

La producción más limpia y el consumo sustentable de los portadores energéticos para la reducción de los impactos ambientales globales en el sector frutícola..

Cleaner production and sustainable consumption in the energy management for the reduction of the environmental global impacts in the fruit sector.

Leticia Prévex¹, Fernando Gonzáles¹, Odalis González Pérez², Jorge Valoy Fernández³, Rodolfo Delgado⁴, Rodolfo Carrasana⁵, Maydelín Fuentes⁴, Antonio Aménarez⁴, Elizardo Pérez⁶, Alberto Olivera⁶, Graciela Bango de Varona¹ Sheyla Abreu¹, Carlos M. Fernández Kaba¹

¹Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. letypml@iift.cu; letypml@iift.cu.

²CITRUS INTERNATIONAL S.A fabrizio@citrus.pinar.cu.

³Empresa Industrial de Cítricos Ceballos rodolfo@citricos.co.cu; valoy@citricos.co.cu.

⁴Empresa Industrial de Cítricos ContraMaestre. eicc@enet.cu; eicc@enet.cu.

⁵Empresa de Conservas Isla de la Juventud. ccitrico@enet.cu.

⁶Empresa de Cítricos "Héroes de Girón" mariela@citricojg.cu

Resumen

La aplicación de la estrategia de PML en el sector industrial cítrico ha tenido impactos positivos en la eficiencia de producción, el manejo de los principales recursos que intervienen en los procesos, en el medio ambiente y en la gestión de los recursos humanos. El presente trabajo muestra los principales impactos a partir de la implementación de la PML por la reducción de los consumos de energía en 8116 MWh; reducción de las emisiones al aire en 2142 t de CO₂; reducción del consumo de agua en 401204 m³ y la reducción de la carga contaminante en 3925 t de DQO lo que representa desde el punto de vista económico un ahorro de 6 488 492 CUC. El trabajo sistemático en el manejo de los portadores energéticos ha permitido declarar todas las salas de calderas eficientes en todas las industrias procesadoras de cítricos y tres frigoríficos EFICIENTES y la elaboración del fondo de innovaciones creado en formato digital para organizar, describir y que estén disponibles las innovaciones hechas por cada industria. Desde el punto de vista social 430 personas han recibido el módulo completo de PML y existen en el sector 8 expertos nacionales de PML y dos de ellos con reconocimiento por la ONUDI y 6 diplomados en la temática. El efecto multiplicador de esta estrategia ha permitido que sectores como Fruticultura, Forestales, Ganadería, Porcino, Café, Avícola, Apícola, Arroz, Cultivo Varios, Riego y Drenaje y Mecanización Agrícola se integren a esta estrategia preventiva de contaminación ambiental.

Abstract

The Cleaner Production (CP) is a strategy in the Enterprise Management System to guarantee the sustainable development of the citric fruits and the tropical fruits industrialization. The present work shows the results of the CP options implementation in the electric systems focused basically to the refrigeration and illuminations; steam generation systems; heat recovery; transportation and the renewable energy sources allowing a saving of 5 260 MWh / year; 232619 l / year of fuel oil; 60647 l / year of diesel with an economic effect of 1 188 112 CUC. Simultaneously, reached other savings due to the CP integrated solutions for diminishing the consumptions of the water and to elevate the industrial efficiency approximately in 174 446 CUC. From the environmental point of view the efficient use of the energy resources reduced the emissions in 5641 t of CO₂; 24 t of NO_x; 1.65 t of CO; 1,7 t of SO_x to the atmosphere contributing to reduce the environmental global impacts. This strategy has allowed to elevate the cultural level for the participation of technicians and management personnel

through seminars, workshops and events as well as the exchange of experiences and know how between the industries and the reduction of risks. It is recommended to apply this strategy to other industrial prioritized sectors of the country for the benefits that it reports their implementation for the sustainable development of the society.

Palabras Clave: DESARROLLO SOSTENIBLE; PRODUCCION AMBIENTAL; IMPACTO AMBIENTAL; ENERGIA RENOVABLE; RESIDUAES; RESIDUALES LIQUIDOS; RESIDUALES SÓLIDOS

Introducción

La energía es la base de la civilización industrial; sin ella, la vida moderna dejaría de existir. Los recursos energéticos son un conjunto de medios con los que los países del mundo intentan cubrir sus necesidades de energía para asegurar su calidad de vida y por supuesto requiere enfrentarse con criterios de racionalidad y eficiencia para evitar el agotamiento de las fuentes no renovables de energía.

