

Guía Básica para el Manejo Ambiental del Cultivo de la Caña de Azúcar



Noviembre, 2007

Contenido

| | | |
|-----------|--------------------------------------|----|
| 1. | Introducción | 3 |
| 1.1 | Antecedentes | 3 |
| 2. | Descripción del Cultivo | 4 |
| 2.1 | Generalidades | 4 |
| 2.2 | Descripción del Proceso en Campo | 4 |
| 2.3 | Descripción del Proceso en Cosecha | 7 |
| 2.4 | Descripción del Proceso en Fábrica | 8 |
| 3. | Matriz de Identificación de Impactos | 11 |
| 4. | Monitoreos / Seguimiento | 21 |
| 4.1 | Seguimiento y monitores | 21 |

(Esta Guía es parte del proyecto Paz con la Naturaleza con alcances dirigidos hacia los conceptos PML (Producción Más Limpia) y una primera aproximación del país al concepto 0-E (Cero Emisiones); complementado con aportes de factores y efectos minimizadores con influencia dentro de los fenómenos relacionados con los cambios climáticos y el calentamiento global).

Guía para el cultivo de caña de azúcar

1) INTRODUCCION

La presente guía ambiental es un instrumento de orientación metodológica para unificar y armonizar los procesos productivos, la naturaleza y sus recursos naturales, mediante una propuesta bajo el concepto de ecodesarrollo, entendiendo como tal la continuidad y mejoramiento del desarrollo económico y social introduciendo la variante ambiente.

La importancia de la producción de caña de azúcar toma actualmente un valor agregado debido a la aproximación y necesidad de generar biocombustibles, en respuesta a las exigencias de pago de la factura de combustibles cada día más significativa para la economía del país.

La anterior consideración relacionada con los biocombustibles, aunadas a la presencia de fenómenos como los cambios climáticos y pérdida de recursos naturales, permiten mostrar la presente Guía Ambiental como una herramienta facilitadora modelo, en el mejoramiento de la planeación y gestión ambiental de todo el sector agropecuario y específicamente para los productores de Azúcar de Caña, instituciones, empresas, profesionales, técnicos y a la ciudadanía de Costa Rica.

En la preparación de la nueva Guía Ambiental se busca un proceso científico de respuesta conciente entre la actividad productiva, el ambiente sus recursos naturales y la evolución de los ecosistemas, de forma que redunden en el mejoramiento continuo del entorno social en términos ambientales, proyectando sus beneficios hacia las generaciones actuales y futuras, bajo el concepto de Paz con la Naturaleza, con la clara visión de controlar el crecimiento de hoy para asegurar el bienestar del futuro.

1.1. Antecedentes

La actividad cañera implica diferentes procesos técnicos de efectos significativos y una alta demanda de recursos naturales.

Los procesos técnicos implican la optimización continúa en el uso del agua para riego y consumos de agua agroindustrial; el control químico y biológico de plagas y enfermedades; el mejoramiento genético y variedades resistentes; el uso, control y manejo racional de los agroquímicos, con la insustituible aplicación de maduradores y fertilizantes, el control de las emisiones atmosféricas.

De igual importancia es el uso de subproductos y lo relacionado con la conservación de las aguas superficiales y subterráneas, básicamente en las cuencas hidrográficas con la participación dirigida de las comunidades, pregonando educación ambiental y producción sostenible más limpia y ecoeficiente.

2) Descripción del CULTIVO

2.1 Generalidades

La caña de azúcar *Sacharum officinarum* se compone de 12 especies de gramíneas autóctonas del viejo mundo en especial del Sur Este Asiático; llegó al continente americano en el año de 1541. Es un pasto perenne que puede durar varias décadas produciendo. El período vegetativo oscila entre uno y dos años dependiendo de la variedad y características de la zona donde se encuentre.

Para efectos del presente estudio, se ha subdividido el análisis del cultivo y procesamiento de la caña de azúcar en tres etapas: Campo, Cosecha y Fábrica.

2.2 Descripción del proceso en Campo

Las actividades de Campo incluyen todas aquellas que son desarrolladas por los cultivadores independientes o proveedores en sus tierras y por los ingenios en las tierras que son manejadas y administradas por ellos.

| ETAPA | DESCRIPCION |
|--|---|
| <u>ADECUACION Y PREPARACION</u> 1.1 Descepada | Consiste en la destrucción o incorporación al suelo de los residuos de cultivos anteriores. Cuando los lotes son nuevos, generalmente estos residuos son de pastos y cultivos estacionales, y cuando son de cultivo de caña están formados por trozos de cepas y residuos vegetales de la cosecha. La calidad de la labor depende del grado de destrucción e incorporación de los residuos del suelo, y de ella, además las germinación del cultivo, depende el rendimiento en la ejecución de otras labores posteriores como la nivelación con tractores de oruga y traillas, la cual a veces se dificulta por la presencia de residuos en el suelo. |
| 1.2 Nivelación | Consiste en la modificación del relieve superficial mediante cortes y rellenos, hasta conseguir pendientes uniformes que faciliten las labores de riego, drenajes superficiales, y la ejecución de otras labores culturales necesarias para el desarrollo y cosecha del cultivo. |
| 1.3 Subsolada | Se ejecuta después de la nivelación. Consiste en fracturar el suelo hasta una profundidad de 60 cm. Con el fin de destruir las capas compactadas o impermeables, y de esta manera, mejorar la estructura y movimiento del agua y el aire. |
| 1.4 Arada | Se realiza después del segundo paso de subsolado. Tiene como objetivo fracturar el suelo hasta una profundidad entre 30 y 40 cm. Con el fin de favorecer la distribución de los agregados. |
| 1.5 Rastrillado | Se realiza para destruir los terrones grandes resultantes en las labores antes descritas, y garantizar el buen contacto entre la semilla y el suelo. |
| 1.6 Surcada | Consiste en hacer surcos o camas donde se coloca la semilla o material vegetativo de siembra. Esta labor requiere definir previamente la dirección y el espaciamiento entre los surcos. La calidad de la surcada depende, en gran parte, de la calidad de la preparación del suelo. |

