zafra 33,000 empleos por corte de caña.

Respecto de la contribución de esta actividad al Producto Interno Bruto, según BANGUAT reporta para el año 2011:

- PIB nacional U\$S 39,482,820,000.00 con un aporte de 2.01%
- PIB agrícola U\$S 4,602,820,000.00 con un aporte de 17.2%

Guatemala abastece su mercado local con 30% de su producción anual de azúcar procesada y exporta el restante 70%, principalmente, a los mercados norteamericanos y asiáticos.

Con base en los datos de la Organización Internacional del Azúcar, International Sugar Organization, ISO al 2010, los principales países exportadores fueron: Brasil, Tailandia, Australia, Guatemala, que aportan el 67, 14, 6 y 5% respectivamente.

**Guatemala es el cuarto país exportador a nivel mundial y segundo en América Latina.** ASAZGUA considera que la industria representa el 10.38% de las exportaciones totales del país y que representa el 20.95% de las exportaciones agrícolas, por lo que se transforma en el segundo sector económico que más divisas genera en el país.

Las consecuencias más evidentes respecto de las actividades agro productivas, importación y exportación son observadas en el contexto social y económico, uno de éstos es el beneficio a la activación de fuentes de empleo; sin embargo, existe la otra arista que compromete el ámbito de los recursos naturales y al medio en cada uno de sus contextos.

Actualmente, tienen vigencia reglamentos y acuerdos legislativos respecto de la protección del medio, incluso, Fundamentos de Gestión Ambiental dentro de la asociación de cañeros de Guatemala, sin embargo es necesaria una efectiva estrategia respecto de la implementación de una Política de Producción Más Limpia, ya que la gestión actual tienes una aplicación circunscrita, además no existen planteamientos respecto a realizar las actividades agro industriales de forma tal que se usen los recursos eficientemente y que su proceso sea totalmente amigable con el ambiente.

Recientemente el Tratado de libre comercio DR-CAFTA se convirtió en el primer tratado comercial que dedica un capítulo al campo de protección ambiental, el cual promociona el desarrollo sostenible como fuente de protección al medio-ambiente<sup>1</sup>. Derivado de esto, es importante motivar en esta industria el uso de estrategias y políticas de empresa para obtener aceptación internacional y sostenibilidad en los recursos, pudiendo optar por la implementación del programa de Producción más limpia en la Industria Azucarera del área analizada.

Por lo antes manifestado, fue necesario analizar los impactos potenciales al ambiente en este renglón de producción, falta de programas y políticas pertinentes, así mismo, se conocieron los avances que hasta hoy se han obtenido con las estrategias empleadas, esto con el propósito de realizar propuestas que conlleven a la eficiencia de los recursos y minimizar los desechos.

### **1.3 Antecedentes**

La Producción más limpia ha sido experimentada en países industrializados y en el caso de Latinoamérica en países como Honduras, Colombia y Chile, utilizando indicadores de resultados posteriores a su adaptación y uso, los datos de algunas de estas experiencias servirán, parcialmente, al análisis comparativo análogo que se realizará.

En el caso específico de Guatemala, en el año 1999, con apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio-Ambiente PNUMA, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial –ONUDI, el Gobierno de Suiza, la Cámara de Industria de Guatemala –CIG–, la Universidad del Valle de Guatemala –UVG–, la Asociación de Azucareros de Guatemala –ASAZGUA– y otras entidades nacionales, se fundó el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia –CGP+L–, como una respuesta a la necesidad de apoyar a las empresas del sector privado interesadas en Producción

---

<sup>1</sup> Art. 17.13-CAFTA

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria Azucarera del Departamento de Escuintla.

Más Limpia –PML–. Hasta la fecha, esta unión de esfuerzos ha permitido la transferencia de conocimientos y el intercambio de experiencias de Producción más limpia entre varias instituciones.

Como resultado de las diferentes actividades de promoción e implementación de Producción Más Limpia, más de 150 empresas en Guatemala, entre pequeñas y medianas a grandes, han aplicado, voluntariamente, la metodología de Producción más Limpia. Algunos de los sectores participantes han sido: tenerías, producción de bebidas y alimentos, beneficiado húmedo de café, mataderos, ingenios, hoteles, metalmecánica, entre otros.

La cooperación internacional también ha unido esfuerzos para la promoción y aplicación de Producción Más Limpia en Guatemala, a través del financiamiento de proyectos, entre estos, los siguientes:

- En 1999, se llevó a cabo el proyecto “Empresas más Limpias y Competitivas de Guatemala” Dicho proyecto fue ejecutado por Cámara de Industria de Guatemala contando con el financiamiento de la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional ASDI.
- En 2000, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio-Ambiente apoyó el proyecto “Inversión en Producción Más Limpia”
- En 2002, USAID financió, por medio de PROARCA-SIGMA, la asistencia técnica para la aplicación de Producción Más Limpia en el sector de beneficiado húmedo de café, obteniéndose como uno de los resultados de este proyecto, una guía de Producción Más Limpia para este sector.
- En 2004, el Banco Interamericano de Desarrollo y el Fondo Multilateral de Inversiones aprobaron y financiaron el proyecto “Promoción de Producción Más Limpia y Sistemas de Gestión Ambiental”, dirigido a pequeñas y medianas empresas guatemaltecas.

Así mismo, en el año 2010, se promulgó la Política Nacional de Producción Más Limpia según, Acuerdo Gubernativo No. 258-2010, “Herramienta técnica para la competitividad y la gestión ambiental preventiva” Esto se logró gracias al apoyo del Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia y el financiamiento de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) a través de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD).

La importancia de esta política para el país radica en que es un instrumento importante para la política ambiental, con la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios, para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el deterioro ambiental, garantizando la calidad de vida a las generaciones presentes y futuras<sup>2</sup>.

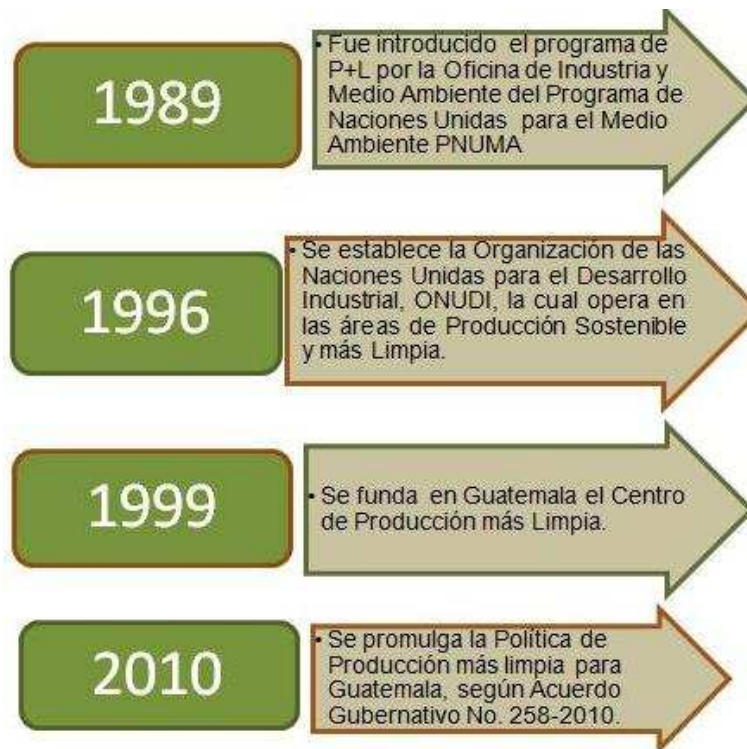
---

<sup>2</sup> Política Nacional de Producción Más Limpia, MARN, año 2010.



## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria Azucarera del Departamento de Escuintla.

Gráfico No. 4 Ciclo de la institución de la Producción Más Limpia



Fuente: Elaboración propia, según datos investigados.

### 1.4. Objetivos

#### General

Proponer estrategias de Producción Más Limpia para la industria azucarera del departamento de Escuintla, que contribuya al uso eficiente de los recursos en la producción, con enfoque en la sostenibilidad de los recursos.

## **Específicos**

- Conocer la legislación, planes y programas ambientales que se utilizan, actualmente, en casos donde se aplica la Producción Más Limpia con éxito.
- Analizar las labores aplicadas de Producción Más Limpia en las industrias productoras de azúcar localizadas en el departamento de Escuintla.
- Proponer programas de Producción Más Limpia en aspectos aplicables o como refuerzo a lo ya aplicado, para los Ingenios del departamento de Escuintla.
- Formular posibles indicadores para el monitoreo ambiental a ser gestionados por Las empresas azucareras y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

### **1.5. Descripción de la metodología**

Se inició el planteamiento del problema, delimitándolo en aspectos teórico, espacial y temporal, por medio de los acontecimientos que motivaron la elaboración de esta investigación, delimitando objetivos. El Marco conceptual permitió reconocer las definiciones de interés para la investigación, considerando toda aquella información de carácter teórica que ampliara el conocimiento respecto del tema.

Por medio del análisis del contexto se realizaron matrices y gráficos que permitieron analizar la interacción entre cada uno de los elementos ambientales afectados y las causas, para lo cual se utilizó la matriz de Leopold modificada, para analizar los impactos producidos por dicha industria.

Con la información obtenida en AZASGUA de la práctica de actividades de Producción Más Limpia, en algunos ingenios del área analizada, se pudieron realizar cuadros que permitieron analizar los resultados obtenidos hasta el momento con los programas y modelos aplicados.

Con la interpolación de estos datos se llegó a identificar los avances e impactos negativos severos sobre los elementos ambientales, lo cual dio la pauta y enfoque para realizar la propuesta de programas, proyectos y actividades precisas de Producción Más Limpia, con el propósito de proponer su aplicación, sugiriendo, además, la aplicación de indicadores de seguimiento.

El producto de este trabajo de investigación y planteamiento se realizó en siete capítulos, con el propósito de que en cada uno se identifique la información y resultado en una disposición ordenada y secuencial.

Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria Azucarera del Departamento de Escuintla.

Gráfico No. 5 Fases de la metodología para la elaboración del documento

<b>Capítulo 1</b> Planteamiento del problema	<ul style="list-style-type: none"><li>• Delimitación, justificación, antecedentes, objetivos y metodología.</li></ul>
<b>Capítulo 2</b> Concepción y enfoque	<ul style="list-style-type: none"><li>• Marco conceptual, marco teórico, consideraciones legales.</li></ul>
<b>Capítulo 3</b> Descripción del contexto	<ul style="list-style-type: none"><li>• Territorial, municipio analizado, instituciones entidades reponsables de aplicar la legislación vigente. Historia y estudios de caso.</li></ul>
<b>Capítulo 4</b> Producción e impactos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Procesos agrícolas y de fábrica utilizados en el ingenio referencia, ubicado en el área de análisis. Descripción de impactos potenciales.</li></ul>
<b>Capítulo 5</b> Análisis	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ambiental, institucional, resultados de investigación, resultados obtenidos.</li></ul>
<b>Capítulo 6</b> Estrategia	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diseño, planificación y manejo ambiental, estrategias de producción más limpia, modelos.</li></ul>
<b>Capítulo 7</b> Conclusiones y recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"><li>• Descripción de los resultados del análisis y las estrategias propuestas. Sugerencias basadas para eficiencia del planteamiento.</li></ul>

Fuente: elaboración propia

A photograph of a rural landscape. In the foreground, there is a lush green field. In the middle ground, a long, low building with a thatched roof made of dried grass or straw is visible. Behind the building, a large, dark green tree stands prominently. The background shows a hazy, overcast sky and distant hills.

# Concepción y enfoque

CAPÍTULO

2

## 2. Concepción y enfoque

### 2.1. Prefacio

Con el propósito de realizar la investigación y propuestas apegadas a los procedimientos idóneos, se identificaron los conceptos para la comprensión de la gestión y los procesos orientados a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental.

Se describieron los conceptos importantes para la comprensión de los temas abordados, entre ellos; programas de gestión ambiental combinados con prácticas de producción más limpia y sus procedimientos.

#### 2.1.1 Legislación nacional e internacional

Fueron analizadas las leyes aplicables a nivel nacional referente al tema de la protección, conservación y mejoramiento del medio-ambiente, así como los tratados ratificados por Guatemala, normas y códigos internacionales aplicables a las actividades desarrolladas en las áreas de análisis. Ver gráfico No. 5 Particularidad del marco jurídico.

Gráfico No. 6 Particularidad del marco jurídico



Fuente: elaboración propia

Guatemala ha venido realizando esfuerzos por desarrollar la legislación ambiental, desde la conferencia realizada en 1972, en Estocolmo, Suecia, "La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano". El mayor logro en materia de medio-ambiente se dio en 1986 con la promulgación de la "Ley de Protección y Mejoramiento del Medio-Ambiente", Decreto 68-86 del Congreso de la República. Posteriormente, se han emitido



otras leyes como la Ley de Áreas Protegidas, la Ley Forestal, el Código de Salud, el Código Municipal, etc.

### **2.1.2. Constitución Política de la República de Guatemala**

En lo relacionado con el medio-ambiente y equilibrio ecológico, el Artículo. 97, establece que El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.

### **2.1.3. Legislación para la protección del ambiente nacional**

Como ente fiscalizador para el cumplimiento de lo establecido en las leyes ambientales se creó el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN<sup>3</sup>, cuya función principal es la de velar por el estricto cumplimiento de la ley, a este Ministerio lo antecedió la Comisión Nacional de Medio-Ambiente, misma que inició las gestiones e impuso como requisito primordial para la aprobación de todo proyecto y previo a su desarrollo, realizar y presentar ante la institución el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.

Actualmente, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales es el encargado de dictaminar o sancionar estos Estudios, así como de dar continuidad a su cumplimiento, basándose en lo prescrito en el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental<sup>4</sup>

Los preceptos por parte del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales se basan en la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio-Ambiente, la cual tiene como objetivo el velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país, para lo cual fija sus objetivos específicos:

- a)** La protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales del país, así como la prevención del territorio y mal uso o destrucción de los mismos y la duración del medio-ambiente en general;
- b)** La prevención, regulación y control de cualesquiera de las actividades que origine deterioro del medio-ambiente y contaminación de los sistemas ecológicos, y, excepcionalmente, la prohibición en casos que asisten la calidad de vida y el bien común calificadas así, previo dictámenes científicos y técnicos emitidos por organismos coherentes.
- c)** Iniciativas que encaminen a la protección, mejoramiento y restauración del medio-ambiente; el uso integral y manejo racional de las cuencas y sistemas hídricos.
- d)** Salvar y curar aquellos cuerpos de agua que estén amenazados o en grave peligro de extinción.

---

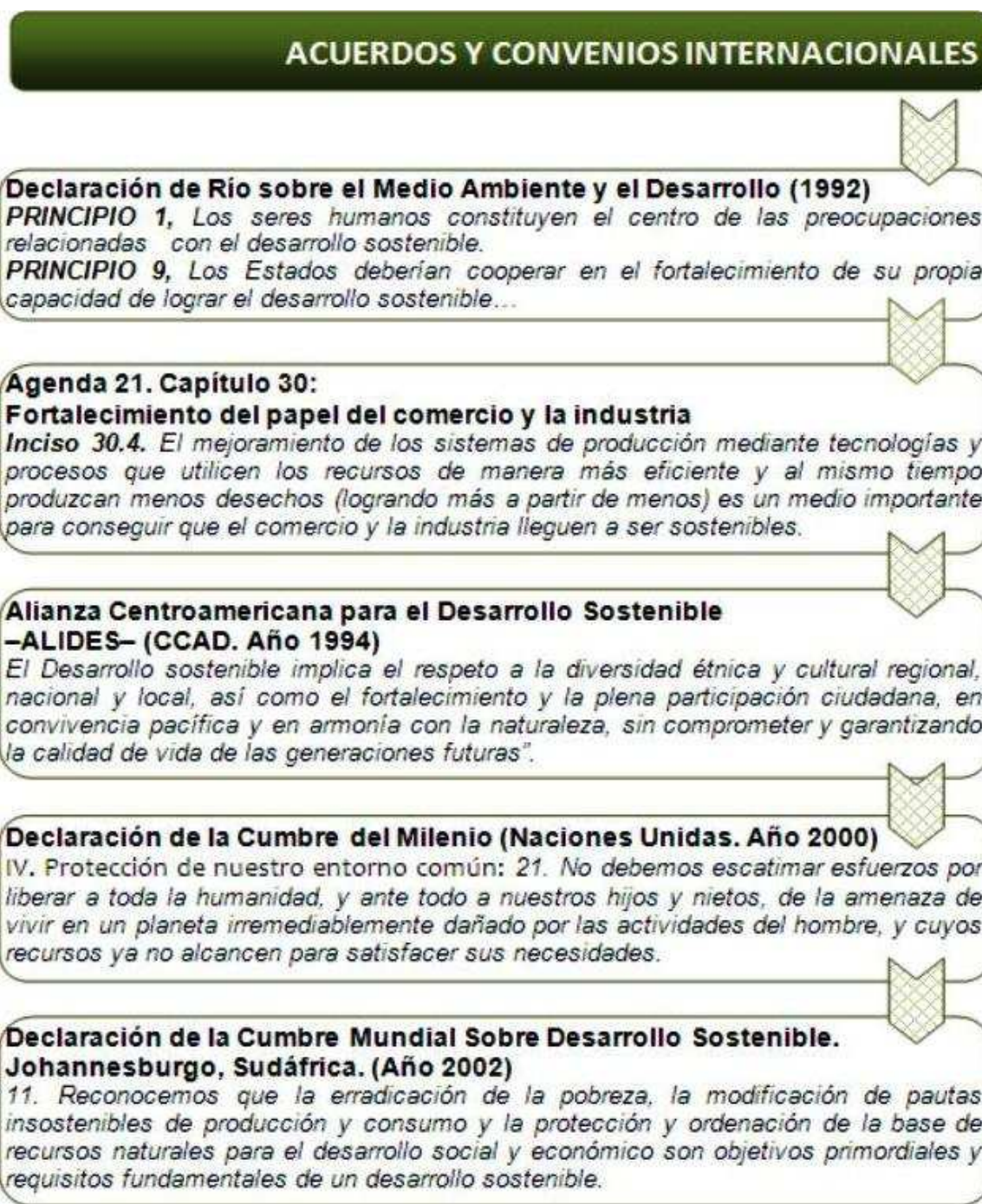
<sup>3</sup> Decreto del Congreso de la República de Guatemala número 90-2000, Ley de Creación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

<sup>4</sup> Acuerdo Gubernativo No. 23-2003 y 431-2007 Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental

Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

En los siguientes cuadros, se presenta una síntesis de la legislación competente al medio-ambiente y al tema de la Producción más limpia en Guatemala, separando cada uno de los preceptos por tipo de ley o acuerdo.

Cuadro No. 2



Fuente: Elaboración propia en base a investigación.



Cuadro No. 3

## CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

**Artículo 97. Medio Ambiente y Equilibrio Ecológico.** El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y el agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.

**Artículo 119. Obligaciones del Estado.** Son obligaciones fundamentales del Estado: inciso c) Adoptar medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma eficiente.

Cuadro No. 4

## ACUERDOS GUBERNATIVOS

### Reglamento MARN A.G. No. 186-2001

**Artículo 94. Incentivos.** El –MARN– establecerá reconocimientos pertinentes, como forma de incentivar el desarrollo sustentable en el país, su crecimiento económico y mejorar la calidad de vida de la población, para empresas que:

Desarrollen sus procesos y actividades de producción conforme a estándares de protección del medio ambiente internacionalmente reconocidos.

- Utilicen técnicas, prácticas o métodos de producción inocuos al ambiente.
- Sus procesos productivos, los desarrollen en concordancia con lo establecido para la protección y mejoramiento del medio ambiente.

A.G. No. 431-2007 Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental.

A.G. No. 236-2006 Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos.

A.G. No. 258-2010 Política Nacional de Producción Más Limpia.

### Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (Acuerdo Gubernativo 186-2001)

- a) Formular y ejecutar políticas relativas a su ramo;...
- e) Ejecutar las políticas que en materia de ambiente y recursos naturales, acuerde el Gobierno.

Al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales corresponde la rectoría sectorial de las materias a que se refiere el párrafo anterior".



Cuadro No. 5

## LEYES ORDINARIAS

### **Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto No. 68-86 y sus reformas Decretos Nos. 75-91 y 90-2000 del Congreso de la República)**

*El propósito de esta ley es velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país.*

**Artículo 12, inciso e,** *creación de toda clase de incentivos y estímulos para fomentar programas e iniciativas que encaminen a la protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente.*

**Artículo 12, inciso g,** *promoción de tecnología apropiada y aprovechamiento de fuentes limpias para la obtención de energía.*

### **Código de Salud (Decreto 90-97)**

*El Ministerio de Salud velará por el cumplimiento de los acuerdos internacionales ratificados por Guatemala, que prohíben el uso de sustancias dañinas al medio ambiente y en consecuencia al ser humano.*

### **Código Municipal (Decreto 12-2002)**

*Artículo 68 indica sus competencias, dentro de las cuales el inciso l) señala la promoción y gestión ambiental de los recursos naturales del municipio.*

### **Tratado de Libre Comercio entre Centroamérica, República Dominicana y Estados Unidos (Decreto 31-2005) y Ley de Implementación (Decreto 11-2006). Entrada en vigencia el 1 de julio de 2006.**

*Este tratado de vital importancia a establecer altos estándares ambientales y mejora continua de los mismos, no flexibilizar la legislación ambiental con el fin de atraer inversión, contar con las facilidades jurídicas para demandar a través de la legislación interna por daños ambientales, establecer mecanismos voluntarios de cumplimiento para la legislación ambiental, entre otros.*

*Por el otro lado, se establece el Acuerdo de Cooperación (Anexo 17.9) bajo este tratado, se identifican las prioridades para el desarrollo de las actividades de cooperación ambiental, entre las cuales se encuentran: Fortalecimiento de los sistemas de gestión ambiental de cada una de las Partes, desarrollo y promoción de incentivos y otros mecanismos voluntarios y flexibles a efecto de promover la protección ambiental, Fomento de asociaciones..., Conservación..., Intercambio de información..., Promoción de mejores prácticas para lograr una gestión sostenible del ambiente.*



Cuadro No. 6



Cuadro No. 7



Fuente: Elaboración propia con base en investigación.

## 2.2 Marco conceptual

La conservación de los Recursos Naturales es críticamente importante para ser considerada en una iniciativa de desarrollo sostenible. Esto plantea que las generaciones presentes deben garantizar sus necesidades sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

La labor del Estado debe estar orientada en diseñar y aplicar instrumentos capaces de alcanzar grandes objetivos como lo son el crecimiento económico, la equidad social y el equilibrio ambiental, esto orientado a diseñar un futuro más responsable, estable y equitativo.

La gestión ambiental tiene como propósito brindar las herramientas necesarias para el buen manejo de los elementos constituyentes del medio físico, biótico y social, durante el desarrollo de las actividades definidas para cada proyecto.

### 2.2.1. Concepto Gestión Ambiental<sup>5</sup>

La gestión ambiental es un proceso que está orientado a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible, entendido éste como aquel que le permite al hombre el desenvolvimiento de sus potencialidades y su patrimonio biofísico y cultural y, garantizando su permanencia en el tiempo y en el espacio.

Un programa de Gestión Ambiental pretende encontrar respuestas adecuadas a los problemas suscitados en la relación de la sociedad y la naturaleza. Para ello, emprende acciones tendientes a generar y rescatar conocimientos; monitorear las incidencias de las políticas públicas sobre la población (especialmente, hombres y mujeres pobres del área rural) y los recursos del territorio; y sistematizar las experiencias para la construcción del modelo de desarrollo alternativo a que aspira la sociedad. Ver Gráfica No. 6 Aristas de la Gestión Ambiental.

“El conjunto de acciones emprendidas por la sociedad ó parte de ella, con el fin de proteger el ambiente. Sus propósitos están dirigidos a modificar una situación actual a otra deseada, de conformidad con la percepción que sobre ella tengan los actores involucrados. En su concepción más amplia, la gestión ambiental es un proceso permanente y de aproximaciones sucesivas, en el cual diversos actores públicos y privados y de la sociedad civil desarrollan un conjunto de esfuerzos específicos con el propósito de restaurar, preservar y utilizar de manera sostenible el ambiente.<sup>6</sup>”

---

<sup>5</sup> <http://www.rds.org.co> Autor Red de desarrollo sostenible de Colombia. Fecha de acceso 25 octubre 2011

<sup>6</sup> Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala (2009): Informe del Estado de Guatemala, Guatemala 702 pp

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

Gráfico No. 7 Aristas de la Gestión Ambiental



Fuente:

Elaboración propia con base en Gestión Ambiental en Ingenios con implementación de Producción Más Limpia.

### 2.2.2 Desarrollo sostenible<sup>7</sup>

Decir que un sistema o proceso es sostenible significa que puede continuar indefinidamente sin agotar nada de los recursos materiales o energéticos que necesita para funcionar.

En el sentido tradicional todavía se emplea la palabra desarrollo como sinónimo de urbanización para referirse al acto de despejar áreas naturales para abrir espacio a más centros comerciales, zonas habitacionales o campos de cultivo, algo que definitivamente no es sostenible a largo plazo; por lo tanto, la idea de desarrollo sostenible les parece a muchos una contradicción.

Es necesario considerar el desarrollo en un sentido más amplio, que abarque la protección y el mejoramiento de los aspectos del ambiente y la justicia social, condiciones necesarias para la sostenibilidad de avances continuos en los conocimientos y la comprensión, por ejemplo se pueden enfocar estos esfuerzos en los siguientes contextos:

- En términos de salvar las áreas naturales y la fauna silvestre que mantienen por su valor estético, recreativo y científico.
- En términos de estabilizar la población mundial.
- En términos de mejorar nuestra salud física, mental y emocional.
- En términos de reducir los factores primarios que llevan a la delincuencia y la corrupción.

<sup>7</sup> Bernard J. Richard T. (1999): Ciencias Ambientales. México: Pearson. 6ª ed. 698 pp

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

- En términos de mejorar las relaciones entre los pueblos y las naciones.
- En términos de aumentar el acceso de la gente a la educación y el empleo.
- En términos de descubrir e implementar nuevas tecnologías para reciclar, reducir la contaminación y aprovechar la energía renovable.

En resumen, se puede pensar en el desarrollo como el aprender a ser administradores de la Tierra, no sólo en proteger las especies silvestres, sino aumentar el bienestar general y la seguridad de la vida humana para las generaciones por venir.

Es importante no confundir el concepto de desarrollo sostenible con la idea de volver al estado de la cultura primitiva, sino avanzar a una relación diferente entre la humanidad y la Tierra. Alcanzar una sociedad sostenible posibilitará el continuo crecimiento de una comprensión científica, cultural y espiritual del ser humano y su lugar en el universo.

### 2.2.3. Producción Más Limpia<sup>8</sup>

El concepto de Producción Más Limpia fue introducido por la Oficina de Industria y Medio Ambiente del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente –PNUMA– en 1989. Producción Más Limpia se define como “la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficacia y eficiencia en general y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente”<sup>9</sup>.

La Producción Más Limpia es un concepto que pretende prevenir que la contaminación ocurra y maneja el impacto ambiental del proceso completo de producción, no solamente los impactos de las salidas; analiza las causas fundamentales de los problemas ambientales, en lugar de sus efectos, a través de un paquete integrado de mejoras en todas las etapas del proceso y del ciclo de vida del producto.

La producción limpia es una estrategia de carácter preventivo que las empresas pueden aplicar a sus procesos productivos con el objetivo de minimizar los residuos y emisiones en el origen, reduciendo los riesgos para la salud humana y el ambiente y elevando, simultáneamente, la productividad y competitividad de la empresa. El principio básico de la producción limpia es aumentar la eficiencia global del proceso, previniendo las pérdidas de materiales y energéticas.

El objetivo esencial de una industria es transformar la materia prima en un producto comercializable. Por ende, la generación de residuos y emisiones durante el proceso productivo puede ser considerada como una pérdida del proceso y un mal aprovechamiento de la materia prima empleada y, por lo tanto, representan un costo adicional del proceso productivo. A su vez, la generación de residuos origina impactos económicos importantes asociados a los costos de tratamiento y disposición final de

<sup>8</sup> Gobierno de de la República de Chile (2005): Manual de Producción Más Limpia. Chile. 1ª ed. 88pp

<sup>9</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA, “Usando Producción Más Limpia para facilitar la implementación de los Acuerdos Ambientales Multilaterales”, 2003.



## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

éstos. Por consiguiente, minimizar la cantidad de residuos tiene un beneficio económico para la empresa.

El enfoque tradicional con que se ha abordado el control de la contaminación, considera como primera opción reducir los contaminantes después de que se hayan generado por los procesos industriales, exigiendo la aplicación de tecnologías de etapa final.

La Producción Limpia invierte o reorienta la jerarquía de gestión de los contaminantes, considerando las oportunidades de prevención de la contaminación antes que recurrir a medidas de reducción de la contaminación que a la larga genera costos de producción más altos y una menor protección del ambiente:

1. Prevención de la contaminación,
2. Reutilización y reciclado,
3. Tratamiento o control de la contaminación,
4. Disposición final,

Aplicar los principios de prevención relacionados con la producción limpia tiene un doble beneficio: desde el punto de vista económico, logra una utilización más eficiente de los recursos (materias primas, agua y energía), así como reduce los costos de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos; mientras que desde el punto de vista ambiental, reduce la contaminación.

Como se menciona la producción limpia es una estrategia preventiva integral, por lo que tiene la ventaja de que no considera el control ambiental y la seguridad laboral como algo aislado del proceso productivo, sino que surgen como consecuencia de una gestión productiva más eficiente.

Así, el control ambiental, basándose en un eficiente sistema de gestión, genera un aprovechamiento integral de las materias primas y de la energía utilizada, a la vez que aprovecha al máximo el potencial de la tecnología existente y se identifican oportunidades de mejoramiento en todas las áreas y actividades de la empresa:

- Control de calidad,
- Prevención de la contaminación,
- Seguridad y salud en el trabajo,
- Entrenamiento y motivación de los trabajadores,
- Control de pérdidas.