Una de las prioridades de la política energética de la mayoría de las naciones del mundo, es lograr el máximo de eficiencia en el consumo de energía ya que esta acción alivia en buena medida las presiones y los riesgos tanto de tipo económico como ecológicos.

A largo plazo es posible que las prácticas de conservación de energía proporcionen el tiempo suficiente para explorar nuevas posibilidades tecnológicas, mientras tanto el mundo seguirá siendo vulnerable a trastornos en el suministro de petróleo debido, entre otras razones, al elevado crecimiento global de la economía y la población mundial; la vida limitada de las fuentes convencionales de energía; los precios exorbitantes, volatilidad e incertidumbre en el mercado internacional de los combustibles fósiles; los impactos ambientales globales que provoca la explotación de los combustibles fósiles como el efecto invernadero y el calentamiento global de la atmósfera; las tensiones entre las naciones debido al acceso limitado a los combustibles fósiles convencionales y las potencialidades reales para la explotación de las energías renovables, entre otras.

La PML ha tenido un gran reconocimiento por ser un enfoque económico más efectivo para minimizar el impacto ambiental de la industrialización e involucra también aspectos relativos al manejo eficiente de los recursos energéticos antes de que abandonen los procesos y solo es viable, si se dispone de la capacidad de asumirla y ajustarla a las condiciones locales bajo las limitaciones tecnológicas y económicas actuales.

En la PML, la energía que se consume no es una constante invariable y esta estrategia nos permite elaborar medidas diseñadas para incrementar la eficiencia de su uso durante los diferentes elementos de la generación de energía y vapor para crear productos y servicios en las empresas con un mínimo de energía consumida.

El objetivo general de este trabajo es presentar las opciones más comunes implementadas para un adecuado manejo energético, las innovaciones más importantes y las alternativas más factibles para lograr un mejor desempeño en la Gestión Empresarial lo cual permite reducir los costos de producción, ser más eficientes y lograr la sostenibilidad ambiental del procesamiento industrial del sector frutícola.

Desarrollo del trabajo

Para el cumplimiento del objetivo propuesto se realizó una evaluación energética de PML en las 5 plantas procesadoras de cítricos del país ubicadas en Ceballos, Jagüey Grande, Pinar del Río, Contramaestre e Isla de la Juventud para conocer los principales consumos energéticos, las principales pérdidas, analizar la posible reutilización de corrientes con contenido energético, la posibilidad de reducción de emisiones a la atmósfera por el uso eficiente de los combustibles fósiles con el objetivo de reducir los costos industriales y los impactos ambientales.

Se estableció una política ambiental sobre la base de la ISO 14000 y su vinculación con la PML y se definieron los objetivos y metas para el uso eficiente de los recursos energéticos.

Para la realización de este trabajo se trabajó en las áreas típicas para la implementación de la PML como son los sistemas eléctricos enfocados básicamente a las áreas de refrigeración e iluminación; sistemas de generación de vapor; recuperación de calor; transporte y el uso de las fuentes de energía renovables.

Entre las opciones de PML identificadas se encontraban medidas de Buenas prácticas de Producción, organización, reuso de las corrientes con contenido energético y cambio de tecnología. Como estrategia se priorizaron por el potencial económico y ambiental que representaban y se elaboró un plan de acción para ser chequeado periódicamente por el equipo de PML y la Dirección de la industria.

Se realizó un análisis estadístico de los principales consumos durante las campañas 2004, 2005 y 2006 para calcular los indicadores y la reducción de costos antes y después de la implementación de medidas de PML.

A partir de la metodología aportada por la ONUDI se calculó el potencial de ahorro de las medidas implementadas así como la reducción de las emisiones de CO₂ y otros gases contaminante como el NO_x, CO, SO_x, que se generaban por el uso inadecuado de los combustibles fósiles y son los principales causantes de los impactos ambientales globales como las lluvias ácidas, el efecto invernadero, y el calentamiento global.

