

Gestión de desechos de los productos de control de contaminación en la industria de dispositivos médicos en Costa Rica

Rodney Ramírez Arroyo, Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología

Diciembre, 2011

Resumen

Este documento presenta la gestión de desechos de productos de control de contaminación en la industria de dispositivos médicos, como una alternativa viable de emprendimiento en la economía costarricense. La aseveración se basa sobre la determinación de condiciones tecnológicas y de entorno que se concluye están dadas.

Mediante una amplia revisión bibliográfica y la aplicación de una encuesta a 63 profesiones de la industria de dispositivos médicos, se logró establecer que el sector se mantendrá como un actor relevante en la economía costarricense, desde el punto de vista de inversión y de generación de puestos de trabajo. Se determinó también que Costa Rica cuenta con la capacidad tecnológica para gestionar estos desechos: incluyendo la recolección, selección y reciclaje de los mismos. Por último se estableció que la aparición de materiales biodegradables alternativos para el control de la contaminación no amenaza en el mediano plazo un emprendimiento de esta naturaleza.

Por último se recomienda ampliar los alcances de este estudio de forma que se incluyan los servicios de salud públicos y privados así como un categorización de las posibles sustancias a las que se pueda exponer el equipamiento de control de contaminación.

Palabras Clave: gestión desechos, control contaminación, dispositivos médicos, emprendedurismo

Abstract

This paper presents the waste management of products for contamination control in the medical devices industry as an feasible entrepreneurship alternative into the Costa Rican economy. This statement is based over the fact of environmental and technology conditions that can be considerer as met.

By a wide bibliographic revision and applying a survey to 63 professionals of the medical devices industry, it could be concluded that the sector will continue being an important actor of Costa Rican economy in terms of investments and employment generation. It was also concluded that Costa Rica has the technological ability to manage this waste including: collection, classification and treatment. Regarding new biodegradable materials for contamination control, they were not considerer as a threat for this kind of entrepreneurship.

It was recommended to extend this study to the public and private health services and also to define a categorization for the type of substances that the contamination control equipment could be exposed.

Key Words: waste management, contamination control, medical devices, entrepreneurship

Introducción

Una oportunidad de emprendedurismo se teje alrededor del auge de la industria de dispositivos médicos en Costa Rica y la gestión de los desechos intrínsecos a su operación. El control de contaminación es un aspecto vital en la manufactura de dispositivos médicos y el procesamiento de los desechos generados a partir esta actividad ha sido considerado todo un reto en la industria (Clean room technologies, 2011). Según el semanario El Financiero (2011), el sector de dispositivos médicos está en pleno auge y alrededor de esta bonanza se crean alternativas para la actividad emprendedora (El Financiero, 2011).

Justificación

Se estima en 2 700 toneladas, la cantidad de desechos generada por la actividad de control de contaminación en la industria de dispositivos médicos en Costa Rica. La anterior estimación se fundamenta sobre los siguientes hechos:

- ♣ Doce mil personas son actualmente empleadas por el sector (Nación, 2011)
- ♣ El radio entre personal de mano de obra directa y el personal administrativo es de 1 a 4 (Daft, 2008).
- ♣ La vida útil de las vestimentas de control de contaminación en la industria de dispositivos médicos es de dos días (McIlvaine, 2005)
- ♣ Conrardy, Hillabrand, Myeres y Nussbaum determinaron que el peso promedio del equipamiento para control de contaminación es aproximadamente dos kilogramos (2010).

En vista del crecimiento de esta industria (El Financiero, 2011), de las más de 12 000 personas que se involucran en sus operaciones (Nación, 2011), la gestión de las 2 700 toneladas de desechos

producto del control de contaminación se presenta como una alternativa de emprendedurismo innovadora.

El propósito de este documento es determinar si las condiciones tecnológicas y de entorno están dadas para que esta alternativa de emprendedurismo sea viable en la economía costarricense. A continuación se plantea la hipótesis y los objetivos de este ensayo.

Hipótesis

El presente documento pretende responder la siguiente pregunta de estudio:

¿Existen las condiciones tecnológicas y de entorno indispensables para que la gestión de desecho de productos del control de contaminación en la industria médica, sea una alternativa de emprendimiento viable en la economía costarricense?

