tikalia

Guía para la implementación de la Norma ISO 14001, en el proceso de producción de la caña de azúcar

*Jaime Santiago Pezzarossi Cruz**
*Eddi Alejandro Vanegas Chacón***

FACULTAD DE AGRONOMÍA USAC

* Maestro en Gestión de Calidad, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.
** Doctor. Profesor Programa de Estudios de Postgrado, Facultad de Agronomía, USAC.

TIKALIA XXX (1 - 2012) 29:47

Resumen

La implementación del proceso de gestión ambiental en una organización está fundamentada en el compromiso del capital humano y de la disponibilidad de una herramienta de gestión sistemática que interactúe dentro del modelo de gestión empresarial de la organización, por ejemplo, la norma ISO14001. Ésta proporciona a las organizaciones elementos para un sistema de gestión ambiental que permite lograr y demostrar un desempeño ambiental válido para el control del impacto de sus actividades, productos y servicios sobre el ambiente, tomando en cuenta su política ambiental y objetivos. La guía de aplicación de la norma ISO 14001 al proceso de producción de la caña de azúcar es una herramienta de gestión ambiental que podrá ser utilizada de forma única en los trece ingenios azucares asociados a AZASGUA, debido a que: identifica posibles impactos ambientales del proceso de producción en las etapas de preparación del terreno, siembra, mantenimiento del cultivo, cosecha, y transporte de la caña de azúcar; plantea medidas de prevención, control o mitigación de los impactos negativos; define los lineamientos de un plan básico de gestión ambiental de la producción de caña de azúcar y sugiere un sistema de controles medio-ambientales. Así mismo, la guía "per se" se constituye en un ejercicio metodológico de la aplicación de la gestión ambiental, tema de actualidad debido a la incipiente degradación de los recursos naturales en el país, siendo una fuente bibliográfica de gran utilidad para estudiantes y profesionales relacionados con los temas de gestión, análisis ambiental estratégico y conservación ambiental.

Palabras clave: ISO 14001, gestión ambiental, producción agrícola, caña de azúcar.

Abstract

The implementation of the environmental management process in an organization is based on the commitment of human capital and the availability of a systematic management tool that interacts within the business management model of the organization, such as ISO 14001. This provides organizations with elements for an environmental management system that achieves environmental performance and monitoring the impact of its activities, products and services on the environment, taking into account their environmental policy and objectives. The guide for application of ISO 14001 to the production process of sugar cane is an environmental management tool that can be used in the thirteen AZASGUA associated sugar mills, because: identifies potential environmental impacts of the production process in the stages of land preparation, planting, crop maintenance, harvesting and transporting sugar cane; raises prevention, control or mitigate of the negative impacts; defines the basic outlines of a plan's environmental management production of sugar cane and suggests a system of environmental controls. Also, the guide "per se" constitutes a methodological exercise of implementing environmental management, topical issue because of incipient natural resource degradation in the country, being a useful source of literature for students and professionals related management issues, strategic environmental assessment and environmental conservation.

Keywords: ISO 14001, environmental management, agricultural production, sugarcane.

Metodología

La metodología del presente trabajo de graduación consistió en recopilar información bibliografía en el ámbito conceptual de la gestión ambiental a través de la consulta de libros de texto, trabajos de tesis de graduación y páginas web, así como un amplio conocimiento de la norma ISO 14001. El proceso fue reforzado con visitas a ingenios de la Costa Sur del país (Pantaleón/Concepción, La Unión, Madre Tierra, Magdalena y Grupo Corporativo Santa Ana) para presenciar y conocer el proceso de producción de la caña de azúcar y sus variantes dependiendo de las condiciones bioclimáticas de la Costa Sur. Así mismo, se visitó ASAZGUA, la asociación de los productores de azúcar de Guatemala. La implementación de la norma ISO 14001 al proceso productivo de caña de azúcar, referente a la gestión ambiental consistió en la aplicación metodológica "per se" de la norma, cuyos requerimientos básicos se enumeran a continuación y se ilustran en la Figura 1.

a. Definición de la política ambiental
b. Planeación
   Aspectos ambientales, requisitos legales, objetivos y metas, programa de gestión ambiental
c. Implementación y operación
   Estructura y responsabilidad, capacitación, conciencia y competencia, comunicación, documentación, control de documentos, control de operaciones, preparación y respuesta a emergencias
d. Verificación y acciones correctivas
   Supervisión y medición,
   - No conformidad y acciones correctivas, - Registros
   - Auditoría
e. Revisión periódica

Minuciosamente estos elementos fueron analizados e interpretados para generar una guía práctica de aplicación de esta herramienta al proceso de producción de caña de azúcar en el país.