De esta forma, la producción limpia puede lograrse previniendo la generación del residuo en el origen, reduciendo y controlando los riesgos operacionales, usando eficientemente la energía y el agua, valorizando aquellos residuos inevitables, segregando los residuos para una mejor valorización y/o tratamiento e integrando conceptos ambientales a la gestión de producción. (Ver gráfico No. 7 Proceso de Producción Más Limpia)

La prevención y reducción de residuos puede lograrse implementando una estrategia de producción limpia adecuada, que contemple medidas preventivas, tales como:

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

- Uso racional de los recursos: materias primas, agua, energía, recursos humanos y tecnológicos.
- Selección de materiales de menor impacto ambiental.
- Modificaciones al proceso productivo e incorporación de tecnología.
- Cambios en las prácticas de operación, mejorando la percepción y actitud de los operarios.

Producción Más Limpia se define como “la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficacia y eficiencia en general y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente”<sup>10</sup>.

**Grafico No. 8 Proceso de Producción Más Limpia**



Fuente: Herramientas para P+L Argentina, elaboración propia.

La experiencia de la aplicación de Producción Más Limpia alrededor del mundo, y, en Guatemala, ha demostrado que hay otras justificaciones válidas para la adopción de Producción Más Limpia, tales como:

<sup>10</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Medio-Ambiente PNUMA, “Usando Producción Más Limpia para facilitar la implementación de los Acuerdos Ambientales Multilaterales”, 2003.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

- Generación de ahorro en el uso de insumos, agua y energía por unidad producida, reduciendo así costos de producción y elevando la competitividad.
- Reduce el costo de soluciones de mitigación/control de la contaminación. En los casos en que una vez agotadas las oportunidades de prevenir en la fuente, se requiera reducir los niveles de emisión utilizando tecnologías “al final del tubo”, el costo de tratamiento será inferior al que se habría producido sin la aplicación de Producción Más Limpia.
- Mejora la seguridad y reduce los riesgos a la salud de los empleados, a través de mejorar las condiciones en el área de trabajo. A la vez que reduce los riesgos ambientales.
- Contribuye a cumplir la normativa ambiental, evitando las sanciones administrativas o multas.
- Estimula la innovación tecnológica.

En la región centroamericana, lo relacionado con la formulación y desarrollo de políticas de Producción Más Limpia ha tenido avances; y en algunos casos, han llegado a la aprobación e implementación de estas políticas, como lo es el caso de Nicaragua y El Salvador.

### 2.2.4. Producción Más Limpia en las diferentes actividades

- **En los procesos de producción:** La Producción Más Limpia incluye la conservación de la materia prima y la energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción en cantidad y toxicidad de las emisiones y desperdicios antes de su salida del proceso.
- **En los productos:** La estrategia se enfoca en la reducción de los impactos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final de los productos.
- **En los servicios:** La Producción Más Limpia reduce el impacto ambiental del servicio durante todo el ciclo de vida, desde el diseño y uso de sistemas, hasta el consumo total de los recursos requeridos para la prestación del servicio<sup>11</sup>.

### 2.2.5. Efectos y beneficios de la Producción Más Limpia.

La Producción Más Limpia lleva al ahorro de costos y a mejorar la eficacia y eficiencia de las operaciones, habilita a las organizaciones y a las empresas para alcanzar sus metas económicas mientras, simultáneamente, mejoran el ambiente.

En general, los beneficios derivados de la P+L incluyen, entre otros:

- Optimización del proceso y ahorro de costos mediante la reducción y el uso eficaz y eficiente de materias primas en insumos en general.
- Mejora la eficacia y eficiencia operativa de la estación de procesamiento.

---

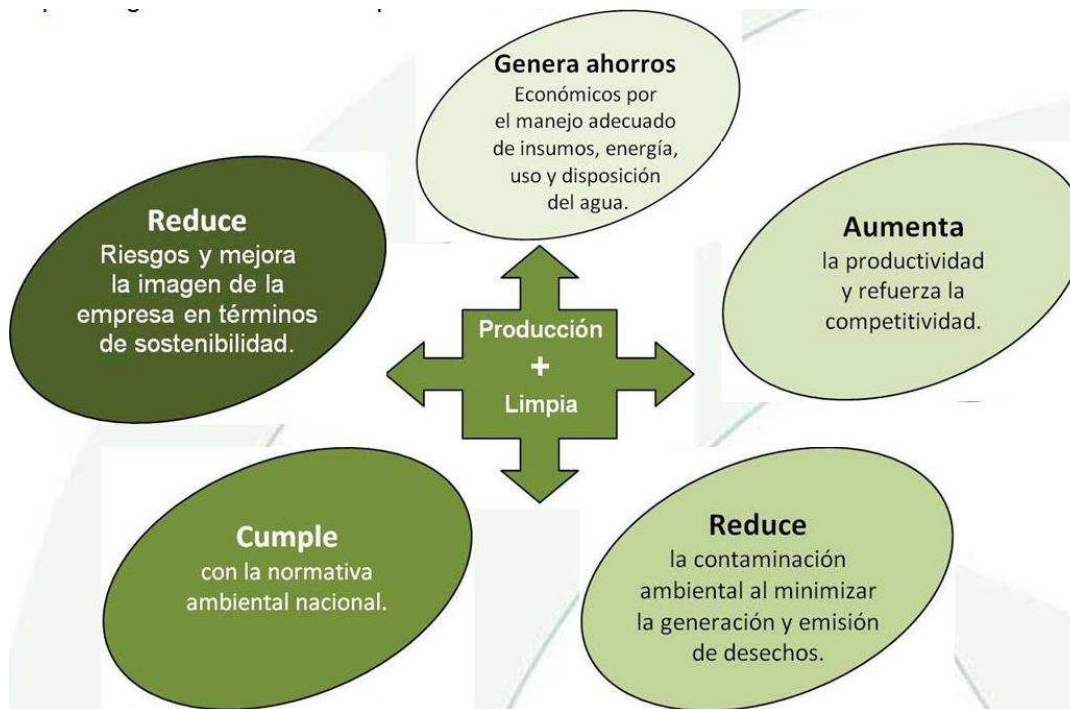
<sup>11</sup> Programa de Producción Más Limpia, Ministerio de Ambiente, Bogotá agosto 1997.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

- Mejora la calidad de los productos y consistencia porque la operación del lugar de proceso es controlado y por ende más predecible.
- La recuperación de algunos materiales de los subproductos.
- Reducción de residuos y, por ende, reducción de costos asociados a su correcta disposición
- Menores primas de seguros.
- Mejoramiento de la imagen de la empresa ante clientes, proveedores, socios, comunidad, entidades financieras, etc.

### 2.2.6. Ventajas de utilizar la Producción Más Limpia

La ventaja de aplicar prácticas de Producción + Limpia está en que promueve el uso eficiente de materias primas, agua y energía, entre otros insumos, a fin de eliminar o reducir en las fuentes de origen la cantidad de residuos no deseados que se generan durante los procesos de producción<sup>12</sup>.



### 2.2.7. El tardío avance de la Producción Más Limpia en países en desarrollo.

La bibliografía en general justifica la lentitud de la reconversión empresarial hacia una mejor gestión ambiental en los países en desarrollo, principalmente por la resistencia al cambio como un problema cultural y por la dificultad de acceso a la información y a financiación. Igualmente, el enfoque hacia mercados locales reduce las exigencias ambientales que pueden presentarse en las exportaciones hacia mercados globales.

<sup>12</sup> Éxito Empresarial, No. 209 CEGESTI, 2012.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

De hecho, aunque la conciencia de la problemática ambiental ha crecido mucho en los últimos años, estudios de las Naciones Unidas indican que menos del 20% de las empresas norteamericanas y europeas están a la vanguardia de los avances en eco eficacia y eficiencia y producción limpia<sup>13</sup>.

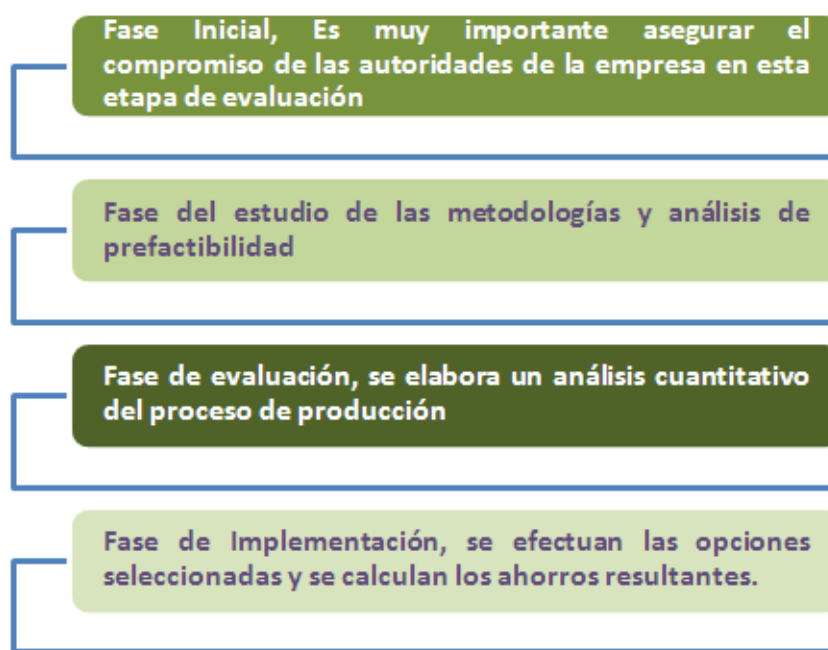
### 2.2.8. Las técnicas, comúnmente, utilizadas dentro del marco de la Producción Más Limpia

- Buenos procedimientos de operación
- Sustitución de materiales
- Cambios tecnológicos
- Reciclaje interno
- Rediseño de productos

### 2.2.9. Descripción de una evaluación de Producción Más Limpia en una organización

En general, un proyecto de Producción Más Limpia puede resumirse en varias fases, desde que se toma la decisión de implementarla hasta que se llega al punto de monitorear y evaluar las implementaciones de mejoras. Las fases típicas se citan a continuación:

**Grafico No. 9 Fases de la Producción Más Limpia**



Fuente: Manual de Introducción a la Producción Más Limpia.

<sup>13</sup>Producción Más Limpia en Colombia: Conceptos sobre motivaciones y obstáculos para su implementación en Colombia. CNPMLTA - CECODES

## 2.2.10. El Valor Costo Beneficio de la implementación del programa de Producción Más Limpia

El análisis costo-beneficio, conocido como ACB es una metodología apta para la evaluación, adecuada para analizar proyectos desde el enfoque económico. Tiene por finalidad proporcionar criterios racionales para una crucial decisión cualitativa: si el proyecto debe o no implementarse. También permite ordenar los proyectos, según su eficacia y eficiencia para alcanzar los objetivos deseados.<sup>14</sup>

La disposición de invertir en P+L depende de la relación ACB; ya que, debido a las restricciones de capital de inversión se opta por la implementación de estrategias ambientales correctivas (o llamadas “soluciones al final del tubo”), qué estrategias preventivas, como la P+L.

Al compararse los cambios de la estructura de costos, la decisión de invertir o no en P+L depende de que los costos disminuyan, significativamente, en el tiempo. Además, dados los beneficios que se generan a partir del momento en que los procesos se hacen más eficientes, los ahorros en el consumo de materias primas y energía, la disminución de residuos y la emisión de contaminantes. Para que este programa sea atractivo para las empresas, definitivamente, el beneficio debe ser mayor al costo, para que a la vez sea sostenible.



La experiencia del ONUDI y del Programa de Naciones Unidas para el Medio-Ambiente (PNUMA) en el campo de la pequeña y mediana industria en los países en desarrollo ha demostrado que las modificaciones de procesos de producción pueden reducir la carga de contaminación en un 25% con inversiones de menos de 3,000 dólares. En muchos casos, tales inversiones se han amortizado en menos de seis meses.

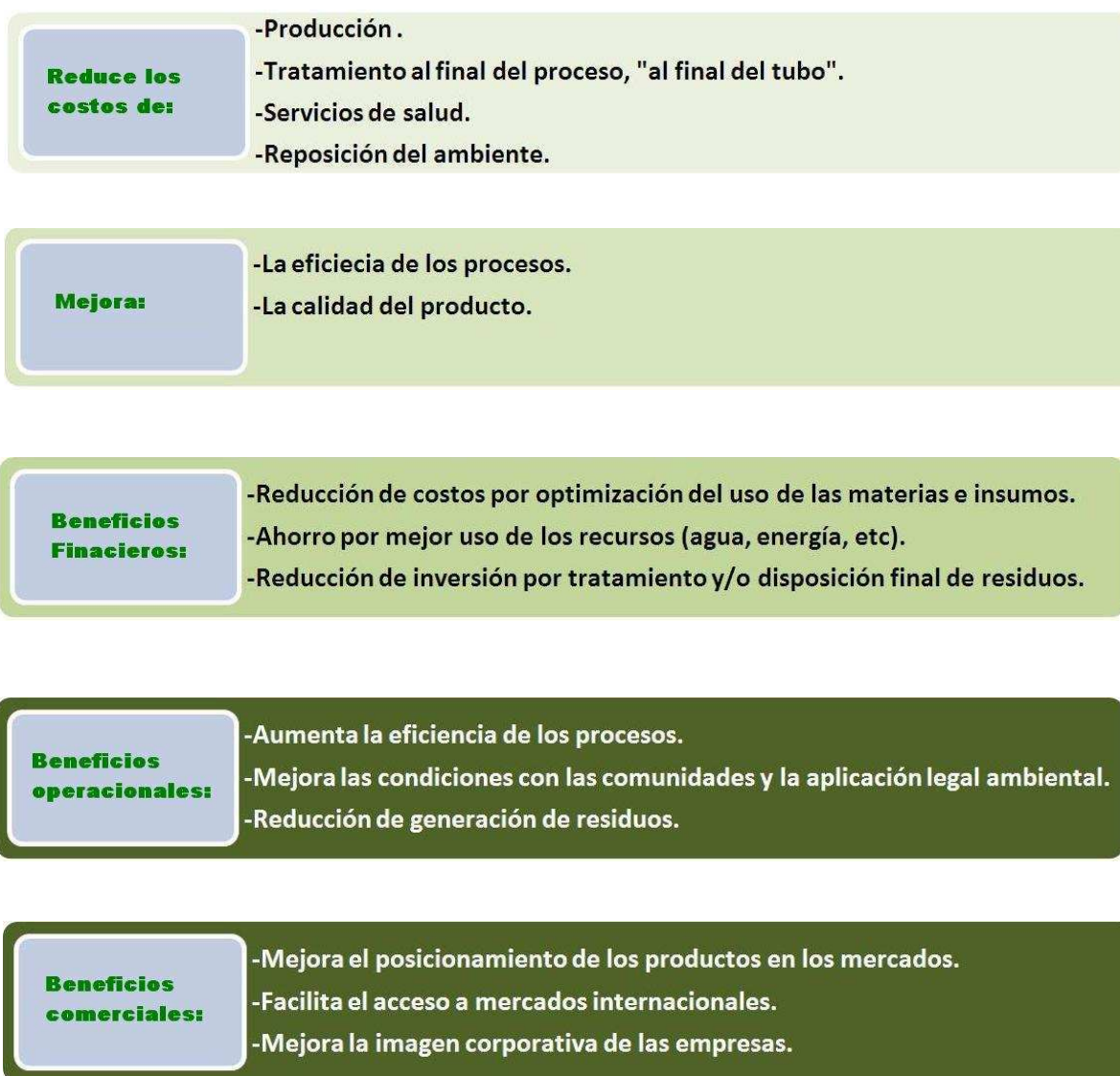
A continuación se presenta una serie de beneficios positivos que pueden considerarse al momento de proponer la aplicación de estos programas con el propósito de concienciar a las empresas productoras de azúcar.

<sup>14</sup> LELAND T.B. 2001. Ingeniería Económica. Editora Emma Ariza H. 265-268



Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

Gráfico No. 10 Beneficios de la Producción Más Limpia.



Fuente: Principios de la Producción Más Limpia.

## 2.3 Los actuales fundamentos de la Gestión Ambiental en la Agroindustria azucarera Guatemalteca

Según información proporcionada por La Gerencia de Manejo Ambiental de La Asociación de Azucareros de Guatemala, ASAZGUA, la evaluación retrospectiva realizada en la Agroindustria azucarera guatemalteca, permitió concluir en que el proceso productivo de transformación, inherente a la industrialización de la caña de azúcar, al igual que cualquier otro proceso de transformación, provocaba impactos en el ambiente y los recursos naturales. En tal virtud, se acordó impulsar una visión diferente, responsable y proactiva para tratar el tema ambiental.

La Estrategia de Gestión Ambiental de la Agroindustria azucarera guatemalteca, establecida en 1996, se encuentra estructurada con los siguientes elementos básicos:

### 2.3.1. Principios de la gestión ambiental Agroindustrial guatemalteca

El modelo de la Gestión Ambiental parte de siete principios básicos que son:

#### a. Responsabilidad

Se reconoce que el proceso de industrialización de la caña de azúcar incide en el entorno ambiental y que debe prevalecer la producción de azúcar en forma sostenible.

#### b. Pro actividad

La problemática ambiental se atiende ahora en forma positiva y vanguardista, sin presiones ni condiciones y en forma abierta y voluntaria.

#### c. Participación

Ahora se tiene presencia en las actividades de los sectores: público y privado y en el plano internacional, relacionada con el tema ambiental y los recursos naturales.

#### d. Competitividad

Es precisamente el principio de pro actividad el que ha marcado la pauta para que otro principio, el de competitividad, forme parte del modelo de gestión ambiental, a fin de aprovechar las ventajas que conlleva participar en el mercado mundial dándole atención a la variable ambiental en el proceso de producción de azúcar.

#### e. Información

Un medio sin información basa su opinión en suposiciones “Para la Agroindustria azucarera ha sido altamente positivo que los medios escritos, la radio y la televisión, cuenten con información veraz y actualizada de la forma en la cual el sector Agroindustrial azucarero trabaja el tema ambiental.

#### f. Fortalecimiento institucional

La integración vertical y horizontal que se tiene en la organización, es un reflejo del fortalecimiento Institucional, pues, facilita las decisiones que la Junta Directiva de la Asociación de Azucareros de Guatemala debe tomar en materia ambiental.

**g. Unidad Gremial**

Este principio le da viabilidad a la puesta en marcha de las medidas de política y al cumplimiento de objetivos y metas. Las decisiones de la Junta Directiva son vinculantes para todos los ingenios.

**2.3.2. Organización Institucional de la Industria azucarera en Guatemala.**

La Gerencia de Manejo Ambiental de ASAZGUA ejecuta todas las medidas de política y coordina la estrategia ambiental del sector azucarero.

Adicionalmente, se cuenta con la Comisión Ambiental de Campo y Fábrica, en la cual participan representantes de todos los ingenios y CENGICAÑA. Esta comisión cumple con la función de tratar y discutir temas prioritarios y tomar decisiones relacionadas con las actividades del proceso de Gestión Ambiental del sector azucarero, que deben someterse a la aprobación de la Gerencia General y de la Junta Directiva de ASAZGUA.

**2.3.3. Acciones identificadas por ASAZGUA como “La estrategia de Gestión Ambiental de la Agroindustria azucarera en Guatemala”.**

Las actividades de la agroindustria azucarera son causa de potenciales impactos al ambiente, sobre todo en el entorno donde se desarrollan sus actividades agrícolas e industriales, sin embargo, utiliza un fuerte contingente de mano de obra en las tareas de campo y fábrica, lo que se ve como una compensación para los vecinos colindantes.

Los ingenios se han visto en la necesidad de tomar medidas para que su actividad armónica con el entorno, en este sentido, han creado dos centros, uno de estos atiende la parte ambiental y técnica y el otro la parte social.

El tema ambiental se encuentra manejado por CENGICAÑA Instituto de la Agroindustria que realiza investigación tecnológica, siendo su eje central el manejo ambiental.

El tema social, el manejo de los recursos humanos de los ingenios y las mejoras a las condiciones de los cortadores y la atención a las comunidades en donde se encuentra la zona cañera, programas de educación, salud y desarrollo municipal, lo maneja FUNDAZUCAR.

Según entrevista sostenida en ASAZGUA, se consultó sobre el enfoque ambiental que realizan, a lo cual se hizo referencia a su estrategia de gestión ambiental, dentro de la cual se indicó, ya se tiene prevista en algunos de sus rubros actividades propias de Producción Más Limpia,

A continuación se presenta una sinopsis de la Gestión Ambiental realizada actualmente por la agroindustria azucarera en Guatemala, según datos proporcionados por ASAZGUA.

**Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.**

<b>Cuadro No. 8 Gestión Ambiental de la agroindustria azucarera en Guatemala.</b>			
Desarrollo de proyectos que intentan mitigar los impactos negativos, con el propósito de ser compatibles con el ambiente.			
<b>Gestión</b>	<b>Acciones y técnicas</b>	<b>Ilustraciones</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Manejo Hídrico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir consumos incorporando recuperación y recirculación de agua.</li> <li>• Neutralización de las aguas residuales para mantener el pH en valores aceptables.</li> <li>• Reducción de aceites y grasas.</li> <li>• Mejorar calidad del efluente acuoso final con sistemas de sedimentación y aireación</li> <li>• Aprovechamiento de aguas residuales en sistemas de riego.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clarificación de aguas residuales.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagunas de sedimentación en serie.</li> </ul>	<p>Actualmente solo el 70% de los ingenios ha iniciado la incorporación de sistemas de tratamiento primario para mejorar la calidad de sus efluentes acuosos y obtener ventajas agroeconómicas y ambientales.</p>
<b>Manejo de Residuos sólidos</b>	<p><b>A. Recuperación y valorización del bagazo.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La substitución de un combustible sólido renovable, por un combustible fósil.</li> </ul> <p><b>B. Recuperación y valorización de la cachaza.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción en más de 50% las concentraciones de los efluentes acuosos.</li> <li>• Reducción de Agroquímicos.</li> <li>• Incremento en la Producción</li> </ul> <p><b>C. Recuperación y valorización de la ceniza.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Remoción del 5% de la concentración en los efluentes acuosos.</li> </ul> <p><b>D. Recuperación y Valorización de la Caña Pérdida en Mesas de Lavado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La caña se recupera en la fase de lavado y se convierte en un beneficio tanto para el ambiente como para la función empresarial de los ingenios.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenamiento de bagazo a cielo abierto.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de recuperación en seco de la cachaza.</li> </ul>   <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de separación de sólidos para mezcla con cachaza y ceniza.</li> <li>• Recuperación en mesas de lavado en seco</li> </ul>	<p>Con esta tecnología limpia, la agroindustria azucarera de Guatemala ha logrado convertir un desecho en un subproducto de gran utilidad, al recuperar y emplear como combustible en la generación y cogeneración eléctrica el 27% de la biomasa que se produce con la molienda de la caña de azúcar.</p> <p>Transformar este desecho, en un subproducto, ha dado lugar a que la totalidad de los ingenios lo empleen actualmente en los campos de cultivo, ya como mejorador de suelo, o como fertilizante de la caña de azúcar.</p> <p>Por el contenido en la ceniza de potasio, sodio, calcio y fósforo, se puede aplicar en el campo mezclado con la cachaza.</p>

**Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.**

<b>Cuadro No. 8 Gestión Ambiental de la agroindustria azucarera en Guatemala.</b>			
Desarrollo de proyectos que intentan mitigar los impactos negativos, con el propósito de ser compatibles con el ambiente.			
<b>Gestión</b>	<b>Acciones y técnicas</b>	<b>Ilustraciones</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Manejo de las emisiones a la atmosfera</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación de filtros, por medio de los cuales se han alcanzado niveles de remoción del orden del 85% al 95%.</li> <li>• Reducción de las molestias provocadas por la quema de caña, entre las medidas acordadas están:               <ul style="list-style-type: none"> <li>-Quemar en horario específico para no afectar salineras.</li> <li>-Empleo de información de factores ambientales generada por la red de estaciones meteorológicas, principalmente dirección de vientos y temperatura.</li> <li>-Coordinar quemas a inmediaciones de las poblaciones para reducir el periodo de molestias.</li> </ul> </li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema integrado de Caldera Filtro y Chimenea.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de vapor después de lavado de gases.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inicio de quema de caña usando contrafuego.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de masa forestal durante quema de caña.</li> </ul>	<p>La labor de la agroindustria azucarera en la gestión para el manejo de las emisiones a la atmósfera, se ha orientado a la reducción de partículas de hollín y lavado de gases.</p> <p>Derivado de estudios en países de Norte América, para ASAZGUA la pavesa que se genera por la quema de caña, es considerada únicamente como una molestia.</p>
	<b>Reducción del uso de Agro Químicos</b>	<p>A. Actualmente se encuentra difundido el empleo de biotecnologías para el combate de plagas como el gusano barrenador y la chinche salivosa.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Producción de parasitoides y hospedantes</b></li> <li><b>Producción del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i>.</b></li> </ol> <p>B. <b>El control biológico de la plaga de ratas.</b> mediante el uso de un agente depredador, en este caso las lechuzas <i>Tito alba</i>.</p>	



#### 2.3.4. Ingenio de referencia “La Unión” Guatemala

El Ingenio La Unión, S.A. es uno de los ingenios de mayor importancia en el país, participó recientemente en un proyecto de cumplimiento de estándares, el cual tiene como propósito, la iniciativa para una Mejor Caña de Azúcar, a nivel mundial, por medio de una entidad que se ocupa de este ámbito, con el propósito de reducir los impactos ambientales y sociales de la producción de caña de azúcar.

Este proyecto se realizó en abril del año 2011, con la participación del Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia, para lo cual se realizó una auditoria bajo los términos de este estándar.

Este reporte presenta los primeros hallazgos en el ingenio y su cumplimiento o falta del mismo, los cuales se basan en los siguientes aspectos:

- A. Obedecer la ley
- B. Respetar los derechos humanos y las normas laborales
- C. Gestión de la eficiencia de insumos, producción y procesamiento para mejorar la sostenibilidad
- D. Gestionar activamente los servicios de biodiversidad y el ecosistema
- E. Mejorar continuamente las áreas clave del negocio

La norma utilizada es un estándar métrico. Cada criterio se compone de indicadores cuantificables que permitan el desempeño cuantificación y el cumplimiento de la Norma, y se evalúa la mejora continua a lo largo de los años. Es de mencionar que esta iniciativa no ha sido aceptada en el medio azucarero de Guatemala.

Algunos de los resultados de esta Auditoria se utilizaron como referencia en el análisis, ilustrando el comportamiento de uno de los ingenios de mayor apogeo y disposición respecto de la innovación eco eficiente.

La mejor manera de convencer a las empresas es mediante los ejemplos, una forma práctica es mostrar programas y proyectos exitosos de aplicación de Producción Más Limpia como puntos de referencia, por lo cual se citan a continuación los resultados de Estudios de Caso de dos empresas con la misma actividad en dos países de Latinoamérica.



**Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Esquintla.**

**2.4. Estudios de casos con aplicación y resultados**

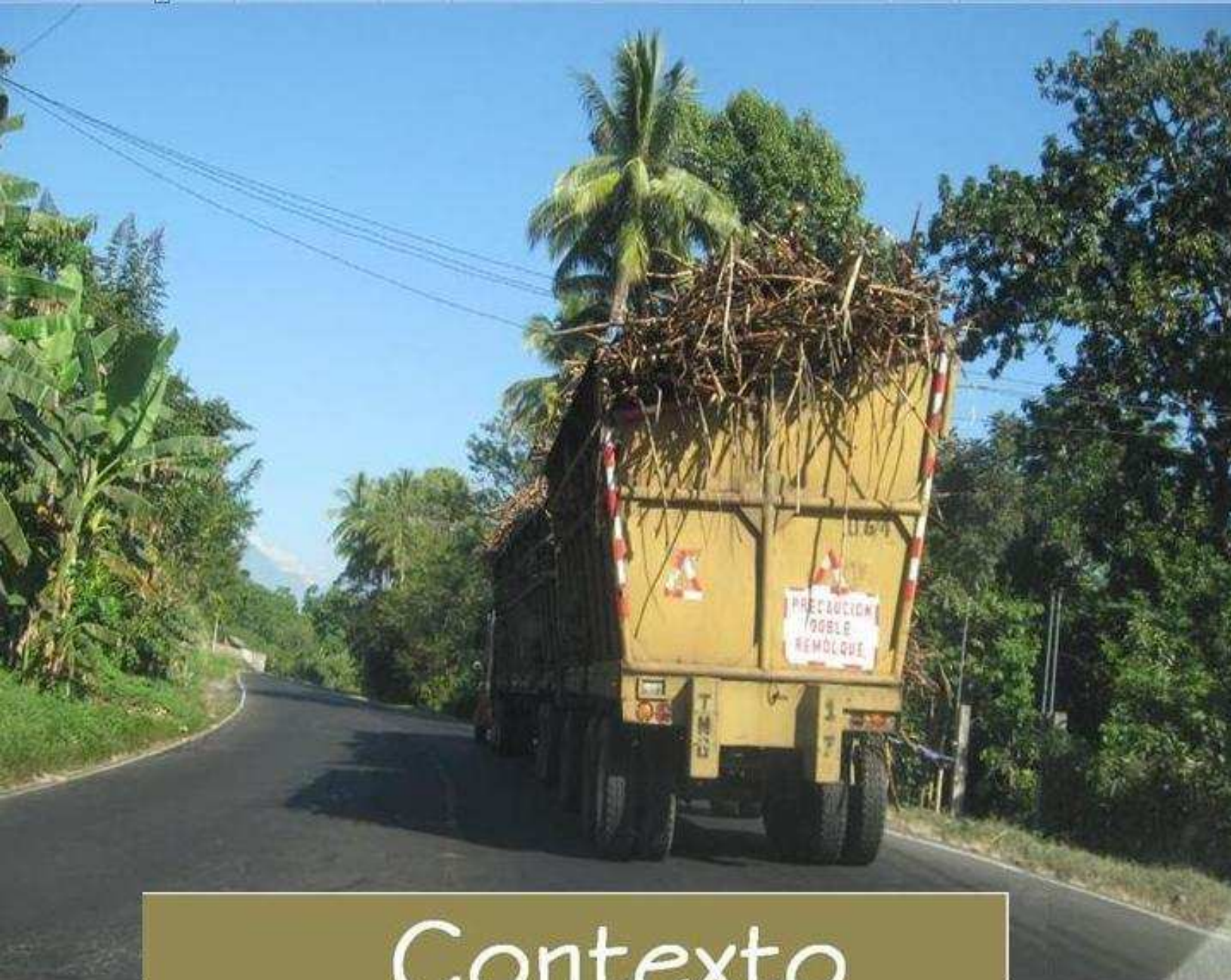
Con propósitos conceptuales y demostrativos, se presentan los resultados de la aplicación de Producción Más Limpia en dos Ingenios, uno en Colombia y el otro en Bolivia, los resultados reflejan los beneficios de esta aplicación.