| | |
|----------------------------|--|
| 1.7 Tratamiento de semilla | Se realiza una desinfectación (por lo general con un fungicida) o un tratamiento térmico sumergiéndola en un baño de agua a 51°C durante por lo menos 1 hora, para eliminar virus y patógenos que estén presentes. |
| ETAPA | DESCRIPCION |
| 2. SIEMBRA | Existen dos tipos de semilla: los esquejes y las plántulas. Los primeros son trozos de caña entre 40 cm. y 60 cm. Las plántulas se utilizan para lotes de multiplicación de material vegetativo. Cualquiera que se utilice, se coloca en trozos a una profundidad de 5 a 10 cms. Se mantienen húmedas para evitar la deshidratación. |

| ETAPA | DESCRIPCION |
|---|---|
| <u>3.</u> <u>MANTENIMIENTO</u> <u>Q</u> <u>DEL CULTIVO</u> | Consiste en eliminar toda planta que crece fuera de su sitio e invade el cultivo de caña en el cual causa más perjuicio que beneficio. Se utiliza 3 tipos: El método manual, el mecánico y el químico (herbicidas de contacto y reguladores de crecimiento hormonal). El primero se utiliza para limpieza de socas y de plantillas. El segundo y el tercero para cultivos extensos de caña. Los herbicidas de aplicación frecuente en caña de azúcar son: Triazinas y úreas sustituidas; herbicidas fenori y benzoicos y MSMA. |
| 3.1 Control de malezas | |
| 3.2 Abonamiento con Nitrógeno | El Abonamiento es la labor que adiciona al terreno los nutrientes necesarios para el crecimiento saludable de la planta, existe una amplia gama de procedimientos para ejecutar esta labor pero el más común, es mediante un implemento abonador que posee brazos roturadores que a su vez van incorporando abono granulado al suelo. El Nitrógeno se aplica cuando la planta presenta deficiencia en nitrógeno. Esta deficiencia se manifiesta por la presencia de una coloración verde amarilla, especialmente en las hojas inferiores. Cuando la deficiencia es severa, las puntas de las hojas se secan y este secamiento avanza hacia la parte media de la hoja por la nervadura central. Se observa también escaso desarrollo de las cepas y escaso número de tallos por metro lineal. La aplicación de nitrógeno varía de acuerdo con los suelos, cantidad de materia orgánica, el número de cortes y la variedad utilizada. La caña se abona con diferentes fuentes de nitrógeno: úrea con un 46% de ingrediente activo; sulfato de amonio que se aplica en suelos alcalinos; fosfato diamónico al 18% de nitrógeno y 20% de fósforo para suelos deficientes en fósforo. Algunos autores estiman que en la plantilla o primer corte se recomiendan entre 40 y 140 kg/ha de nitrógeno, en los cortes posteriores (socas) es necesario aplicar mayores cantidades de nitrógeno que en plantilla, en este caso, las dosis varían entre 75 y 200 kg/ha. |
| 3.3 Abonamiento con Fósforo | El fósforo es esencial para la síntesis de la clorofila y está íntimamente relacionado con la formación de la sacarosa. Su deficiencia reduce el macollamiento y desarrollo de la planta, y origina raíces anormales de color marrón. Debido a la poca movilidad del fósforo en el suelo, su aplicación se debe hacer en el área próxima al sistema radical de la planta, por lo general, en la plantilla se aplica en el fondo del surco al momento de la siembra, con el fin de estimular el desarrollo inicial de las raíces. Cuando es necesario, en la soca se aplica en banda e incorporado al suelo junto con el nitrógeno, 30 días después del corte. Las dosis que se recomienda aplicar varía entre 0 y 22 kg/ha (1 kg de P= 2.29 kg de P ₂ O ₅). En términos generales, se considera que en los suelos con contenidos altos de fósforo disponible (>10 mg/kg) no se justifica la aplicación de este nutrimento. Las fuentes comerciales de fósforo más utilizadas son |

| | |
|--|---|
| | el Superfosfato Triple (20% de P y 14% de Ca), el fosfato diamónico o DAP (20% de P y 18% de N) y la roca fosfórica (9,6% de P y 28% de Ca). Esta última se aplica en suelos fuertemente ácidos. También se utilizan la Cachaza y la cenichaza, dos fuentes orgánicas de fósforo, que contienen además otros elementos mayores y menores. |
|--|---|