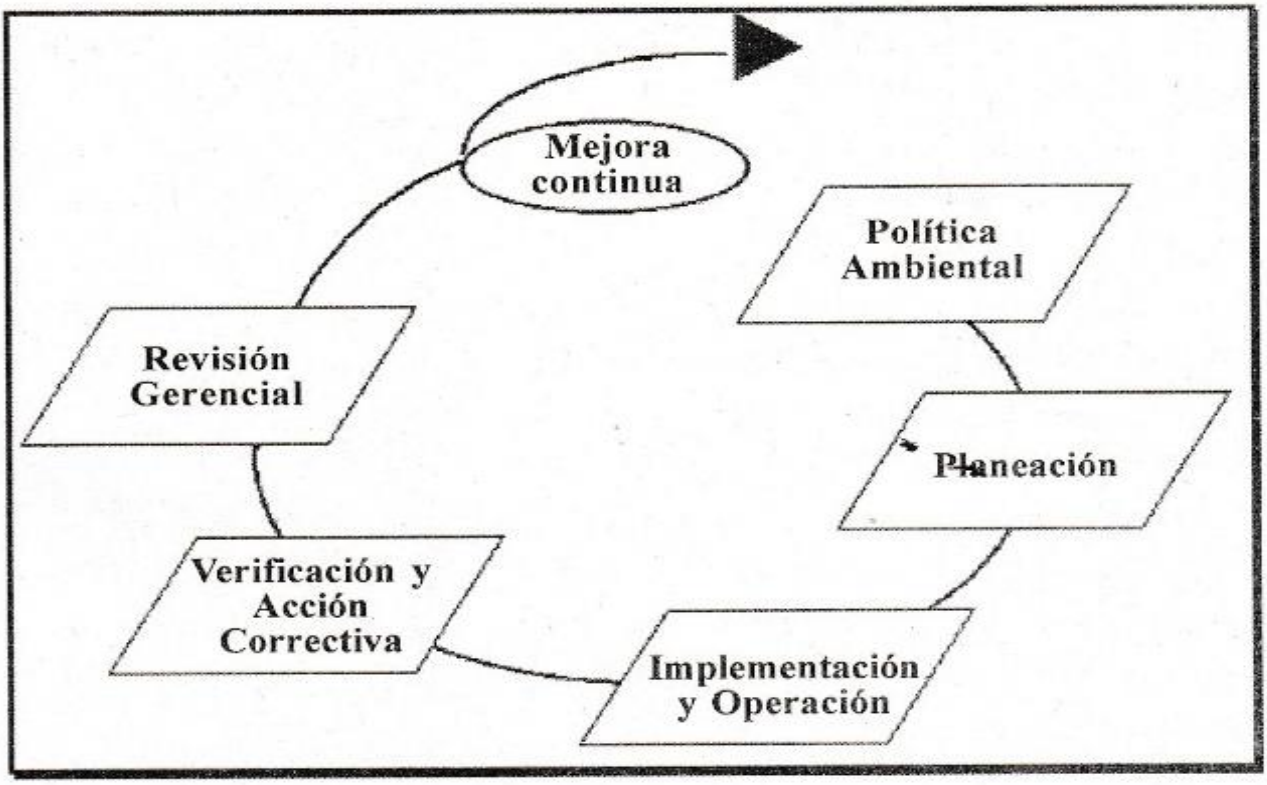

Figura 1. Modelo del Sistema de Gestión ambiental con base en la norma ISO 14001.

Resultados

Política ambiental

ASAZGUA, la Asociación de Azucareros de Guatemala presenta su política ambiental, a través del cumplimiento de sus objetivos operacionales que son (ASAZGUA, 2007): incrementar la producción a través del desarrollo y mejoramiento de la productividad, tanto en el campo como en la

fábrica, tecnificar y capacitar recursos humanos, desarrollar proyectos y programas que incrementen la capacidad de los sistemas de producción del campo y la fábrica, la distribución y la comercialización del producto y de los sistemas de embarque, mejorar las condiciones de vida de los trabajadores de la industria azucarera, de la población en general y el medio ambiente, así como, apoyar activamente el fortalecimiento de los gobiernos locales en los distintos municipios.