**Cuadro No. 9 Acciones y resultado con la aplicación de Producción Más Limpia**

Estudio de Caso	País y municipio	Resultados específicos	Acciones	Resultados ambientales
Ingenio Azucarero "Providencia"	Colombia, Cali.	Certificado de aseguramiento de Calidad.	Gestión Ambiental	Reducción de uso de pesticidas o fertilizantes sintéticos
		Premio Nacional Ambiental en la categoría empresarial.		Reducción de contaminación involuntaria por mantenimiento de barreras.
		Implementación de sistema de administración ambiental según norma ISO 14000.		
		Acreditación para los mercados de Europa, Australia, Israel, Corea y para el Mercado Norteamericano y japonés.	Reemplazo de fertilización química (uso de cachaza)	Recuperación del suelo y minimización de exposición a riesgos de la salud en zonas cercanas a cultivos.
			Reducción de uso de pesticidas o fertilizantes sintéticos	Minimización de problemas de salud. Prevenir Toxicidad en el suelo. Prevenir Contaminación de agua.
			Eliminación de la aplicación de madurantes químicos.	Recuperar y conservar las condiciones del suelo.
Intervención en las causas que producen la erosión de los suelos.	Minimiza el uso de agua y generar agua contaminada.			
Uso de extractores de hojas y tierra				
Ingenio "Roberto Barbery Paz"	Bolivia, Mineros Santa Cruz	Retorno sobre la inversión.	Instalación de aspersores hidrojets en la parte superior de cada evaporador.	Reducción en consumo de agua.
		Reducción de costos.	Reducción de Demanda Química de Oxígeno, DQO.	Reutilización de aguas residuales evitando su desfogue a ríos o mantos de agua
			Reducción en consumo de NaOH. soda cáustica o sosa cáustica	Menores emisiones y desechos.
			Reducción en pérdidas de azúcar	Evitando saturar los procesos y sobre cargar el ambiente.

Fuente: Elaboración propia, con base en resultados mostrados en informe de caso.

Ver más información al respecto de estos estudios de casos en anexo 1.



# Contexto

CAPÍTULO

3

### 3. Contexto histórico y territorial

#### 3.1. Aspecto histórico de la producción de azúcar en Guatemala y Escuintla

##### 3.1.1. Inicios de la producción de azúcar granulada

Según las investigaciones de la historiadora Regina Wagner los orígenes del cultivo de la caña de azúcar en Guatemala, sitúan el inicio de esa actividad en el siglo XVI, mientras se consolidaba el proceso de colonización en Mesoamérica<sup>15</sup>.

Se presume que los españoles, en la época de Cristóbal Colón, fueron trayendo las primeras plantas de caña, y así se fue difundiendo ese cultivo en nuestro territorio. La variedad de caña que llegó, provenía de la isla de Java. En aquella época, Holanda también era un país de conquistadores, quienes en cada zona que ocupaban, desarrollaban cultivos como la caña y el hule.

Alrededor de 1530 ya había siembras de caña en Chiapas, México, derivado que Hernán Cortés ya tenía ingenio y producción de azúcar, mientras que en Guatemala se producía panela a fines del siglo XVI.

Como antecedente sin mucha precisión, en 1536, un expedicionario, de nombre Antonio Diosdao, vino a Guatemala junto a Pedro de Alvarado, solicitando posteriormente tierras para cañaverales y el Cabildo de Santiago se las adjudicó en Amatitlán. Siendo esto los primeros indicios que se tienen de alguien en nuestro país con el interés de tierras para sembrar caña.

En 1587, el Ayuntamiento de Santiago emitió las ordenanzas del gremio de hacedores de azúcar. Esto quiere decir que ya había suficiente gente que hacía azúcar y un veedor que velaba por los precios y por las medidas de los cubos de azúcar y supervisaba el valor de los jornales.

En 1604 se hizo un censo en la ciudad de Santiago de Guatemala y ya había inscritos diez dueños de trapiches, entre un total de 476 vecinos. También estaban inscritas siete personas que molían trigo. La conclusión es que en el año 1600 ya había producción de panela y azúcar.

Rafael Landívar describe en *Rusticatio Mexicana* cómo se hacía el azúcar. Se colocaba la meladura en hormas de barro que tenían debajo un puro por donde escurría la melaza. Cuando la melaza ya había escurrido, se colocaba barro húmedo en la parte superior de la horma y ese barro iba filtrando y blanqueando. Cuando ese pan o pilón de azúcar estaba seco y solidificado, lo vertían en unos olladeros. La parte superior era más blanca, y conforme venía bajando era menos blanca. El mascabado –azúcar granulada color café– estaba más abajo.

<sup>15</sup> Libro de Trapiche a Ingenio, José Molina Calderón, año 2005.



#### a. Los primeros Ingenios Azucareros en Guatemala

Según la historia, en los protocolos de un escribano real, el primer ingenio del que se tiene referencia data del año 1591, ubicado en San Miguel Petapa, al sur de la actual capital de Guatemala. Según datos históricos aportados por Thomas Gage, un dominico irlandés, otro ingenio fue fundado en 1656, estando también en Petapa, fue llamado el Zavaleta, de Sebastián Esteban de Zavaleta, después denominado Mayorazgo de Arrivillaga. Ese ingenio, llamado también Nuestra Señora de Guadalupe, funcionó hasta la época de J. Rufino Barrios.

El cronista Francisco Antonio Fuentes y Guzmán, relata de los ingenios y fue propietario de un trapiche vecino al Mayorazgo de Arrivillaga. Luego hubo uno en Amatitlán, llamado El Anís, perteneciente a Juan González Donis. Lo heredó a su hijo, éste a su sobrino, y después los herederos lo vendieron a religiosos dominicos. Este ingenio tomaría el nombre de Nuestra Señora de la Encarnación.

En Palín, Escuintla, había otro ingenio conocido como el de la Compañía, que inicialmente perteneció a españoles, quienes lo vendieron hasta pasar a ser propiedad de religiosos jesuitas. Entre Escuintla y Santa Rosa, también surgió un ingenio, llamado La Vega, que perteneció a Niño Sáenz Marroquín, en 1604, y después fue propiedad de religiosos mercedarios.

Otro ingenio, denominado Cerro Redondo, fue creado en época de doña Beatriz de la Cueva y adquirido por su hermano, el licenciado Francisco de la Cueva. Fue objeto de varios traspasos, perteneció al Convento de la Merced y, finalmente quedó en manos de dominicos. En 1598 se fundó en Escuintla un ingenio acerca del cual se desconocen detalles. Otro perteneció a Francisco de Meza, quien lo vendió a los jesuitas.

La Compañía de Jesús administró un ingenio en Escuintla y otro en el municipio de Palín, que era llamado La Santísima Trinidad. Religiosos agustinos poseyeron el ingenio San Nicolás Tolentino, entre Petapa y Villa Canales, en la aldea Boca del Monte.

Datos más actuales dan referencias sobre el Ingenio Concepción y, después, sobre Pantaleón, indicando que estas son varias fincas que los hermanos franceses Oscar y Javier Du Teil compraron a mediados de siglo, produjeron azúcar y después cultivaron café. Se conoce, históricamente, sobre la denuncia, desde 1830, de tierras que fueron adquiridas en Santa Lucía Cotzumalguapa durante los gobiernos liberales de Francisco Morazán y Mariano Gálvez.

La finca Pantaleón tuvo varios dueños, hasta ser comprada alrededor de 1849 por Manuel María Herrera, y fue adquiriendo cada vez mayor extensión

## **b. Fomento de la Industria azucarera en Guatemala**

En 1959, a raíz del cambio de gobierno en Cuba, Fidel Castro nacionalizó esa industria y mucha gente salió exiliada, entre ellos dueños de ingenios, empresarios y técnicos azucareros. Algunos de ellos se establecieron en Miami, y como resultado, el estado de Florida tiene un puesto importante en la producción de azúcar de caña<sup>16</sup>.

Parte de estos exiliados se radicaron en Guatemala, trayendo consigo su conocimiento de esta actividad, lo cual fue aprovechado por los empresarios locales para tener su contribución y de esta forma a realizar las premisas que existían, así como introducir conceptos que no se conocían.

## **c. La Industria azucarera guatemalteca respecto del mercado internacional**

Desde 1962 Guatemala ha sido y sigue siendo un importante productor de azúcar, en la referida fecha, Estados Unidos otorgó al país la primera cuota de exportación, del orden de 10,000 toneladas de azúcar. Las exportaciones fueron en aumento hasta 120,000 toneladas exportadas, anualmente, al mencionado país, siendo este el mercado preferencial de Guatemala. Actualmente, simultáneamente se obtienen otros rubros de ingresos, por la cogeneración de electricidad.

## **d. Evolución de las fábricas de azúcar.**

El Ingenio del hombre por obtener y procesar la caña para obtener el azúcar, lo llevo a recurrir a varios métodos, el primero consistió en moler la caña con piedras para extraer el jugo. Más adelante este mismo procedimiento lo efectuó con pedazos de hierro más fuerte, hasta formar trapiches accionados por la fuerza humana o la ayuda de animales, hasta incorporarle la rueda accionada por agua, hasta llegar a las maquinarias que actualmente se conocen.

Los ingenios empezaron a funcionar como industrias fabriles, propiamente dichas, durante el período 1944-54 y se fueron transformando en refinerías industrializadas, con un alto grado de consistencia. El proceso de modernización agrícola, iniciado en 1960, permitió a los ingenios convertirse en Empresas agroindustriales, que se consolidaron durante la década 1970-80, en la que se crearon condiciones favorables para la inversión de capitales en el sector azucarero. El desarrollo de los ingenios fomentó, sustancialmente, la producción cañera, como actividades coadyuvantes y paralelas de un mismo fenómeno agroindustrial.

---

<sup>16</sup> Libro de Trapiche a Ingenio, José Molina Calderón, año 2005.



### 3.2. Aspecto histórico y territorial del departamento de Escuintla

Su nombre proviene, etimológicamente, de Itzcuintlan que significa tierra de perros, por la confusión de los conquistadores españoles, entre los perros y los tepezcuintles, abundantes en la región al momento de la conquista. Es la tercera ciudad más grande del país, por decreto de la Asamblea Nacional Constituyente del 4 de noviembre de 1825 fue erigido como departamento<sup>17</sup>.

#### a. Fisiografía

El departamento de Escuintla se ubica dentro tres regiones fisiográficas: Tierras Altas Cristalinas, Pendiente Volcánica Reciente y Llanura Costera del Pacífico. Aproximadamente, el 50 por ciento del departamento se encuentra en la Llanura Costera del Pacífico, 40 por ciento del territorio está ubicado en las Tierras Altas Volcánicas y cerca de 10 por ciento en las Tierras Altas Cristalinas, correspondiendo a los municipios de Palín y San Vicente Pacaya.

#### b. División política - administrativa

Consta de 13 municipios: Escuintla (cabecera departamental), Santa Lucía Cotzumalguapa, La Democracia, Siquinalá, Masagua, Tiquisate, La Gomera, Guanagazapa, San José, Iztapa, Palín, San Vicente Pacaya y Nueva Concepción.

Municipio con mayor extensión: Tiquisate

Municipio con menor extensión: Palín.

Mapa No. 1 División política del departamento de Escuintla



fuelle:  
[www.gtcit.com](http://www.gtcit.com)

<sup>17</sup> Plan de desarrollo, Segeplan , 2010.

### c. Extensión

El departamento de Escuintla, con una superficie de 4,384 Kilómetros cuadrados, tiene como cabecera departamental la ciudad de Escuintla, es el departamento número seis de los 22 del país en extensión territorial.

**Coordenadas:** 14° 18'10'' Latitud 90° 47'02'' Longitud, **Altura:** 347 m SNM

Sus límites son al norte con los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Guatemala al este con Santa Rosa al sur con el Océano Pacífico y al Oeste con Suchitepéquez  
Su clima es variado, predominando el caliente, que origina selvas tupidas de tipo tropical.

### d. Suelo

Suelos del Declive del Pacífico

El departamento de Escuintla se compone de varios tipos de terreno. Al Norte y al Este se encuentran las tierras altas montañosas de la Sierra Madre y Volcán de Pacaya, al Sur, el terreno desciende a fértiles llanuras costeras y finalmente a las playas en las costas del Pacífico.

El Volcán de Pacaya está, continuamente, activo con erupciones importantes cada poco tiempo. Durante miles de años este volcán ha depositado cenizas en todo el departamento, las cuales resultan un suelo fértil, bueno para cosechar casi cualquier cosa.

### e. Topografía

En su parte norte, el departamento se encuentra, propiamente, sobre la cordillera eruptiva del país, ofreciendo en consecuencia un aspecto variado en su topografía: grupos volcánicos como los del Pacaya, notable en el sistema de la América Central serranía de complicadas y elevadas crestas, altiplanicies dilatadas, desfiladeros y barrancos profundos, cráteres que revelan la actividad volcánica y lagunas que son pruebas de los trastornos geológicos verificados en el suelo<sup>18</sup>.

### f. Orografía

Su terreno es mayormente plano en un 80%, se puede decir que se divide en la parte Norte y la parte Sur, La parte Norte o montañosa es atravesada por la Sierra Madre, ahí también se encuentran los Volcanes de Agua y Pacaya, este último activo, algunos desfiladeros y pendientes rocosas así como varias lagunas como la de Tecojate, Quitasombrero, Los Patos y Sipacate.

---

<sup>18</sup> Atlas Geográfico Universal y de Guatemala, Océano 1996.

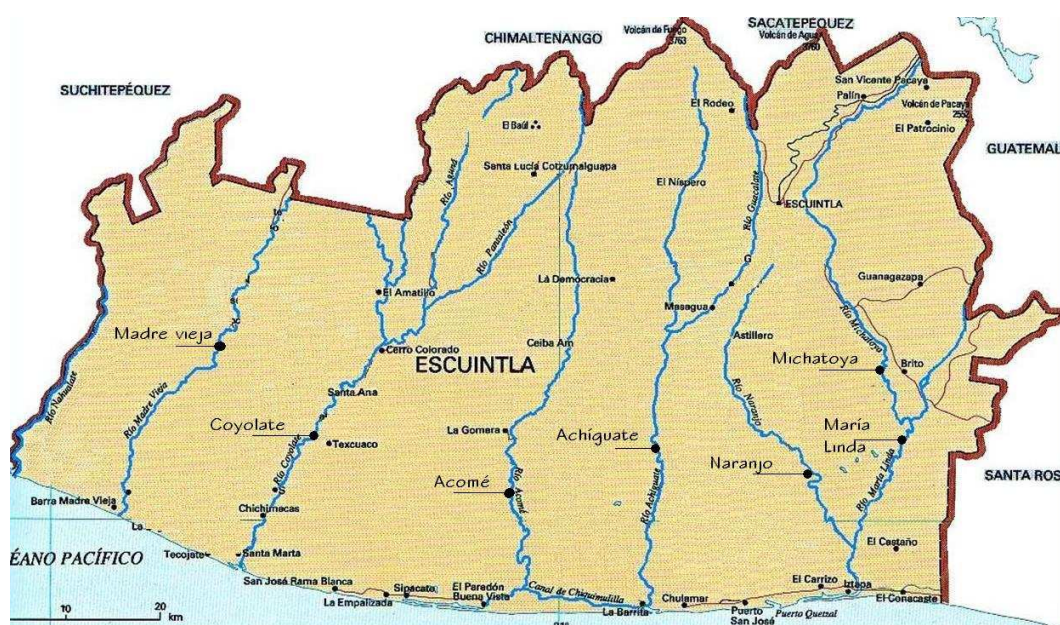
## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

La parte Sur o Costa Grande, tiene muchos ríos que la recorren desde el Norte y desembocan en el Océano Pacífico. Paralelo a la costa se encuentra el canal de Chiquimulilla.

### g. Hidrografía

Entre los muchos ríos que atraviesan el departamento de Escuintla podemos mencionar entre los más importantes: María Linda, El Naranjo, Coyolate, Nahualate, (separa a Escuintla de Suchitepéquez), Madre Vieja, Michatoya, Acomé, Achiguate, Siguacán.

Mapa 2. Hidrografía del departamento de Escuintla.



fuelle: [www.gtcit.com](http://www.gtcit.com)

### h. Zonas de vida

**bmh-S(c) bosque muy húmedo sub tropical cálido:** Topografía accidentada, la elevación varía desde el nivel del mar hasta los 850 metros de altitud, las condiciones climáticas que reúne esta zona de vida son favorables para una regeneración natural fácil y para un rápido crecimiento de las especies.

**bh-S(c): bosque húmedo subtropical cálido:** en la parte sur de la llanura costera del Pacífico, región regularmente plana, comprendida entre la línea costera y el macizo montañoso hasta 850 m sobre el nivel del mar, niveles fríasicos altos, bosques litorales de manglar.



Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

Mapa 3. Zonas de Vida.



fuente: Cengicaña

i. Áreas protegidas

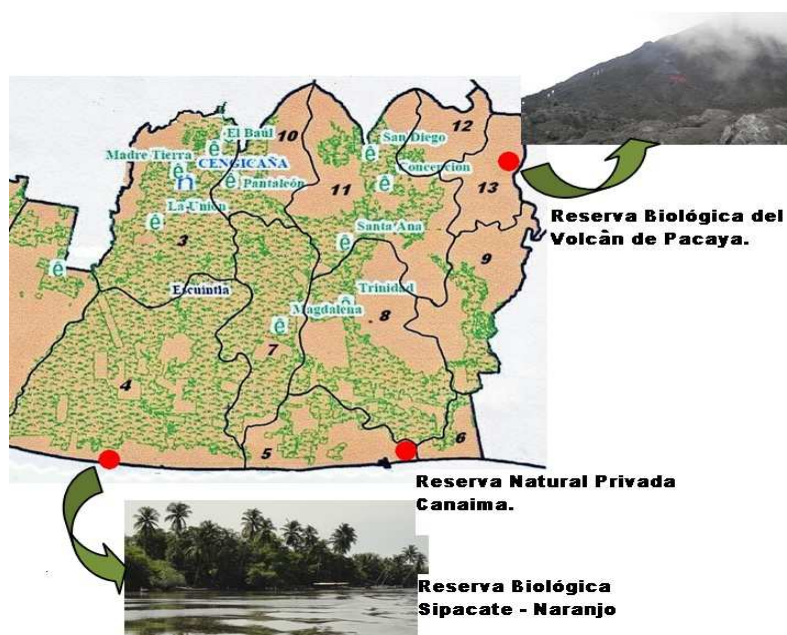
El departamento cuenta, únicamente, con tres áreas protegidas éstas son:

Mapa 4. Áreas protegidas.

-Reserva Natural Privada Canaima en el municipio de San José.

-Reserva Biológica “Sipacate Naranja” en el municipio de la Gomera.

-Reserva Biológica del Volcán de Pacaya, San Vicente Pacaya.



**Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria  
del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.**

**j. Turismo:**

En el departamento se encuentran diferentes atractivos turísticos, paisajísticos, marítimos y arqueológicos, lo cual se convierte en una potencial industria de ingreso económico para los habitantes de los lugares aledaños a estos lugares, en lo que respecta al agroturismo, solamente tres ingenios abren sus puertas en actividades programadas.

**k. Fincas de Azúcar**

Guatemala ha alcanzado niveles récord de producción de azúcar y ha ocupado el tercer lugar como el más grande exportador de América Latina y el sexto en importancia a nivel mundial. La Agroindustria de Azúcar de Guatemala está constituida por 16 ingenios activos, ubicados en la costa sur del país. La mejor experiencia se produce durante la época de zafra, de octubre a abril.

**l. Descripción de la situación actual y actividades propias de la industria del azúcar.**

La Agroindustria azucarera de Guatemala está constituida por 16 ingenios azucareros ubicados en la costa sur de Guatemala, de los cuales 8 están ubicados en el departamento de Escuintla, todos están agrupados en una Asociación no gubernamental denominada ASAZGUA, la que coordina el plan estratégico de esta industria en el país.

**Cuadro No. 10 Ingenios que operan en el departamento de Escuintla**

No.	Nombre del Ingenio	Ubicación
1	Pantaleón	Siquinalá, Escuintla
2	Concepción	Escuintla, Escuintla
3	Magdalena	Sipacate, Escuintla
4	Santa Ana	Santa Lucia Cotz. Escuintla
5	La Unión	Santa Lucia Cotz. Escuintla
6	Madre Tierra	Santa Lucia Cotz. Escuintla
7	San Diego / Trinidad	Escuintla, Escuintla
8	Trinidad	Masagua, Escuintla

**m. Museo Regional de Arqueología La Democracia**

- Expone material arqueológico de los períodos preclásico al postclásico de la Costa Sur de Guatemala, especialmente de la cultura “Monte Alto”, muestra documentos y libros antiguos. Así mismo, acoge una exposición de pinturas contemporáneas de artistas nacionales.
- En la parte de enfrente del edificio se localiza el Parque Municipal de La Democracia, el cual está embellecido por grandes monumentos antropomórficos y zoomorfos tallados en piedra volcánica.



## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

### n . Sitios turísticos principales de recreación e interés

Actualmente su atractivo turístico lo tiene por las playas que dan hacia el Pacífico y las serie de centros arqueológicos, del cual está lleno y que son, relativamente, recién descubiertos.

El departamento de Escuintla cuenta con bellos lugares de recreación entre los que se encuentran: volcán de Pacaya, san Pedro Mártir con sus grutas y cascadas, el cañón de Palín y playas marinas.

Gráfico No. 11 Sitios turísticos de interés en el departamento de Escuintla



Fuente: Elaboración propia con base en imágenes Google.

### ñ. Arqueología

Los municipios de la Democracia y Santa Lucía Cotzumalguapa son los que pueden mostrar de forma adecuada piezas arqueológicas, ya que ambos cuentan con Museo, sin embargo, en todo el departamento de Escuintla se encuentran diseminados los restos de las civilizaciones que lo han habitado, muchos de ellos es alfarería y piedra moldeada, principalmente, en los municipios de Iztapa, Tiquisate, La Nueva Concepción, La Gomera y San José.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

El municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa es una de las zonas arqueológicas más importantes de Guatemala. Aquí se encuentra la estela 1 de El Baúl, una de las inscripciones jeroglíficas más antiguas de Mesoamérica, que lleva la fecha legible más antigua hasta ahora reportada en el territorio de Guatemala, del año 37 DC.

**Fotografía 1 y 2 zona arqueológica el Baúl**



fuentes: [www.minube.com](http://www.minube.com)

### **o. Comercio**

El comercio forma parte importante de su economía, así como el movimiento portuario y turístico, su producción agropecuaria está centrada en la producción de caña de azúcar, el cultivo de esta ocupa un buen porcentaje del uso de la tierra en el departamento. Esta agroindustria se ha desarrollado en la zona costera del Océano Pacífico.

### **p. Economía**

Escuintla, básicamente, se dedica a la actividad agrícola, agroindustrial y ganadera. En la agroindustria se destacan, principalmente, el cultivo de la caña de azúcar, algodón, café, variedad de frutas de clima cálido, granos básicos, legumbres, plátanos y bananos.

Siendo el azúcar el más importante, prueba de ello son los 8 ingenios azucareros, también se destacan los beneficios de café y arroz, las desmotadoras de algodón, fábricas de papel, de cartón y licoreras. Otro rubro de la economía departamental es la ganadería, que se explota en grandes extensiones de su territorio. En este departamento se produce cerca del 43 por ciento del producto interno bruto guatemalteco

## **3.3. Infraestructura económica**

### **a. Carreteras y vías de comunicación**

El Departamento de Escuintla cuenta, actualmente, con una red vial de 806.10 Kms. de los cuales 407.60Kms. (50.56%) son asfaltados y el restante 398.50Kms (49.44%), son de terracería. el Departamento de Escuintla cuenta con la mayoría de tramos nuevos de reciente inauguración tales como CA-2-Oriente "Taxisco, Chiquimulilla, ciudad Pedro de Alvarado. CA-9-Sur "A" Autopista Escuintla Puerto Quetzal. CA-9- Sur Puerto San José Iztapa.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

### Fotografías No.3 y 4 Situación de carreteras en el departamento de Escuintla



Fuente: Fotografía propia

#### b. Muelle

Puerto Quetzal se encuentra ubicado en el municipio de San José, departamento de Escuintla, Guatemala, en el litoral Pacífico (Latitud 13 o 55" N / Longitud 90° 47" W); a 98 Km de la Ciudad Capital, es estatal, fue construido en 1980 y el 18 de marzo de 1983 se inauguraron los Servicios Portuarios. Las instalaciones de atraque están conformadas por un muelle comercial marginal, un muelle auxiliar de espigón, un muelle de servicios o enlace, una Terminal de cruceros, una Terminal de carbón y una Terminal del gas. El muelle comercial consta de 4 atracaderos para manipular carga general, gráneles sólidos y contenedores. Desde acá se realizan las operaciones de embarcación del azúcar para ser exportada a diferentes destinos.

### Fotografías 5, 6 y 7 Muelles en Puerto Quetzal, Escuintla



Fuente: Imágenes Google



## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

### c. Pista de aterrizaje

Ubicada en las instalaciones de la Brigada de Paracaidistas “General Felipe Cruz, ubicada en el Puerto de San José, Escuintla fue inaugurado en enero del 2008 por el presidente Oscar Berger, este aeropuerto internacional del Puerto de San José, Escuintla, abre el camino a la inversión y al turismo para el país, por la longitud de la pista 2,011 metros– el aeropuerto de San José está certificado para recibir a tres aeronaves de tipo Air-Bus A320, o Boeing 737 y 700. Tipo de pista público y militar.

**Fotografías 8, 9 y 10 Pista de Aterrizaje ubicada en el municipio de San José.**



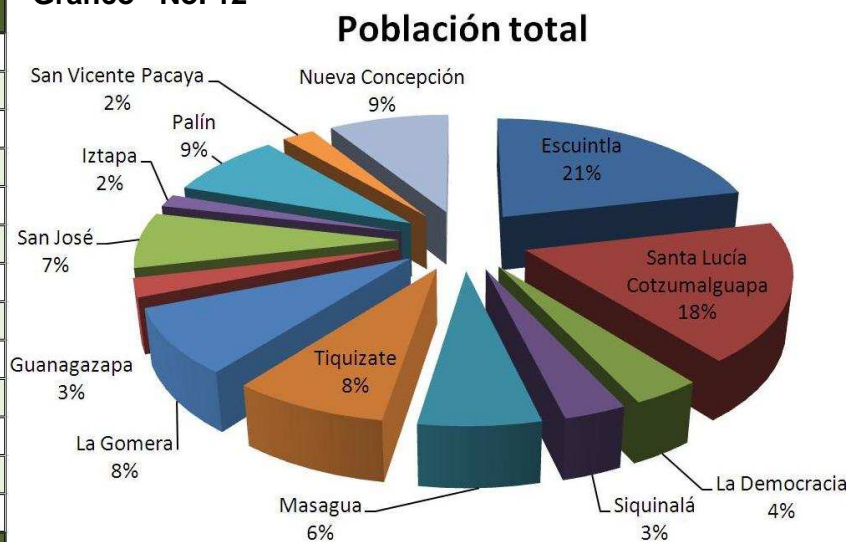
fuelle: dca.gob.gt /google earth

### 3.3 Población

Según las cifras reportadas por el Instituto nacional de estadísticas para el año 2012 la población está distribuida en el municipio, de la siguiente manera:

No.	MUNICIPIO	TOTAL
1	Escuintla	153,131
1	Santa Lucía Cotzumalguapa	129,341
2	La Democracia	25,446
3	Siquinalá	23,047
4	Masagua	44,937
5	Tiquizate	57,558
6	La Gomera	60,299
7	Guanagazapa	17,390
8	San José	51,897
9	Iztapa	11,798
10	Palín	60,927
11	San Vicente Pacaya	17,060
12	Nueva Concepción	63,373
<b>TOTAL DE MUNICIPIOS</b>		<b>716,204</b>

**Gráfico No. 12**



## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

### a. Salud

El referente institucional sobre el tema trascendental en el desarrollo humano, es el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) del municipio de Escuintla, el cual cuenta con la siguiente infraestructura:

**Cuadro No. 11**  
**Infraestructura en Salud, Escuintla**

Descripción	Cantidad
Hospital Regional	1
Centro de Salud tipo B	1
Puesto de Salud	4
Hospital del IGSS	1
Hospitales o Sanatorios privados	12
Clínicas Particulares	113
Farmacias	164

Fuente MSPAS, 2008

### b. Educación

En el municipio de Escuintla, existe la cobertura de educación en los cuatro niveles: pre-primaria, primaria, básico y diversificado.