| ETAPA | DESCRIPCION |
|-----------------------------|---|
| 3.4 Abonamiento con Potasio | El potasio en la caña de azúcar regula las actividades de la invertasa, la amilasa, la peptasa y la catalasa .Los síntomas de deficiencia de potasio en caña de azúcar se manifiestan como un marcado amarillamiento de las hojas, especialmente en el ápice y los márgenes, que termina con el necrosamiento de las áreas afectadas. Se considera que la cantidad de potasio necesaria por hectárea varía entre 0 y 83 kg (1kg de potasio = 1.2 kg de K20). El Cloruro de potasio (KCL) y el sulfato de potasio (K2SO4) son las fuentes comerciales de potasio más conocidas. Se aplica en el fondo del surco justo antes de la siembra. En las socas se aplica 30 días después del corte en bandas incorporado conjuntamente con el nitrógeno. |
| 3.5 Control de plagas | Consiste en eliminar y controlar las plagas que perforan la caña de azúcar, mediante insectos criados directamente en laboratorios especializados. Por ser la caña un alimento, se utiliza el control de plagas, el cual es realizado a través de control biológico. |
| ETAPA | DESCRIPCION |
| 4. RIEGO | El riego consiste en la aplicación de agua a un cultivo en el momento oportuno y en la cantidad requerida. El objetivo del riego en la caña de azúcar es el crecimiento de la planta para que produzca la mayor cantidad de sacarosa posible. Los requerimientos de agua son altos, por lo cual el agua debe ser suministrada en forma oportuna y en la cantidad requerida. La cantidad de agua requerida durante el ciclo de cultivo puede oscilar entre 85 y 100 mm mensuales, lo cual significa que en un período de cultivo de 13 meses se necesitan 1.100 a 1.300 mm. Las nuevas tecnologías como el balance hídrico, el surco alterno, la utilización de politubulares busca incrementar la eficiencia y la eficacia del uso del agua así como mantener la productividad del cultivo integrando técnicas novedosas de riego y conceptos de administración de aguas, de tal manera, que puedan ser manejables los cambios respecto a la cantidad y distribución de las lluvias y los caudales disponibles. |

2.3. Descripción del proceso en Cosecha

| ETAPA PROCESO | DESCRIPCION |
|---|---|
| <u>1. APLICACIÓN DE MADURADOR</u> | Consiste en la aplicación unos dos meses antes del corte, de agentes para disminuir el ritmo de crecimiento, acortar el período vegetativo de la planta y a la vez acelerar la concentración de sacarosa en la caña. Esta práctica se realiza por medio de fumigación aérea, utilizando agentes maduradores siendo los más comunes el glifosato, agentes hormonales y productos bióticos. Las cantidades utilizadas no exceden un litro por hectárea. Igualmente, son muy utilizados productos bióticos como los abonos foliares, los cuales también actúan como agentes maduradores. La aplicación aérea se realiza respetando las franjas de protección establecidas por las autoridades competentes. |
| <u>ETAPA PROCESO</u> | <u>DESCRIPCION</u> |
| <u>2. QUEMA PROGRAMADA</u> <u>(Esta actividad está suspendida)</u> | Se realiza en forma programada cuando el contenido de sacarosa es óptimo en la caña, utilizando quemadores manuales o quemadores de tractor (lanza - llamas). Los primeros funcionan por goteo, dejando caer gotas de combustible (gasolina) encendidas que prenden fuego a la caña. Los segundos, utilizan ACPM (Diesel) para generar llama. Esta práctica se realiza para facilitar el corte de la caña y eliminar malezas. Las quemas se realizan en las suertes, las cuales se dividen en tablones (cultivos con áreas entre tres y seis hectáreas), separados por callejones de unos 8 metros de ancho, que sirven como corredores cortafuegos y permiten la circulación de la maquinaria. La quema de un tablón tiene una duración de 15 a 30 minutos, cuando se queman áreas menores a 6 Ha. Por lo general un lote se quema el mismo día. |
| <u>ETAPA PROCESO</u> | <u>DESCRIPCION</u> |
| <u>3. CORTE DE CAÑA</u> <u>a) Corte Manual</u> | Existen dos tipos de corte: El manual y el mecánico. El Corte Manual puede ser: quemado y en verde. El corte de caña quemado se hace por parte de corteros que utilizan dos pases, uno para cortar la base de la caña y otro para cortar el cogollo. La caña es luego colocada en montones alineados para que luego sea alzada con uñas mecánicas. Un cortero en promedio puede cortar del orden de 5 a 6 ton / día. El corte de caña en verde puede ser sucio o limpio. El corte verde sucio utiliza tres pases, el pase adicional quita algo de hojas. Se arrolla de igual forma a la caña quemada. El corte verde limpio, tiene por lo menos dos pases de limpieza para asegurar que se remuevan todas las hojas. Por el trabajo adicional que requiere, el rendimiento del corte se reduce a 2 o 3 t/día. |
| <u>b) Corte Mecánico</u> | El corte mecánico puede realizarse para caña en verde o caña quemada. Las máquinas cosechadoras cortan un surco por pasada, pican la caña y mediante ventiladores, por diferencia de densidad, la separan de las hojas. El rendimiento está entre 20 y 30 ton / hora. Las hojas quedan esparcidas uniformemente sobre el campo. La cosechadora entrega la caña directamente a vagones, que la reciben picada para transportarla a fábrica. |

| ETAPA PROCESO | DESCRIPCION |
|-----------------------------|---|
| <u>4. ALCE Y TRANSPORTE</u> | La caña cortada manualmente se carga en vagones transportadores utilizando alzadoras mecánicas. Entre menor sea el tiempo que transcurre entre quema, o corte, y fábrica se logra mayor eficiencia en el proceso. Lo ideal es que este tiempo no sea mayor de 36 horas para evitar pérdidas de sacarosa en la planta. |
| ETAPA PROCESO | DESCRIPCION |
| <u>5. REQUEMA</u> | Esta actividad sólo es permitida en áreas que van a ser renovadas, no ubicadas en zonas de restricción. Consiste en la destrucción por medio de quema de los residuos de un cultivo de caña que quedan después de la cosecha. Esta actividad se hace en forma programada y con apoyo de información de las estaciones meteorológicas sobre velocidad y dirección de vientos. No pueden quemarse áreas mayores a 6 Ha. |