Objetivos

a. Unificar criterios para la gestión ambiental del sector cañero del país.
b. Difundir la política ambiental de producción de caña de azúcar.
c. Difundir la legislación ambiental entre los productores para facilitar su cumplimiento.
d. Presentar una descripción del proceso de producción de la caña de azúcar y sus impactos ambientales
e. Presentar una guía de gestión ambiental para el control y prevención de los impactos ambientales generados por la actividad productiva, buscando una producción limpia.

Planeación

La planificación ambiental es un conjunto de lineamientos básicos que deben considerarse en la formulación de un proyecto productivo, con el objeto de que éste responda adecuadamente a los propósitos de conservación del entorno natural, la eficiente utilización de los recursos, el aumento en la productividad y el cumplimiento de la legislación ambiental (Clements, 1996). Cuando el productor de caña de azúcar se prepara para iniciar un nuevo ciclo de cultivo o agregar nuevas tierras a este propósito, considera un conjunto importante de variables relacionadas con la naturaleza y vocación agrícola de los suelos (USDA, 1975), para alcanzar su objetivo final, una mejor cosecha. Por tanto, con la planificación ambiental se pretende incorporar los aspectos ambientales al proceso de planeación productiva, sin

importar que estos impactos sean soportados por el productor o por un tercero. El Cuadro No. 1 presenta criterios y comentarios sobre la planificación en el proceso de producción de caña de azúcar.

Cuadro No. 1. Criterios a considerar en la planeación ambiental del cultivo de caña de azúcar.

Criterio	Comentario
Planeación productiva	Define el momento de la siembra de la caña de azúcar, el cronograma de actividades productivas, los requerimientos financieros y de mano de obra. Establece los niveles de producción y ganancias esperadas.
Ordenamiento territorial	Planifica los procesos productivos en armonía con el ordenamiento territorial.
Diagnóstico ambiental	Identifica las condiciones abióticas y bióticas del entorno natural circundante del cultivo de la caña de azúcar-
Recursos	Establece los recursos naturales requeridos por el cultivo y proceso productivo.
Posibles impactos ambientales	Identifica los posibles impactos negativos y positivos del cultivo de la caña de azúcar. Plantea alternativas para eliminar o mitigar los negativos y potencializar los positivos.
Clasificación de posibles impactos ambientales	Clasifica los posibles impactos ambientales de acuerdo con su importancia y nivel de significancia-
Productos, subproductos y residuos	Identifica y cuantifica los productos, subproductos y residuos generados por el cultivo de la caña de azúcar.
Plan de manejo	Implementa el uso de fichas de manejo ambiental y define los componentes a considerar

Requisitos legales

La legislación ambiental aplicable al sector azucarero está enmarcada dentro del sistema legislativo de Guatemala que obedece a la siguiente estructura jerárquica (PNUMA, 1999): La Constitución Política de la República, Leyes Constitucionales, Tratados Internacionales, Leyes Ordinarias, Disposiciones Reglamentarias y Normas Individualizadas (sentencia judicial, resolución administrativa).

Impactos ambientales

Los impactos ambientales son los cambios ocasionados por las acciones de implementación de proyectos productivos (debido a la acción antrópica) sobre el medio natural, incluye los componentes abiótico, biótico y social. Estos se clasifican en diversas categorías como: directos, indirectos, acumulativos, de corto, mediano o largo plazo, reversibles, irreversibles, puntuales, locales, regionales, nacionales o globales (Espinoza, 2001). Los impactos pueden resultar de la acumulación de efectos menores del proceso productivo, que independientemente resultan despreciables, pero que en conjunto, ocasionan efectos significativos. Así, un impacto ambiental que se causa sobre la flora o la fauna, el suelo, el agua, el aire o el clima y sobre el hombre mismo, incluidos sus componentes culturales y económicos. Los mismos ocurren o se generan por actividades de un proyecto y por ende durante la construcción y operación de éste se deben implantar medidas tendientes a prevenir, mitigar, corregir y compensar tales impactos negativos, así como también a potenciar los positivos. El Cuadro 2, presenta los posibles impactos ambientales derivados del proceso de producción de la caña de azúcar.