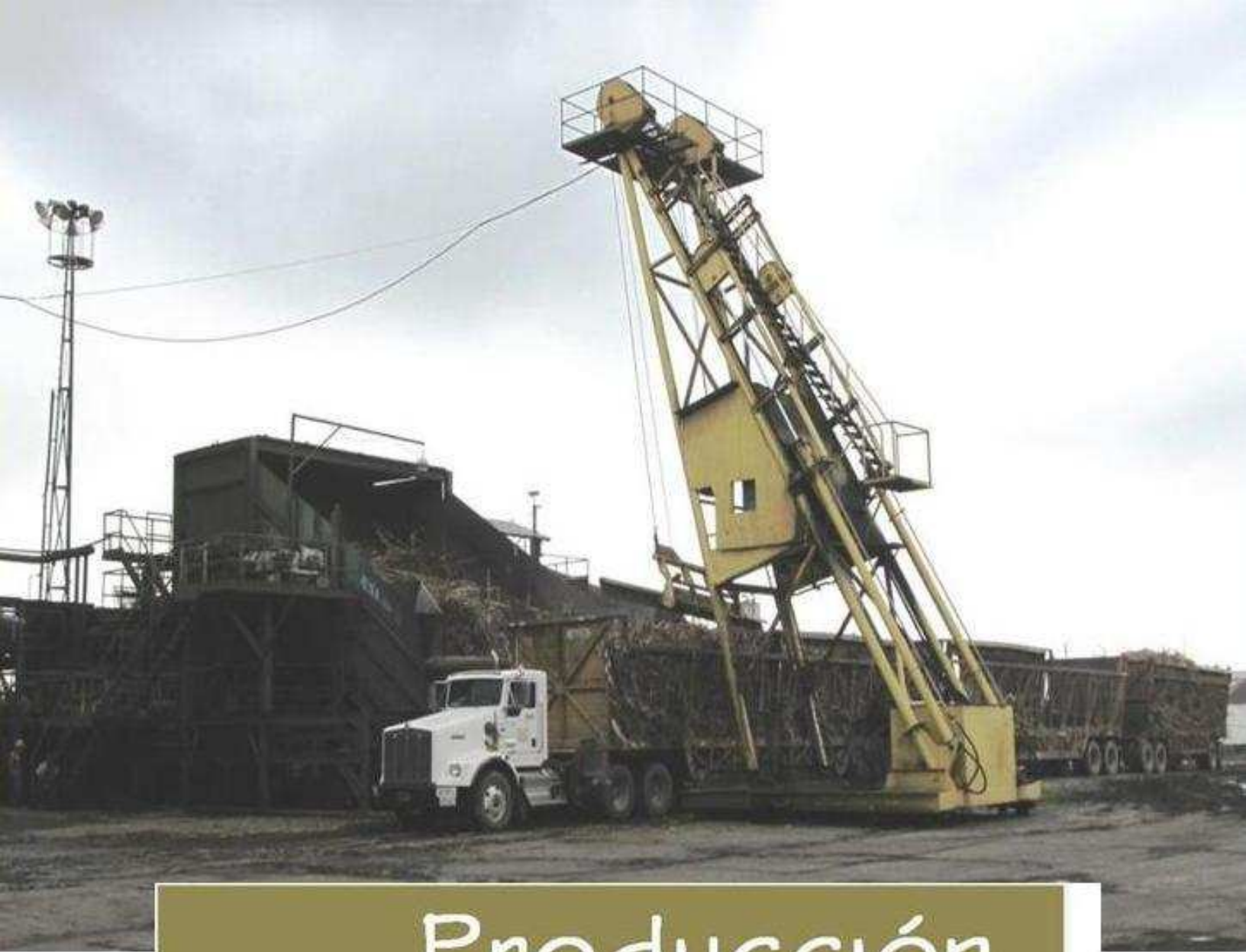
Es importante mencionar que en el Índice de Avance Educativo Municipal para los años 2002-2006. Escuintla se encuentra situado en la categoría alto, con un porcentaje de 56.6% para el 2002 y el 63.1% para el año 2006, ocupando el puesto número 65 entre los 333 municipios de la República<sup>19</sup>.

### c. Comercio e industria

Las organizaciones empresariales más fuertes presentes en el municipio son: Ingenio San Diego, Pantaleón Concepción y Santa Ana. Se constituyen en exportadores de productos y subproductos de la caña de azúcar, dichas empresas están vinculadas a la Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA). En cuanto al cultivo y comercialización del café, la compraventa se realiza en las comunidades productoras por los intermediarios, quienes trasladan el producto hacia las casas comerciales.

<sup>19</sup> Índice de Avance Educativo Municipal, USAID, 2002-2006





# Producción e impactos

CAPÍTULO

4

## 4. Producción del azúcar

El azúcar es un alimento de origen natural que se extrae de la remolacha o de la caña de azúcar, es la sacarosa, un disacárido constituido por la unión de una molécula de glucosa y una molécula de fructosa. El azúcar pertenece al grupo de los hidratos de carbono, es decir, los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza, los cuales constituyen la principal fuente de energía<sup>20</sup>.

La principal función del azúcar es proporcionar la energía que el cuerpo humano necesita para el funcionamiento de órganos tan importantes como el cerebro y los músculos, En ámbitos industriales se usa la palabra azúcar o azúcares para designar los diferentes monosacáridos y disacáridos, que generalmente tienen sabor dulce, aunque por extensión se refiere a todos los hidratos de carbono<sup>21</sup>. El procesamiento del azúcar se puede estructurar en las siguientes etapas:

### 4.1. Proceso de producción de azúcar

El azúcar es un producto que se obtiene mediante la relación de labores y procesos iniciando en el campo como siembra para obtener la materia prima, la cual en su momento de maduración, es trasladada a fábrica donde se extrae su extracto y cristaliza, a través de procedimientos que involucran diferentes disciplinas profesionales<sup>22</sup>.

Las operaciones se desarrollan por medio de tres procesos operativos principales:

- Operaciones Agrícolas
- Operaciones Industriales (fábrica)
- Operaciones Comerciales

Los procesos principales son apoyados por otros procesos que incluyen:

- Recursos Humanos,
- Administración y Finanzas,
- Gestión de la Calidad.

Comprende desde la preparación de la tierra y siembra de la caña hasta la entrega de la misma en la fábrica. Según las labores observadas en el ingenio utilizado de referencia, para lograr cubrir este proceso es necesario realizar labores tales como se detalla a continuación:

<sup>20</sup> La guiapiramidal de alimentos, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2003

<sup>21</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Az%C3%BAcar>, fecha de consulta 18/01/2012

<sup>22</sup> Centro de Investigación de la caña de azúcar de Colombia-1995.

## 4.2 Operaciones agrícolas:

a.

### Preparación del suelo



Si el área es nueva deben eliminarse: árboles, piedras, infraestructura en desuso o cualquier otro tipo de obstáculo para la operación de la maquinaria, para esta labor se utiliza maquinaria con buldócer, excavadoras, tractores agrícolas y camiones de volteo.

Se elabora el plano topográfico sobre el cual se realiza el diseño de la finca en función del riego, drenaje agrícola y cosecha para, posteriormente, trazar la nueva configuración de la finca.

#### Impacto potencial

Uno de los principales es la pérdida de bosques y especies nativas de flora y fauna principalmente, aquellas que anidan en los árboles, la pérdida de estos también provoca que en tiempo de lluvia los suelos reciban, directamente, la fuerza del agua con lo cual se erosiona la capa vegetal.

- Rastrado

El equipo llamado rastra se desliza dos a tres veces sobre el terreno, para eliminar las cepas del cultivo anterior y proveer a la semilla un terreno con suelo suelto donde pueda germinar y desarrollarse la planta.

- Arado

Esta labor tiene como propósito preparar el terreno para realizar la siembra, removiendo los vestigios de la siembra anterior.

Una vez realizada la preparación del terreno, se forman zanjas o surcos de unos 25 cm. de profundidad, a 1,5 mts. de distancia entre ellos. El mismo equipo que hace el surco en el terreno, va aplicando en cada uno, la primera fertilización a base de nitrógeno, fósforo y potasio.

#### Impacto potencial

La desventaja en la práctica de la preparación mecanizada radica en que se desprenden partículas de la capa vegetal, las cuales al estar expuestas al viento y al sol contribuye a la acción erosiva. Otra desventaja es la compactación que se produce con el paso de los equipos perdiéndose las características de permeabilidad.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

b.

### Siembra



*Saccharum officinarum* es el nombre científico de la planta que comúnmente conocemos como caña de azúcar, y se cultiva en Guatemala, es una gramínea anual en la que se manejan dos tipos de plantaciones:

- **caña planta**, que es el ciclo que comprende desde la siembra hasta el primer corte.
- **caña soca**, empieza después del primer corte y termina con el último (pueden ser cinco o más) antes de hacer una nueva siembra, lo que se conoce como renovación.

Oficialmente en Guatemala se cultivan variedades de caña, siendo las más importantes en función del área cultivada las siguientes: CP72-2086 (76% área), PR87-2080, P73-1547, PGM89-968, MEX68P23, CP88-1165, CP72-1210 y MEX69-290 (5).

c.

### Control de Malezas



### Aplicación de herbicidas

El control de malezas va dirigido a disminuir la presencia de malezas en el período crítico de competencia, el cual termina cuando la caña tiene 90 centímetros de altura y los tallos posean entre 8 y 12 horas, el período crítico se encuentra entre 15 y 120 días en caña recién sembrada y entre 15 y 90 días en caña soca.

Los controles de malezas se efectúan mediante la aplicación de herbicidas dependiendo del tipo y área de cobertura de las malezas en cada lote; este control químico se complementa mediante controles manuales y mecánicos.

Los controles de malezas pueden ser químicos, mecánicos o manuales y se hacen dependiendo de las necesidades específicas de cada lote.

En Guatemala se han identificado 55 especies importantes de malezas, las cuales han sido agrupadas en dos grandes grupos: malezas de hoja angosta, malezas de hoja ancha, dentro de esta clasificación se dividen así:

#### Malezas de hoja angosta

- Ciperáceas: *Cyperus flavus* (Vahl.) Nees, *Cyperus odonatus* L. *Cyperus rotundus* L.
- Gramíneas que forman macoyas.
- Gramíneas que forman estolones.



**Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.**

**Malezas de hoja ancha**

- Malezas con roseta de hojas en la base.
- Malezas que no forman roseta de hojas:
- Plantas con tallo erecto.

Según información recopilada con los principales cultivadores de esta planta, los herbicidas más utilizados y comercializados en Guatemala son los que se describen en el siguiente cuadro

**Cuadro No. 12 Herbicidas utilizados en Guatemala**

<b>HERBICIDAS UTILIZADOS EN GUATEMALA</b>		
Nombre comercial	Ingrediente Activo	Prioridad por toxicidad
Totem 72	<b>Amina 2,4-D (Acidos Fenoxicarboxilicos)</b>	4 Neurotóxico
Hedonal 720 al		
Elimina		
Hedonal		
2,4-D		
Hedonal		
2,4-D 72 al	<b>Glifosato (Glisina)</b>	4 En diciembre de 2008, la revista científica Investigación Química en Toxicología (Chemical Research in Toxicology) publicó su nuevo estudio, en el que constató que el Roundup es letal para las células humanas.
Roundup up SL		
Roundup Max		
Roundup SL 35.G		
Touchdown Forte		
Ataque	<b>Ametrina (Triazinas)</b>	4
Gesapax 50 SC		
Ametrina		
Ametrex		
Ametrina Drexel		
Ametrina 50	<b>Diuron (Ureas)</b>	4
Karmex 80 WG		
Diuron		
Karmex	<b>Terbutrina (Triazinas)</b>	4
Terbutrina 50		
Terbutrex 80		
Igran 50 ac		
Terbutrex 800 wg		
Terbutrex		
Terbutrina Drexel	<b>Pendimetalina (Dinitroanilinas)</b>	4
Prowl		
Prowl 50 EC		
Pendimetalina		
Prowl 45	<b>Hexazininas (Triazinonas)</b>	4
VELPAR K60 WP		
VELPAR 75 WG		
HEXACTO 75 WP		



**Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.**

**Impacto potencial**

Los herbicidas son sustancias que evitan el desarrollo de determinadas plantas no deseables, compuestos por derivados de la urea, tiourea y compuestos heterociclos, existen totales y selectivos.

El uso de los fitosanitarios, trae como consecuencias negativas principales, la disminución de la biodiversidad o, bien, a veces producen fenómenos de eutrofización o enriquecimiento anormal de nutrientes de un ecosistema.

d.

**Control de Plagas**



Debido a que la caña de azúcar es un cultivo extensivo, se ha alterado el equilibrio natural. Esto permite que algunas plagas se desarrollen y reproduzcan al disponer de una gran cantidad de sustrato para alimentarse. En el mundo existen más de 1,500 especies de insectos que son considerados como plaga de éste cultivo.

Se han identificado algunas especies importantes constituidas plagas del cultivo de caña, cuales se numeran en los cuadros siguientes.

**Cuadro No. 13 Plagas más frecuentes en el cultivo de azúcar en Guatemala**

Nombre Científico	Nombre Común	Daño ocasionado a la planta	Forma de control
Diatraea spp.	Barrenadores del tallo.	Afecta la calidad del jugo, aumentando la fibra.	Proceso biológico con parasitoides, <i>Lydella mínense</i> y <i>Paratheresia claripalpis</i> .
Phyllophaga spp. Agriotes spp Scaptocoris talpa	Plagas: • Gallina ciega • Gusano Alambre • Chinche hedionda	Daño radicular	Por medio de control químico. Por control biológico (aún en prueba) Control biológico.
Aeneolamia postica Prosapia Simulans	Chinche Salivosa	Disminuye la capacidad fotosintética disminuyendo el proceso de formación de sacarosa.	Drenaje, aporque y desaporque (labores culturales). Colocación de trampas. Control químico. Control biológico.
Sigmodon hispidus	Roedores	Muerden los entrenudos basales, provocando la muerte del tallo.	Fomentar la existencia de depredadores. Colocar trampas. Rodenticidas anticoagulantes. Evitar lugares de resguardo.

Fuente : CENGICAÑA

### Impacto potencial

Los plaguicidas no sólo actúan sobre las plagas, sino que afectan indiscriminadamente a todos los organismos. El efecto es una esterilización parcial del suelo, que tarda meses o años en recobrar el nivel de equilibrio climácico en las poblaciones de microorganismos. Muchas veces, incluso, puede producirse la proliferación de plagas por eliminación de sus competidores naturales (Efecto boomerang). Las repercusiones sobre las propiedades físico-químicas del suelo pueden ser importantes, bien sea por la acción sobre la microflora del suelo, o, más difusa y con efectos largo plazo a las dosis normales de aplicación.

e.

Fertilización



Aplicación de fertilizante

La primera fertilización se realiza durante la preparación del suelo a base de nitrógeno, fósforo y potasio, posterior a los 75 u 80 días después de la siembra, se coloca tierra en la base de la hilera de caña para que esta quede elevada sobre la superficie del terreno, a esto se le llama aporque mecánico en la caña planta; en este momento la planta recibe simultáneamente una segunda fertilización a base de nitrógeno.

La caña de azúcar es un cultivo con una capacidad considerable de extracción de nutrimentos y que varía, según la fase desarrollo, durante las fases iniciales los requerimientos son bajos. Posteriormente, una vez que comienza la formación del sistema radical y el desarrollo de la parte aérea, las necesidades se incrementan, dentro de los nutrientes, mayormente, absorbidos están el Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio.

### Impacto potencial

El problema radica en su empleo en dosis masivas que van acumulándose en el suelo, contaminándolo y, frecuentemente, pasan a las aguas subterráneas y superficiales, degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo.

La sobrecarga de nutrientes provoca la eutrofización de lagos, embalses y estanques, lo cual da lugar a una explosión de algas que suprimen otras plantas y animales acuáticos.

. Los efectos de este impacto son: desertificación, degradación del suelo, desaparición de fauna y contaminación, inclusive, de alimentos.

## Labores Culturales

Se conocen como labores culturales aquellas prácticas de uso común dentro de la agricultura cuyo propósito es la buena germinación, plantación, desarrollo y cosecha del cultivo

f.



El riego tiene como objetivo suplir el agua que la planta requiere cuando no es suministrada de manera natural y así completar satisfactoriamente su desarrollo, la cantidad concuerda con el desarrollo fisiológico del cultivo para tratar de proporcionar la mínima cantidad posible sin provocar efectos negativos en el rendimiento. La determinación del momento óptimo de la aplicación del riego, es de suma importancia desde el punto de vista agrícola, industrial y económico.

### Sistemas de riego utilizados en Guatemala en el cultivo de caña.

En la industria cañera de Guatemala, se han establecido diferentes sistemas de riego con la finalidad de proveer de agua al cultivo en la época de verano, siendo los más utilizados por la cobertura obtenida.

- Aspersión móvil con cañones: Está compuesto por aspersores que funcionan eficientemente a una presión no menor de 60 libras por pulgada cuadrada (psi).
- Riego por surcos: Se divide en dos métodos conocidos como: gravedad y bombeo gravedad, la diferencia es que en éste último se utiliza una bomba de caudal para alimentar el sistema de riego, pudiendo utilizar agua proveniente de ríos y pozos profundos en menor escala.
- Goteo y pivotes: El sistema por goteo es un riego que actualmente está en prueba, en la industria de caña de Guatemala, se han instalado algunos proyectos piloto, sin embargo, su funcionamiento ha sido limitado por la calidad química del agua de la región por los altos contenidos de hierro y manganeso, los que al entrar en contacto con el oxígeno del aire, forman óxidos de hierro que taponan los goteros.
- Pivotes: Un sistema de riego alternativo lo ha constituido el pivote central; tiene la característica de utilizar menos mano de obra por ser un riego mecanizado y la demanda de energía es menor. Los aspersores del pivote operan a presiones que están en un rango de 10 a 20 libras por pulgada cuadrada (psi).

En Guatemala se irrigan alrededor de 80,970 hectáreas de cultivo de caña de azúcar, lo que equivale a un 43.6% del área total. Para regar ésta extensión, anualmente se invierten 11.2 millones de dólares. La aplicación de riego por aspersión representa el 80% del gasto total, seguido por lo que se invierte en riego por gravedad que es un 14% y por último un 6% para regar con sistemas de bombeo gravedad.

**Impacto potencial:**

Las fuentes principales de provisión para el riego mecanizado son los ríos y en segundo lugar pozos. Actualmente la utilización del agua de los ríos no se ha normado como un bien ambiental, por lo cual no se paga por su uso, lo que permite se utilice libremente sin retribución por su consumo o al ambiente por su utilización.

- El consumo de las aguas subterráneas afecta a las comunidades humanas.
- La salinidad producida al suelo en los casos de riego con aguas cercanas al mar,
- Los impactos directos e indirectos en los ecosistemas terrestres y marino costeros.
- El desvío de ríos origina riesgo de inundaciones.

g.

**Aplicación de madurante**



La maduración es el cambio orgánico por el cual la transformación de materia verde de la planta se comprime para dar paso a la acumulación de carbohidratos en forma de sacarosa en las células de parénquima del tallo.

Según análisis efectuados en la Unión de Estados Americanos, tomando de muestra, ciclos de 12 meses, determinaron que se obtiene una mejor producción de sacarosa cuando es aplicado madurantes químicos, según la siguiente relación, sin madurante en los últimos cuatro meses 2%, mientras que el contenido de sacarosa en ese mismo lapso aumentó alrededor del 200%.

Regularmente esta aplicación se inicia durante los meses de noviembre y febrero para causar la maduración en cañas que se cosechan en los primeros meses de la zafra, su principal objetivo es aumentar la pureza del jugo (Brix, Pol) así como los niveles de sacarosa.

Entre los productos más utilizados están los siguientes: Fusilade (Propanoato Arílico Fluazifop P-Butil), Roundop Max y SL (Glifosato ácido fosforoso), Select y Touchdown (Glifosato trimesium), a partir de estos, se trata de avanzar en la investigación de nuevas opciones de productos, entre estos el fosfato de potasio.

**Impacto potencial:**

El principal problema es su forma de aplicación, cuando se realiza vía aérea, ya que un buen porcentaje del químico se esparce a otras áreas que no son exactamente las plantaciones de caña, afectando salud y cultivos. Estos productos agroquímicos por medio de las lluvias y escorrentía se transportan hacia los ecosistemas marinos, madurantes herbicidas tienen como componente el Glifosato.



**Impacto potencial:**

**Salud:** Según reporte de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina<sup>23</sup> "...el Glifosato está causando un daño del material genético en células humanas...". Según la experiencia en aquel lugar.

**Toxicidad en suelo:** Tiene la capacidad de translocarse del tejido vegetal (raíz) hacia el suelo e incrementa la persistencia de dos a seis veces en suelos en los que pudiesen existir restos de plantas a los que previamente se aplicó el herbicida. (Doublet et al., 2009)

**Contaminación de aguas:** El glifosato es altamente soluble en agua, con una solubilidad de 12 gramos/litro a 25°C. De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental EPA, puede entrar a ecosistemas acuáticos por aspersión accidental o por escorrentía superficial.

**Cosecha o zafra: Quema de caña**

El nombre dado a la cosecha de caña es zafra, esta actividad constituye la tarea más importante dentro de todo el proceso del agrícola. De la eficiencia y sistema con que se ejecute, dependen los rendimientos en caña y azúcar que se puedan obtener.

Antes del corte de la caña se efectúan quemas en las áreas sembradas, según los técnicos en esta actividad, esto facilita el corte, alce y transporte al ingenio, sin embargo, es uno de los problemas ambientales que tiene esta actividad.

**Impacto potencial:**

Las cenizas que causa esta quema contaminan alimentos, el agua, cubre los techos de las casas, la ropa, además suele causar irritaciones en fosas nasales y en ojos.

Por otra parte, la combustión de la biomasa vegetal libera CO<sub>2</sub> que contribuye a la formación del efecto invernadero<sup>24</sup>.

<sup>23</sup> <http://www.globalizate.org/sobal180110.html>

<sup>24</sup> En 1995 se firmó un acuerdo entre la Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA (actualmente fue absorbida por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales) y la Asociación de Azucareros de Guatemala, que además del tratamiento a otros desechos, incluye el hollín de las chimeneas y las cenizas de los cañales.

## Impacto potencial

### Desventajas para la salud

- Afectaciones en las vías respiratorias
- Quemaduras de primer y tercer grado para los cortadores.
- Conjuntivitis química, blefaritis química,
- Dermatitis de contacto o alergia en la piel,
- Accidentes de tipo asfixia.

. La quema de caña de azúcar, afecta la salud de las poblaciones cercanas y libera CO<sub>2</sub>, uno de los gases de efecto invernadero. Esta actividad, año tras año, contribuye al aumento del calentamiento global.

Cerca de un 90-95% de la caña cultivada en más de 200,000 ha, es quemada como parte del proceso industrial. A razón de 50 kilos de dióxido de carbono por hectárea quemada, esto genera alrededor de 9 mil toneladas de dicho gas anualmente.<sup>25</sup>

h.

Corte



La cosecha de la caña de azúcar es realizada por diferentes métodos o sistemas, el uso de uno o varios sistemas de cosecha en una región va a depender de una serie de factores como la topografía y condiciones del terreno, características climáticas, nivel tecnológico, disponibilidad económica y contexto social entre otros<sup>26</sup>.

La caña de azúcar se puede cosechar de dos formas: una quemando la caña y otra sin quemarla o cruda, la gran mayoría de las zonas donde se cultiva la caña de azúcar queman los campos antes de proceder a su cosecha con la finalidad de reducir la cantidad de materia extraña que va a los centrales y facilitar el trabajo de los corteros y de las cosechadoras.

En el corte manual verde limpio el cortero remueve las hojas adheridas al tallo, corta el tallo en la base, descogolla y coloca la caña en el motón; adicionalmente realiza una completa limpieza de la cama y de la zona lateral entre los motones de caña para evitar que los residuos sean cargados junto con los tallos de caña de azúcar.

<sup>25</sup> Informe Ambiental del Estado de Guatemala 2009. Pag 81

<sup>26</sup> <http://www.monografias.com/trabajos65/sistemas-cosecha-azucar/sistemas-cosecha-azucar2.shtml>, consultado 20 de abril 2012

**Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.**

En cuanto a la cosecha mecanizada, actualmente, se utilizan cosechadoras que pueden realizar una labor combinada, es decir, éstas despuntan los tallos de caña, los cortan por su base, seccionan los tallos en pequeños trozos, extraen impurezas y descargan la caña a la unidad de transporte.

La cosecha de la caña puede dividirse, según sea el tipo:

**Cuadro No. 14 Procedimientos de corte de caña**

Procedimiento	Patrón	Corte aproximado por día
Cosecha Manual		Se tiene un estimado que indica, los cortadores de caña pueden cortar alrededor de 6 toneladas de caña en un día de trabajo. Aproximadamente el 94% de la caña cosechada en Guatemala se corta de esta forma.
Cosecha mecanizada		Las cosechadoras mecánicas pueden cosechar hasta 800 toneladas de caña en un día. Aproximadamente el 6% de la caña cosechada en Guatemala se corta de esta forma.

Fuente: CENGICANÑA

**Impacto potencial**

El tema tiene mucho que ver con el empleo que se genera en los alrededores a las fincas e ingenios, ya que es una práctica aplicada, principalmente, por los mismos cortadores que llegan a trabajar transitoriamente durante la zafra, ya que de esto incurren los rendimientos de la caña que, a la vez, incide directamente en la remuneración recibida.

Los métodos mecanizados de corte no han tomado auge, debido a su alto costo, así como por la oferta abundante de mano de obra barata que necesitan fuentes de trabajo.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

i.

Alce



Esta etapa se realiza posterior al corte, las cañas son cortadas y se apilan a lo largo del campo, de donde se recogen a mano o a máquina, se atan en haces y se transportan al ingenio. No debe transcurrir mucho tiempo al transportar la caña recién cortada a la fábrica porque de no procesarse dentro de las 24 horas después del corte se producen pérdidas por inversión de glucosa y fructuosa.

### Impacto potencial

Esta actividad está unida con el empleo durante la zafra ya que personas cercanas y de otros departamentos llegan a trabajar, transitoriamente, generando beneficios indirectos de carácter económico, en los alrededores a las fincas e ingenios.

j.

Transporte



Esta operación se realiza por medio de camiones que pueden halar hasta dos góndolas con capacidad de carga de 5 toneladas cada una, llevando la caña desde el lugar de cosecha hasta los patios de cada ingenio para iniciar el siguiente proceso.

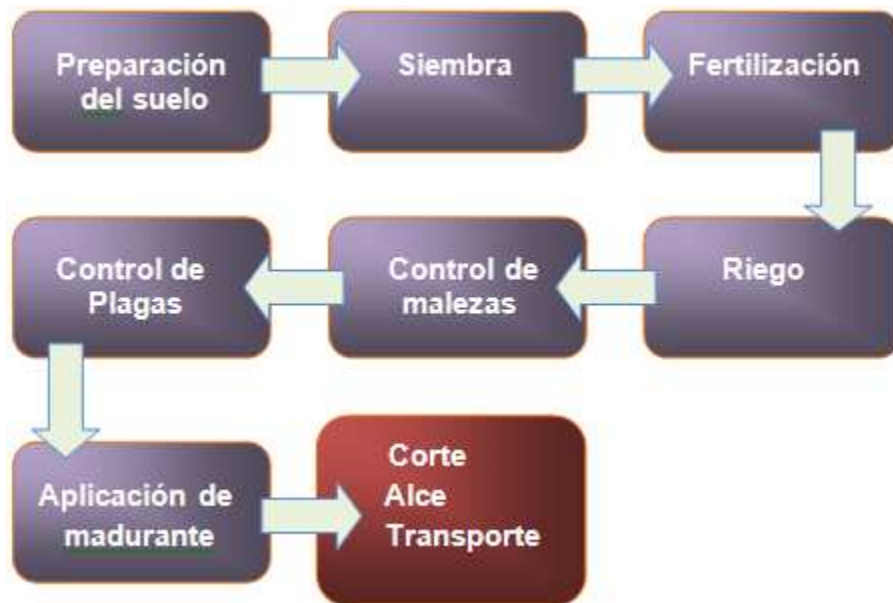
### Impacto potencial

Del campo al ingenio se moviliza en una gran cantidad de camiones, góndolas (o jaulas) con capacidad de 20 hasta 40 toneladas, equipos que consumen hidrocarburos, contaminan el ambiente con emisiones de CO<sub>2</sub> y la compactación del suelo que se hace en los campos de siembra donde se ingresa para recoger la caña cortada. Otro factor es el riesgo para la salud, ya que en la temporada de zafra se producen accidentes automovilísticos.



Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

Gráfico No. 13 Perfil agrícola, producción de caña de azúcar



Fuente: elaboración propia con base en investigación.

### 4.3 Operaciones Industriales / Transformación o Fábrica.

Éstas son las actividades que se realizan en las instalaciones de los ingenios, posterior al traslado de la caña y su clasificación.

a. **Recepción y lavado**



La caña que llega del campo se revisa para determinar las características de calidad y el contenido de sacarosa, fibra y nivel de impurezas. Luego, se pesa en básculas y se conduce a los patios donde se almacena, temporalmente, o se dispone directamente en las mesas de lavado de caña para dirigirla a una banda conductora que alimenta las picadoras. La caña es picada en máquinas especialmente diseñadas para obtener pequeños trozos para poder ser tratada en la siguiente fase.

#### Impacto potencial

En esta etapa el uso del agua es intensivo, es punto crítico de contaminación, especialmente, al revertirse esa agua sucia y retornar a los ríos. En el caso del ingenio analizado, esta recepción se realiza en seco, así mismo, se utiliza un cernidor que quita la basura antes de regresar esta agua al río, es de mencionar que esta práctica no se realiza en todos los ingenios del área analizada.

b. **Molienda**



La caña preparada por las picadoras lleva a unos molinos (acanalados) de 3 a 5 equipos y mediante presión se extrae el jugo de la caña, saliendo el bagazo con, aproximadamente, 50% de fibra leñosa.

Cada molino está equipado con una turbina de alta presión. En el recorrido de la caña por el molino se agrega agua, generalmente caliente, o jugo diluido para extraer, al máximo, la sacarosa que contiene el material fibroso (bagazo).

El proceso de extracción con agua es llamado maceración y con jugo se llama imbibición. Una vez extraído el jugo se tamiza para eliminar el bagazo y el bagacillo, los cuales se conducen a una bagacera para que sequen y, luego, se van a las calderas como combustible, produciendo el vapor de alta presión que se emplea en las turbinas de los molinos.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

El jugo diluido que se extrae de la molienda se pesa en básculas con celdas de carga para saber la cantidad de jugo sacaroso que entra en la fábrica.

c.

### Clarificación



Proceso de clarificación, el jugo obtenido en la etapa de molienda es de carácter ácido (pH aproximado: 5.2), éste se trata con lechada de cal, la cual eleva el pH con el objetivo de minimizar las posibles pérdidas de sacarosa.

La temperatura de calentamiento varía entre 90 y 114.4 °C, por lo general se calienta a la temperatura de ebullición o ligeramente más, la temperatura ideal está entre 94 y 99 °C. En la clarificación del jugo por sedimentación, los sólidos no azúcares se precipitan en forma de lodo llamado cachaza, el jugo claro queda en la parte superior del tanque; el jugo sobrante se envía, antes de ser desechado, al campo para el mejoramiento de los suelos pobres en materia orgánica.

El sistema de carbonatación incluye la adición de dióxido de carbono depurado hacia el azúcar fundido, lo cual precipita el carbonato cálcico. El precipitado se lleva 60% del material colorante presente.