Resultado y discusión

Los resultados se presentarán por áreas típicas para el manejo de los recursos energéticos y se hará un resumen de los impactos económicos y ambientales de las principales opciones implementadas en el sector del procesamiento industrial del cítrico.

Sistemas Eléctricos

El rubro energético más costoso es la electricidad donde la generación y distribución de la energía eléctrica requieren de una gran inversión y considerables gastos de operación. En las industrias procesadoras de frutas cítricas y tropicales existen importantes consumidores de energía eléctrica como son los motores, los extractores, frigorífico y la iluminación.

Entre las opciones de PML generales implementadas se encuentran:

- Ajustes al Programa de Ahorro Energético Nacional por las industrias para que no coincida con la hora pico y no afectar la capacidad generadora nacional.
- Mantener funcionando solo los equipos necesarios y evitar el funcionamiento de las

máquinas cuando no se produce.

- Transferir la operación de las unidades altamente consumidoras a horarios de menor demanda eléctrica nacional.
- Elaborar y establecer el plan de contingencia energética.
- Poner a funcionar los equipos de forma progresiva para evitar picos eléctricos.
- Seccionar por áreas el control del consumo de la energía eléctrica.
- Comprar metros contadores para medir y controlar el consumo de energía eléctrica por áreas individuales.
- El aprovechamiento eficiente de las instalaciones de forma tal de explotarla al máximo en menos tiempo, reducir los consumos de todos los equipos sin dejar de producir y sin necesidad de invertir lográndose los siguientes resultados durante una campaña en las industrias.

Ahorro energético	529680 kWh
Ahorro en costo de energía	32 840 CUC
Inversión	No requiere
Efecto económico	Ahorro en gastos de operación
Reducción de emisiones de CO ₂	423 t de CO ₂

- Cambio de Arranque directo de Motores por Variadores de Velocidad y arrancadores

AHORRO ENERGÉTICO	34128 kWh
Ahorro en costo de energía	2115.94 CUC
Ahorro por Bonificación en base a las mejoras del Factor de Potencia	1005.00 CUC
Efecto económico total	3120.94 CUC
Inversión	7801.00 CUC
Periodo de recuperación	2.5 años
Reducción de emisiones de CO ₂	27.3 t de CO ₂

suaves.

- Instalación de controlador automático de Factor de

Elevar factor de potencia	>>0.96
Efecto económico	18257.00 CUC
Inversión	1350.00 CUC
Tiempo de recuperación	0.07 años

Potencia.

- Reducir el consumo energético de la planta de tratamiento con paralización temporal de un aireador por reducción de la concentración de la carga

AHORRO ENERGÉTICO	14 040 kWh
Ahorro en costo de energía	842.4CUC
Inversión	0
Periodo de recuperación	inmediato
Reducción de emisiones de CO ₂	11.21 t

contaminante.

- Aprovechamiento eficiente de las instalaciones por la reorganización de la cosecha de Mango y control eficiente de la calidad en la recepción del

Efecto económico por mejoras en rendimientos productivos.	153299.90 CUC
Ahorro en costo de energía	1471.26 CUC
Efecto económico total	154771.16 CUC
Inversión	0
Período de recuperación	inmediata
Reducción de emisiones de CO ₂	18.96 t de CO ₂

mismo.

- Estimular a las empresas que trabajen con factor de potencia de los motores por encima de 0.96 por la Empresa Eléctrica. Por esta medida se han obtenido 19262 CUC por bonificación en dos de nuestras empresas.

Frigerífico

En las industrias el área de mayor consumo es el Frigerífico los cuales se utilizan para la conservación de productos. Entre las medidas para el ahorro energético que se han implementado se encuentran:

- Aplicar mantenimiento preventivo y sistemático a los dispositivos de enfriamiento
- Eliminación de fuentes adicionales de calor a la cámara frigorífica como focos incandescentes, infiltración de aire, etc.
- Posibilidad de desconexión de cámaras balanceadas con el incremento de la capacidad de otras.
- Uso de antecámaras acondicionadas para reducir la entrada del calor y la humedad exterior.