Cuadro 2. Posibles impactos ambientales derivados del cultivo de la caña de azúcar.

Actividad	Recurso	Impacto
Preparación del terreno: Descepado, nivelación, subsolada, arado, rastrillado, surcado, tratamiento de semilla y siembra	Agua Suelo	-Arrastre de suelo a los cauces de los ríos -Pérdida del suelo (agotamiento) -Remoción de las capas vegetales -Compactación -Alteración del Ecosistemas -Pérdida de materia orgánica
	Flora y fauna	-Remoción cobertura vegetal -Presión sobre áreas de importancia ecológica y de cauces
	Social	-Exposición al ruido, polvo y vibración-Cambio de vocación agrícola del suelo -En períodos húmedos arrastre de suelo a las vías de acceso y callejones entre surcos -Deterioro de las vías de acceso y callejones entre surcos
Mantenimiento del cultivo: Control de malezas, fertilización e irrigación	Agua	- Arrastre de contaminantes a las aguas subterráneas y superficiales - Disminución del volumen en cuerpos de agua - Arrastre de contaminantes por escorrentía y percolación
	Aire	- Deriva de productos
	Suelo	- Disminución de la respiración del suelo - Disminución de la actividad biológica de organismos benéficos - Fitotoxicidad en cultivos - Pérdida del suelo por arrastre debido a la irrigación- Salinidad
	Flora y Fauna	- Modificación de hábitat de especies
	Social	-Alteración de cultivos vecinos - Disminución de la cantidad o calidad del recurso agua - Disminución potencial de la capacidad de los acuíferos
Cosecha: Aplicación de maduradores	Agua	-Contaminación de efluentes por lavado de equipo de fumigación - Arrastre de contaminantes a las aguas superficiales y subsuperficiales
	Aire	- Contaminación del aire
	Social	-Alteración de cultivos vecinos

Actividad	Recurso	Impacto
Quema de la caña	Aire	- Contaminación del aire por hollín
	Suelo	- Alteración del suelo por aumento en la temperatura
	Flora y fauna	- Modificación de hábitat de especies
	Social	-Daño a la salud de las comunidades
Corte, alce y transporte	Suelo	-Acumulación de residuos. -Compactación
	Social	-Exposición al ruido, polvo y vibración. -En época de lluvia arrastre de lodo a las vías de acceso. -Dispersión de caña en las vías de comunicación

Programa de gestión ambiental

Para que la planeación ambiental tenga éxito, ésta debe ir acompañada de un programa de gestión ambiental, que defina claramente los mecanismos operativos o de acción requeridos en las etapas del proceso productivo. Así, la gestión ambiental esta referida a los procesos, mecanismos, acciones y medidas de control involucradas en cada etapa productiva, con el propósito de asegurar el cumplimiento de los lineamientos establecidos en la planeación ambiental (Prando, 1996; Buroz, 1998). La gestión ambiental involucra, además, aquellos procesos de interacción institucional en los cuales se promueven los procesos de planeación ambiental y participación comunitaria. Debe reconocer los actores involucrados en la problemática ambiental (la comunidad, la autoridad local y el ambiental) e interactuar con ellos para alcanzar los objetivos comunes. También, debe de ser estratégico, dinámico y evolutivo, de manera tal que, se busque el mejoramiento continuo en los diferentes tópicos para obtener productos de buena calidad teniendo en cuenta la sostenibilidad ambiental. El Cuadro 3, muestra los criterios a considerar en el proceso de gestión ambiental.

Cuadro 3. Criterios a considerar en el proceso de gestión ambiental del cultivo de caña de azúcar.