2.4. Descripción del proceso en Fábrica

| ETAPA PROCESO | DESCRIPCION |
|--|---|
| <u>1. RECEPCION</u> | La caña llega a la planta de procesamiento, en tractomulas o en carros cañeros. En la báscula se pesa y se muestrea para determinar la calidad, contenido de sacarosa, fibra y nivel de impurezas. Adicionalmente se registra el tiempo transcurrido entre la quema y la entrada a la fábrica. |
| ETAPA PROCESO | DESCRIPCION |
| <u>2. DESCARGUE, LAVADO Y PREPARACION DE LA CAÑA</u> | La caña se descarga sobre mesas de alimentación o en el patio de caña. La limpieza de caña se efectúa a través de lavado o con sistemas que funcionan en seco. Esta práctica tiene por objeto retirar la mayor cantidad de materia extraña. Seguidamente, pasa a picadoras independientes donde se astilla y se nivela el colchón de caña que entra al molino. |
| ETAPA PROCESO | DESCRIPCION |
| <u>3. MOLIENDA Y PESAJE</u> | La caña se pasa a través de las dos primeras masas que extraen una gran cantidad de jugo (jugo de primera extracción). Luego pasa por una serie de molinos en tándem, cada uno de los cuales está compuesto por tres o cuatro masas metálicas donde se macera la caña. El jugo de un molino se recicla al anterior y en el último molino se le añade el agua de imbibición. Al final, el jugo de primera extracción y el jugo diluido se mezclan (jugo mezclado). Este jugo se filtra para retirar el bagacillo y se bombea a un tanque de pesaje. El bagazo se conduce a una bagacera como combustible para las calderas, o se vende a la industria del papel. |

| ETAPA | DESCRIPCION |
|--|--|
| <u>4. SULFITACION, ENCALADO Y CLARIFICACION</u> | El jugo diluido se pasa por una torre de sulfitación para generar un efecto bacteriostático y ayudar a reducir la viscosidad. Seguidamente, se le ajusta el pH en caliente, para elevarlo a 7.3-7.5 y luego se clarifica por sedimentación en los clarificadores. Los lodos de los clarificadores se mezclan con bagacillo y forman la cachaza, que es separada utilizando filtros rotatorios al vacío donde se forma una torta, la que posteriormente se lleva al campo como acondicionador de suelos. El jugo filtrado nuevamente se envía a un clarificador donde se adiciona ácido fosfórico, cal y floculante para retirar las impurezas. Las impurezas son retiradas y retornadas a la corriente de lodos del primer clarificador. El jugo filtrado limpio se extrae del fondo y se mezcla con el jugo del clarificador que va a los evaporadores |
| <u>ETAPA PROCESO</u> | DESCRIPCION |
| <u>5. EVAPORACION Y CLARIFICACION</u> | El jugo mezclado de caña tiene una concentración inicial de 15° Brix. La concentración teórica de sacarosa debe llegar al punto de máxima solubilidad (72° Brix) antes de que pueda comenzar el proceso de cristalización. Esto implica la remoción por evaporación de más del 90 % de agua del jugo de la caña. Se hace a través de un evaporador de múltiple efecto que combina el efecto de temperatura y presión para optimizar el uso de energía. El resultado neto aproximado es que un 1kg de vapor puede evaporar 4 kg de agua. El vapor utilizado proviene del escape de las turbinas. Al jugo concentrado se le denomina meladura. La meladura se purifica en un clarificador. Se le adiciona nuevamente ácido fosfórico, floculante y cal. Se precalienta para disminuir la viscosidad. Los lodos se envían al sistema de lodos del primer clarificador. Los condensados se utilizan en otros procesos en la fábrica. |
| <u>ETAPA PROCESO</u> | DESCRIPCION |
| <u>6. CRISTALIZACION</u> | Este proceso se lleva a cabo por evaporación. El proceso de cristalización de la sacarosa se hace en tandas, en una serie de tachos de simple efecto operados al vacío, donde se cristaliza la sacarosa y se forma la masa (mezcla de cristales y meladura). El cristal de azúcar se hace inyectando una semilla a una meladura sobresaturada de azúcar. Los núcleos cristalinos formados, crecen en el tacho. Se va agregando meladura de los evaporadores según se evapora el agua. Los cristales y la meladura forman una masa densa conocida como masa cocida. La templa (el contenido del tacho) se descarga luego por medio de una válvula de pie a un tanque mezclador o cristalizador. |
| <u>ETAPA PROCESO</u> | DESCRIPCION |
| <u>7. CENTRIFUGACION</u> | El proceso de centrifugado separa el grano (azúcar) del líquido (miel) de las templeas. Después de un giro inicial corto, el azúcar se lava con agua caliente para eliminar residuos de miel. La masa del primer tacho, masa A, al pasar por la centrífuga produce el azúcar A y la miel A. La miel A pasa al segundo tacho donde vuelve a cristalizarse formando la masa B que a su vez se vuelve a separar en las centrífugas. La miel B pasa al tercer tacho donde se repite el proceso. La meladura final, después de separar los granos de la masa C, se llama miel final (melaza) y se comercializa |

| | |
|---|---|
| | como alimento animal, base para destilación de alcohol. |
| <u>ETAPA PROCESO</u> | DESCRIPCION |
| <u>8. REFINACION</u> | El azúcar A se disuelve en agua caliente. Se le añade cal, ácido fosfórico y otros ayudantes de clarificación y se pasa por un segundo proceso de clarificación por flotación con aire comprimido. Se eleva la temperatura para disminuir la viscosidad y hacer más eficiente el proceso. El licor clarificado no tiene turbidez, sin embargo, es oscuro. Este licor pasa a un primer tacho de refinado donde se repite el proceso de cristalización. El sirope que resulta de este proceso, pasa a un segundo tacho y el sirope 2 pasa a un tercer tacho. El azúcar refinado pasa al proceso de secado y tamizado para separar los terrones. Los terrones se devuelven al inicio del proceso de refinación. El azúcar seco pasa a empaque y de ahí a distribución. |
| <u>ETAPA PROCESO</u> | DESCRIPCION |
| <u>9. SECADO, EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO</u> | El azúcar A y B o azúcar comercial, se pasa a través de un secador para disminuir la humedad. Se introduce aire caliente en contracorriente con el azúcar para disminuir la humedad por debajo del 0.1 %. Controlando la humedad y la temperatura (< 30°C) durante el almacenamiento, no es un producto perecedero. Los residuos que se generan (eg. terrones) se disuelven y se envían de nuevo al proceso. El azúcar seco se transporta por medio de un sistema aséptico a las tolvas de almacenamiento. El empaque depende de las exigencias del mercado y se ofrecen diversas presentaciones. Se emplean sacos de papel kraft o polietileno. El almacenamiento se hace empacado o a granel. |



3) MATRÍZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

En este párrafo se definen las medidas más importantes para cada impacto, definidas tanto por actividad como por recurso.

| ACTIVIDAD | RECURSO | IMPACTOS | MEDIDAS DE PREVENCIÓN | MEDIDAS DE CONTROL | MEDIDAS DE MITIGACIÓN |
|---|---------------|---|---|---|--|
| | Agua | -Arrastre de suelo a los cauces | -Mantener las zonas de protección de los cauces | | |
| Adecuación y Preparación: Descepada, nivelación, subsolada, arado, rastrillada, surcada, tratamiento de semilla y siembra | Suelo | -Pérdida del suelo/ -Agotamiento -Remoción de capas vegetales -Compactación -Alteración de Ecosistemas -Pérdida de materia orgánica | -Labranza reducida - Labranza específica por sitio - Construcción y/o mejorar drenajes existentes en zonas húmedas y suelos pesados -Utilizar maquinaria que genere menor presión superficial sobre el suelo y en lo posible de bajo caballaje. -Utilizar tractores con llantas de alta flotación y tractores con orugas. | | |
| | Flora y Fauna | -Remoción cobertura vegetal - Presión sobre áreas de importancia ecológica y de cauces | -Mantener zonas de protección de los cauces | | -Apoyar el trabajo de las asociaciones de usuarios en la conservación de cuencas hidrográficas, en programas de reforestación y conservación |
| | Social | -Exposición al ruido, polvo y vibración - Cambio de vocación del suelo. -En períodos húmedos arrastre de suelo a las vías -Deterioro de las vías | | -Utilizar en lo posible vías internas -Controlar horarios para la circulación de maquinaria. - Cubrir con material inerte las zonas de salida de los predios para disminuir el arrastre de barro. | -Para nuevos predios, tener en cuenta el uso potencial del suelo. |

| ACTIVIDAD | RECURSO | IMPACTOS | MEDIDAS DE PREVENCIÓN | MEDIDAS DE CONTROL | MEDIDAS DE MITIGACIÓN |
|---|---------------|--|--|--|--|
| | Agua | -Arrastre de contaminantes a las aguas subterráneas y superficiales | -No realizar lavados de equipos en inmediaciones a fuentes de agua. - Cumplir con las franjas de protección de no-aplicación de agroquímicos. - Seguir las disposiciones establecidas por las entidades competentes. -No aplicar cuando se presenten lluvias | -Efectuar el Triple lavado de envases. -Los residuos de mezclas aplicarlos en el cultivo o en tanques de mezcla. -Aplicar las dosis requeridas y en el momento oportuno y los sobrantes aplicarlos en otra parte del cultivo | |
| Mantenimiento del cultivo: Control Malezas y Abonamiento | Aire | -Deriva de productos | -Considerar la dirección y velocidad del viento en el momento de efectuar las aplicaciones - Evitar las horas más calientes -Cumplir las franjas de protección de no-aplicación de agroquímicos. | | |
| | Suelo | Afectación de respiración del suelo Disminución de la actividad biológica de organismos benéficos | -Aplicar justamente las dosis requeridas y en el momento oportuno | | |
| | Flora y Fauna | -Modificación de hábitat de especies | -Aplicar justamente las dosis requeridas y en el momento oportuno -Seguir las disposiciones establecidas por las entidades. | | |
| | Social | -Afectación de cultivos vecinos | -Respetar las franjas de protección de no aplicación de agroquímicos. - Informar a la comunidad con antelación sobre las aplicaciones. | -Seguir las recomendaciones del manejo y disposición final de envases que han contenido agroquímicos. | -Compensar los daños si se afectan cultivos vecinos. |

| ACTIVIDAD | RECURSO | IMPACTOS | MEDIDAS DE PREVENCIÓN | MEDIDAS DE CONTROL | MEDIDAS DE MITIGACIÓN |
|-----------|---------------|---|---|--|--|
| Riego | Agua | -Disminución del volumen en cuerpos de agua - Arrastre de contaminantes por escorrentía y percolación | -Utilizar balance hídrico -Utilizar el Cénitrometro -Regar en el momento justo y aplicar la cantidad precisa -Utilizar tecnologías como el riego por aspersión, riego por goteo, politubulares etc. - Capacitación a personal -Evitar regar con aguas con alto contenido de sales | -Implantar sistemas de medición de volúmenes de riego | -Apoyar a las asociaciones de usuarios en la conservación de cuencas hidrográficas. - Cumplir la asignación de caudal definida por la autoridad ambiental competente. - Reutilizar sobrantes de agua si las condiciones técnicas y de calidad así lo permite |
| | Suelo | -Pérdida de suelo por arrastre causado por el riego - Salinización | -Regar en el momento justo y aplicar la cantidad precisa de agua -Evitar regar con aguas con alto contenido de sales | -Establecer sistemas de drenaje donde las características del suelo así lo requieran | -Aplicar acondicionadores de suelo (cachaza, biosólidos, compost etc) |
| | Flora y Fauna | -Alteración del hábitat de especies | -Cumplir la asignación de caudal definida por la autoridad ambiental competente. - Delimitar y conservar las áreas en donde existan especies de flora y fauna diferentes a las establecidas en cultivos de caña | | -Apoyar a las asociaciones de usuarios en la conservación de cuencas hidrográficas, en programas de reforestación y conservación. - Recuperar áreas afectadas |
| | Social | - Disminución de la calidad o cantidad del recurso - Disminución potencial de capacidad de acuíferos | -La captación de aguas debe hacerse de modo que no genere conflictos con otros usuarios - La calidad de los drenajes no debe producir daños a otros usuarios del recurso. | -Tener un sistema de aforo para captar la asignación de aguas definida por la autoridad ambiental competente | |