#### Impacto potencial

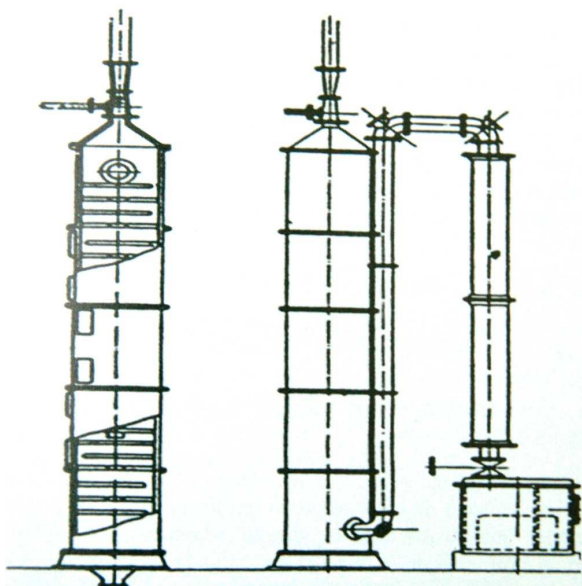
En esta fase, dependiendo del proceso a utilizar por cada ingenio, el jugo de la caña pasa por un tratamiento de \*sulfitación con anhídrido sulfuroso, cuyas emisiones son extraídas por las chimeneas, esta mezcla crea ácido sulfuroso, elemento que compone la lluvia ácida, lo que aumenta en gran medida y directamente a la vegetación, por lo que produce daños importantes en las zonas forestales y acaba con microorganismos. Así mismo, puede provocar problemas a la salud. En el presente análisis no fue posible constatar el procedimiento utilizado en esta fase por los ingenios del área de estudio.

El ácido sulfuroso en la atmósfera, se puede formar cuando el dióxido de azufre se disuelve en las gotas de lluvia, causando lluvia ácida.

El dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) es un gas incoloro e irritante que se origina, principalmente, en los procesos de combustión industrial y de transporte cuando se utilizan combustibles con contenidos significativos de azufre; se produce también naturalmente por erupciones volcánicas. Los principales factores de emisión de este gas son los motores de combustión interna, diesel y, las actividades industriales que utilizan como combustible diésel y bunker.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

Cuando se trabaja la clarificación con tratamiento de sulfitación, el principal objetivo es quemar azufre para eliminar impurezas, en esta parte del proceso es necesario el consumo de agua para enfriar los equipos. Para lavar la sacarosa, nuevamente, se necesitan cantidades considerables de agua.



**Grafico No. 14** Esquema torre de sulfitación con horno para combustión de azufre.

Fuente: Hugot, E, 1963. Manual para ingenieros azucareros / El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala, Cengicaña.

d.

### Evaporación



El jugo procedente del sistema de clarificación se recibe en los evaporadores con un porcentaje de sólidos solubles entre 10 y 12 % y se obtiene una meladura o jarabe con una concentración aproximada de sólidos solubles del 55 al 60 %.

Este proceso se da en evaporadores de múltiples efectos al vacío, que consisten en un conjunto de celdas de ebullición dispuestas en serie. El jugo entra primero en el pre evaporador y se calienta hasta el punto de ebullición. Al comenzar a ebullicir se generan vapores los cuales sirven para calentar el jugo en el siguiente efecto, logrando así el menor punto de ebullición en cada evaporador.

### Impacto Potencial

Durante la etapa de evaporación del jugo se generan aguas residuales aumentando la carga contaminante de los vertimientos. Las aguas de proceso contienen, básicamente, materia orgánica y grasa.



e.

### Centrifugado



#### Reebullición de las mieles:

La masa cocida proveniente del mezclador o del cristalizador se lleva a máquinas giratorias llamadas centrifugador. El tambor cilíndrico suspendido de un eje tiene paredes laterales perforadas, forradas en el interior con tela metálica, entre éstas y las paredes hay láminas metálicas que contienen, de 400 a 600 perforaciones por pulgada cuadrada.

El tambor gira a velocidades que oscilan entre 1000 1800 rpm. el revestimiento perforado retiene los cristales de azúcar que puede lavar con agua si se desea. El licor madre, la miel, pasa a través del revestimiento debido a la fuerza centrífuga ejercida (de 500 hasta 1800 veces la fuerza de la gravedad) y después que el azúcar es purgado se corta, dejando la centrífuga lista para recibir otra carga de masa cocida.

Las máquinas modernas son, exclusivamente, del tipo de alta velocidad (o de una alta fuerza de gravedad) provistas de control automático para todo ciclo. Los azúcares de un grado pueden purgarse utilizando centrífugas continuas.

f.

### Secado Línea de Crudo



### y Blanco

El primer paso para la refinación se llama afinación, donde los cristales de azúcar moscabado se tratan con un jarabe denso para eliminar la capa de melaza adherente, este jarabe disuelve poca o ninguna cantidad de azúcar, pero ablanda o disuelve la capa de impurezas. Esta operación se realiza en mezcladores. El jarabe resultante se separa con una centrífuga y el sedimento de azúcar se rocía con agua.

Los cristales resultantes se conducen al equipo fundidor, donde se disuelven con la mitad de su peso en agua caliente. Este proceso se hace en tanques circulares con fondo cónico llamados cachaceras o merenchales, se adiciona cal, ácido fosfórico (3 a un millón), se calienta con serpentines de vapor y por medio de aire se mantiene en agitación. El azúcar moscabado, fundida y lavada, se trata por un proceso de clarificación.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

El azúcar húmedo se coloca en bandas y pasa a las secadoras, que son elevadores rotatorios donde el azúcar queda en contacto con el aire caliente que entra en contracorriente. El azúcar debe tener baja humedad, aproximadamente, 0.05 %, para evitar los terrones.

El azúcar se seca con temperatura cercana a 60°C, se pasa por los enfriadores rotatorios inclinados que llevan el aire frío en contracorriente, en donde se disminuye su temperatura hasta, aproximadamente, 40-45°C para conducir al envase.

g.

Envasado Línea de Crudo



y Blanco

El azúcar seca y fría se empaqueta en sacos de diferentes pesos y presentaciones dependiendo del mercado y se despacha a la bodega de producto terminado para su posterior venta y comercio. El azúcar se vende en diferentes tipos de envase, como sacos de Polipropileno de 50 Kg, Jumbo Bags de 1 Tonelada Métrica, bolsas que van desde 400 gramos hasta 2,300 gramos y otros requeridos por los clientes de cada Ingenio.

h.

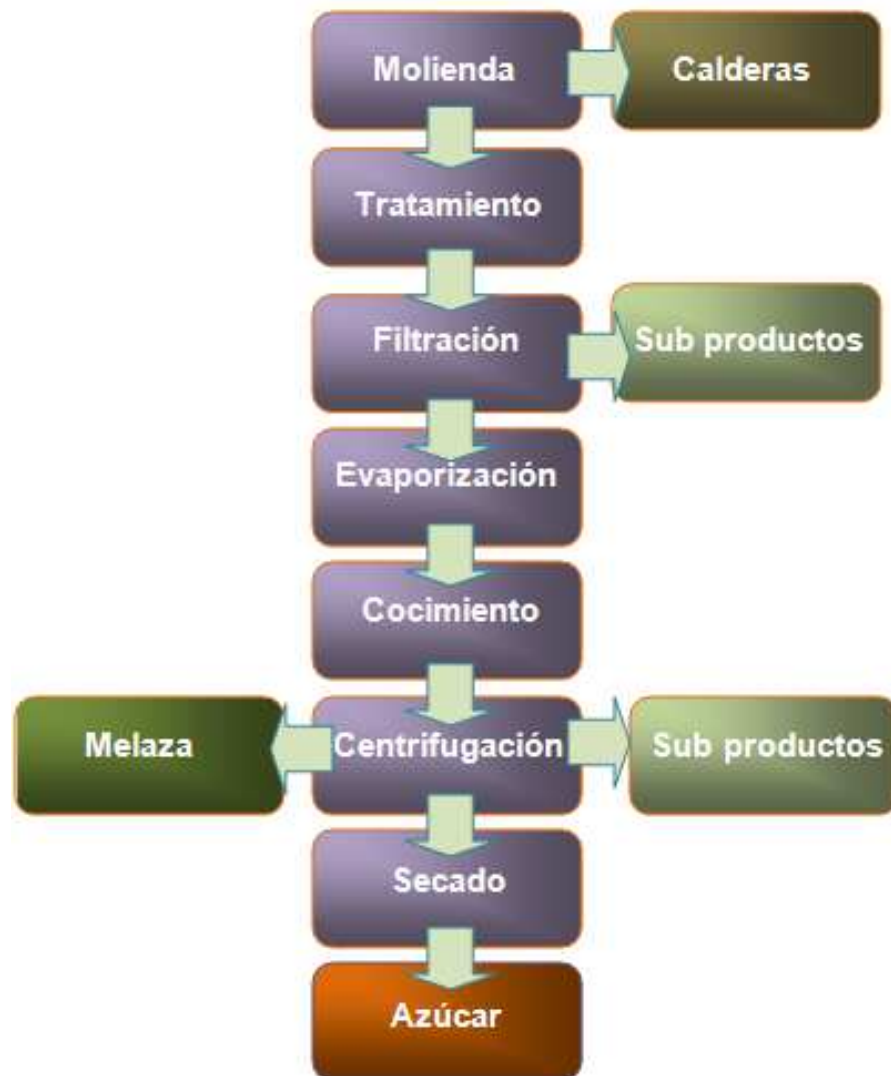
Almacenaje Línea de



Crudo y Blanco

Es regla general, almacenar el azúcar terminado en grandes depósitos o silos, los depósitos o silos dan por resultados altos ahorros, ya que el empaquetado se puede efectuar en respuesta a los seguimientos de los empaques, es decir, conforme se produce y almacena el producto empaquetado.

**Grafico No. 15 Perfil industrial de producción de azúcar**



Fuente: elaboración propia con base en investigación.

Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

Los subproductos que se obtienen del proceso son:

**A) Sub productos**

Los subproductos que se obtienen del proceso son:

El bagazo (o bagacillo) es aprovechado como combustible en las calderas, con lo que se logra atender las necesidades energéticas del ingenio, como beneficio extra de esta fase está la cogeneración de energía eléctrica la cual es vendida al Estado de Guatemala.

Bagazo y Cogeneración

**B) Uso de los sub productos**

Gráfico No. 16



El bagazo (o bagacillo) es aprovechado como combustible en las calderas, con lo que se logra atender las necesidades energéticas del ingenio, como beneficio extra de esta fase está la cogeneración de energía eléctrica la cual es vendida al Estado de Guatemala. Debido a condiciones económicas esta práctica es limitada a un 60 % de los ingenios, por lo que en otros casos este residuo es acumulado.

La cachaza es utilizada como fertilizante, en la mejora de algunas propiedades físicas del suelo, para elevar el pH y/o en el manejo de suelos afectados por sales.



# Análisis

CAPÍTULO

5



5. Análisis para implementar un programa de Producción Más Limpia considerando los efectos sobre cada elemento ambiental afectado.

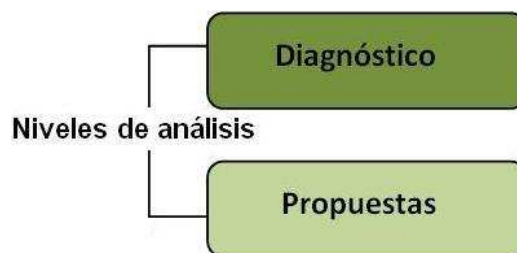
### 5.1 Impactos ambientales derivados de la Agroindustria azucarera.

En el departamento de Escuintla se encuentran pocas áreas catalogadas como protegidas y en general las zonas productoras de caña están fuera de estas áreas, prácticamente, se encuentran en las áreas de amortiguamiento de volcanes, la mayor parte de este territorio está sin ningún resguardo.

Esta situación ha permitido que el cultivo de la caña se expanda, a causa de no estar limitado su cultivo por regulación en base a legislación ambiental ó uso del suelo, lo que provoca, entre otras cosas, una afectación directa a la calidad del mismo por tratarse de un cultivo anual intensivo.

Con el propósito de analizar estos impactos se realizó una serie de diligencias de carácter académico que permitieron recopilar información para realizar propuestas. Para tal efecto se consultó la bibliografía relacionada, artículos referentes y las páginas de Internet que presentan información, ejemplos y casos de interés que puedan permitir una idea más amplia de los resultados que se desea lograr utilizando los manejos adecuados de eficacia y eficiencia, verificando los impactos producidos por la actividad cañera.

Como parte de las acciones realizadas, se efectuaron los análisis en dos niveles, uno de diagnóstico y el otro de implementación de propuestas.



### 5.2. Metodología de análisis

Para determinar y ponderar, descriptivamente, los impactos que afectan al medio en el municipio de Escuintla, derivado de la actividad agroindustrial de la producción de azúcar, se inició haciendo un análisis macro sobre los impactos producidos por esta actividad, para, luego, sopesar la gestión realizada por las empresas productoras de azúcar hasta hacer un comparativo entre las variantes de producción Más Limpia y las operaciones que se realizan.

Entre las actividades que permitieron ampliar la visión de la investigación, fueron las visitas de campo y entrevistas con los actores involucrados, para tener una vivencia y criterio para la delimitación de las propuestas y solución de problemas.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

Entre las acciones realizadas está la aplicación de los métodos de listado de verificación, cuadro sinóptico, diagnóstico y la matriz de Leopold modificada, para conocer los impactos más críticos producidos en dicha actividad, dividiéndolos y subdividiéndolos en las fases que se muestran en el siguiente gráfico:



Fuente: Elaboración propia.

### 5.3. Procedimientos efectuados para realizar el análisis

- a. Uso de la Matriz de Leopold modificada, para ponderar la magnitud e importancia de elementos afectados en las actividades generadas por la Agroindustria azucarera en el área en análisis, se conocieron los impactos negativos y se determinó un cuadro síntesis para determinar una escala entre positivo, negativo y negativo severo, el cual sirvió para decidir qué propuestas plantear.
- b. Se conoció la situación imperante en algunas de las actividades importantes de producción, desarrolladas en algunos de los ingenios por medio de investigación y datos indagados en ASAZGUA, sobre todo, en los aspectos que impactan tanto económica y ambientalmente. Análisis de las acciones y estrategias ambientales tomadas, actualmente, por la Agroindustria Guatemalteca.
- c. Se visitó e indagó los procedimientos de operación, de uno de los principales Ingenios en nuestro país, para realizar una interpolación concerniente a los elementos afectados y las operaciones realizadas actualmente.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

**Gráfico No. 18**

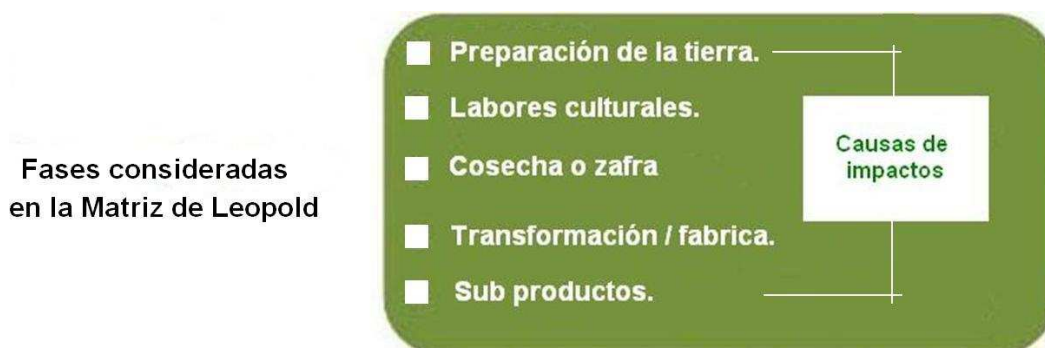


Fuente: Elaboración propia.

Entre los aportes específicos al tema se llegó a obtener una descripción de referencia en el contexto analizado, sobre los impactos producidos por la actividad productiva así como la gestión ambiental efectuada ante las emisiones y los desechos, el uso racional de los recursos, modificaciones realizadas actualmente respecto a los procesos productivos e incorporación de tecnología, avances en las prácticas de producción Más Limpia por algunas empresas productoras y el aprovechamiento económico de los recursos naturales, gestión que algunos ingenios inician con este emprendimiento.

Respecto al análisis de los impactos que genera la actividad de caña en el ambiente, seguidamente, se hace una descripción de cada una de éstas, además se elaboró la matriz de impactos ambientales basada en la matriz de Leopold, la cual resume los procesos que se llevan a cabo y los relaciona con los factores que pueden ser afectados, según se presenta al final de dicha descripción. Las fases consideradas en el análisis son:

**Gráfico No. 19**



.5.

#### 5.4. Análisis de los elementos ambientales afectados, por medio de la Matriz de Leopold

Se consideró el uso de La matriz de Leopold, para resumir y ponderar los impactos ambientales, para concentrar el esfuerzo en aquéllos que se consideren mayores o negativos severos. Este es un método cuantitativo de evaluación de impacto ambiental, el cual consiste en una matriz con columnas representando varias actividades que ejerce la acción (preparación de la tierra, labores culturales, etc.) y en las filas se representan varios factores ambientales que son considerados (aire, agua, geología, etc.).

En las intersecciones entre ambas se ponderaron, descriptivamente, los impactos, con clasificación alfabética que indica el impacto positivo ó negativo y su magnitud respecto a cada factor ambiental. Es de recordar que Impacto ambiental, es toda actividad humana que afecta a un ecosistema o a la salud humana

##### a. Secuencia del análisis mediante la matriz de Leopold.

Se Identificaron las acciones más significativas y los elementos afectados, según el siguiente listado de interacciones:

**Cuadro No. 15**

Listado de acciones que causan impacto ambiental según Matriz de Leopold		
Acciones que provocan impactos por la actividad agroindustrial de producción de azúcar	a. Modificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Del hábitat.</li> <li>&gt; De la cobertura vegetal.</li> <li>&gt; Del flujo de ríos.</li> <li>&gt; Quema de bosques.</li> <li>&gt; Ruido y Vibraciones.</li> </ul>
	b. Transformaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Edificios Industriales.</li> <li>&gt; Caminos y senderos.</li> <li>&gt; Presas y embalses.</li> <li>&gt; Corte y relleno.</li> </ul>
	c. Explotación de recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Excavación de superficie.</li> <li>&gt; Perforación de pozos.</li> <li>&gt; Tala de bosques.</li> </ul>
	d. Procesamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Agricultura.</li> <li>&gt; Generación de energía.</li> <li>&gt; Almacenamiento de productos.</li> </ul>
	e. Modificación del terreno	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Control de erosión.</li> </ul>
	f. Emplazamiento y tratamiento de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Eliminación de la basura.</li> <li>&gt; Agua de enfriamiento industrial.</li> <li>&gt; Emisiones de chimeneas al aire libre.</li> </ul>
	g. Tratamientos químicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Fertilización.</li> <li>&gt; Control de malezas.</li> <li>&gt; Control de insectos con pesticidas.</li> </ul>

**Cuadro No. 16**

Listado de elementos afectados según Matriz de Leopold		
Características físicas y químicas	a. Tierra	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Suelos.</li> <li>&gt; Condiciones físicas únicas.</li> </ul>
	b. Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Superficial.</li> <li>&gt; Subterránea.</li> <li>&gt; Calidad de agua.</li> <li>&gt; Temperatura.</li> </ul>
	c. Atmosfera	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Calidad del aire (gases, partículas).</li> </ul>
Condiciones Biológicas	d. Flora	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Árboles / Arbustos.</li> <li>&gt; Micro flora.</li> <li>&gt; Pastos.</li> </ul>
	e. Fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Pájaros.</li> <li>&gt; Animales terrestres, incluyendo reptiles.</li> <li>&gt; Micro fauna.</li> <li>&gt; Insectos.</li> </ul>
Factores antrópicos	f. Uso de la Tierra	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Vida silvestre y espacios abiertos.</li> <li>&gt; Bosques.</li> <li>&gt; Agricultura.</li> </ul>
	g. Nivel Culturas / aspecto social	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Salud y seguridad.</li> <li>&gt; Empleo.</li> </ul>
	h. Servicios e infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Transporte.</li> <li>&gt; Servicios.</li> <li>&gt; Manejo de residuos.</li> </ul>
Relaciones ecológicas		<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Salinización del terreno.</li> <li>&gt; Eutroficación.</li> <li>&gt; Cadenas tróficas.</li> </ul>

**c. Clasificación de impactos**

A continuación se clasificaron los impactos dentro del listado de verificación del método de la Matriz de Leopold, tal como se muestra a continuación.



**Cuadro No. 17 Clasificación de impactos**

Tipo de impacto		Actividades
Directo	<b>Efecto originado por las actividades.</b>	- Agrícolas - Fábrica / Ingenio
Secundario	<b>Derivado de la interacción entre los sistemas biológicos, sociales y económicos.</b>	
A corto plazo	<b>No mayor a 6 meses.</b>	
A largo plazo	<b>Varios años después del inicio de la actividad.</b>	
Acumulativo	<b>Incremento del impacto por interacción.</b>	
Residual	<b>Persiste el impacto después de la mitigación.</b>	
Significativo	<b>Provoca alteración en ecosistemas y la salud.</b>	

Fuente: Elaboración propia

**d. Aspectos a valorar**

- Riesgo = Perjudicial o beneficioso
- Magnitud del impacto = Subjetivo.
- Gravedad del impacto = Afectación sobre el territorio.

} - 10 a + 10

El nivel de impacto se midió en la forma siguiente, ponderando en positivos, negativos y negativos críticos, según se creyó beneficioso o perjudicial para el ambiente, utilizando una nomenclatura alfabética.

**Positivo = A**

**Negativo = B**

**Negativo Crítico = C**

En el caso de la actividad de la producción de azúcar, el efecto sobre el medio-ambiente se refiere, principalmente, a las siguientes variables:

- El cambio en la dinámica de las condiciones del ambiente, principalmente, en las variables suelo, aire y agua.
- Otra arista es la valoración de las condiciones sociales que genera la actividad productiva en el entorno en que se realiza, desde la perspectiva de la población afectada o involucrada.









Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

Elementos y características Ambientales.		MATRIZ DE PONDERACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, POR ACTIVIDADES DE INGENIOS EN ESCUINTLA.																										
		PROCESO DE CULTIVO Y FABRICACIÓN	A. PREPARACIÓN DE LA TIERRA	Rastrado	Arado	Aplicación herbicidas	Aplicación fertilizante	B. LABORES CULTURALES	Aplicación de Madurantes	Riego	C. COSECHA O ZAFRA	Quema	Corte y alce	Transporte	D. TRANSFORMACIÓN / FÁBRICA	Recepción y lavado	Molinos	Clarificación	Evaporadores	Cristalización	Centrifugas	Secadores	Refinación	E. SUBPRODUCTOS	Cogeneración	Cachaza / abono		
ELEMENTOS AFECTADOS																												
FACTORES ANTRÓPICOS	Uso de la Tierra	▪ Espacios Silvestres y Libres.	C																									
		▪ Agricultura				C	C		C																			
	Nivel Cultural	▪ Empleo	A					A			A		A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B				
		▪ Salud y Seguridad										C	B	B		B	B	B	B	B	B	B	B					
	Servicios e Infraestructura	▪ Eliminación de residuos sólidos										C	B			B	C	C								A	A	
▪ Eliminación de residuos Líquidos															C										A			
PONDERACION DESCRIPTIVA DE IMPACTOS		Positivo : A	Negativo : B	Negativo Severo : C																								



### 5.5 Síntesis de los impactos negativos severos.

En base al análisis se tabularon los Impactos más relevantes, para separar los negativos severos como se muestra en los siguientes cuadros, de los cuales se derivaran las propuestas.

**Cuadro No. 19**

<b>Resumen para identificar ponderaciones negativo severo</b>		
<b>Elemento afectado</b>	<b>Causa de impacto</b>	<b>Ponderación</b>
<b>Física Química</b>	Suelo	Rastreado, Arado, Aplicación de herbicidas, Aplicación de fertilizantes, Riego, Quema, Recepción y Lavado, Molinos y Clarificación.
	Agua - Superficial	Riego, Recepción y lavado, Molinos.
	Agua - Subterránea	Riego
	Atmosfera - Capa de Ozono	Quema, Transporte y Clarificación.
<b>Condiciones Biológicas</b>	Árboles, Arbustos y hierbas	Preparación de la tierra, Aplicación de herbicidas y aplicación de fertilizantes.
	Cosechas	Aplicación de madurantes
	Flora Microbiana	Aplicación herbicidas
	Flora Microbiana	Aplicación de herbicidas y Quema
	Animales terrestres (reptiles, roedores y arácnidos)	Quema
	Insectos	Aplicación de madurantes y Quema.
<b>Factores Antrópicos</b>	Uso de la tierra, Silvestres y Libres.	Preparación de la tierra.
	Uso de la tierra, Agricultura	Aplicación de herbicidas, Aplicación de fertilizantes y Aplicación de madurantes.
	Nivel cultural, salud y seguridad.	Quema
	Eliminación de residuos sólidos	Clarificación
	Salud y seguridad	Quema
	Eliminación de residuos sólidos	Quema, corte, molinos y clarificación.
	Salud y Seguridad	Quema
	Eliminación de residuos líquidos	Recepción y lavado.

**Negativo  
Severo**

Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

**Cuadro No. 20**

<b>Cuadro Resumen para identificar ponderaciones negativo severo</b>			
<b>Elemento afectado</b>		<b>Causa de impacto</b>	<b>Ponderación</b>
<b>Relaciones Ecológicas</b>	Agua, Salinización de recurso.	Riego.	Negativo severo
	Cadena alimenticia	Aplicación de madurante.	Negativo severo
	Suelo, salinización del recurso	Riego	Negativo severo

Con base en el análisis se tabularon los Impactos más relevantes, para separar los impactos positivos.

**Cuadro No. 21**

<b>Cuadro Resumen para identificar ponderaciones positivo</b>			
<b>Elemento afectado</b>		<b>Causa de impacto</b>	<b>Ponderación</b>
<b>Factores Antrópicos</b>	Social, Empleo.	Preparación de la tierra, labores culturales, cosecha o zafra, corte, transporte y fábrica.	Positivo, desde el enfoque social, con proyecciones a la salud y educación.
	Suelo, eliminación de residuos sólidos.	Cogeneración.	Positivo, al utilizar los desechos, generando energía eléctrica a base de residuos.
	Agua, eliminación de residuos líquidos.	Cachaza, abono.	Positivo, al utilizar los líquidos con fines de producción

**Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.**

**5.6 Identificación del avance de la estrategia de gestión ambiental de la agroindustria Guatemalteca.**

En el capítulo 2, de este documento, se expuso “Los actuales fundamentos de la Gestión Ambiental en la Agroindustria azucarera Guatemalteca”, derivado de esta información compilada y los datos obtenidos del ente encargado de la gestión ambiental de la industria del azúcar en Guatemala, se concluyó en identificar los efectos persistentes como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro No. 22**

Cuadro resumen para identificar avance de la estrategia de gestión ambiental de la agroindustria azucarera.			
Elemento afectado		Alcances importantes de la gestión	Soluciones obtenidas.
Características físicas y químicas	Agua	Reducción de consumo. Aprovechamiento de aguas residuales	Según datos de AZASGUA solamente el 70% de los ingenios realizan esta práctica.
	Atmosfera	Instalación de filtros en chimeneas. Uso de recurso meteorológico para quema de caña	Muy bajo porcentaje de los ingenios ubicados en el área utilizan esta tecnología. En el caso de la quema, las soluciones planteadas son parcialmente aceptables.
Factores antrópicos	Eliminación de los residuos sólidos y líquidos	Recuperación y valorización del bagazo, cachaza y cenizas.	Convertir desechos en subproductos. Muy bajo porcentaje de los ingenios ubicados en el área utilizan esta tecnología.
Relaciones Ecológicas	Control de plagas por medio de biotecnología.	Minimizar el uso de plaguicidas	Solamente dos Ingenios tienen laboratorio para control de plagas por esta vía. Muy bajo porcentaje de los ingenios ubicados en el área utilizan esta tecnología.

Fuente: Elaboración propia, con base en estrategia ambiental de la Agroindustria azucarera.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

Como se puede observar en el cuadro anterior, los esfuerzos iniciados por la Agroindustria azucarera son estupendos, sin embargo, es necesario que estos sean de uso general y puedan optimizarse.

### 5.7 Modelos de Estudio de Caso

En el capítulo Concepto y Enfoque se presentaron dos estudios de casos, de acciones realizadas con efectos positivos de los cuales se extraen las siguientes observaciones para analizar su posible implementación, con base en sus resultados ambientales.

#### Caso 1 Colombia

- Reducción de uso de pesticidas o fertilizantes sintéticos.
- Reducción de contaminación involuntaria por mantenimiento de barreras.
- Recuperación del suelo y minimización de exposición a riesgo de la salud en zonas cercanas a cultivos.
- Minimización de problemas de salud.
- Prevenir toxicidad en el suelo.
- Prevenir contaminación de agua.
- Recuperar y conservar las condiciones del suelo
- Minimizar el uso de agua y la generación de agua contaminada.

#### Caso 2 Bolivia

- Reducir en consumo de agua
- Reutilización de aguas residuales evitando su desfogue a ríos o mantos de agua.
- Menores emisiones y desechos.
- Evitar saturar los procesos y sobrecargar los elementos ambientales.

#### Caso 3 Guatemala

En el caso del Ingenio utilizado como referencia se realizan las siguientes prácticas:

- Reducir el agua utilizada para lavado de caña.
- Utilización del bagazo para cogeneración.
- Instalación de filtros eficientes para evitar emisiones.
- Uso de la cachaza como abono orgánico.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

En el caso del ingenio analizado, esta recepción se realiza en seco, así mismo, se utiliza un tamiz que quita la basura antes de regresar esta agua al río.

### Fotografía 11, 12, 13 y 14 Recepción de caña en ingenio



Fuente fotografías propias, Patio de recepción de caña e interior de tamiz mecánico y sección de guillotinas.

### 5.8. Terminación del nivel diagnóstico

Considerando los resultados de los procedimientos efectuados, variables utilizadas y fases consideradas, en la actividad analizada y tomando los resultados encontrados con la aplicación de:

- Matriz de ponderación de impactos ambientales, por actividades de ingenios en Escuintla.
- Análisis de la estrategia de Gestión Ambiental de la Agroindustria azucarera en Guatemala
- Estudio de Casos

En el siguiente capítulo se dirigirán las propuestas factibles para la gestión adecuada de estos efectos, según la práctica de Producción Más Limpia.