Criterio	**Comentario**
Manejo de la información	Identifica y colecta toda la información ambiental y tecnológica relacionada con la bio-región del cultivo de la caña de azúcar
Relaciones interinstitucionales	Establece los mecanismos para garantizar relaciones interinstitucionales dinámicas y oportunas. Busca escenarios de concertación y participación.
Divulgación	Define estrategias de divulgación de los procesos de gestión ambiental
Fortalecimiento institucional	Define estrategias para establecer un manejo adecuado de los posibles impactos ambientales derivados del proceso productivo
Capacitación	Capacitación continua de los trabajadores en temas ambientales y de seguridad laboral
Evaluación y control	Especifica mecanismos y herramientas que garanticen el cumplimiento de los objetivos de producción
Aplicación	Establece cronogramas de ejecución y cumplimiento
Ajustes	Realiza ajustes al proceso por la naturaleza dinámica y cambio climático.

Implementación y operación

La implementación y operación de un sistema de gestión ambiental, además del programa ambiental, debe presentar la forma en que la operación del mismo será administrada.

Estructura y responsabilidad

Debe existir un órgano responsable por la implementación y mantenimiento del plan de gestión ambiental, en este caso se sugiere el departamento de medio ambiente de ASAZGUA, a fin de ser el órgano rector de los 13 ingenios azucareros que funcionan actualmente en Guatemala. Este departamento será el encargado de la implementación y revisión periódica del plan de gestión ambiental, debiendo informar a la Dirección de ASAZGUA de los resultados obtenidos, lo que debe quedar documentado.

Capacitación y competencias

Todos los empleados relacionados con las actividades de campo y administración del sistema de gestión ambiental que puedan tener impacto significativo sobre la conservación del ambiente deben ser capacitados para cumplir con determinado nivel de conocimiento. Por ejemplo, cortadores, tractoristas, técnicos de irrigación, personal que maneje agroquímicos, mecánicos y pilotos de camiones, hasta ingenieros y administradores de la producción de la caña de azúcar. Se definen como criterios mínimos de capacitación (Cornejo, 2002):

a. Informar sobre la importancia de cumplir las políticas y procedimientos ambientales.
b. Establecer los actores responsables por el control de los impactos negativos del proceso productivo e identificar el costo de no ser mitigados.
c. El cumplimiento de la política ambiental de la asociación de azúcares y la concordancia con el plan de gestión ambiental, incluye la respuesta ante emergencias, por ejemplo, inundaciones, bajas de temperatura, etc.
d. Apropiación conceptual de desarrollo sostenible y gestión ambiental.

La competencia se considera como la combinación adecuación de la educación, la formación y la experiencia. Para lograr competencia, se reco-

mienda establecer controles y atribuciones de puestos operacionales en campo y administración del sistema productivo de la caña, afortunadamente en el sector cañero, CENGICAÑA ya fue certificada con la ISO 9001 (la parte del proceso industrial, no así las fases de campo) en el año 2000, por lo que ya se cuenta con alguna experiencia previa en el proceso de certificación ISO.

Documentación y control de documentos

Dentro de la administración de la gestión ambiental, la documentación juega un papel muy importante ya que constituye todos los medios escritos y digitales que comprueban la implementación del plan de gestión ambiental. Según Cornejo (2002), se recomienda niveles de documentación:

Nivel I. Lo constituye el manual ambiental, es donde se describen todas las actividades operacionales del plan de gestión ambiental, se inicia con la política y comprende la descripción de los criterios y comentarios del plan de gestión en la etapa de producción de la caña de azúcar.

Nivel II. El manual de procedimientos, que describe de forma específica operaciones intrínsecas al proceso de la producción de la caña de azúcar, tal como arado, siembra, aplicación de agroquímicos, calendario de irrigación, etc. Se caracteriza por ser una secuencia de tareas, describe cómo, cuándo, dónde y quién ejecuta las tareas.

Nivel III. Instructivos: describe los pasos de tareas de realización individual y no colectiva. Por ejemplo, cumplimiento del calendario de corte, irrigación, control de plagas, corte, carga y entrega de caña en la fábrica.

Nivel IV. Registros, cuando se cumple con los procedimientos o instrucciones se origina una serie de resultados, llamándose de registros medio-

ambientales, regularmente son fichas, formatos, ayudas visuales o en algunos casos, formas digitales.

Los documentos de la implementación del plan de gestión deben cumplir con algunos requisitos auditables (Cornejo, 2002):

Deben ser legibles y fechados, todos los documentos tiene que tener un número de registro, lo que los convierte en auditables. Deben ser autorizados por instancia superior relacionada con el proceso o instrucción. Los documentos retrasados, deben ser marcados con algún tipo de sello para la deducción de responsabilidades legales. La documentación debe ser archivada durante un tiempo determinado por la asociación, por ejemplo 3 años.