Para responder lo anterior se plantea la siguiente hipótesis:

La gestión de los desecho de productos del control de contaminación en la industrial médica en Costa Rica es una alternativa viable de emprendimiento en tanto se cumplan las siguientes condiciones:

- ♣ *La industria médica seguirá en crecimiento*
- ♣ *Costa Rica puede asimilar la transferencia tecnológica necesaria para realizar la gestión de desechos.*
- ♣ *En el largo plazo no habrán materiales biodegradables que reemplacen los actuales utilizados en el control de contaminación.*

Objetivos

- ⤴ Determinar si en el largo plazo, la industria médica puede mantenerse como una fuente de trabajo directo e indirecto en Costa Rica.
- ⤴ Determinar la viabilidad de la transferencia tecnológica para el reciclaje de productos de control de contaminación.
- ⤴ Determinar el estado de madurez de tecnologías para el diseño de materiales biodegradables para el control de contaminación.

Metodología

La respuesta a la pregunta generadora de este documento y en particular el alcance de los objetivos planteados, suponen la necesidad de realizar inferencias cualitativas, donde la revisión bibliográfica y la opinión de expertos serán el insumo más relevante en esta investigación.

Determinar si el sector de dispositivos médicos permanecerá en el lugar que ocupa hoy en la economía costarricense requiere de la valoración de múltiples criterios y supuestos. Los mismos pueden ser organizados mediante la consulta a personas pertenecientes al sector por medio de encuestas.

Otro punto que se pretende contrastar en este artículo tiene que ver con consideraciones tecnológicas: el estado del arte de los materiales usados en las vestimentas de control de contaminación y la factibilidad de la transferencia tecnológica para la gestión de estos desechos en Costa Rica. Las perspectivas de conocedores capturadas y procesadas a través de la aplicación de un instrumento de encuesta enriquecerá la investigación bibliográfica que se realice.

Revisión bibliográfica

1. Mediante la revisión bibliográfica se determina la importancia técnica del proceso de control de contaminación en la industria médica.
2. Se conocerán las características de los materiales utilizados en este tipo de productos y se determinará el estado de arte de las tecnologías de fabricación y reciclado de estos materiales.
3. La literatura consultada permite además determinar la viabilidad de la transferencia tecnológica de los procesos de reciclado al país.
4. Para establecer la permanencia del sector de dispositivos médicos en el país se realizará una revisión en diarios y revistas financieras.

Aplicación de Encuesta

Se aplicará una encuesta a personas profesionales que se desempeñan en la industria de dispositivos médicos en Costa Rica. Mediante la aplicación de este instrumento se pretende capturar la opinión de personas inmersas en la temática de industria médica, tanto desde una perspectiva de estratégica (vigencia del sector en el largo plazo) como tecnológica (estado del arte y transferencia de las tecnologías).

Variables de estudio.

El instrumento se plantea de forma que ofrezca la perspectiva de personas involucradas en el sector sobre los siguientes temas:

1. La industria médica se mantiene como agente relevante de la economía costarricense en términos de exportaciones y generación de empleo en los próximos 10 años.

2. Desarrollo de materiales biodegradables para los productos de control de contaminación en los próximos 5 años.
3. La transferencia tecnológica de procesos de reciclado de productos de control de contaminación es viable.

Selección y tamaño de la muestra

Los sujetos participantes serán personas involucradas con el sector de manufactura de dispositivos médicos en Costa Rica. Se incluirá personal de gerencia, de ingeniería, de recursos humanos y materiales. Los sujetos tendrán al menos 6 meses de permanencia en alguna empresa del sector. El instrumento se aplicará al menos a 60 individuos.

La captura de las encuestas se realiza mediante el envío de las mismas vía correo electrónico y mediante la aplicación presencial del instrumento.

La determinación del tamaño de la muestra, se hace de acuerdo a las recomendaciones de Gómez (2010) considerando lo siguiente:

1. El tamaño de la población de profesionales desempeñándose en industria de dispositivos médicos se estima en 3 000.
 - Se consideran las 12 000 personas que emplea el sector (Nación, 2011).
 - Se asume la proporción 1 a 4 de personal administrativo propuesta por Daft (2008)
2. Un nivel de confianza del 95 %
3. Precisión 10%

4. Se estimó mediante un sondeo entre profesionales del sector en 80% la proporción de personal de industria médica que estaría de acuerdo en que el sector se mantendrá vigente en la economía nacional en el mediano plazo.