# Estrategia

CAPÍTULO

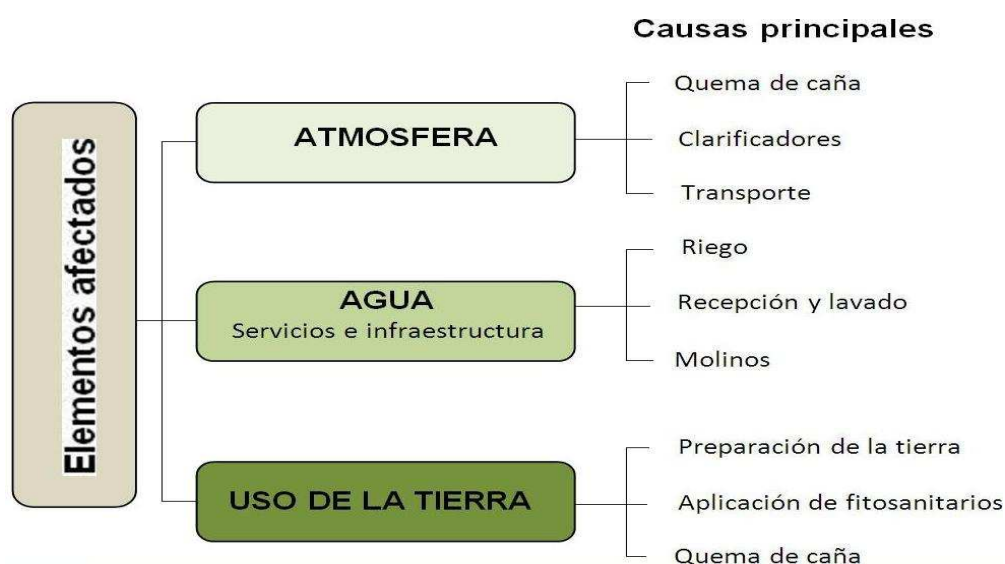
6

## 6. Estrategia de gestión ambiental y Programas de Producción Más Limpia

### 6.1 La Gestión Ambiental como herramienta de la propuesta.

El resultado obtenido en el análisis desarrollado en el nivel diagnóstico, permitió delimitar los efectos negativos catalogados como más severos, provocados por la actividad de producción de azúcar, los cuales fueron motivo de análisis en este nivel de implementación de propuestas.

Grafico No. 20



Fuente: Elaboración propia

Tal como se indicó en el capítulo Generalidades de este documento, la propuesta de Estrategia, pretende tener una proyección a diez años con indicadores de resultados y con delimitación territorial en los municipios del departamento de Escuintla.

Así mismo, las estrategias planteadas están delimitadas para los elementos afectados y definidos como severos, integradas en un esquema de principios básicos de Producción Más Limpia y objetivos de largo plazo para ser alcanzados en el 2024, para lo cual se incluyen procedimientos de seguimiento y evaluación.

Derivado de los procedimientos efectuados para realizar el análisis y diagnóstico, este capítulo unifica la propuesta para las entidades analizadas:

- Agroindustria azucarera en el área de análisis. (identificación de elementos afectados).
- Acciones y estrategias ambientales de la Agroindustria Guatemalteca.
- Ingenio de referencia.

## **Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.**

Con base en los posibles logros de eficacia y eficiencia y mitigación de impactos, mediante las técnicas de P+L se proponen las siguientes estrategias subdividas en programas y proyectos, las cuales pueden aplicarse a los demás ingenios de capacidad de molienda similar de esta área e inclusive para aquellos con menor capacidad instalada.

### **6.2. Principios propuestos para la Gestión Ambiental de la Industria azucarera**

A continuación se plantean las siguientes premisas para la gestión ambiental y sus objetivos:

- a. Utilización de recursos, atendiendo a las necesidades del medio.
- b. Evitar que la emisión de efluentes de la actividad azucarera, sobrepase la capacidad de recepción o asimilación del medio-ambiente.
- c. Integración ambiental de las actividades que se desarrollan en el medio.

#### **6.2.1. Objetivos propuestos para la Gestión Ambiental de la industria azucarera:**

- Adoptar programas para procurar una mejor gestión del medio ambiente
- Prevenir la aparición de futuros problemas, como consecuencia de un incidente ambiental anterior.
- Lograr un proceso de mejora continua para también lograr un cambio de imagen, minimizar los residuos sólidos, emisiones y vertidos contaminantes, optimizar el consumo de materias primas en los procesos productivos; reflejando así un ahorro en los costos, consiguiendo con ello aumentar la rentabilidad de la industria.
- Dar respuesta a requerimientos específicos de clientes importantes y no perder competitividad frente a otras empresas.

### **6.3 Principios de Producción Más Limpia, tomados para la estrategia planteada**

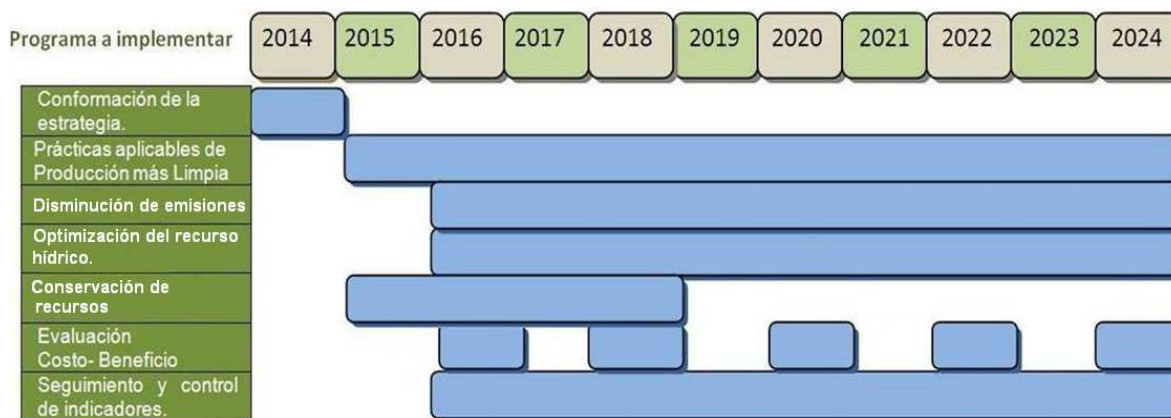
#### **6.3.1. Descripción de la Estrategia**

La Estrategia de Producción Más Limpia se planeó como una práctica preventiva y aplicable a fincas de caña e ingenios de azúcar, ubicadas en los municipios del departamento de Escuintla, tiene como propósito mitigar, minimizar y prevenir los efectos ambientales causados durante el proceso de obtención de este producto. La delineación de los efectos proporcionó los datos descriptivos para el enfoque de la propuesta para tres elementos afectados. La estrategia se subdivide en siete programas, cada uno organizado con diferentes proyectos.

- Programa para conformación de la estrategia.
- Programa de prácticas aplicables de Producción Más Limpia.
- Programa de disminución de emisiones.
- Programa de optimización del recurso hídrico.
- Programa preservar recursos y salud.
- Programa evaluación costo - beneficio
- Programa de seguimiento y control de indicadores de procesos y ambientales.

**Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.**

**Gráfico No. 21 Cronograma de implementación.**



Fuente: Elaboración propia.

**6.3.2. Objetivos de la Estrategia**

- Incentivar el mejoramiento de las acciones que atañen al medio-ambiente, dentro del rubro analizado, proponiendo prácticas compatibles en los procesos que se presentan dentro de la presente estrategia.
- Promover el uso de estas estrategias como una forma de competitividad y desempeño ambiental, dentro del rubro tratado, principalmente, en lo referente al uso eficiente de recursos y manejo de los desechos.

**6.3.3. Descripción de los programas**

A continuación se presentan cuadros sinópticos donde se delimitan los programas y proyectos de tipo gestión administrativa y gestión ambiental.

**Cuadro No. 23 Programas propuestos para implementación**

Programa	Proyectos
Conformación de la estrategia.	Concientización de las empresas.
	Constituir la Asociación de empresarios y finqueros productores de azúcar PRO aplicación de Producción Más Limpia.
	Adaptación de Políticas de Producción Más Limpia.
Prácticas Aplicables de Producción Más Limpia	Inducción a Gerentes y/o Jefes.
	Capacitación a personal.
	Crear manuales de operación y seguridad industrial.
	Mantenimiento y cambio de equipos.

Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

**Cuadro No. 24 Programas propuestos para los elementos afectados**

Elemento afectado		Causa de impacto	Programa propuesto	Proyecto propuesto.
<b>Atmosfera</b>	Capa de Ozono	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quema de caña</li> </ul>	<b>Disminución de emisiones</b>	→ Plan de quemas mínimas
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte</li> </ul>		→ Plan de mantenimiento a motores de combustión.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clarificación</li> </ul>		→ Control de emisiones.

Elemento afectado		Causa de impacto	Programa propuesto	Proyecto propuesto.
<b>Agua</b>	Superficial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riego</li> <li>• Recepción y lavado</li> </ul>	<b>Optimización del recurso hídrico</b>	→ Identificación de puntos críticos de consumo.
	Subterránea	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molinos</li> </ul>		→ Recirculación de agua para proceso.
				→ Mantenimiento ó cambio de equipos con delimitación de flujo.



**Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.**

**Cuadro No. 24 Programas propuestos para los elementos afectados:**

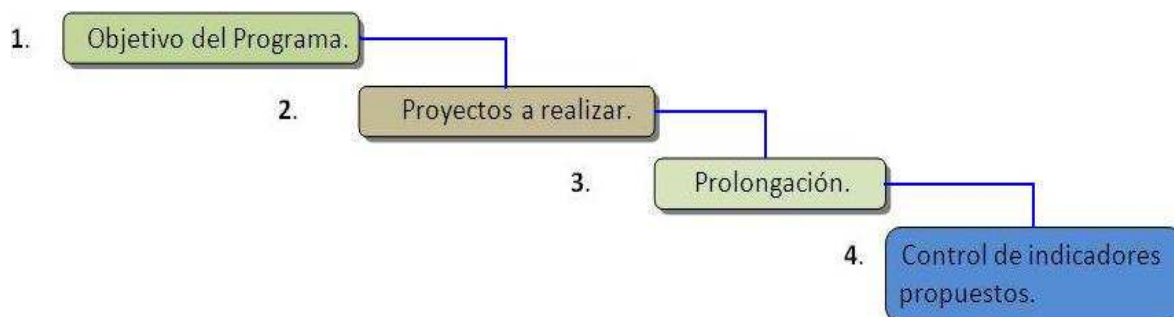
Elementos afectados		Causa de impacto	Programa propuesto	Proyecto propuesto.
<b>Tierra / Antrópicos</b>	Suelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación de la tierra.</li> <li>• Riego.</li> <li>• Recepción y lavado.</li> <li>• Clarificación.</li> <li>• Quema.</li> </ul>	<b>Preservar recursos y salud.</b>	→ Recuperación de la productividad del suelo. .
	Salud			→ Recirculación de líquidos utilizados en el proceso.
	Agricultura			→ Plan de quemas mínimas
				→ Disminución de riesgos para la salud.
				→ Uso de nuevas tecnologías para combatir plagas y corte de caña.

Programa	Proyectos
Evaluación Costo Beneficio.	Identificar control apropiado de reducción de costos.
	Crear unidad financiera promotora.
	Inversión en sistemas y equipos eficientes.
Indicadores de proceso y ambientales	Monitoreo de manejo de desechos
	Elaboración de informes para tomar decisiones
	Auditorías Ambientales

Fuente: Elaboración propia, con base en propuesta.

### 6.3.4. Estructura de los programas

Cada programa se estructurará, de tal forma, que lleva implícito un orden que permite obtener un resultado medible.



Fuente: Elaboración propia.

## 6.4. Programas

Considerando las prácticas en general, utilizadas para la implementación de la Producción Más Limpia, basadas en planes de acción, se revisaron y conformaron los siguientes programas con sus respectivas propuestas de proyectos.

### 6.4.1. Programa Conformación de la estrategia

#### a. Objetivo

Constituir una entidad apoyada por la Asociación de cañeros de Guatemala, la cual establezca las políticas y culturización que conlleven a desarrollar procedimientos de gestión ambiental, similares.

#### b. Proyectos

- Concienciar a los empresarios de producción de caña, respecto a la importancia de implementar prácticas de Producción Más Limpia.
- Comité de promoción y seguimiento respecto de la implementación, Producción Más Limpia, en los ingenios del departamento de Escuintla.
- Instaurar la política de Producción Más Limpia aplicable en los ingenios del área analizada.

#### c. Indicadores

- Cantidad de empresarios con conocimiento de la gestión.
- Fundación del Comité promotor de Producción Más Limpia, para la industria del azúcar.
- Política establecida.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

### d. Proyectos del Programa Conformación de la estrategia

d.1. Concienciar a los empresarios de producción de caña, respecto a la importancia de implementar prácticas de Producción Más Limpia.

Este proyecto tiene como objetivo principal crear en los empresarios del azúcar, conciencia de conservación, sostenibilidad eficacia y eficiencia productiva, basada en las experiencias positivas del uso de los programas de Producción Más Limpia y la gestión ambiental que esto conlleva. Dentro de esta inducción se recalcará la necesidad de implementar o reforzar los aspectos considerados dentro de seguridad industrial y proyección social.

Las entidades encargadas de la concienciación deben ser aquellas relacionadas, directamente, a este contexto, es decir, el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia, CGP+L y El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN.

#### Procedimientos de la concienciación

- Definir, beneficios y aplicaciones de Producción Más Limpia en la Industria azucarera, a cargo de CGP+L.
- Promover la eficacia y eficiencia energética, a cargo de CGP+L.
- Promover la optimización del uso de agua, a cargo de CGP+L.
- Inducción de los beneficios del uso eficaz y eficiente de la materia prima, a cargo de CGP+L.
- Inducción del manejo de desechos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera, a cargo de CGP+L.
- Definir costos y beneficios de implementar Producción Más Limpia, a cargo de CGP+L.
- Promover legislación vigente relacionada con esta gestión, normas o convenios, a cargo del MARN.
- Formular programas de seguridad para el desarrollo de actividades en periodo de zafra, a cargo de Asociación de Azucareros de Guatemala, AZASGUA.
- Inducir a Personal y colaboradores de cada una de las empresas productoras de azúcar, a cargo de AZASGUA.

d.2. Estructura del Comité de promoción y seguimiento respecto a la implementación de Producción Más Limpia, en los ingenios del departamento de Escuintla.

El Comité Azucarero de Producción Más Limpia, para la industria del azúcar, será el ente encargado de realizar las diligencias para mejorar la calidad ambiental en el departamento de Escuintla, respecto de las actividades relacionadas con esta actividad industrial, dentro de sus cometidos estará el impulsar esta actividad en pro de la competitividad de esta industria y sus productos a nivel mundial.

Para tener carácter legal y poder realizar propuestas a nivel regional, es importante realizar las siguientes gestiones:

- Acreditar, legalmente, el comité.
- Elegir una junta directiva.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

- Crear organigrama como institución.
- Realizar reuniones con su respectiva agenda, para informar a los directivos de las actividades a desarrollar.
- Tener asambleas programadas con su respectiva agenda, para informar a los representantes de las empresas incorporadas de las actividades a desarrollar.
- Formular una política que permita obtener fondos para las gestiones que desarrollará el Comité.
- Crear el vínculo organizacional e institucional a razón de obtener los beneficios de la certificación de Producción Más Limpia para las empresas incorporadas.

**Gráfico No. 22 Organigrama propuesto para el Comité**



Fuente: Elaboración propia con base en propuesta.

d.3. Instaurar la Política de Producción Más Limpia aplicable en los ingenios del área analizada.

La instauración de la Política estará a cargo de CGP+L con el apoyo de la Asociación de Azucareros de Guatemala por medio del Comité Azucarero de Producción Más Limpia con el aval del MARN. Para lo cual podrán tomarse premisas de esta tesis, pero las metas serán definidas por el comité.

### 6.4.2. Programa prácticas aplicables de Producción Más Limpia

#### a. Objetivo

Incentivar en las empresas productoras de azúcar la aplicación de los programas de Producción Más Limpia con el propósito de obtener los beneficios de la acreditación en los mercados internacionales.

#### b. Proyectos

- Inducción, capacitación y formación para los encargados del renglón producción, mantenimiento, seguridad industrial, seguridad ocupacional y ambiente de cada empresa.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

- Mantenimiento de instalaciones y equipos.
- Elaborar manual de operaciones.
- Elaborar manual de seguridad industrial y ocupacional.
- Elaborar formato de control y registro de efectos producidos a elementos ambientales.
- Conformar los planes de Gestión Ambiental.

### c. Prolongación

Es conveniente iniciar con estas gestiones previas, por lo cual se cree conveniente realizarlas en un periodo de un año, considerando que la parte legal para su instauración pueda demorar. Los intervalos de monitoreo de los resultados de estas prácticas serán cada dos años.

### d. Indicadores.

- Cantidad de encargados y personal instruido respecto a los procedimientos de Producción Más Limpia.
- Total de mantenimientos realizados a instalaciones y equipo en cada intervalo.
- Documento de manual de operaciones, formulado y divulgado.
- Documento de manual de seguridad industrial y ocupacional, formulado y divulgado.
- Instrumento de control y registro de efectos producidos a elementos ambientales, formulado y puesto en práctica.
- Aplicación de planes de gestión ambiental.

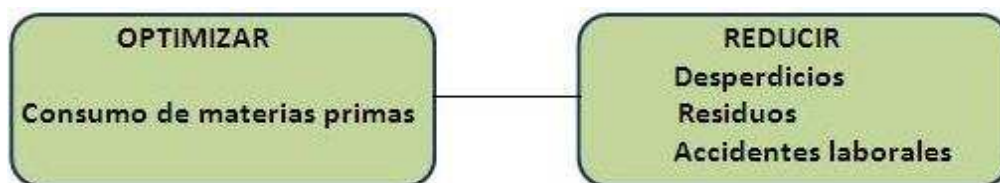
### e. Proyectos del Programa prácticas aplicables de Producción Más Limpia

e.1. Inducción y formación para los encargados del renglón producción, mantenimiento, seguridad industrial, seguridad ocupacional y ambiente de cada empresa.

Para esto es importante considerar varias actividades organizadas todas con el propósito de brindar los siguientes elementos:



Esto con el siguiente propósito:





## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

Además de orientar las acciones al cumplimiento de los objetivos de cada empresa productora de azúcar. Para realizar la gestión de capacitación, en cualquier área de las empresas, es importante se considere realizar la siguiente estimación:

**Gráfico No. 23 Evaluación para realizar la gestión de capacitación**



- Acciones para el diagnóstico de la necesidad de capacitación

Apoyarse con las autoridades de cada empresa para conocer sus intereses y debilidades, esto para determinar si la instrucción se hará por cada proceso, un área específica, cargo o mando.

Identificar las necesidades de capacitación más relevantes, según la aplicación que determine realizar el Comité.

Hacer para cada tema de capacitación seleccionado una tarjeta con contenido informativo en la cual indicará; la necesidad con su descripción:



Ordenar cada necesidad de capacitación identificando y seleccionando la prioridad con un tipo de ponderación.

Entre los temas más importantes a tratar están:

- salud Industrial,

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

- salud ocupacional,
- procesos,
- materia prima,
- residuos y subproductos,
- legislación y ambiente.

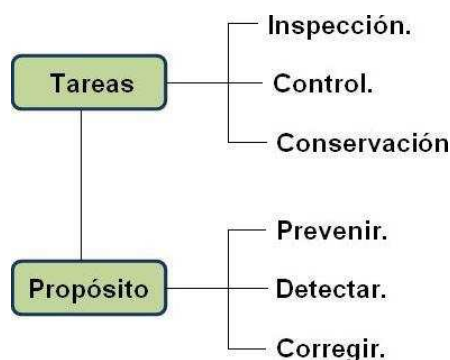
Toda la inducción y capacitación, debe estar acompañada con sesiones de entrenamiento de carácter técnico entre ellas:

- Manejo de equipo de protección personal para diferentes trabajos.
- Uso y manejo de equipo y accesorios para uso en caso de incendio.
- Procedimientos para el manejo de desechos.
- Restricción para la depredación de especies catalogadas en vías de extinción.
- Conocimiento general de la fisiografía del lugar donde se realizan las tareas.

### e.2. Mantenimiento de Instalaciones y equipos.

El propósito de esta gestión es facilitar las labores de mantenimiento preventivo de aquellos equipos o instalaciones, que forman parte del proceso de producción, por lo cual se debe tener total conocimiento de cada uno de éstos por etapa de proceso.

Con la identificación general, se debe realizar un inventario del mismo, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante para cada equipo y aparato. El mantenimiento debe tener, como base, las siguientes tareas:



Para obtener resultados adecuados en la tarea se hacen las siguientes propuestas:

- Hacer nombramientos como encargados directos de determinados equipos.
- Realizar un inventario del equipo en general, el cual permita, tener referencias de los accesorios y repuestos a utilizar, así como definir tiempos de entrega de estos por parte de concesionarios y catálogo de bodega.
- Tener disponible el manual del fabricante para que el encargado pueda utilizarlo en cualquier momento que lo necesite.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

- Se debe tener una guía gráfica para el operador de cada equipo en un lugar dispuesto, exclusivamente, para éste y a la vista, en el cual se de instrucción de los procedimientos de uso, limpieza del aparato y de las áreas en torno a los equipos.
  - Diseñar un mecanismo de registro para llevar controles del proceso de producción de azúcar con valores y el intervalo de comprobación en horas, días y semanas.
- 
- Diseñar un mecanismo de registro para llevar controles de intervalos de comprobación de mantenimiento para cada uno de los equipos.
  - Diseñar un mecanismo de registro para llevar controles de averías e incidentes.
  - Planificación y programación de lubricación constante de los equipos que lo necesiten.
  - Planificar el oportuno remplazo de partes y accesorios de cada equipo.
- e.3. Propuesta para redefinir procedimientos de operación.
- Establecer manuales que indiquen los procedimientos aptos para el control de la operación y proceso.
  - Reglamentar las actividades y trabajos por medio de un documento guía basándose en la observación de los puntos de ingreso y egreso, mediciones y hojas de registro.
  - Establecer programas de capacitación para el personal que llevará los registros que solicite la reglamentación con enfoque a prácticas de limpieza y seguridad industrial.
  - Hacer actividades de discusión que permitan a los colaboradores intercambiar conocimientos técnicos que permitan perfeccionar la calidad y rendimiento.
- e.4. Propuesta para redefinir control de costos
- Definir por experiencia y control de registros, los requerimientos necesarios de materias primas, mano de obra y energía de cada equipo, detallando en hojas de registro el costo, frecuencia y consumo.
  - Definir las acciones que redunden en reducción de costos de producción.
- e.5. Propuesta para redefinir control de calidad
- Reglamentar un sistema de gestión y control de la calidad.
  - Establecer manuales de procedimientos para las distintas áreas del proceso.
  - Capacitar al personal en cuanto a conocer los procedimientos y estándares de calidad requeridos.
  - Establecer indicadores de rendimientos en cada una de las etapas.
- e.6. Propuesta para redefinir introducción de nuevas tecnologías
- Investigar y evaluar modificaciones pertinentes a los procesos.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

- Evaluar y dejar registro de los resultados de cada modificación de los equipos que consumen energía.
- Proceder a la automatización o un sistema de regularización de la dosificación de las materias primas.

### e.7. Propuesta para mejorar la salud ocupacional y seguridad industrial.

La administración efectiva de las enfermedades ocupacionales y, sobre todo, de los riesgos y accidentes de trabajo es un componente importante en la implementación de buenas prácticas, es por eso que se proponen las siguientes acciones.

- Establecer un programa de seguridad industrial y ocupacional, que identifique los riesgos en cada área de trabajo, así mismo, debe establecer los parámetros para minimizar los mismos.
- Diseñar un plan de contingencia para ser ejecutado en caso de emergencia.
- Establecer programas para el manejo de ruido, temperatura, sustancias y materiales peligrosos, control de ejecución de trabajos en condiciones de riesgo, condiciones de iluminación óptima y análisis de accidentes.

### 6.4.3. Programa disminución de emisiones nocivas a la atmósfera.

#### a. Objetivo

Minimizar y controlar las emisiones perjudiciales a la atmosfera y a la salud.

#### b. Proyectos

- Plan de quemas controladas – Corte de caña mecanizado.
- Plan de Mantenimiento de motores de combustión - Mantenimiento de equipos.
- Control de emisiones - Instalación de filtros de alta tecnología.

#### c. Prolongación

Éste tendrá, inicialmente, un tiempo de aplicación de 1 año, pudiendo utilizarse en todo el intervalo sugerido.

#### d. Indicadores

- Variabilidad en el actual método de cosecha, principalmente, con el uso de nuevas tecnologías para control meteorológico y el uso mínimo de la quema de caña.
- Reducción de emisiones de los motores a combustión interna utilizados en el transporte y el proceso dentro del ingenio.
- Reducción de partes por millón (ppm) de contaminantes expulsados desde las chimeneas del ingenio.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

### e. Proyectos del programa

#### e.1. Plan de quemas controladas.

- Considerando el efecto antrópico respecto a la generación de empleo provocado por el corte manual de caña, se debe considerar un equilibrio respecto de los métodos de corte. Para esto se debe reforzar el método de quemas utilizado por algunos ingenios del área, para esto se debe extender en forma imperativa la forma de efectuar las quemas con una programación previa.
- Implementar las estaciones meteorológicas necesarias, con el propósito que toda la extensión del departamento de Escuintla esté cubierta.
- Las aéreas a quemar no serán mayores de 6 hectáreas y la velocidad del viento entre 5 a 18 kilómetros por hora, considerando que la dirección no afecte centros poblados.
- Generar una bitácora de quemas por sector para llevar un registro de inconvenientes que sirvan para delimitar nuevas estrategias.
- Implementar la instalación de pavesómetros (instrumento que capturan partículas incandescentes que se desprende de los cuerpos en combustión, reducidos a ceniza, emitidas por la quema de caña) en lugares estratégicos donde esta actividad tiene influencia con el propósito de identificar el tipo y clase de ceniza así como la magnitud de afectaciones. Es importante definir con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales la clasificación que se dará al momento de evaluar los muestreos.
- Paralelo al muestreo anterior es importante realizar muestreos y estadísticas de casos identificados con problemas a la salud provocados en comunidades dentro de la zona de influencia provocada por esta actividad, con lo cual se deben evaluar las correcciones necesarias al método de quema, ponderando los efectos negativos de esta actividad sobre los elementos ambientales.
- Considerar alternar los métodos tradicionales de corte con el uso del corte mecanizado.

#### e.2. Plan de mantenimiento a motores de combustión.

- Evaluar el remplazo de los motores cuyos niveles de eficiencia están por debajo del recomendable, para remplazarse por motores de alta eficiencia.
- Evaluar la factibilidad de instalar dispositivos para reducir el factor de potencia en motores.
- Evaluar que los componentes mecánicos estén en buenas condiciones para que los motores trabajen perfectamente.
- Evaluar el beneficio de instalar variadores de velocidad en los motores de mayor consumo.
- Monitorear y constatar los beneficios de eficiencia obtenidos en los motores.



## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

### e.3. Plan de control de emisiones atmosféricas.

- Las emisiones, derivadas de las calderas por la combustión de bagazo de caña para la generación de energía y vapor, se deberá controlar mediante el método de lavado de gases.
- El control de las emisiones se verificará por medio de mediciones periódicas de porcentajes o partes por millón ppm de materia expulsada del proceso tales como cenizas, óxidos de nitrógeno (NOx) si fuera el caso, dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y monóxido de carbono en los gases de combustión.
- Para la ponderación de estos controles es importante la participación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, respecto al establecimiento de los límites aceptables de las emisiones, sobre todo, para SO<sub>2</sub>, además de cenizas para lo cual se puede apoyar en las guías del Banco Mundial y el Decreto Número No. 68-86, artículo 5 de la República de Guatemala.
- Es importante implementar cronogramas de implementación de estos controles y personal responsable que lleve estos controles, estadísticas y resultados de muestreos. Con la información generada se podrán considerar las decisiones acuerdo a la reducción de emisiones.
- Dentro del proyecto de reducción de emisiones se debe considerar el replantear instalaciones de drenajes si fuera necesario para que estos descarguen por separado las aguas residuales domésticas en colectores municipales si es factible, aguas residuales industriales en sus respectivas plantas para tratamiento y los escurrimientos pluviales.
- La disposición anterior debe evitar la descarga de aguas residuales industriales a cuerpos de agua natural.

### e.4 Instalación de filtros de alta tecnología.

Este apartado se refiere, principalmente, a las emisiones atmosféricas de las calderas y chimeneas, las cuales generan emisiones de vapores, humo del proceso, sustancias volátiles como hollín y cenizas, así mismo, durante la etapa de purificación del jugo y su concentración, según el tipo de proceso, se genera amoníaco (NH<sub>3</sub>) y en algún ciclo se produce ácido sulfúrico.

Es importante entonces la instalación en calderas de filtros de alta tecnología que tengan la función de limpiar los gases producidos por la combustión de biomasa.

**Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.**

A continuación se presenta un cuadro síntesis donde se puede observar las condiciones del programa propuesto.

**Cuadro No. 25**  
**Síntesis del programa “Disminución de emisiones nocivas a la atmósfera”.**

Elemento afectado: <b>ATMOSFERA</b>			
Concepto: masa gaseosa que rodea la tierra, formada por aire con mezcla de gases según la altura.			
Programa: Disminución de emisiones nocivas a la atmósfera.			
Acciones que provocan el impacto	Integración de elementos afectados	Proyecto	Indicadores
<b>Quema de caña</b>	Aire: Contaminación por cenizas. Suelo: Alteración por aumento en la temperatura. Flora y Fauna: Modificación de ecosistemas de especies. Social: Afectación a las comunidades cercanas.	<b>Plan de quemas controladas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variabilidad en el actual método de cosecha, principalmente con el uso de nuevas tecnologías para control meteorológico y el uso mínimo de la quema de caña.</li> <li>Disminución en las emisiones atmosféricas.</li> <li>Reducción de emisiones de los motores a combustión interna utilizados en el transporte y el proceso dentro del ingenio.</li> <li>Reducción de partes por millón (ppm) de contaminantes expulsadas desde las chimeneas del ingenio.</li> </ul>
<b>Transporte y uso de motores de combustión interna.</b>	Aire: Emisiones CO2, Dióxido de carbono. Suelo: Compactación y pérdida de permeabilidad.	<b>Plan de mantenimiento a motores de combustión.</b>	
<b>Clarificación</b>	Atmosfera: Agotamiento de la capa de ozono (en procesos que utilizan la sulfitación) Induce a la lluvia ácida Producción de Dióxido de azufre.	<b>Plan de control de emisiones atmosféricas.</b>	

Elaboración propia, en base a estrategia de Producción Más Limpia

#### **6.4.4. Optimización del recurso hídrico**

##### **a. Objetivo**

Reducir el uso del agua de las fuentes naturales de los alrededores y evitar el incremento de aguas residuales.