Entre las opciones de PML que se han estado implementado según las situaciones encontradas con la colaboración e innovaciones de los técnicos vinculados a la producción, podemos citar:

- Eliminación de pérdidas en el frigorífico. Para esto, se repararon las puertas, y se colocaron cortinas de aire o hawaiana. Se mejoró la disciplina con una mejor organización, evitando las puertas abiertas y colocando el cierre automáticamente desde los montacargas o pulsadas manualmente.

Ahorro energético	516 772.8 Kwh
Ahorro en costo de energía	49093.41 CUC
Inversión	6000 CUC
Período de recuperación	0.12 años
Reducción de emisiones de CO ₂	412 t de CO ₂

- Ajuste de la temperatura requerida en la cámara de enfriamiento. (Elevar la temperatura de -20°C a -17°C). Elevar la temperatura no deterioró los parámetros de calidad de los productos y se logró un ahorro sustancial del consumo de la energía eléctrica. Los resultados de esta medida se pueden observar en la siguiente tabla.

Ahorro energético	2827440 kWh
Ahorro en costo de energía	268606.8CUC
Inversión	0
Período de recuperación	inmediata
Reducción de emisiones de CO ₂	2259 t de CO ₂

- Automatización del frigorífico. En este caso las bombas de agua y las torres de enfriamiento trabajan de forma automática en dependencia de la temperatura del agua que antes era difícil de hacer por tener válvulas manuales y los motores conectados directamente. Además se automatizó el sistema de cierre automático de las puertas, luces y funcionamiento de los ventiladores de los difusores.

Ahorro de Electricidad	51 106. 64 kWh
Ahorros Obtenidos	582 615 CUC
Inversión	110 000.00 CUC
Período de recuperación	0. 2 años
Reducción de Emisiones de CO ₂	40.83 T

- Instalación de una línea de envasado aséptico para eliminar el uso excesivo de los frigoríficos para conservar los productos. Esta inversión se recuperó en menos de un año.

- Sustituir los gases no ecológicos por ecológicos y evaluar el reciclaje y recuperación de no ecológicos para evitar su liberación al medio ambiente.

- Sustitución de las torres de enfriamiento por un condensador evaporativo.

Ahorro energético	544680 kWh
Ahorro en costo de energía	51744.6CUC
Inversión	62620.0
Período de recuperación	1.21
Reducción de emisiones de CO ₂	435.2 t

- Sustitución de las centralinas del frigorífico y centrífugas por autómatas MASTER K-120, por un costo de 3699.00 USD, lo que reportó un beneficio económico de 35800.00 USD además de tener un mejor control del funcionamiento en general del frigorífico.

- La paralización del frigorífico durante el pico eléctrico permitió reducir el consumo en 60 MWh con un ahorro en los costos de 3900.00 CUC

Iluminación

En la actualidad existen tecnologías suficientemente probadas que permiten disminuir el consumo de la energía eléctrica en la iluminación de forma significativa y con una rentabilidad lo suficientemente atractiva para invertir en ellas producto del análisis efectuado en instalaciones industriales y cuyas características fotométricas, cromáticas, consumo energético, economía de instalación y mantenimiento se adapten mejor a las necesidades y características de cada instalación. Entre las opciones de PML implementadas en esta área se encuentran:

- Comprobación de niveles de iluminación existentes respecto a las normativas.
- Uso de lámparas de bajo consumo.
- Separación de circuitos de iluminación.
- Eliminación de luces mercuriales por lámparas fluorescentes.
- Desconexión completa de lámparas o focos fundidos o quemados.
- Mantener en buen estado la pintura de la luminaria (caja soporte de las lámparas).
- Pintar paredes, techos, y columnas de colores claros.
- Disminución de la altura de las lámparas.
- Instalar sistemas automáticos de desconexión de circuitos (apagador de tiempo).
- Sustitución parcial de tejas cubiertas por fibrocemento por tejas traslúcidas para aprovechar la luz solar durante 9 horas en el área de producción.

Ahorro energético	573750 kWh
Ahorro en costo de energía	51637.5 CUC
Inversión	28000 CUC
Período de recuperación	0,54 años
Reducción de emisiones de CO ₂	458 t

Sistemas de generación de vapor

Es importante prestarle atención a los sistemas de generación de vapor pues en los procesos de secado, concentración se requiere el uso de portadores energéticos para alimentar las calderas, como el fuel oil que es un combustible no renovable.