Revisión bibliográfica

Gestión de desechos

De acuerdo al sitio de web australiano Wanless (2011), por gestión de desechos se entiende la recolección, transporte, tratamiento o disposición, gestión y seguimiento de materiales de desecho. El término se refiere a los materiales producidos por la actividad humana y al proceso que se suelen llevar a cabo para mitigar sus efectos sobre la salud, el ambiente o la estética (Wanless, 2011).

Este ensayo se enfoca particularmente sobre la gestión de uno de los desechos que se ha convertido en una de las principales preocupaciones de la manufactura de dispositivos médicos: el control de contaminación.

Control de contaminación

Los consultores especializados en control de contaminación Robert McIlvaine y Betty Tessien (2005) mencionan que los seres humanos generan gran variedad de partículas contaminantes como escamas de piel, cabello, grasa en la piel y transpiración. Adicionalmente, las personas acarrean sobre su cuerpo millones de todo tipo de partículas ambientales (McIlvaine y Tessien, 2005).

El control de contaminación pretende actuar como escudo entre los individuos y los procesos de manufactura brindando protección en ambos sentidos. Para tal propósito el control de contaminación

requiere el uso de una gran variedad de insumos entre los que destacan batas, cubre bocas, redes de cabello, máscaras, equipo especial de limpieza, cubre zapatos y guantes.

Aun cuando existe alternativas reusables para el control de la contaminación, la industria de dispositivos médicos se ha decantado por las opciones descartables, así se desprende del estudio ejecutado por Barbara Gruendemann (2002) para la revista *Infection Control Today*, donde se arguye sobre su menor impacto ambiental y costo de gestión. El mismo Robert McIlvaine (2009) refuerza este punto en su artículo *Performance, Cost Per Use, and Environmental Impact of Single-Use and Reusable Surgical Gowns & Drapes* publicado en su sitio web en el año 2009.

Auge de la industria de dispositivos médicos

La industria médica en Costa Rica se ha convertido en un actor relevante en la economía nacional. El sector ha observado un notable crecimiento en los últimos 22 años, desde 1988 con la instalación de planta de Baxter en Cartago, empleando 32 personas (Summa, 2010); hasta contar en el año 2011 con 41 firmas que generan más de 12 000 puestos de trabajo directo (Nación, 2011).

La operación de las industrias de este ramo generaron exportaciones por más de 1 200 millones de dólares en el año 2010, lo que además de convertirle en el tercer sector exportador de Costa Rica, equivale a un 14% de las exportaciones (Nación, 2011) y a un 3.5 % del producto interno bruto (Summa, 2010) del país.

La inversión y el volumen de transacciones de estas empresas está en pleno auge. Sus exportaciones durante los primeros cinco meses de 2011 aumentaron más de un 46.6% en relación con el mismo periodo en el año 2010 (El Financiero, 2011) siendo el principal contribuyente al crecimiento de 7.6% las exportaciones nacionales en el periodo mencionado (El Financiero, 2011).

La anterior recopilación de noticias presentes en la prensa costarricense indica de forma contundente que la industria de dispositivos médicos ha encontrado un lugar propicio para el establecimiento de sus operaciones. De hecho las grandes inversiones realizadas en capacitación e infraestructura apuntan a que el sector mantendrá un papel preponderante en la economía nacional en el mediano plazo.

Reciclaje de productos de control de contaminación

Características de los materiales.

La tela utilizada en la elaboración de vestimenta para el control de la contaminación es fabricada a partir de millones de muy finas y continuas fibras de polietileno traslapadas de manera que conforman una densa capa bloqueadora que actúa como escudo protector (McIlvaine 2005).

Se le considera polietileno termoplástico de alta densidad hecho a partir del petróleo (American Printer 2009). El proceso de manufactura de este material es conocido como flash-spinning y es usado desde la década de 1960. Se le considera una tela no tejida, donde sus fibras son unidas por procesos químicos y mecánicos.