| ACTIVIDAD | RECURSO | IMPACTOS | MEDIDAS DE PREVENCIÓN | MEDIDAS DE CONTROL | MEDIDAS DE MITIGACIÓN |
|---------------------------|---------|--|--|---|---|
| | Agua | -Contaminación porefluentes de lavado de recipientes y equipos de fumigación. -Arrastre de contaminantes a las aguas subterráneas y superficiales | -No realizar lavados de equipos en inmediaciones a fuentes de agua. -Respetar las franjas de protección de no aplicación de agroquímicos. Seguir las disposiciones establecidas por las entidades competentes. -No aplicar cuando se presenten lluvias | -Efectuar el Triple lavado de envases -Los residuos de mezclas aplicarlos en el cultivo o en tanques de mezcla. -Aplicar justamente las dosis requeridas y en el momento oportuno y los sobrantes de mezclas aplicarlos en otra parte del cultivo | |
| Aplicación de Maduradores | Aire | -Contaminación del aire | -Considerar la dirección y velocidad del viento en el momento de efectuar las aplicaciones -No aplicar en el momento de lluvias -Evitar las horas más calientes del día para realizar las aplicaciones - Hacer aplicaciones más rasantes al cultivo. -Seguir disposiciones establecidas por las entidades competentes. | | -Utilizar variedades con alto potencial para concentrar sacarosa en condiciones naturales y cosecharlas en el momento de óptima maduración. |
| | Social | -Afectación de Cultivos vecinos (deriva) | -Respetar las franjas de protección de no aplicación de agroquímicos. - Informar a la comunidad con antelación sobre las aplicaciones y las consideraciones a tener en cuenta para evitar daños -Utilizar productos selectivos en inmediaciones a | -Seguir las recomendaciones del manejo y disposición final de envases que han contenido agroquímicos. | -Compensar los daños si se afectan cultivos vecinos. |

| ACTIVIDAD | RECURSO | IMPACTOS | MEDIDAS DE PREVENCIÓN | MEDIDAS DE CONTROL | MEDIDAS DE MITIGACIÓN |
|--------------------------|---------------|---|--|--|---|
| | | | lotes vecinos. | | |
| Quema programada de caña | Agua | -Contaminación del Aire por pavesa | -Aplicar el Manual para efectuar una quema y el Plan de Contingencia en caso de incendio -Tener como base los Estudios técnicos - Cosechar en verde las áreas restringidas - Respetar los horarios de quemas -Controlar el tamaño del área a quemar (máximo 6 Ha.) -Seguir las disposiciones establecidas por las entidades competentes -Quemar en condiciones de baja humedad relativa y baja humedad de la caña -Efectuar las quemas con las condiciones climáticas y meteorológicas óptimas -Eliminar la requema. | -Cumplir el Convenio de Producción Limpia -Programar y supervisar cada quema -Consultar la red meteorológica | |
| | Suelo | -Afectación del suelo por aumento en la temperatura | - Aplicar todas las disposiciones técnicas y jurídicas para realizar una quema programada | | |
| | Flora y Fauna | -Modificación de hábitat de especies | - Aplicar todas las disposiciones técnicas y jurídicas para realizar una quema programada. | | |
| | Social | -Afectación a las comunidades | -Preparar y responsabilizar a profesionales idóneos para la realización y supervisión de las quemas -Divulgar los compromisos y requerimientos | -Mejorar los sistemas de Vigilancia y Verificación del cumplimiento de los compromisos -Instalar | -Adelantar programas de relaciones públicas, mediante la divulgación del programa, las mejoras que se |

| | | | | | |
|--|--|--|-------------------------------|--|---|
| | | | ambientales a los proveedores | pavesómetros y veedores de quemas como estrategia interna de control | espera obtener. -Compensar los daños si se afectan cultivos vecinos. |
|--|--|--|-------------------------------|--|---|

| ACTIVIDAD | RECURSO | IMPACTOS | MEDIDAS DE PREVENCIÓN | MEDIDAS DE CONTROL | MEDIDAS DE MITIGACION |
|--------------------------|---------|---|---|---|--|
| Corte, Alce y Transporte | Suelo | -Afectación de las características del suelo por deficiente acumulación de residuos - Compactación por maquinaria | -Encallar los residuos al 2 por 1 (dos surcos sin residuos y uno con residuos), realizando un buen aporque, para una mejor distribución del residuos y sus lixiviados. | | -Investigar en variedades de baja producción de residuos y alta concentración de sacarosa. -No cosechar mecánicamente en épocas húmedas, en especial en las zonas donde la precipitación es elevada. |
| | Social | -Exposición al ruido, polvo y vibración -En períodos húmedos arrastre de suelo a las vías -Deterioro de las vías - Dispersión de caña en las vías | -Llenar de caña los vehículos hasta un nivel que no haya rebosamiento, en algunas ocasiones cubrir los vehículos transportadores, de manera que la caña no se disperse a lo largo del recorrido. - Utilizar en lo posible vías internas | -Controlar horarios para la circulación de maquinaria. - Cubrir con material inerte las zonas de salida de los predios para disminuir el arrastre de barro. | -Optimizar el transporte, disminuyendo tiempos y distancias |