Entre las opciones de PML para esta área se implementaron:

- Aplicar un mantenimiento sistemático de la tecnología instalada pues un espesor de 1 mm de incrustaciones de un material extraño en la superficie de intercambio térmico aumenta el consumo de energía en aproximadamente un 5%.
- Mantener la caldera trabajando con una eficiencia superior al 90% como resultado de un mantenimiento sistemático en quemadores, regulación de aire y otros aspectos operacionales.
- No trabajar con presiones superiores a las que se requieren en los consumidores (el concentrador, evaporador u otro equipo que requiera este vapor).
- Mantener automatizada el área de la caldera.
- Mantener en los evaporadores un control de las válvulas para que una significativa cantidad de vapor no salgan del sistema.
- Garantizar medios de protección adecuados a los trabajadores.

- Reducción del exceso de aire para la combustión en la caldera.

Ahorro de fuel oil	23677,65 l/año
Ahorro en costo de portadores energético	4735,53 CUC
Inversión	0
Período de recuperación	inmediato
Reducción de emisiones de CO ₂	189 t

- Eliminar fugas de vapor.

Ahorro de Fuel oil	11447 L/año
Ahorro en costo de portadores energético	2289,45 CUC
Inversión	1200
Período de recuperación	0,52 años
Reducción de emisiones de CO ₂	91,46 t

- Cambiar trampas de vapor

Ahorro de fuel oil	2693,8 L/AÑO
Ahorro en costo de portadores energético	538,76 CUC
Inversión	1000 CUC.
Período de recuperación	1,8 años
Reducción de emisiones de CO ₂	21,52 t de CO ₂

- Eliminar salideros de vapor en el proceso de pasterización de jugo Simple.

Ahorro de Electricidad	229,5 kWh
Ahorros Obtenidos	218,02 CUC
Reducción de Emisiones de CO ₂	0,18 t

- El uso de residuales combustibles, mezclado en la caldera con el fuel oil en una cantidad de 107,32 ML permitió un ahorro económico de 20817,00 CUC.

Recuperación de calor

- Empleo del agua del concentrado vegetal en el proceso tecnológico.

Ahorro de agua	1657,5 m ³
Ahorro en costo de agua	192,27 CUC
Ahorro en costo de Energía Eléctrica	60,25 CUC
Efecto económico total	252,52 CUC
Efecto Medio-Ambiental	0,78 t de CO ₂
Inversión	70 CUC
Período de recuperación	0,28 año

- Sustitución parcial del agua suave por el agua del primer efecto del concentrador en la alimentación de la caldera.

Ahorro de fuel oil	2700.6L/ CAMPAÑA
Ahorro en costo de portadores energético	540.12 CUC
Ahorro en costo de agua	97.50 CUC
Ahorro en costo de Energía Eléctrica	27.27 CUC
Ahorros totales	664.89 CUC
Inversión	280.00 CUC
Período de recuperación	0,42 año
Reducción de emisiones de CO ₂	21.57 t

- Recuperación del condensado: Considerando un volumen de agua recuperada del evaporador: 3840 m³/ campaña la temperatura del agua de: 70°C

Ahorro de fuel oil	27379 L/ año
Ahorro en costo de portadores energético	5476CUC
Ahorro en costo de agua	499 CUC
Ahorros totales	5975 CUC
Inversión	3000 CUC
Período de recuperación	0,50 año
Reducción de emisiones de CO ₂	218.75 t

- Instalar un separador de trazas para recuperar el condensado del primer efecto.

Ahorro de fuel oil	30080,6 l/ año
Ahorro en costo de portadores energético	6016.1 CUC
Ahorro en costo de agua	91 CUC
Ahorros totales	6107.1 CUC/año
Inversión	8000 CUC
Período de recuperación	0,76 años
Reducción de emisiones de CO ₂	240.34 t

Aislamiento

- Mantener aisladas las tuberías que conducen refrigerantes.

AHORRO ENERGÉTICO	96178 Kwh
Ahorro en costo de energía	5963 CUC
Inversión	6300 CUC
Período de recuperación	1 años
Reducción de emisiones de CO ₂	76.8 t de CO ₂

- Aislamiento de tuberías de agua caliente.