La vida útil de una prenda de protección de este material es de hasta 2 días a excepción de su uso en áreas estériles donde su reemplazo debe ser diario o incluso ser cambiado cada vez que la persona abandona la instalación estéril. Esta tela es lavable en perjuicio de sus capacidades de escudo.

Reciclaje de productos de control de contaminación

Aun considerándose le un polietileno de alta densidad código de reciclaje 2; su manufactura y riesgo de contaminación impiden que este material pueda ser incorporado en el proceso de reciclaje de otros plásticos como botellas u otros envases categorizados con el mismo código.

Uno de los principales retos del reciclaje de estos materiales es precisamente el manejo de la contaminación intrínseca a los procesos de manufactura. En los Estados Unidos de América, empresas como DuPont (DuPont, 2011), Kimberly-Clark, TerraCycle (Clean room technologies, 2011), y Garment Recovery System (GRS, 2011) cuentan con programas donde recolectan, clasifican y reciclan la ropa, máscaras, batas de laboratorio y otras prendas desechables usadas en control de la contaminación.

La diferencia entre el reciclaje de productos de control de contaminación y el de otros productos elaborados a partir del mismo polietileno radica precisamente en la selección, categorización y descarte de material potencialmente dañino dada la contaminación a la que haya podido ser expuesto.

Reciclaje de Polietileno de alta densidad en Costa Rica

De acuerdo a la base de datos de residuos sólidos de Costa Rica de RedCicla (Redcicla, 2011), existen en Costa Rica unas 15 empresas con capacidad para reciclar polietileno de alta densidad. Entre los materiales que reciben destacan botellas y galones desechables de bebidas color opaco (jugos, leche), canastas y cajas de plástico de bebidas y verduras.

Estas empresas reciben el material ya empacado, limpio, seco y sin mezclar con otros materiales. La clasificación y limpieza debe ser aportada por el responsable del acopio del plástico.

La existencia de varias empresas dedicadas al reciclaje de polietileno de alta densidad supone el conocimiento técnico y tecnológico necesario para el reciclaje de productos de control de contaminación en Costa Rica. Esto permite determinar que Costa Rica ya fue capaz de asimilar la transferencia tecnológica necesaria para la gestión de desechos de polietileno de alta densidad (Material utilizado en las ropas de control de contaminación)

Alternativas biodegradables para Polietileno en Control de Contaminación

Bioplástico

El material que surge como alternativa al polietileno en términos de amigabilidad con el entorno es el bioplástico. Los bioplásticos son plásticos producidos a partir de fuentes de biomasa (Helmut Kaiser Consultancy, 2011). Bioplásticos y los plásticos normales tienen muchas características en común y su principal diferencia es que los bioplásticos usan recursos renovables en su fabricación y son en su mayoría biodegradables (Helmut Kaiser Consultancy, 2011).

Los bioplásticos disponibles en la actualidad cubren aproximadamente el 10-15% del mercado del plástico y se espera que su utilización crezca entre un 8-10% al año. En el año 2025, se espera que los bioplásticos abarquen un 31% del mercado de Europa, en Estados Unidos el 28% y en Asia el 32%. (Helmut Kaiser Consultancy, 2011)

En los últimos años, los bioplásticos se han utilizado en la industria alimentaria y de envasado, médicos, juguetes y textil. Con las nuevas innovaciones se espera que en un futuro próximo, se disponga de más aplicaciones en como la industria del automóvil, la de dispositivos médicos y la electrónica, donde los plásticos juegan un papel importante.

Plásticos biodegradables

El sitio *web* especializado en plásticos biodegradables Biopol (2011), los define como plásticos que se descomponen de forma natural en entornos aeróbicos (compostaje) y anaeróbicos (relleno sanitario). La biodegradación de plásticos se puede lograr al permitir que los microorganismos en el medio ambiente puedan metabolizar la estructura molecular de las películas de plástico. Sus componentes son derivados de materias primas renovables, o bien plásticos convencionales a los que se le agrega un aditivo que acelera su degradación (Biopol, 2011).

Las aplicaciones de los plásticos biodegradables como el OXO, se han enfocado en el reemplazo de plásticos PET (Tereftalato de polietileno) y no así en las aplicaciones específicas del polietileno de alta densidad (HDPE).