Control operacional

La ISO 14001 presenta controles operativos de las actividades cotidianas del proceso productivo de la caña de azúcar denominados de controles medio-ambientales, se sugiere la realización de cuadros de entradas, actividad agrícola, salidas y medidas de control. El Cuadro 4, plantea estos elementos considerando las principales salidas sobre las cuales se debe realizar un control medio-ambiental.

Preparación y respuesta ante emergencias

En las normas ISO, la 14001 se caracteriza por la necesidad de un procedimiento para cubrir emergencias. Existen operaciones agrícolas que pueden alterar el ambiente, por ejemplo la vertiente de una presa de agua, el descontrol de maquinaria agrícola, vertiente de residuos agroquímicos, incendios por quema no regulada, accidentes en vías de acceso aledañas a los ingenios. Por lo que la asociación debe contar con medidas estratégicas para el efecto. Por ejemplo instalar estratégicamente en un lugar de la costa sur, un centro de prevención y control de emergencia de la produc-

ción de caña de azúcar. Así bien, instalar un departamento de control de emergencias en cada uno de los ingenios.

Seguimiento y mejora

Una vez que se ha identificado qué y donde se va a controlar o mitigar, se plantean medidas de prevención, control o mitigación las cuales deben garantizar la sostenibilidad del proceso productivo.

Monitoreo y medición

Indica la cuantificación de los impactos ambientales sobre los recursos naturales a través de parámetros específicos de medición, se constituye en un registro estadístico del proceso de producción a través del tiempo. El Cuadro No. 5 sugiere la época de monitoreo y parámetro a evaluar.

No conformidad y acción preventiva correctiva

La no conformidad se define como la actividad o actividades que no cumplen con el programa de administración del plan de gestión ambiental. La no conformidad surge como resultado de una medida que no cumple con la prevención, control o mitigación del impacto ambiental y que sea recurrente. La norma ISO 14001 requiere para la solución de la no conformidad (Cornejo, 2002):

a. Responsabilidad para investigar la no conformidad, para complementar la medida preventiva, de control o de mitigación.
b. Regular la magnitud de las nuevas medidas.
c. Registrar cambios en los procesos documentados que resulten de la toma de nuevas medidas.

Los índices más comunes de la no conformidad pueden ser (Cornejo, 2002): alteración de parámetros de las variables cuantificables a través del tiempo, quejas de personas interesadas, inconsistencia en la administración del plan de gestión deficiencias del plan y su administración como producto de auditorías.

Cuadro No. 4. Entradas, actividad agrícola, salidas y control medio-ambiental del proceso de producción de la caña de azúcar.

Entrada	Actividad agrícola	Salida	Control medio-ambiental
Introducción de maquinaria	Adecuación y preparación del terreno	Emisiones atmosféricas (polvo)	Cuantificación de las partículas sólidas en el aire, pérdida de suelo por alteración de las capas arables, alteración a cultivos aledaños
Calor, agua y fungicidas	Tratamiento de la semilla	Vertientes líquidas	Cuantificación de desechos de agroquímicos
Control de malezas, fertilización	Mantenimiento del cultivo	Escorrentía de la preparación de agroquímicos, residuos sólidos (envases)	Cuantificar en fuentes de agua niveles de residuos tóxicos por agroquímicos y regular el desecho de envases de agroquímicos.
Agua e infraestructura para riego	Irrigación	Sobrantes de riego, pérdida del suelo, trazas de agroquímicos	Cuantificar la escorrentía de las áreas irrigadas, la pérdida de suelo por erosión hídrica y la calidad de los efluentes
Aplicación de madurantes	Concentración de azúcares	Escorrentía, residuos sólidos, emisiones a la atmósfera	
Combustibles	Quema	Humo, gases, emisiones de material particulado	
Introducción de maquinaria	Corte, alce y transporte	Residuos de biomasa en el campo, compactación del suelo, emisiones a la atmósfera	

Cuadro No. 5 Monitoreo y medición de los impactos ambientales.