| ACTIVIDAD | RECURSO | IMPACTOS | MEDIDAS DE PREVENCIÓN | MEDIDAS DE CONTROL | MEDIDAS DE MITIGACIÓN |
|---------------------|---------|---|---|---|--|
| | Agua | Contaminación del agua por altas temperaturas y SST: vertimientos de agua caliente (purgas de las calderas), trampas de vapor | -Evaluar los potenciales consumidores de purgas de calderas o la viabilidad de introducirlas a las torres de enfriamiento. - Optimizar la combustión - Adelantar programas de capacitación en procesos de control de la combustión y generación de vapor | -Evitar los altos niveles de agua en el domo superior de las calderas - Recoger los residuos de carbonilla y cenizas en el sitio de producción - Dirigir estos vertimientos a los sistemas de tratamiento específicos | |
| Generación de vapor | Aire | Contaminación Atmosférica por la emisión de material particulado y gases NOx y SOx -Generación de ruido | -Utilizar combustibles más limpios - Optimizar la combustión, el uso de vapor y de energía - Adelantar programas de capacitación en procesos de control de la combustión y generación de vapor - Usar aislantes térmicos y de ruido para las tuberías de vapor | - Instalar sistemas de control de emisiones a la atmósfera | |
| | Suelo | Contaminación del suelo por residuos sólidos como recipientes, combustibles, resinas, arena, carbonilla, cenizas. | -Adelantar programas de capacitación en procesos de disminución y control en la fuente -Instalar sistemas de contención para evitar derrames de combustibles líquidos | - Implantar sistemas de gestión de residuos sólidos desde la separación hasta la disposición final | Realizar programas de investigación y descontaminación de suelos afectados |
| | Social | Deterioro de calidad del aire | -Implantar medidas de prevención en general | - Instalar sistemas de control de emisiones a la atmósfera | |

| ACTIVIDAD | RECURSO | IMPACTOS | MEDIDAS DE PREVENCIÓN | MEDIDAS DE CONTROL | MEDIDAS DE MITIGACION |
|------------------------------|---------|--|--|--|-----------------------|
| Recepción de caña | Agua | -Contaminación del agua por DBO5 y SST por escorrentía, pisoteo de caña y lavado del sitio | -Evitar derrames de caña en los patios - Recolección en seco de derrames | -Implantar sistemas de tratamiento de aguas lluvias y lavado de patios. | |
| | Aire | Emisión de material particulado | -Control de limpieza en el corte y alce ejecutado en el campo, por el área de cosecha -Protección del terreno en patios de caña | | |
| ACTIVIDAD | RECURSO | IMPACTOS | MEDIDAS DE PREVENCIÓN | MEDIDAS DE CONTROL | MEDIDAS DE MITIGACION |
| Lavado y preparación de caña | Agua | Contaminación del agua por DBO5, SST y grasas | -Lavar caña cuando sea necesario, optimizando los consumos de agua - Evaluar y optimizar sistemas de lavado de caña -Utilizar y/o optimizar sistemas de enfriamiento en circuito cerrado para el enfriamiento de equipos. -Evaluar posibles sistemas de limpieza de caña en seco -Utilizar lubricantes menos contaminantes | -Sistemas de tratamiento de efluentes de lavado. - Recolección de las grasas en trampas de grasas | |
| | Aire | Contaminación del aire: Emisiones de vapor a la atmósfera, ruido Emisiones de material particulado | -Optimización de la alimentación de caña. -Implantar programas de control de fugas de vapor y estado de aislantes térmicos | | |
| | Suelo | Contaminación del suelo: lodos, bagacillo, residuos lubricantes etc. | -Implantar programas de recolección y disminución de basura -Evitar la caída de lubricantes al suelo. - Recoger los residuos | - Implantar sistemas de gestión de residuos sólidos desde la separación hasta la disposición final | |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | en seco - Optimización de sistemas de extracción de lodos. | | |
|--|--|--|--|--|--|

| ACTIVIDAD | RECURSO | IMPACTOS | MEDIDAS DE PREVENCIÓN | MEDIDAS DE CONTROL | MEDIDAS DE MITIGACION |
|-------------------|---------|--|--|--------------------|--|
| Molienda y pesaje | Agua | Vertimientos de material dulce y grasas de lubricación, utilización de agua para limpiar pisos | -Racionalizar el uso del agua y mangueras. | | -Efectuar limpieza de regueros de lubricante con bagacillo - Canalizar regueros y su posterior recuperación para introducirlos nuevamente al proceso |

| ACTIVIDAD | RECURSO | IMPACTOS | MEDIDAS DE PREVENCIÓN | MEDIDAS DE CONTROL | MEDIDAS DE MITIGACION |
|---------------------------------------|---------|---|---|--|--|
| Sulfitación, Encalado y Clarificación | Agua | Vertimientos líquidos por desbordes de lodos (Cachaza), desbordes de Floculantes, desbordes de material dulce | | | -Efectuar limpieza de regueros de lubricante con bagacillo - Canalizar regueros y su posterior recuperación para introducirlos nuevamente al proceso |
| | Aire | Emisión de gases sulfurosos | Utilizar la cantidad óptima de azufre que absorbe el jugo | Manipulación adecuada de sacos de azufre | Corregir fugas de polvillo por los elevadores |