AHORRO DE FUEL OIL	27111.L
Ahorro en costo de portadores energético	5422.2 CUC
Inversión	8700CUC
Período de recuperación	1.60 años
Reducción de emisiones de CO ₂	216 t de CO ₂

- Aislamiento de tuberías en las Calderas.

Ahorro de Electricidad	12793.3 kWh
Ahorros Obtenidos	34222.27 CUC
Inversión	3056.00 CUC
Período de recuperación	0.08 Años
Reducción de Emisiones de CO ₂	10.22 t

Transporte

El transporte es uno de los mayores consumidores de portadores energéticos en muchos países y en el futuro, se espera que este sector desarrolle el mayor crecimiento, lo cual hace que sea uno de los sectores más significativos en cuanto a política energética.

- Remotorizar los vehículos para alcanzar mayor eficiencia de conversión de combustible.
- Mantenimiento periódico de los vehículos que garanticen un buen estado técnico de los mismos.
- Promover el uso de vehículos más ecológicos como las bicicletas.
- Cambiar el parque de vehículo por otros más eficientes.
- Control del combustible en los puntos de suministro.
- Establecer conceptos de logística, rutas para el transporte.
- El costo del transporte del personal hacia el trabajo y su retorno nos permite crear también incentivos para el uso de la bicicleta.
- Reorganización de la transportación.
- Control de tiempo de trabajo y cálculo de índices de consumo de los montacargas.

AHORRO DE PORTADORES (DIESEL)	360.0 LITROS
Efecto Económico	198.00 CUC
Inversión	0
Efecto Medioambiental	2.87 t de CO ₂

- Reordenamiento de la transportación del personal durante la campaña.

AHORRO DE DIESEL	60287 L / CAMPAÑA
Ahorro en costo de Portadores	27382 CUC / campaña
Inversión	14000
Período de recuperación	0.5 años
Reducción de emisiones	481.69 t de CO ₂

Uso de la energía renovable

Producción de biogás a partir de los residuales líquidos y sólidos.

Para la sustitución de los portadores energéticos convencionales los residuales líquidos y sólidos del procesamiento de cítricos constituyen un potencial para el

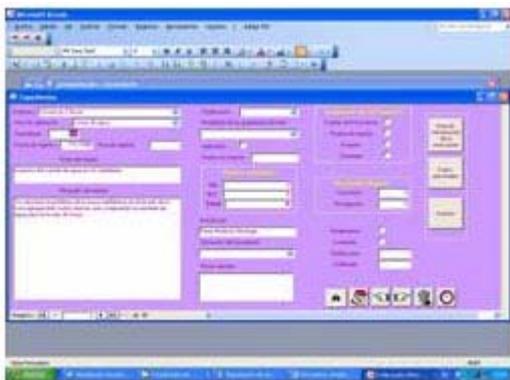
empleo de fuentes de energías renovables por su biodegradación anaerobia con la producción de biogás en rendimientos entre 0,21 hasta 0,35 m³/Kg de DQO rem y una concentración de metano de 65% a partir de estudios realizados por el Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical a nivel de banco.

Uso de la energía solar para la deshidratación de las frutas tropicales.

El estudio para aprovechar la pulpa de rechazo de las producciones con mango y guayaba permitió elaborar dos productos como el “cuero de mango y guayaba”, aprovechando la energía solar. Esta opción permitirá diversificar las producciones, reducir los costos de producción y se estudia la opción de aprovechar la infraestructura existente para aprovechar los residuos de la poscosecha de los frutales tropicales.

Capacitación y entrenamiento del personal.

A partir de la introducción de las PML en el Sistema de Gestión Empresarial en todo el sistema industrial del cítrico ha sido necesario el desarrollo de programas de entrenamiento, de capacitación y adiestramiento del personal que se identifique con esta actividad. Hasta la fecha más de 200 técnicos del sector han recibido cursos. Pero la Producción Más Limpia ha permitido el desarrollo de un movimiento de innovación y desarrollo en las empresas industriales con la consecuente motivación para el trabajador que se refleja en su preocupación y trabajo diario para el ahorro de los recursos desarrollando la iniciativa “Bolsa de innovaciones” con la actualización permanente para multiplicar las experiencias exitosas para el manejo adecuado de los recursos energéticos.