##### **b. Proyectos**

- Identificación de puntos críticos de consumo y monitoreo de consumo por cada etapa de proceso.
- Recirculación de agua para proceso.
- Reutilización de las aguas residuales y reducción de aguas a tratar.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

### c. Prolongación

Este tendrá, inicialmente, un tiempo de aplicación de 1 año, pudiendo utilizarse en todo el intervalo sugerido.

### d. Indicadores

- Variabilidad en el porcentaje de agua consumida por etapa por unidad de producción mensual.
- Variabilidad y disminución en el porcentaje de aguas residuales descargadas en componentes ambientales.

### e. Proyectos del Programa

#### e.1. Identificación de puntos críticos de consumo

- Elaborar un instrumento que sirva para registrar el consumo de agua.
- Instalar instrumento de medición del consumo de agua o bien controles.
- Llevar bitácora del consumo mensual de agua según fuente de abastecimiento.
- Hacer comparativos de los registros del plan de monitoreo y efectuar un cotejo para identificar los sitios y actividades de consumo crítico.
- Establecer en lo posible las cantidades de agua requeridas en cada etapa del proceso.
- Elaborar las directrices para realizar mantenimientos de tipo preventivo en cada una de las redes de conducción de agua.
- Analizar y ubicar para su reparación y mejoramiento, fugas, malas prácticas, desperfectos en equipos y, principalmente, eliminar las causas del consumo excesivo de agua en cada etapa del proceso.
- Aprovechar en la medida de lo posible el agua residual, para utilizarla en riego de áreas verdes o agua de riego en las propias plantaciones
- Realizar actividades y programas de concienciación con los empleados, con enfoque al buen uso y ahorro del agua.
- Optar de acuerdo a las condiciones económicas de la empresa tecnologías apropiadas y equipos que permitan esta actividad con el mínimo consumo.

#### e.2. Recirculación de agua para proceso

- Diseñar diagrama de flujo para recirculación de agua.
- Hacer la separación de tuberías de aguas que pueden ser reutilizables.
- Construir tanques de almacenamiento de las aguas reutilizables para su tratamiento y posterior reutilización.
- Transferir los efluentes que no son reutilizables hacia el lugar previsto para un sistema de tratamiento de agua residual.
- Analizar y verificar la efectividad del diseño para el sistema de recirculación o de reciclaje de las aguas.
- Como parte de este proyecto, la empresa debe realizar mediciones periódicas de la calidad del agua de riego para los cultivos de caña de azúcar, con el fin de asegurar que ésta siempre cumpla la norma nacional para ese uso.

**Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.**

A continuación se presenta un cuadro síntesis donde se pueden observar las condiciones del programa propuesto:

**Cuadro No. 26**  
**Síntesis del programa “Optimización del recurso hídrico”.**

<b>Elemento afectado: AGUA</b>			
<b>Programa: Optimización del recurso hídrico.</b>			
<b>Acciones que provocan el impacto</b>	<b>Integración de elementos afectados</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Riego en campo y consumo para proceso en fabrica</b>	Agua: Disminución de la calidad o cantidad del recurso. Disminución potencial de la capacidad de los acuíferos.  Flora y Fauna: Alteración de hábitat de especies.	<b>Identificación de puntos críticos de consumo.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variabilidad en el porcentaje de agua consumida por etapa por unidad de producción mensual.</li> <li>Variabilidad y disminución en el porcentaje de aguas residuales descargadas en componentes ambientales.</li> </ul>
<b>Recepción y lavado.</b>	Agua: Contaminación del agua por Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5 y Sólidos Suspendidos Totales SST por escorrentía, aplastamiento de caña y lavado del área y grasas.  Aire: Emisión de material disperso.  Suelo: lodos, bagacillo, residuos, lubricantes, etc.	<b>Recirculación de agua para proceso.</b>	
<b>Molinos.</b>	Agua: Vertimientos líquidos por reboses de lodos (cachaza), reboses de Floculantes (sustancia coagulante) y reboses de de material dulce.		

Elaboración propia, en base a estrategia de Producción Más Limpia.

#### **6.4.5. Preservar recursos y la salud**

##### **a. Objetivo**

Reducir la degradación de los suelos en el área de investigación y mejorar la competitividad en la productividad del cultivo de caña, así mismo, proteger a las comunidades de exposición a sustancias químicas.

##### **b. Proyectos**

- Intervención en las causas que produce la erosión de los suelos.
- Aplicación de nuevas tecnologías para combatir plagas e inducción de la madurez de la caña.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

### c. Prolongación

Éste tendrá, inicialmente, un tiempo de aplicación de 1 año, pudiendo utilizarse en todo el intervalo sugerido.

### d. Indicadores

- Variabilidad en la condición física del suelo.
- Mejora en el espesor de la capa superior del suelo.
- Aumento de la diversidad de la cubierta vegetal.
- Restablecimiento de fajas de vegetación en contornos.
- Porcentaje de áreas recuperadas de la erosión.
- Porcentaje aumentado de la capacidad productiva del suelo.
- Disminución en reportes de personas afectadas en la salud.

### e. Proyectos del programa

#### e.1. Intervención en las causas que produce la erosión de los suelos

Realizar prácticas agrarias incorrectas es el motivo que la erosión se acelere y se convierta en un problema grave, el arar en sentido de las pendientes deja el suelo suelto lo que hace que el agua lo arrastre más fácil.

Las modificaciones en los cauces de los ríos por deforestación, desvíos, cortes para presas o drenajes, pueden causar que la erosión aumente al quedar los suelos de los cauces fluviales y sus cercanías escasos de la vegetación y humedad que los unen.

El cambio climático, con sus particulares aumentos de temperatura, el clima con períodos de sequía más largos, y en otras temporadas con precipitaciones en periodos cada vez más cortos de tiempo. Con este comportamiento, la erosión puede aumentar por las lluvias torrenciales sobre suelos sueltos a causa de las sequías, ante estas situaciones es necesaria una composición adecuada de prácticas de conservación de suelos.

- Capacitar de forma técnica a los administradores de las fincas cañeras respecto a las causas de la erosión y cuáles son las prácticas de conservación.
- Realizar mapas en cada una de las fincas cañeras, para crear un registro de las áreas de mayor riesgo de erosión y complementarlo con un plan de acciones a realizar.
- Diseñar para cada finca o conjunto de fincas un plan claro de administración de suelos que incluya medidas para minimizar la erosión de la superficie. Esto debe incluir, manejo de suelos, tratamiento de malezas y recomendaciones respecto al uso de herbicidas y madurantes.



## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

- Delimitar áreas como franjas de bosques evitando hacer trabajos agrícolas ahí, estas pueden ser, principalmente, aquellas franjas con pendientes de más pronunciación o cercanas a ríos.
- Trazo apropiado de caminos y delimitación de drenajes que no comprometan la capa vegetal, deben ser realizados en cada una de las zonas de cultivo.
- Establecer barreras vivas a los costados de las zonas de cultivo, principalmente, a los laterales de las secciones de pantos.
- Elaborar un instrumento para controlar y medir el nivel de sedimentación, con el propósito de realizar acciones correctivas cuando se observe sedimentación relevante.

### e.2. Aplicación de nuevas tecnologías para combatir plagas e inducción de la madurez de la caña.

Esta herramienta permitirá ampliar la posibilidad de productividad agrícola a largo plazo, conservando las propiedades del suelo, de donde se obtiene la materia prima para el inicio del proceso de producción.

- Analizar la forma de recuperación de suelos, incluso, con el uso de cachaza para poder mantener el ciclo de nutrientes.
- Analizar e implementar técnicas adecuadas de siembra.
- Establecer un plan de control de uso de herbicidas y madurantes con características que no sean nocivas para la salud.
- Establecer un plan de manejo de abono orgánico.
- Investigar o continuar con la investigación y utilización de nuevas tecnologías para combatir plagas.

### e.3. Intervención en las causas que producen efectos en la salud

- Analizar y realizar planes de mitigación respecto a los efectos de la quema consecutiva respecto de daños colaterales producidos en las comunidades aledañas.
- Analizar y realizar planes de mitigación respecto a los efectos de la aplicación de madurantes respecto a daños colaterales en la salud de los pobladores de comunidades aledañas.

**Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.**

A continuación se presenta un cuadro síntesis donde se pueden observar las condiciones del programa propuesto:

**Cuadro No. 27  
Síntesis del programa “Preservar recursos y la salud”.**

<b>Elementos afectados: SUELO y SALUD</b>			
<b>Programa: Preservar recursos y la salud.</b>			
<b>Acciones que provocan el impacto</b>	<b>Integración de elementos afectados</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Preparación de la tierra.</b>	<p>Suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida del suelo por agotamiento.</li> <li>• Remoción de capas vegetales.</li> <li>• Compactación.</li> <li>• Alteración de ecosistemas.</li> <li>• Pérdida de materia orgánica.</li> </ul> <p>Salud:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando se realiza cerca de las comunidades o área habitadas, estas son expuestas al polvo, ruido y vibración.</li> </ul>	<b>Recuperación de la productividad del suelo.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variabilidad en la condición física del suelo.</li> <li>• Mejora en el espesor de la capa superior del suelo.</li> <li>• Aumento de la diversidad de la cubierta vegetal.</li> <li>• Restablecimiento de fajas de vegetación en contornos.</li> <li>• Porcentaje de áreas recuperadas de la erosión.</li> <li>• Porcentaje aumentado de la capacidad productiva del suelo.</li> <li>• Disminución en reportes de personas afectadas en la salud.</li> </ul>
<b>Quema de caña</b>	<p>Suelo: Alteración por aumento en la temperatura.</p> <p>Salud: Problemas respiratorios en pobladores cercanos o afectados.</p>	<b>Intervención en las causas que producen efectos en la salud.</b>	
<b>Aplicación de Madurantes.</b>	<p>Salud: Según reporte de la Universidad de Río Cuarto, Argentina el componente Glifosato está causando daño del material genético en células humanas.</p>	<b>Aplicación de nuevas tecnologías para combatir plagas y la inducción de mayor cantidad de azúcar en la caña.</b>	
<b>Aplicación de herbicidas y fertilizantes.</b>	<p>Suelo: Afectación de la respiración del suelo, disminución de la actividad biológica de organismos benéficos. <u>Fitotoxicidad</u> en cultivos.</p>		

Fuente: Elaboración propia, en base a estrategia de Producción Más Limpia.

#### **6.4.6. Evaluación costo beneficio**

##### **a. Objetivo**

Realizar un comparativo durante los periodos de aplicación de las propuestas del programa de Producción Más Limpia, donde se puedan valorar los beneficios a nivel costo en la producción de azúcar.

##### **b. Proyectos**

- Renovación de los controles de economía de los ingenios participantes.
- Gestión financiera que permita patrocinar la divulgación y aplicación de la Producción Más Limpia.
- Reducir costos de operación.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

### c. Prolongación

Su aplicación deberá realizarse en el primer año del inicio del uso del programa y, luego, consecutivamente, en intervalos de tiempo apropiados, para poder realizar comparativos y evaluaciones.

### d. Indicadores

- Total de inversión por la aplicación de cada programa
- Balance de beneficios económicos por aplicar los programas de Producción Más Limpia.

### Proyectos del programa

#### e.1. Renovación de los controles de economía de los ingenios participantes.

Esto se refiere, principalmente, a crear instrumentos de carácter contable para poder asignar costos por gestión ambiental.

#### e.2. Gestión financiera que permitan patrocinar la divulgación y aplicación de la Producción Más Limpia.

El propósito de este proyecto será, básicamente, generar el financiamiento de los programas, por medio de operaciones financieras.

#### e.3. Reducir costos de operación

Para este proyecto es importante elaborar los instrumentos que permitan realizar los siguientes renglones:

- Estimación de costo de producción.
- Proyección de presupuestos.
- Observancia de montos disponibles.
- Estrategias para reducción de costos.

Estos proyectos pueden complementarse con las siguientes acciones:

Adicionalmente, la metodología para evaluación en planta de P+L incluye los siguientes cuatro pasos:

- Evaluar los potenciales beneficios de la aplicación de Producción Más Limpia y definir las medidas de valor en cada fábrica de azúcar, así como el compromiso obtenido por las gerencias y los equipos de colaboradores que dan seguimiento al programa.
- Seleccionar los procesos de producción que serán acondicionados a los programas para identificar los aspectos de relevancia ambiental y ahorros, para esto será necesario realizar un bosquejo del proceso, flujo de materia y consumo de energía.

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

- Identificar las acciones viables y de prioridad a implementar, para optimizar la producción, utilizando criterios económicos, ambientales, técnicos y de estructura organizacional, para obtener procedimientos de labores.
- Formalizar la introducción y ejecución de los programas y medidas definidas en cada uno de los procesos de producción para, posteriormente, evaluar los resultados a nivel de efectividad y ahorros.

### 6.5. Indicadores ambientales y de procesos

Estas son las herramientas de gestión ambiental más importantes ya que son factores que permiten reducir la contaminación y provee información a grupos externos con expectativas en el tema.

Entre las características principales de los indicadores ambientales está la capacidad de ponderar la evolución de las fábricas de azúcar respecto de la protección ambiental, permitiendo hacer comparaciones en intervalos, según sean necesarios.

Al realizar intervalos de comparación utilizando los indicadores, se puede identificar, rápidamente, las tendencias lo cual permite tener alertas tempranas, ya que al tener la información al respecto se hacen evidentes las fallas y las acciones potenciales de optimización en diferentes etapas del proceso, lo cual es importante para definir mejoras en los programas.

#### 6.5.1. Objetivo del indicador

Formular las herramientas que permitan obtener resultados de la aplicación de la estrategia e identificar los avances y problemas para poder corregir los aspectos complejos y mejorar los de beneficio, como generador y previsor de las decisiones por parte de los empresarios azucareros.

#### 6.5.2. Proyectos para la reducción de emisiones y desechos

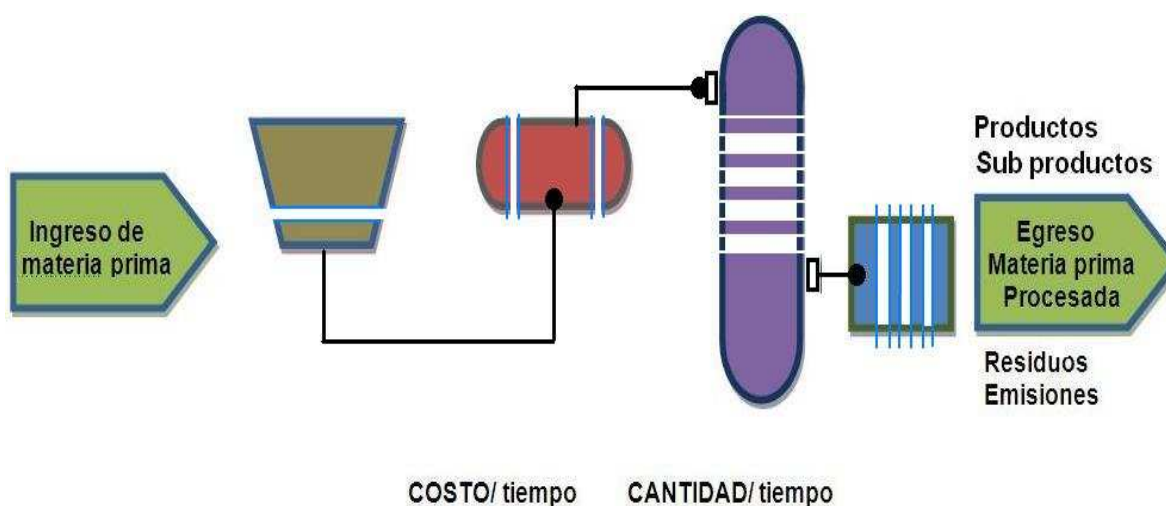
Conforme el manejo de los programas de Producción Más Limpia, los indicadores permiten determinar el desempeño de la fábrica de azúcar, en el caso del proceso productivo basándose en la reducción del consumo de agua, energía, volumen de desechos generados tanto sólidos, emisiones y efluentes, así como afectación a elementos ambientales.

#### 6.5.3. Indicadores de procesos

Estos tienen el propósito de evaluar el uso adecuado de los insumos y materias primas utilizadas en el proceso productivo, para esto se debe hacer un análisis del Balance de ingreso y egreso de las materias y elementos. Es de entender entonces que para lo que sirve el indicador es para medir o evaluar las entradas y salidas del proceso.

Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

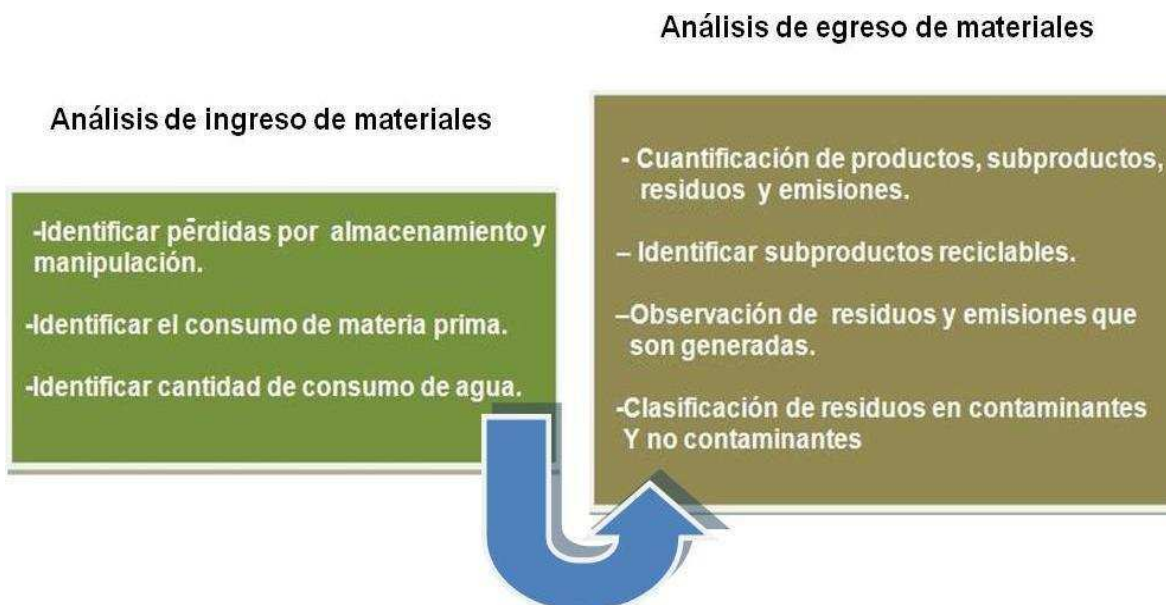
Gráfico No. 24 Prototipo de medición de ingresos y egresos para control de indicador



Fuente: Elaboración propia

Este balance indica que el peso total de las materias primas que ingresan debe ser igual al de los productos, subproductos, residuos y emisiones que egresan.

Gráfico No. 25 Prototipo de ingresos y egresos para control de indicador



Fuente: Elaboración propia, en base a Guía de Producción Más Limpia.



## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

Es importante determinar que las unidades a considerar en los indicadores dependerán del rubro evaluado, por lo cual se consideran las siguientes propuestas.

**Gráfico No. 26 Relación entre elementos, indicador y unidad de medición utilizada.**

Elemento	Indicador	Propuesta de unidad de medida
ATMOSFERA	Cantidad de emisiones al aire, ruidos, polvo, contaminante por unidad productiva	Litro o m3 / ton de producción
	Cantidad de energía consumida por unidad productiva	Kwh / ton de producción
	Cantidad de sub productos generados por unidad productiva	Kg / ton de producción
AGUA	Cantidad de agua consumida por unidad productiva.	Litro o m3 / ton de producción
	Cantidad de efluentes o aguas residuales por unidad productiva	Litro o m3 / ton de producción
USO DE LA TIERRA	Cantidad de materia prima consumida por unidad productiva	Kg / ton de producción
	Cantidad de residuos sólidos generados por unidad productiva	Kg o Lbs. / ton de producción

Fuente: Elaboración propia, con base en Guía de Producción Más Limpia.

### 6.5.4. Indicadores ambientales

Los resultados del control ambiental en las fábricas de azúcar y en cualquier otra empresa es posible cuando se puede proyectar, inspeccionar y supervisar la gestión ambiental, para esto nuevamente resultan importantes los indicadores para ser evaluados constantemente. En el caso de los indicadores para el renglón ambiente pueden considerarse en escala y tipo, derivando las siguientes propuestas.

**Gráfico No. 27 Relación entre elementos, escala y tipo.**

Elemento	Escala	Tipo a definirse
ATMOSFERA	General	Relacionados con gases de efecto invernadero, según listado de Protocolo de Kioto. (CO2 Equivalente)
	General	Relacionados con sustancias agotadoras de la Capa de Ozono, según listado de Protocolo de Montreal.
	Particular	Relacionados con emisiones atmosféricas, material particulado, Dióxido de Sulfuro (SO2) y Compuestos orgánicos volátiles.
AGUA	Particular	Relacionados con consumo de agua, agua y energía
	Particular	Relacionados con vertimientos de aguas residuales: Demanda Biológica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Carbón Total.
USO DE LA TIERRA	General	Relacionados con contaminantes orgánicos Persistentes (COPs), listados en Protocolo de Estocolmo
	Particular	Relacionados con la reducción de generación de residuos.
	Particular	Relacionados con costos de reciclaje, disposición y transporte de residuos.

Fuente: Elaboración propia, con base en Guía de Producción Más Limpia

#### 6.5.4. Indicadores de impacto

Cuadro No. 28

- Cambio porcentual de energía consumida por unidad de producción mensual.

##### Atmosfera

$$\Delta \% \frac{\text{Kwh consumidos}}{\text{Unidad de producción}} = \frac{(\text{Kwh/ ton caña molida mes actual}) - (\text{Kwh/ ton caña molida mes anterior})}{(\text{Kwh/ ton caña molida mes anterior})} \times 100$$

- Cambio porcentual de agua consumida por unidad de producción mensual.

##### Agua

$$\Delta \% \frac{\text{Agua consumida}}{\text{Unidad de producción}} = \frac{(\text{m}^3 / \text{ton caña molida mes actual}) - (\text{m}^3 / \text{ton caña molida mes anterior})}{(\text{m}^3 / \text{ton caña molida mes anterior})} \times 100$$

Cuadro No. 29

- Cambio porcentual de materia prima consumida unidad de producción mensual.
- Total de residuos reutilizables por unidad de producción mensual.

##### Uso de la tierra.

$$\Delta \% \frac{\text{Materia prima consumida}}{\text{Unidad de producción}} = \frac{(\text{U. de materia prima / ton caña molida mes actual}) - (\text{U. de materia prima / ton caña molida mes anterior})}{(\text{U. de materia prima / ton caña molida mes anterior})} \times 100$$

$$\Delta \% \frac{\text{U. residuos reutilizables}}{\text{Unidad de producción}} = \frac{(\text{Valor de residuos aprovechados / mes actual}) - (\text{Valor de residuos aprovechados / mes anterior})}{(\text{Valor de residuos aprovechados / ton caña molida mes anterior})} \times 100$$

**Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.**

**6.6. Beneficios de la aplicación de los programas propuestos**

Con el propósito de hacer una síntesis de los beneficios de la aplicación de los programas propuestos y enumerados anteriormente, a continuación se presentan cuadros sinópticos que reúnen los principales beneficios de adoptar estas propuestas.

**Cuadro No. 30**

<b>SINTESIS DE LOS BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA</b>			
<b>Elemento</b>	<b>Programa</b>	<b>Beneficio</b>	<b>Propuesta de mitigación</b>
<b>Atmósfera</b>	Disminución de emisiones nocivas a la atmósfera.	Eficiencia y ahorro en el proceso así como disminución de las emisiones que escapan antes de llegar a filtros.	Corrección de fugas en sistemas de vapor, chimeneas y escapes.
		Reducción de emisiones ton/año y partes por millón PPM, lo que permitirá dar una mejor imagen a la empresa respecto al cuidado de este elemento.	Instalar sistemas de control de emisiones en cada una de las posibles descargas.
<b>Agua</b>	Optimización del recurso hídrico.	Disminuir costos por hacer uso eficiente de agua durante las actividades agrícolas y de ingenio.	Establecer un plan para registrar el consumo de agua en cada una de las etapas.
		Disminuir el consumo de agua durante el Proceso, ahorrando en el uso de sistemas de bombeo.	Establecer procedimientos de ahorro y control para el uso del agua.
		Disminuir el consumo de agua reutilizando las aguas residuales, ahorrando en sistemas de extracción de agua.	Aplicar un sistema de recirculación de agua que se obtiene en los distintos procesos.
		Disminuir los volúmenes de aguas residuales que deben ser tratadas, lo que da como resultado ahorro en procesos.	
		Disminución de consumo de agua, acortando los tiempos de transformación en algunos procesos.	Revisar y reestructurar buenas prácticas de procesos productivos.

Fuente: Elaboración propia.

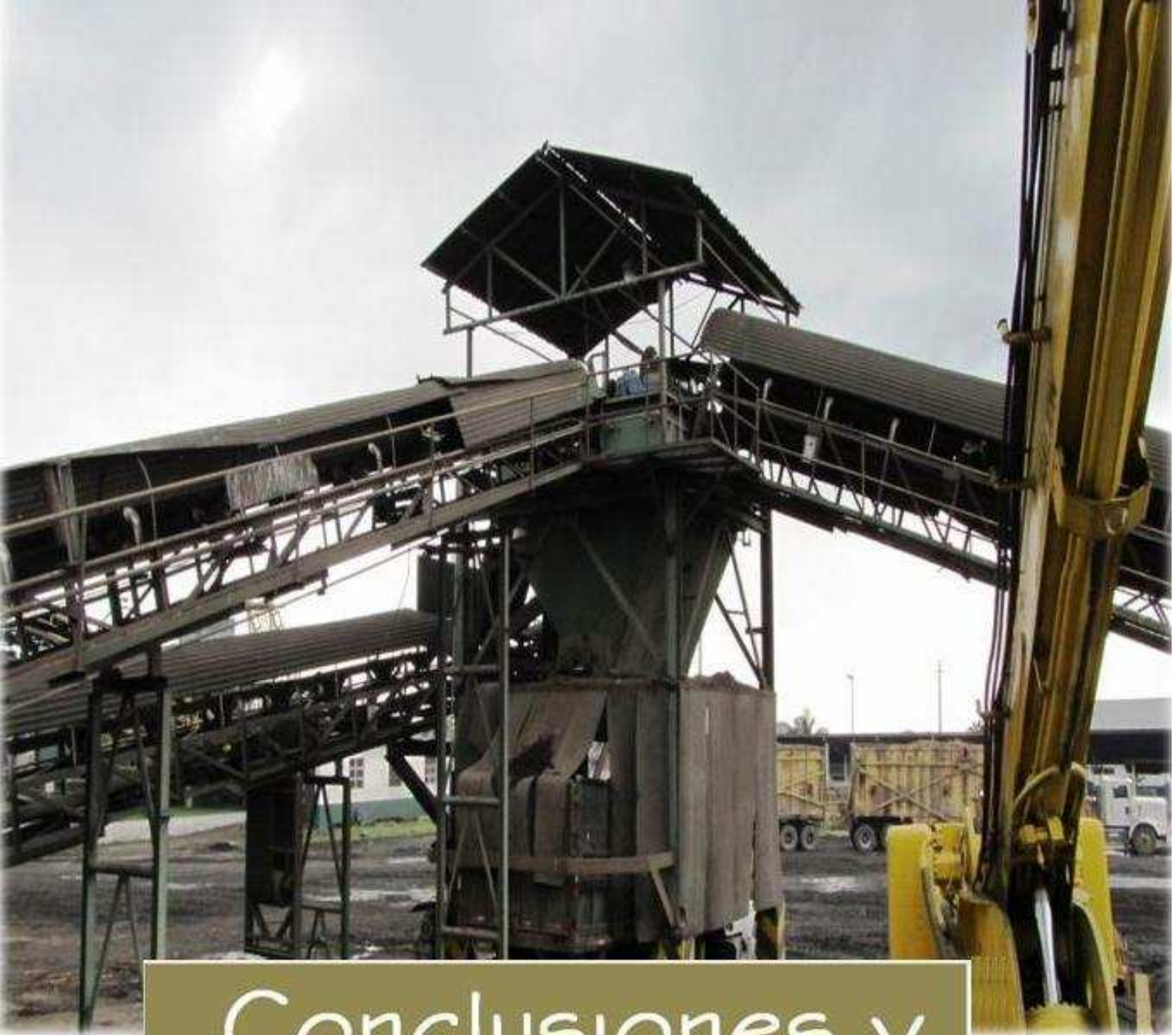


Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

Cuadro No. 30

SINTESIS DE LOS BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA			
Elemento	Programa	Beneficio	Propuesta de mitigación
Suelo y Salud	Preservar recursos y salud	Evitar las causas que producen el desgaste productivo del suelo, dando el beneficio de poder utilizar el recurso de forma sosteniblemente.	Elaborar un plan claro de administración y manejo de de suelos, tratamiento de malezas y recomendaciones respecto al uso de herbicidas y madurantes.
		Hacer prácticas sostenibles de la productividad del suelo.	Analizar la forma de recuperación de suelo, incluso con el uso de cachaza para poder mantener el ciclo de nutrientes.
		Minimizar los riesgos del uso de químicos que provoquen daño a la salud evitando quejas o señalamientos.	Continuar con la investigación de nuevas tecnologías amigables con el ambiente y la salud para el combate de plagas y la inducción del aumento de azúcar en la caña previo al corte.

Fuente: Elaboración propia.



# Conclusiones y Recomendaciones

CAPÍTULO

7



## Conclusiones

Guatemala es el cuarto país exportador de azúcar a nivel mundial, lo cual convierte a esta actividad económica en una de las más importantes para el país, paralelo a este beneficio se encuentran los impactos sobre los recursos, principalmente, en los elementos atmósfera, agua y suelo. De esta situación se derivan algunas políticas de las empresas productoras, que pretenden paliar los efectos negativos, sin embargo, éstas no resuelven totalmente la aplicación de políticas de Producción Más Limpia.

□ Tal como se indicó en el contenido de este documento, una estrategia de Producción Más Limpia para la industria del azúcar, puede utilizarse como una herramienta útil para combinar dentro de la actividad productora medidas preventivas y de mitigación para prolongar el recurso ambiental.