Actividad	Componente	Parámetros
Preparación del terreno	Nivelación, subsolado, arado, rastrillado y surcado	Erosión t/ha/año
	Siembra	Porcentaje de pegue en el campo y de plantas sanas
Mantenimiento del cultivo	Control de malezas	Reducción del nivel de incidencia e intensidad de las malezas
	Fertilización	Incremento del rendimiento en tch en función de dosis aplicadas
	Irrigación	Volumen de agua por período de riego, eficiencia operacional de los sistemas de riego
Cosecha	Aplicación de madurantes	Incremento de sacarosa por tch
	Quema	Nivel de pavesa en el aire; número de quemas y quemas no controladas
	Corte alce y transporte	Emisión de CO_2; partículas sólidas en el aire; compactación del suelo.

Registro

Los registros son la evidencia objetiva de la realización de la actividad, hace parte del proceso de documentación y se rige por los mismos principios.

Auditorías al sistema de gestión ambiental

Para garantizar que la administración del plan de gestión ambiental sea eficiente, se deben realizar auditorías, cuya finalidad principal incluye: La verificación de la estructuración del plan de gestión ambiental en relación a la norma ISO 14001. La implementación y administración del plan de gestión ambiental. Promover la revisión de la efectividad del plan de gestión ambiental y buscar oportunidades de mejora.

La realización de la auditoría es condicional a que el plan de gestión ya haya sido implementado y este funcionando, es decir tener clara la política en la que se basan los procedimientos, instrucciones y por supuesto la empresa auditora. La instrucción de la auditoría ambiental "per se" ya no corresponde a la ISO 14001, más bien a las ISO 14010, 14011 y 14012.

Revisión periódica

La revisión del plan de gestión ambiental, su implementación y administración surgen periódicamente (en el caso de la caña de azúcar se recomienda un período de 5 años, ya que es un ciclo del cultivo), producto de una no conformidad de gran impacto ambiental, o de una auditoría ambiental. El plan debe revisarse por completo si su política ambiental sufre alteraciones de forma.

CONCLUSIONES

1. La guía para la aplicación de la norma ISO 14001 al proceso de producción de la caña de azúcar, es una herramienta versátil que permite a ASAZGUA la administración de un proceso de gestión ambiental en los ingenios azucareros asociados.
2. Los impactos ambientales del proceso de producción en las etapas de preparación del terreno, siembra, mantenimiento del cultivo, cosecha, y transporte de la caña de azúcar causan, en su mayoría, daños reversibles al medio ambiente mediante la implementación de medidas de mitigación y monitoreo al proceso de aplicación de la norma ISO 14001.
3. La correcta implementación de la norma ISO 14001, mediante el seguimiento de la guía, sugiere los lineamientos de un proceso de controles medio-ambientales que coadyuvan a la productividad sostenible de la caña de azúcar en el país.

Bibliografía citada

ASAZGUA. 2007. Ingenios (en línea). Guatemala. Consultada 8 Oct. 2007. Disponible en http://www.azucar.com.gt

Buroz, C. 1998. La gestión ambiental: Marco de referencia para las evaluaciones de impacto ambiental. Venezuela, Fundación Polar. 376 p.

CENGICAÑA. 2007. Noticias (en línea). Guatemala. Consultada 20 de Sep. 2007. Disponible en http://www.cengicana.org

Clements, R. 1996. Guía completa de las normas ISO 14000. U.S.A., Printice Hall. 285 p.

Cornejo, F. 2002. Implementación de un sistema de administración ambiental de contaminación hídrica (basado en ISO 14000) para el proceso de galvanizado por inmersión en caliente. Ingeniero Químico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 148 p.

Espinoza, G. Fundamentos de Evaluación de Impacto ambiental. 2001. Banco Interamericano de Desarrollo – BID. Centro de Estudios para el Desarrollo – CED. Santiago de Chile. 183 p.

PNUMA - Programa de las naciones unidas para el medio ambiente. 1999. Manual de legislación ambiental de Guatemala. Guatemala, PNUMA. 114 p.

Prando, R. 1996. Manual de gestión de la calidad ambiental. Guatemala, Piedra Santa. 184 p.

USDA. 1975. Soil Taxonomy. Agricultural Handbok No. 436. Washington, D.C. 753 p.

Walss, R. 2001. Guía práctica para la gestión ambiental. México, McGraw Hill. 434 p.