La preparación de técnicos para la divulgación de los resultados en eventos nacionales e internacionales de las propias empresas ha permitido elevar el nivel cultural y la vinculación de la ciencia con la técnica. Es importante señalar

también el otorgamiento de dos premios relevantes a nivel provincial y Nacional en el XV Forum de Ciencia y Técnica a trabajos del sector industrial cítrico lo que demuestra la generación de una producción científica importante y el aporte económico a nuestra sociedad.

La PML en la Gestión Social de la empresa.

La PML también ha posibilitado una mejora potencial desde el punto de vista social de la empresa. El aumento de la productividad mejora la estimulación del trabajador al estar directamente vinculado a la producción. Por otro lado la organización y las medidas para mejorar las condiciones de trabajo han permitido disminuir el nivel de riesgo de accidentes y disponer de medios de protección.

Adicionalmente tienen contemplados en su banco de problema de Forum y en el plan de capacitación tareas referentes para mejorar sus condiciones de trabajos y su superación técnica.

Conclusiones

A partir del trabajo desarrollado en las empresas industriales de cítricos del país podemos arribar a las siguientes conclusiones:

1. La introducción de la estrategia de PML en la Gestión Empresarial de las plantas procesadoras de cítricos del país ha permitido un adecuado manejo de los portadores energéticos y el consumo sustentable de los combustibles fósiles al brindar la posibilidad metodológica de reducir los costos de producción y elevar la eficiencia económica.
2. Se ha logrado la reducción del consumo de la energía eléctrica en 5 200 MWh por las opciones implementadas con un efecto económico de 1 099 409,18 CUC para un período promedio de las inversiones de 0.2 años
3. Se redujo el consumo de fuel oil en 125319 L con un efecto económico de 25323,7 CUC para un período de recuperación de la inversión en 0.82 años.
4. Se redujo el consumo de diesel en 60647 L con un efecto económico de 27580 CUC para un período de recuperación de 0,5 años.
5. Desde el punto de vista ambiental el adecuado manejo de los portadores energéticos ha contribuido a la reducción de impactos ambientales globales como lluvias ácidas con la reducción de 24 t de emisiones de NOx; los gases dañinos en 1.65 t de emisiones de CO; el efecto invernadero en 5641 t de emisiones de CO2 y 1,7 t de emisiones de SOx.
6. Gracias a las soluciones integradas que brinda la PML se han logrado ahorros por el orden de los 174446,67 CUC por disminuir los consumos del agua y elevar la eficiencia industrial.
7. Quedó demostrado que con la aplicación eficiente de la estrategia de PML la empresa se siente en condiciones de poder disponer de una salas de calderas y frigoríficos eficiente y disponer de un plan que le garantiza la mejora continua.
8. El estudio de la incorporación de la energía renovable en sustitución de la energía eléctrica permite la diversificación de la producción de forma sostenible.

Recomendaciones

Diseminar la estrategia de la PML a otros sectores priorizados del país a través de los servicios que brinda la Red Nacional de Producción Más Limpia para reducir los costos y hacer más eficiente la producción nacional.

Bibliografía

1. Base de cálculo. Grupo inspección estatal energética de Cienfuegos. 2003.
2. FIDE, elemento básico de un diagnóstico energético orientado a la aplicación de un programa de ahorro de Energía. 2000.
3. Kimball, J. Citrus processing. 1990
4. Ministerio de Economía y Planificación, Inspección Estatal Energética. Manual de cálculo rápido para la Industria Azucarera. Versión digital. Páginas 54-55. 1997.
5. Manual de Producción Más Limpia, ONUDI.
6. Crocker S, Walter J.H, "Piping handbook". McGraw-Hill Book Company. 1939.
7. Curso de PML de la Universidad Guelph de Canadá. CUJAE. Cuba. 2003.
Evaluación en planta del Centro mexicano para la PML que hace referencia a las ecuaciones tomadas de los anexos de la metodología para sistemas industriales de generación y distribución de vapor. Conae. 1999.