Regulaciones en la industria médica

La industria de los dispositivos médicos y de cuidado de la salud en general en desarrolla en un estricto ambiente regulatorio donde los gobiernos, organizaciones no gubernamentales, clientes y las comunidad científica efectúan una cercana vigilancia en todas las fases del ciclo de vida de un producto (World Health Organization, 2003). La Organización Mundial de la Salud establece por si misma un riguroso marco regulatorio (World Health Organization, 2003).

Por lo tanto, aunque en el corto plazo se ofreciera una alternativa biodegradable para el control de la contaminación, su implementación práctica podría tomar varios años.

Aunque no existe una aplicación específica de alternativas biodegradables para el control de la contaminación, el estado actual del arte y el crecimiento de los mercados sugieren la pronto de disponibilidad de aplicaciones específicas para este producto.

Análisis de resultados de la aplicación de la encuesta

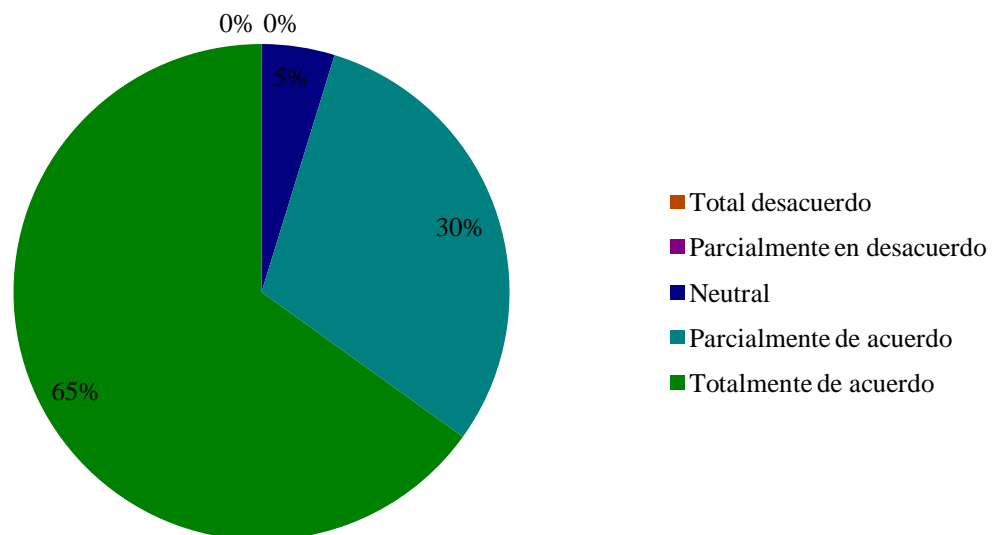
A continuación se presentan los resultados de la aplicación de la encuesta y el contraste de los mismos con la revisión bibliográfica. La encuesta fue completada por 63 profesionales que se desempeñan en la industria de dispositivos médicos en Costa Rica.

Las conclusiones generadas a partir de las proporciones obtenidas de la aplicación de esta encuesta, tienen un 95% de nivel de confianza y una precisión del 10%.

La gestión de desechos de control de contaminación como alternativa emprendedora

Al grupo encuestado se le pregunta si considera el reciclaje de los productos de control de contaminación como una necesidad de la industrial. La figura 1 muestra los resultados obtenidos. El 95% de los encuestados están al menos parcialmente de acuerdo con el enunciado.