| ACTIVIDAD | RECURSO | IMPACTOS | MEDIDAS DE PREVENCIÓN | MEDIDAS DE CONTROL | MEDIDAS DE MITIGACIÓN |
|----------------------------------|---------|---|---|---|--|
| | Agua | Contaminación del agua por temperatura, DBO5 y SST: vertimientos de agua, desbordes de material dulce, desbordes de lodos | -Construir u optimizar los sistemas de enfriamiento en circuito cerrado que enfríen los equipos de este proceso de manera óptima - Preparación óptima de flocculantes | -Controlar niveles de llenado para evitar desbordes de material | -Canalizar los desbordes de material dulce y de acuerdo a sus características concentrarlos y producir azúcar |
| Evaporación y clarificación | Suelo | Emisión de gases a la atmósfera | | | -Utilizar la cantidad necesaria de bagacillo y los excedentes retornarlos a las calderas |
| | Social | Desbordes de cachaza, bagacillo y arena | | | -Diseñar canales de evacuación con pendiente óptimas para evitar colmatación y la arena se vaya a los sistemas primarios de aguas residuales |
| ACTIVIDAD | RECURSO | IMPACTOS | MEDIDAS DE PREVENCIÓN | MEDIDAS DE CONTROL | MEDIDAS DE MITIGACIÓN |
| Cristalización y centrifugación | Agua | Contaminación del agua por DBO5: regueros de masa por desbordes en cristalizadores, vertimientos de lubricantes | -Efectuar programas de mantenimientos preventivo y correctivo a los equipos | | -Limpiar los regueros de lubricante con bagacillo -No lavar los regueros con agua caliente, recogerlos con pala |
| | Suelo | Contaminación del suelo: vertimientos de lubricantes | -Implantar programas de utilización de lubricantes como combustibles | -Utilizar y/o optimizar el sistema de trampa de grasas | -Utilizar sólo la cantidad necesaria de lubricante |
| ACTIVIDAD | RECURSO | IMPACTOS | PREVENCIÓN | CONTROL | MITIGACIÓN |
| Secado, empaque y almacenamiento | Suelo | Generación de Residuos sólidos: residuos de empaques | | | Implantar programas de manejo de residuos |

4) MONITOREOS / SEGUIMIENTO.

Todo proceso de monitoreo / seguimiento deberá de proponer un plan con los siguientes requisitos:

- Metodología / método de muestreo.
- Identificación del fenómeno, cambio o evento.
- Identificación del sitio y área de monitoreo.
- Variables a medir.
- Periodicidad.
- Producto del seguimiento: Observación de la evolución de los cambios.
- Producto de la evaluación: Definir, precisar y registrar la magnitud, localización y evolución del impacto sobre el componente natural o social.
- Levantar registros.
- Informar a la SETENA mediante Informes de Regencia Ambiental.

4.1. Seguimiento y monitoreo.

(Los impactos considerados en el cuadro siguiente son los básicos. Los consultores deberán complementar todos los otros aspectos que consideren procedentes.)

| IMPACTO | ASPECTOS CONSIDERADOS |
|---|--|
| Vertidos líquidos industriales | <ul style="list-style-type: none">• Muestreos del tratamiento preliminar Separación de desechos sólidos (trampas de sólidos, enrejados, desarenadores; trampas y deshidratadores de lodo; lagunas de sedimentación; reuso de aguas en riego).• Proceso fabril (Agua de condensadores; volúmenes temperaturas. Falta de oxígeno disuelto. Arrastres de azúcar originando altas concentraciones de demanda química de oxígeno y sólidos disueltos.• DQO, DBO, Oxígeno Disuelto, Sólidos Suspendidos, Algas, Nutrientes, Bacterias y protozoarios de acuerdo con los niveles de tratamiento definidos en la regulación de cada contexto específico. |
| Operación y Mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. | <ul style="list-style-type: none">• Mantenimiento preventivo.• Mantenimiento correctivo |
| Evaluación de vertidos y comparación con normativas nacionales | <ul style="list-style-type: none">• Ph.• Caudales.• Temperatura.• Grasas y aceites.• DBO5 mg/l• DBQ mg/l• SST mg/l |

| IMPACTO | ASPECTOS CONSIDERADOS |
|---|--|
| Emisiones atmosféricas | <ul style="list-style-type: none"> • Combustión del bagazo / carbón / madera. Equiparar con las normativas de calderas. • Parámetros a medir: <ul style="list-style-type: none"> i. Material particulado (kg/hora). ii. Combustible (carbón): Porcentaje de azufre y cenizas • Periodicidad: <ul style="list-style-type: none"> i. Material Particulado: anual o cada seis meses si se evidencian problemas que definan un incremento en las emisiones. ii. Calidades de combustibles: Cada vez que se recibe un pedido de combustible. |
| Uso de agroquímicos: Plaguicidas y fertilizantes. | <ul style="list-style-type: none"> • Compra. • Almacenamiento. • Preparación. • Equipos de seguridad. • Epocas de aplicación (Clima: viento, lluvia) • Preemergente / postemergente. • Control de aplicaciones: Producto adecuado; dosis y volúmenes en momento oportuno; excelencia en la aplicación. Informe profesional de personal de la empresa. • Normas antes; durante y después de la aplicación. • Técnicas de aplicación. Clima, horario, calibración, seguridad |
| Manejo de envases | <ul style="list-style-type: none"> • Prácticas generalizadas: Técnica de 3 lavados; agujereado; almacenaje, inutilización de materiales; devolución a proveedores. |
| Programas de seguridad y contingencias. | <ul style="list-style-type: none"> • Permanencia de programas y planes. • Registros de cualquier anomalía. • Permanencia de rótulos de seguridad; advertencias y prácticas. • Equipos de seguridad. • Apoyo logístico (Botiquines; medicamentos; instrumentos; vehículos) |