□ Respecto de las principales interrogantes planteadas en la investigación

En los municipios del Departamento de Escuintla, operan 8 ingenios o fábricas de azúcar con sus respectivas fincas de cultivo de caña, este gremio está asociado entre sí en una sola entidad que vela por cada una de las condiciones de dicha actividad, entre ellas la protección ambiental. Esta entidad cuenta con políticas de gestión para la protección del ambiente, sin embargo su aplicación concierne, expresamente, a la disposición y recursos de cada fábrica o empresa, por lo cual aún no ha sido posible la unificación de dichas políticas de gestión en todo el departamento.

Esta situación hace propicia la propuesta de políticas de una producción sostenible, ya que lo observado en la investigación indica que aún no se aplican estos manejos totalmente, sino en forma aislada y conceptos paliativos que muy bien podrían seguir siendo utilizados y mejorados.

Para que el desarrollo de las actividades agrícolas y de fábrica en la producción de azúcar, esté delimitada dentro de una ruta sostenible, se requiere de la promoción, aceptación y aplicación de una estrategia que tenga implícito el desarrollo ordenado de los programas necesarios que sean respuesta al análisis de problemas, así mismo proyectos convenientes, según la necesidad de gestión e intervalos que permitan su medición de avance y logros, así como con un régimen de prolongación y evaluación.

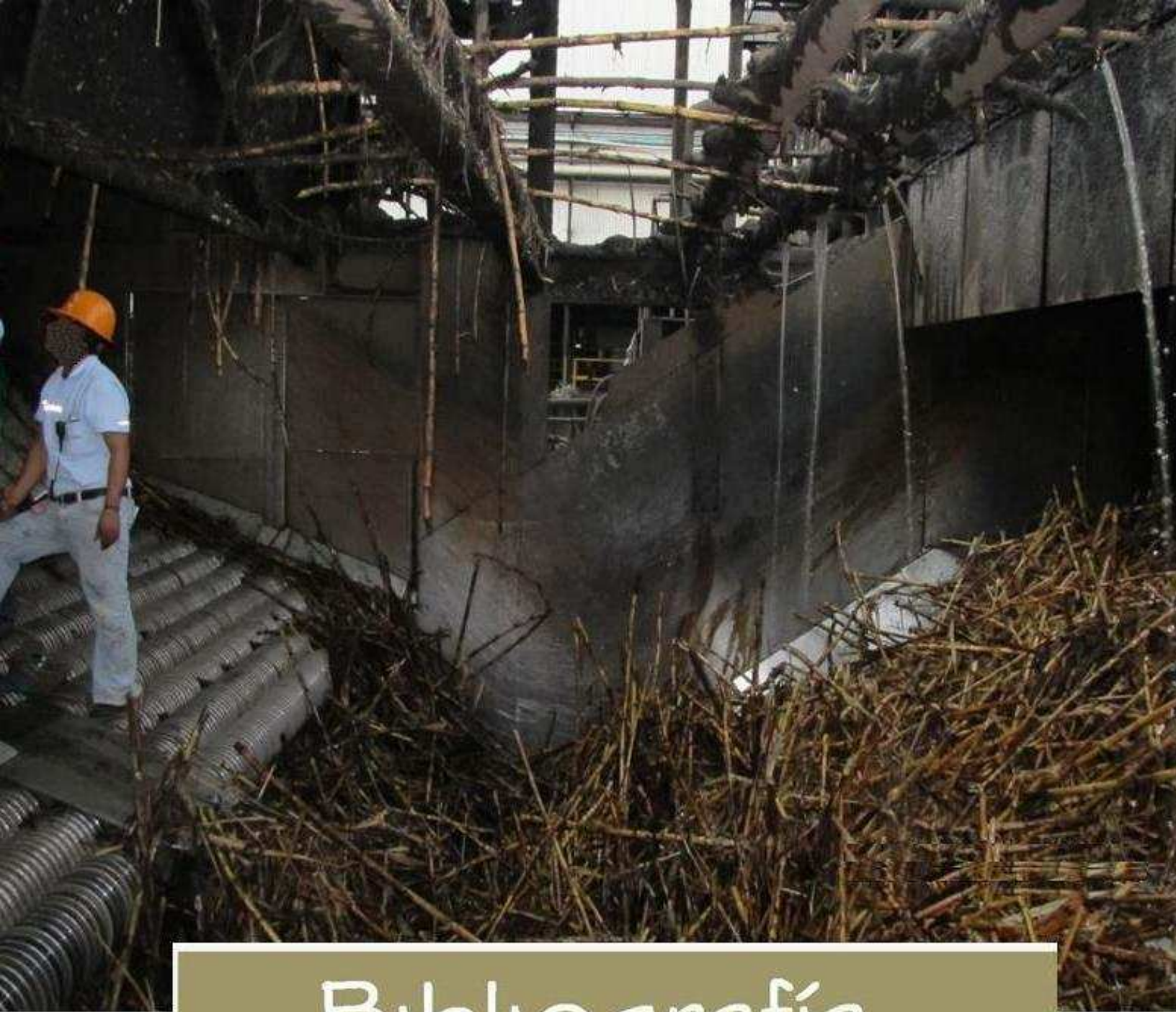
Según lo observado y propuesto, la promoción de una Producción Más Limpia en la Industria azucarera, en los municipios del departamento de Escuintla, debe gestionar los siguientes aspectos: prácticas aplicables de Producción Más Limpia, eficacia y eficiencia energética, optimización del uso de agua, eficiencia en el uso del suelo, evaluación costo beneficio y evaluación de indicadores.

El ejercicio y diagnóstico realizado para el caso de los ingenios ubicados en el departamento de Escuintla, dio los indicios de los beneficios de su aplicación en el área de análisis. Así mismo, podrá servir como parámetro para determinar las condiciones y plantear propuestas para otras empresas, en otros sectores del país, donde se realiza esta actividad.

## Recomendaciones

Conformar y establecer, legalmente, una asociación apoyada por la Asociación de Cañeros de Guatemala, el MARN y CP+LG, con el propósito de promover y desarrollar la estrategia de P+L en las fincas y fábricas productoras de azúcar ubicadas en el departamento de Escuintla. El objetivo que definirá el propósito de dicha asociación será el realizar una producción sostenible y que garantice la preservación de los recursos naturales.

- Hacer uso del análisis y las propuestas realizadas en este documento para evaluar las necesidades propias de cada fábrica, para con esto, establecer los programas y proyectos a adoptarse en cada caso.
- Realizar las acciones pertinentes para corroborar el cumplimiento de cada una de las acciones planteadas en los programas y determinar, oportunamente, las decisiones de continuar o mejorar los programas en un tiempo prudente.
- Las empresas pueden contribuir en la capacitación de su recurso humano, tanto en las fincas y fábricas, así como en las comunidades cercanas a sus sitios de producción, respecto al tema de buenas prácticas de P+L y la protección de los recursos naturales propios de cada sector.
- Es importante que el ente encargado a nivel nacional del Medio, en este caso el MARN, considere establecer políticas de Producción Más Limpia para este sector productivo, como parte de su gestión y establecer los parámetros e indicadores que permitan auditar el seguimiento y los resultados.
- Considerar los beneficios obtenidos de las prácticas de este programa, entre éstos, la competitividad para obtener la aprobación en mercados internacionales que tiene como requisito certificaciones por parte de los promotores de estos programas.
- Revisar e identificar los preceptos del programa que, además de ser de beneficio, están implícitos dentro del cumplimiento de tratados internacionales aceptados por el país y con esto, ganar espacios comerciales y prevenir amonestaciones.
- Es recomendable realizar este análisis en otros sectores del país donde se realiza esta actividad productiva, considerando las posibles variables en otras ubicaciones y condiciones sociales, a fin de establecer un conjunto de programas que puedan extenderse y desarrollarse a nivel nacional.



# Bibliografía

## Bibliografía

### Libros

- DE TRAPICHE A INGENIO. 2005. Historia y desarrollo de la industria azucarera en Guatemala.
- EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN GUATEMALA. 2012. Características de las especies y métodos de siembra y producción.
- GUÍA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA REPÚBLICA DE HONDURAS. 2009. Técnicas de análisis e implementación de los programas.
- GUÍA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN INGENIOS AZUCAREROS, CENTRO MEXICANO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. 2008. Metodología y planeación para el proceso de introducción de los programas.
- CENTRO GUATEMALTECO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. 2003. Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción Más Limpia.
- DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE AUDITORÍA Y CONTROL DE GESTIÓN AMBIENTAL DENTRO DE LAS NORMAS ISO 14001, EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DEL INGENIO AZUCARERO DEL NORTE. 2011. Diagnóstico y diseño de instrumentos.
- INDUSTRIA AZUCARERA EN EL SALVADOR, ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD. 1997. Análisis de elementos afectados.
- GUIA AMBIENTAL PARA EL SUBSECTOR DE CAÑA DE AZÚCAR. 2000. Desarrollo de instrumentos de control y seguimiento.
- GUÍA BÁSICA PARA EL MANEJO AMBIENTAL DEL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR. 2007. Descripción de los procesos y matriz de evaluación.
- MINIMIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN UN INGENIO AZUCARERO. 2006. Estudio de minimización en un ingenio azucarero para optimizar los procesos y la reducción de descargas residuales, líquidas sólidas y emisiones gaseosas.

### Leyes y reglamentos

- CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 1985. Constitución Política de la República. Guatemala.
  - CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 1986. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio- Ambiente. Guatemala.
  - PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. 1986. Reglamento de la Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, Guatemala.
  - PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. 2010. Política de producción más limpia, acuerdo gubernativo. Guatemala.
-



## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

### Documentos

- LA UNION. 2008. Gestión Ambiental.
- AZASGUA. 2010. Estrategia de la Gestión Ambiental de la agroindustria azucarera en Guatemala.
- USAID. Proyecto, mejoramiento del desempeño ambiental de la cadena de suministros en la producción de bebidas. Evaluación.

### Tratados

- DECLARACIÓN DE RIO SOBRE EL MEDIO-AMBIENTE Y EL DESARROLLO. 1992.
- AGENDA 21. FORTALECIMIENTO DEL PAPEL DEL COMERCIO Y LA INDUSTRIA.
- ALIANZA CENTROAMERICANA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE. 1994
- DECLARACIÓN DE LA CUMBRE DEL MILENIO. 2000
- DECLARACIÓN DE LA CUMBRE MUNDIAL SOBRE EL DESARROLLO SOSTENIBLE. 2002

### Páginas Web

- [http://guatemala.acambiode.com/empresa/centro-guatemalteco-de-produccion-mas-limpia\\_165721](http://guatemala.acambiode.com/empresa/centro-guatemalteco-de-produccion-mas-limpia_165721) . Información general de la entidad
- <http://marnguatemala.blogspot.com/2013/02/mas-empresas-se-suman-por-una.html#!/2013/02/mas-empresas-se-suman-por-una.html>. Más empresas se unen por una Producción Más Limpia.
- <http://www.elperiodico.com.gt/es/20101028/pais/180628/>. Presentan política y premios a la Producción más Limpia.
- <http://fgonzalesh.blogspot.com/2011/01/contaminacion-por-fertilizantes-un.html> Contaminación por fertilizantes.
- <http://edafologia.ugr.es/conta/tema13/impacto.htm> Contaminación por pesticidas.

### Tesis

- Uso de tecnología apropiada en Sitio turístico. Semuc Champey, Lanquin , Alta Verapaz. 2011.
  - El impacto social de la agroindustria azucarera en Guatemala. 2003.
  - Auditoría medio ambiental en la industria azucarera Guatemalteca. 2005.
-



Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria  
del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

## **ANEXOS**



Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

Anexo No. 1  
Estudio de Caso I

A continuación se detalla la evaluación del estudio de caso del Ingenio Azucarero “Roberto Barbery Paz” UNAGRO, S.A. ubicado en Bolivia, el propósito de esta descripción es identificar los beneficios económicos que fueron obtenidos al implementar el programa de Producción más Limpia, así como las mejoras y eficiencia obtenida en su proceso productivo.

La siguiente imagen expone el sumario de los resultados económicos y ambientales obtenidos, posteriormente a cumplir con las recomendaciones que se describen a continuación.



## Mayor productividad y rentabilidad con Producción Más Limpia

UNAS-01 Junio, 2001

<b>ESTUDIO DE CASO: INGENIO AZUCARERO “ROBERTO BARBERY PAZ” UNAGRO S.A.</b> (MUNICIPIO MINEROS – SANTA CRUZ)	
SECTOR: PRODUCTOS ALIMENTICIOS      SUBSECTOR: INGENIOS AZUCAREROS	
<b>IMPLEMENTACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA</b>	
<b>RESULTADOS ECONÓMICOS</b>	<b>RESULTADOS AMBIENTALES</b>
INVERSIÓN: 221,000 \$US	REDUCCIÓN EN CONSUMO DE AGUA DE POZO: 2,038,000 m <sup>3</sup> /ZAFRA (66%)
REDUCCIÓN DE COSTOS: 292,000 \$US/ZAFRA	REDUCCIÓN EN CONSUMO DE PLOMO: 600 KG/ZAFRA (89%)
RETORNO SOBRE LA INVERSIÓN: 132%	REDUCCIÓN EN CONSUMO DE NaOH: 15 TON/ZAFRA (33%)
	REDUCCIÓN EN PÉRDIDAS DE AZÚCAR: 41 TON/ZAFRA
	REDUCCIÓN DE DQO EN EL EFLUENTE: 305 TON DQO/ZAFRA

Fuente: Estudio de caso P+L , UNAS-01, Junio, 2001

Este estudio de caso presenta los resultados de la implementación de recomendaciones de “producción más limpia” propuesta por el CPTS (antes EP3), al Ingenio Azucarero “Roberto Barbery Paz” del grupo agroindustrial UNAGRO, ubicado en la población de Mineros del Departamento de Santa Cruz.

### a. Producción

IARBP procesó 860,000 toneladas de caña de azúcar durante la zafra 2000. Los productos principales que obtiene son azúcar (82,800 ton/zafra) y alcohol (10,000 m<sup>3</sup>/zafra). Los subproductos que obtiene son el bagazo hidrolizado (alimento para animales) y la levadura seca.

Luego, se añade al jugo lechada de cal para neutralizarlo.

## **b. Recomendaciones implementadas**

### **Eliminar la descarga de plomo de los laboratorios.**

*Situación anterior: Consumo de 0.79 g de plomo/ton caña para el análisis de sacarosa.*

Los análisis del contenido de sacarosa en caña, jugos mieles y jarabes se realizaban utilizando subacetato de plomo, para clarificar las muestras, además de otros reactivos y materiales, demandando un tiempo excesivo en toda la operación. Los desechos líquidos y sólidos contaminados con plomo y con los otros reactivos, provenientes de estos análisis, eran descargados a las lagunas y al relleno sanitario, respectivamente.

*Situación actual: Consumo de 0.09 g de plomo/ton caña, equivalentes a una reducción de 600 kg de plomo/zafra, con un ahorro de 26,500 \$US/zafra.*

El 100% de las muestras de caña y jugos se analiza actualmente con un Espectrofotómetro de Infrarrojo Cercano (NIR), inversión de \$US50,000, que no requiere de muestras clarificadas, reduciendo el uso de reactivos y materiales, así como el tiempo empleado en el análisis. De las muestras de mieles y jarabes, un 50% son analizadas con un nuevo reactivo, denominado "Octapol", que no contiene plomo; el restante 50% todavía requiere de sales de plomo. Estos cambios en la forma de realizar los análisis de sacarosa han logrado reducir el consumo y la descarga de plomo en un 89%.

### **Reducir el consumo de hidróxido de sodio (NaOH) y de agua en el lavado de los evaporadores.**

*Situación anterior: Consumo de 27 lts. de agua/ton caña y 52 g de NaOH/ton caña para el lavado de los evaporadores.*

Las operaciones de lavado de los evaporadores se efectuaban manualmente con cantidades excesivas de agua y de NaOH. Si bien una parte de las aguas de lavado de los evaporadores era reciclada, el resto era enviado a las lagunas.

*Situación actual: Consumo de 14 lts de agua/ton caña, equivalentes a una reducción de 11,000 m<sup>3</sup>/zafra, y 35 g de NaOH/ton caña, equivalentes a una reducción de 15 ton/zafra, con un ahorro total de 2,800 \$US/zafra.*

Se ha instalado aspersores (hidrojets) en la parte superior de cada evaporador (inversión de \$US 35,000) que permiten que las operaciones de lavado se realicen con un menor caudal de agua a alta presión y en forma automática. El uso de los hidrojets ha permitido reducir en 48% el consumo de agua y en 33% el de hidróxido de sodio en el lavado de los evaporadores. Como consecuencia, se ha disminuido el volumen de agua y la carga de NaOH vertidos en las lagunas.

---

**Eliminar el uso de agua en la remoción de cenizas de las calderas y reducir la descarga de cenizas a las lagunas y a la atmósfera.**

*Situación anterior: Consumo de 27 lt de agua de condensado vegetal/ton caña, con un contenido de 170 mg de DQO1/lt, en la limpieza de las calderas.*

La remoción de cenizas de las calderas y el lavado de sus cajas se realizaba empleando agua de condensado vegetal, proveniente de las ollas de cocimiento y de los evaporadores, que se re circulaba entre un tanque de sedimentación y las calderas. Cuando esta agua contenía demasiada suciedad, era enviada del tanque de sedimentación a las lagunas. Esto ocasionaba un incremento en la carga de sólidos suspendidos y de DQO en las lagunas.

Por otro lado, gran parte de las cenizas generadas por las calderas, eran emitidas a la atmósfera, debido a que el sistema de depuración de los gases de combustión, no funcionaba eficientemente.

*Situación actual: Eliminación del uso de agua de condensado vegetal en el lavado de las calderas y eliminación de la descarga de DQO y sólidos suspendidos, provenientes de esta operación, a las lagunas. Disminución de la descarga de cenizas a la atmósfera.*

Se ha eliminado el uso de agua en la limpieza de las calderas (23,000 m<sup>3</sup>/zafra) y su carga de DQO (4 ton DQO/zafra), mediante limpieza en seco. Parte del agua de condensado vegetal, antes utilizada para el lavado, se emplea como agua de imbibición (ver recomendación 6).

Por otro lado, el sistema húmedo de depuración de gases de combustión ha sido sustituido por 4 separadores inerciales (2 por chimenea) que reducen en seco las emisiones de cenizas y polvo a la atmósfera. Las cenizas recuperadas son utilizadas para relleno y compactación de caminos y para la preparación de bioabono.

**Mejorar prácticas de mantenimiento y minimizar fugas y derrames.**

*Situación anterior: Pérdidas de jarabes y mieles equivalentes a 41 ton azúcar/zafra y descarga de 46 ton DQO/zafra, a las lagunas, en la operación de centrifugación.*

Existían pérdidas por derrames y fugas de mieles y jarabes, que caían al piso. Estas pérdidas, eran descargadas a las lagunas, durante las operaciones de limpieza.

*Situación actual: Eliminación de las pérdidas de jarabes y mieles y de la descarga de DQO, a las lagunas, con un ahorro de 12,200 \$US/zafra.*

Para recuperar estas pérdidas, mientras se procede a la reparación de los puntos de fuga, se ha instalado un colector, consistente en una batea metálica larga colocada debajo de todas las válvulas de las bombas de las centrífugas por donde circulan mieles y jarabes.

---

**Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria  
del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.**

Los productos recuperados son enviados directamente a las ollas de cocimiento para su reprocesamiento.

**Reducir la alimentación de agua de los tanques pulmón al “spray pond”  
(piscina de enfriamiento de agua por aspersión).**

*Situación anterior: Alimentación de 1.08 m<sup>3</sup> de agua de pozo/ton caña de los tanques pulmón.*

El agua de enfriamiento de los condensadores barométricos, junto con los condensados vegetales de las ollas de cocimiento y del último efecto de los evaporadores, eran enviados al spray pond, a una temperatura elevada. Con el objetivo de ayudar a enfriar estas aguas, se mezclaba con agua fría procedente de los dos tanques pulmón de abastecimiento de la planta. Sin embargo, su aporte a la disminución de la temperatura era poco significativo, comparado al efecto de enfriamiento por evaporación del agua en la aspersión; y, como efecto colateral, solamente diluía la concentración de DQO en el agua del spray pond, que, en parte, era recirculada en los condensadores barométricos, y el resto descargado a las lagunas.

En estas condiciones el rebalse del spray pond descargado a las lagunas era equivalente a 1.43 m<sup>3</sup> de agua/ton de caña, con una DQO de 250 mg/lit.

*Situación Actual: Alimentación de 0.06 m<sup>3</sup> de agua de pozo/ton caña de los tanques pulmón, equivalente a una reducción de 877,000 m<sup>3</sup>/zafra, con un ahorro de 8,800 \$US/zafra.*

Debido a una mejor gestión en el uso de agua, particularmente la utilización del condensado vegetal del último efecto del evaporador como agua de imbibición (ver recomendación 6), se ha logrado que la temperatura del agua que entra al spray pond disminuya y que éste pueda operar con poca agua de enfriamiento proveniente de los tanques pulmón, lo que ha permitido reducir el consumo de agua en 1.02 m<sup>3</sup>/ton caña.

Esta medida ha permitido que el rebalse actual del spray pond a las lagunas se reduzca en 1,100,000 m<sup>3</sup> de agua/zafra (1.28 m<sup>3</sup> de agua/ton caña).

Asimismo, pese a que la concentración de DQO se ha incrementado, de 250 a 400 mg/lit, por la reducción del agua proveniente de los tanques pulmón, la carga neta de DQO enviada a las lagunas ha disminuido (ver recomendación 6)

**Reciclar el condensado del último efecto del evaporador como agua de imbibición.**

---



## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

*Situación Anterior: Consumo de 0.35 m<sup>3</sup> de agua de pozo/ton caña por imbibición.*

Como agua de imbibición, se añadía agua fresca de pozo en una cantidad equivalente al 35% en peso de caña procesada.

*Situación actual: Consumo de 0.09 m<sup>3</sup> de agua de pozo/ton caña, equivalente a una reducción de 223,000 m<sup>3</sup>/zafra, con un ahorro de 2,200 \$US/zafra.*

El 74% del agua de imbibición ha sido sustituido con agua de condensado vegetal del último efecto del evaporador. El 26% aún proviene de los pozos. La sustitución descrita, ha resultado, además, en una reducción del rebalse del spray pond, así como de la carga de DQO, que se ha reducido en 250 ton DQO/zafra.

### **Emplear la vinaza y la cachaza para producción de bio-abono.**

*Situación anterior: Rendimiento de los cultivos de caña igual a 50 ton caña/Ha, con un contenido de sacarosa en la caña de 11.58%.*

La vinaza era irrigada directamente en los cañaverales como fertilizante. Igualmente, la cachaza era directamente incorporada como abono.

*Situación actual: Rendimiento de los cultivos de caña igual a 60 ton caña/Ha, con un contenido de sacarosa en la caña de 12.44% y un ahorro de 230,000 \$US/zafra*

Con la cachaza y la vinaza se produce un fertilizante de suelos denominado compost o bio-abono.

El proceso se lleva a cabo al aire libre en un terreno de superficie de 6 hectáreas (Ha). La degradación para obtener compost toma un tiempo aproximado de 2 meses, período durante el cual el material es removido constantemente y la humedad requerida es mantenida mediante irrigación con vinaza.

Se ha comprobado un incremento del 20% en la producción de caña por hectárea y el contenido de sacarosa en la caña ha alcanzado un valor de 12.44%, el más alto registrado históricamente.

### **Mejorar el proceso de enfriamiento de agua en la planta de alcohol.**

*Situación anterior: Consumo de 109 m<sup>3</sup> de agua/m<sup>3</sup> de alcohol en la planta de alcohol.*

Debido a que la temperatura del agua, a la salida de las torres de enfriamiento, no era lo suficientemente fría para ser recirculada, se la enviaba directamente a las lagunas requiriéndose de agua fresca de pozo para el enfriamiento.

*Situación actual: Consumo de 19 m<sup>3</sup> de agua/m<sup>3</sup> de alcohol en la planta de alcohol, equivalente a una reducción de 900,000 m<sup>3</sup> de agua/zafra, con un ahorro de 9,000 \$US/zafra.*

---

## Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

Se han instalado dos nuevas torres de enfriamiento, lo que ha mejorado la eficiencia del proceso de enfriamiento permitiendo la recirculación de agua. En consecuencia, el consumo así como el volumen de agua enviado a las lagunas se ha reducido en 83%.

### **Medidas varias.**

- El agua empleada para reducir la espuma (agua de dilución añadida al producto) en las torres de sulfitación ha disminuido en un 81% por la instalación de aspersores de flujo controlado (3,600 m<sup>3</sup>/zafra).
- Se ha separado los efluentes sanitarios de los industriales. Antes, ambos eran enviados directamente a las lagunas. Ahora los sanitarios van a un pozo ciego. Esta medida evita que coliformes fecales ingresen en las lagunas contaminando las aguas que, luego de ser tratadas, son utilizadas para riego.
- Los ambientes en varias áreas de producción han mejorado, en cuanto a iluminación y calidad de pisos, facilitando la detección de fugas y derrames que eran inadvertidos anteriormente.

### Beneficios en la práctica de P+L

Se ha logrado reducciones importantes en el consumo global de agua de pozo (reducción del consumo específico de agua de 2.37 m<sup>3</sup>/ton caña o sodio y subacetato de plomo), así como en el caudal del efluente y en la carga contaminante enviada a las lagunas.

Además de estos logros ambientales, se han logrado ahorros económicos que permiten un 132% de retorno de las inversiones realizadas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 1.

---

**Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.**

**TABLA 1 – MEJORAS EN EL DESEMPEÑO DE LA PLANTA SEGÚN INDICADORES ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACION DE LAS MEDIDAS DE PML**

Medida de PML implementada	Indicador de desempeño	Antes	Después	Reducción	Porcentaje Reducción	
1. Eliminar la descarga de plomo de los laboratorios	Descarga de Plomo [g Pb/ton caña]	0.79	0.09	0.7	89%	
2. Reducir el consumo de hidróxido de sodio (NaOH) y de agua en el lavado de los evaporadores.	Consumo de NaOH [g/ton caña]	52	35	17	33%	
	Consumo agua [lt/ton caña]	27	14	13	48%	
3. Eliminar el uso de agua en la remoción de cenizas de las calderas y reducir la descarga de cenizas a las lagunas y a la atmósfera.	Descarga agua [lt/ton caña]	27	0	27	100%	
	DQO al efluente [g/ton caña]	4.6	0	4.6	100%	
4. Mejorar prácticas de mantenimiento y minimizar fugas y derrames, en la operación de centrifugación	Pérdidas de mieles y jarabes [g azúcar/ton caña]	48	0	48	100%	
	Reducción de DQO [g/ton caña]	53	0	53	100%	
5. Reducir la alimentación de agua de los tanques pulmón al “spray pond”.	Rebalse de los tanques pulmón [m <sup>3</sup> /ton caña]	1.08	0.06	1.02	94%	
6. Reciclar el condensado del último efecto del evaporador como agua de imbibición.	Consumo de agua de pozo para imbibición [m <sup>3</sup> /ton caña]	0.35	0.09	0.26	74%	
	DQO en spray pond [g DQO/ton caña]	357	67	290	81%	
7. Emplear la vinaza y la cachaza para producción de bio-abono.	Descarga de vinaza y cachaza como desecho	No medido	0	--	100%	
8. Mejorar el proceso de enfriamiento de agua en la planta de alcohol.	Consumo de agua de pozo [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> alcohol]	109	19	90	83%	
9. Medidas varias	- Disminución del agua para control de espuma.	Consumo agua [lt/ton caña]	5.2	1.0	4.2	81%
	- Separación de efluentes sanitarios e industriales	Eliminación de coliformes fecales y descarga de DQO de los sanitarios a las lagunas (180 personas) [ton DQO/zafra]	5.4	0	5.4	100%

Fuente: Estudio de caso P+L , UNAS-01, Junio, 2001, conclusiones.

Gestión Ambiental para una Producción Más Limpia en la Industria del azúcar, en municipios del Departamento de Escuintla.

**TABLA 2 – INVERSIONES, AHORROS, RETORNOS Y BENEFICIOS AMBIENTALES**

Medida de PML implementada	Inversión [US\$]	Ahorro anual [US\$/zafra]	Retorno de la inversión	Beneficio Ambiental
1. Eliminar la descarga de plomo de los laboratorios.	50,000	26,500	53%	Reducción de 600 kg de plomo/zafra en descargas a lagunas y suelo.
2. Reducir el consumo de hidróxido de sodio (NaOH) y de agua en el lavado de los evaporadores.	35,000	2,800	8%	Reducción de 15 ton de NaOH/zafra y 11,000 m <sup>3</sup> de agua/zafra.
3. Eliminar el uso de agua en la remoción de cenizas de las calderas y reducir la descarga de cenizas a las lagunas y a la atmósfera.	12,000	230	2%	Reducción de 23,000 m <sup>3</sup> de agua/zafra y 4 ton de DQO/zafra en el efluente.
4. Mejorar prácticas de mantenimiento y minimizar fugas y derrames, en la operación de centrifugación.	7,000	12,200	174%	Reducción de pérdidas de mieles y jarabes, equivalentes a 41 ton de azúcar/zafra y reducción de 46 ton de DQO/zafra en el efluente.
5. Reducir la alimentación de los tanques pulmón al “spray pond”.	Ninguna	8,800	--	Reducción de 877,000 m <sup>3</sup> de agua/zafra.
6. Reciclar el condensado del último efecto del evaporador como agua de imbibición.	5,000	2,200	44%	Reducción de 223,000 m <sup>3</sup> de agua de pozo/zafra y de 250 ton de DQO/zafra en el spray pond.
7. Emplear la vinaza y la cachaza para producción de bio-abono.	78,000	230,000	295%	Mejoramiento de cultivos.
8. Mejorar el proceso de enfriamiento de agua en la planta de alcohol	30,000	9,000	30%	Reducción de 900,000 m <sup>3</sup> de agua/zafra.
9. Medidas varias				
- Disminución del agua para control de espuma	1,000	36	3.6%	Reducción de 3,600 m <sup>3</sup> de agua/zafra.
- Separación de efluentes sanitarios de los industriales	3,000	No cuantificado	--	Eliminación de coliformes fecales. Reducción de 5.4 ton de DQO/zafra en el efluente.
	<b>221,000</b>	<b>291,766</b>	<b>132%</b>	

Fuente: Estudio de caso P+L , UNAS-01, Junio, 2001, conclusiones.



IMPRÍMASE

---

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo  
Decano Facultad de Arquitectura  
Universidad de San Carlos de Guatemala

---

Msc. Arquitecta Susana Palma de Cuevas  
Asesora

---

Arq. Roberto Efraín Barillas Quiroa  
Sustentante