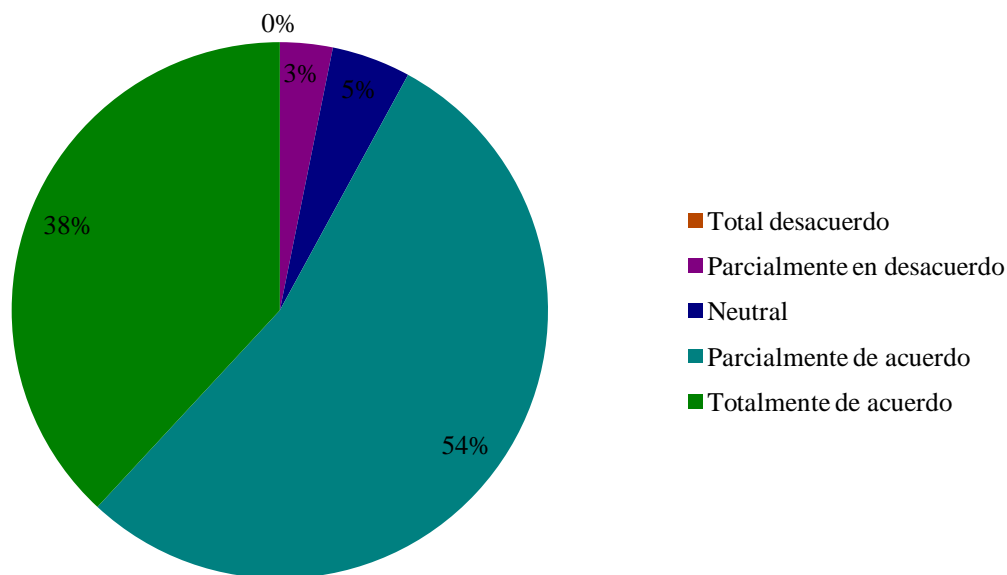
Figura 1. Opinión de los encuestados ante el enunciado: El reciclaje de productos de control de contaminación es una necesidad en el país



Fuente: Elaboración propia, 2011

Con el propósito de determinar si las alternativas re usables en el control de contaminación podrían prevalecer sobre las de un solo uso, se pidió criterio sobre las siguiente sentencia : “La tecnología desechable de control de contaminación prevalecerá sobre la reutilizable en virtud de su menor costo e impacto ambiental”. Más del 92% de la muestra opina estar al menos parcialmente de acuerdo con el planteo. La figura 2 demuestra el resultado.

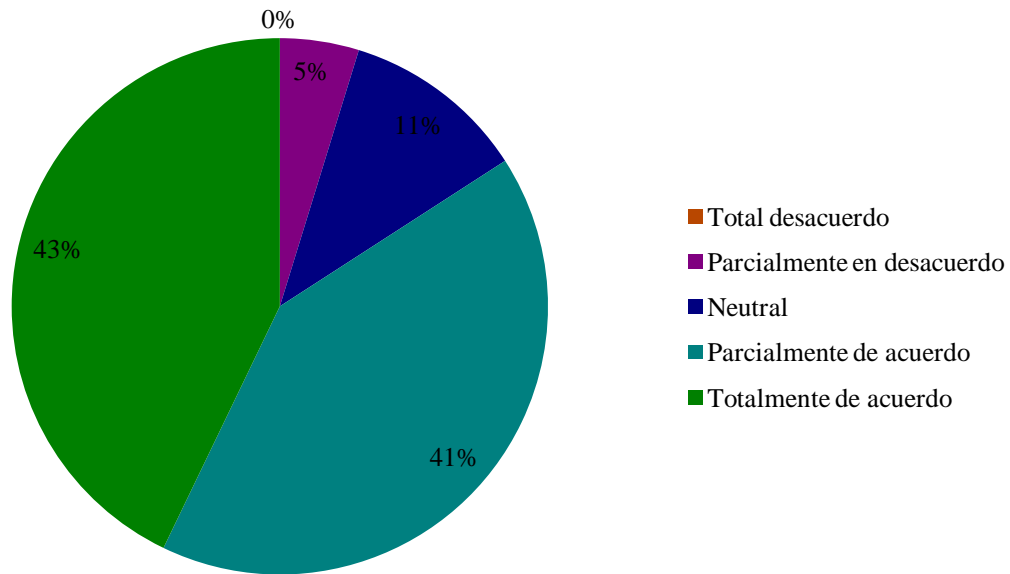
Figura 2. Opinión de los encuestados ante el enunciado: La tecnología desechable de control de contaminación prevalecerá sobre la reutilizable en virtud de su menor costo e impacto ambiental



Fuente: Elaboración propia, 2011

Más aun se preguntó si percibían la gestión de desechos de control de contaminación como una alternativa de emprendedurismo viable en la economía costarricense. El resultado presenta en la figura 3 muestra una aceptación cercana al 85%.

Figura 3. Opinión de los encuestados ante el enunciado: La gestión de los desechos de los productos de control de contaminación una alternativa de emprendimiento viable en la economía costarricense.



Fuente: Elaboración propia, 2011

El análisis de los tres primeros enunciados muestra que los profesionales del sector consideran viable la alternativa de emprendimiento que se discute.

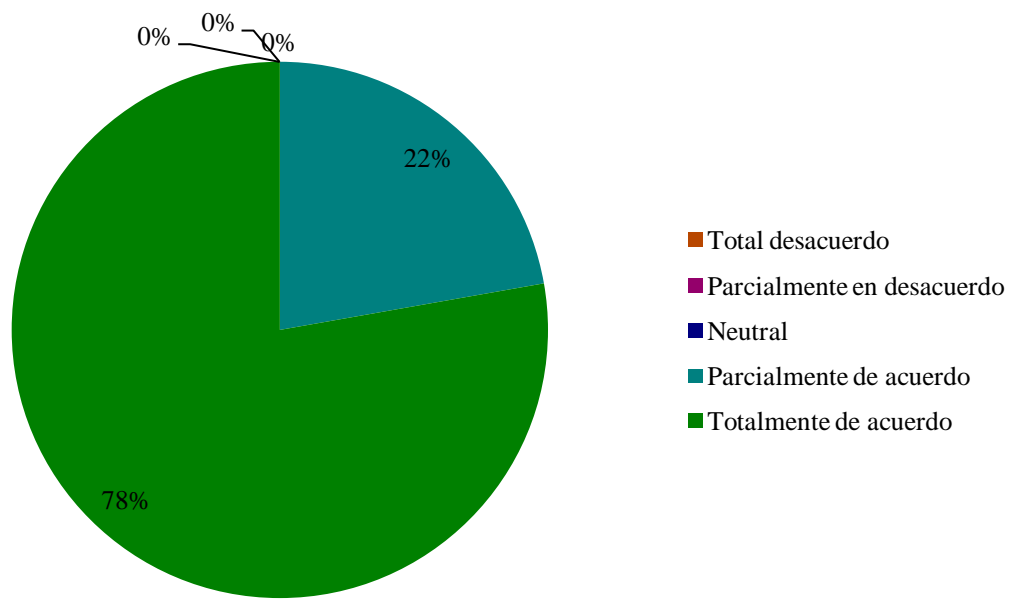
Además no considera que el uso de prendas reusables pueda prevalecer lo que es consecuente con los estudios de Gruendemann (2002) y McIlvaine (2009) al respecto.

La industria de dispositivos médicos como actor relevante de la economía costarricense

Para conocer la perspectiva de los encuestados sobre la relevancia del sector en la economía costarricense en el mediano y largo plazo, se efectuó la siguiente afirmación: “El sector médico seguirá

generando al menos 20 mil empleos directos e indirectos durante los próximos diez años”. El 100 % de los encuestados está al menos parcialmente de acuerdo con la afirmación, como se ve en la figura 4.

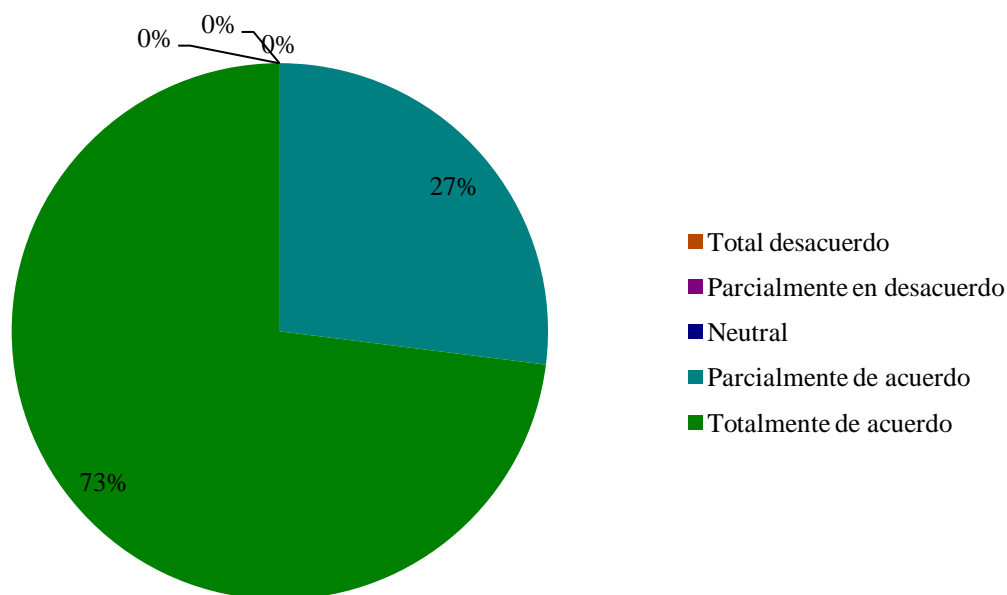
Figura 4. Opinión de los encuestados ante el enunciado: El sector médico seguirá generando al menos 20 mil empleos directos e indirectos durante los próximos diez años.



Fuente: Elaboración propia, 2011

El mismo resultado se presenta en la figura 5, ante la siguiente aseveración: “La venta de bienes y servicios de empresas costarricenses a las industrias del sector médico en Costa Rica ofrecerá oportunidades para el emprendedurismo en los próximos diez años.”

Figura 5. Opinión de los encuestados ante el enunciado: La venta de bienes y servicios de empresas costarricenses a las industrias del sector médico en Costa Rica ofrecerá oportunidades para el emprendedurismo en los próximos diez años.



Fuente: Elaboración propia, 2011

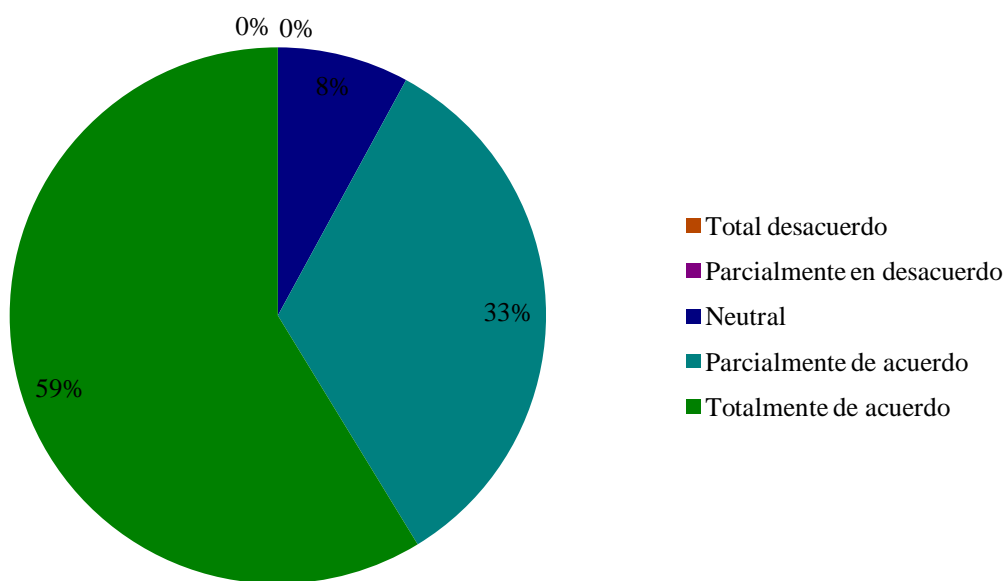
Hay una clara inclinación de los profesionales del sector a opinar que la industria de dispositivos médicos se asentará de forma permanente en el país y que proveerá empleo directo e indirecto al menos en los próximos diez años. Esto coincide con los reportes del diario La Nación (2011), el semanario El Financiero (2011) y la revista Summa (2010).

Condiciones tecnológicas para la gestión de desechos de control de contaminación

La revisión bibliográfica, demostró que Costa Rica ya posee las condiciones tecnológicas necesarias para gestión de desechos producto de las prácticas de control de contaminación. La opinión

de los profesionales de la industria sobre este particular se muestra en la figura 6. Más del 90% de los participante considera que están dadas las condiciones tecnológicas.

Figura 6. Opinión de los encuestados ante el enunciado: Costa Rica tiene la capacidad tecnológica para reciclar los productos de control de contaminación generados por la industria médica



Fuente: Elaboración propia, 2011

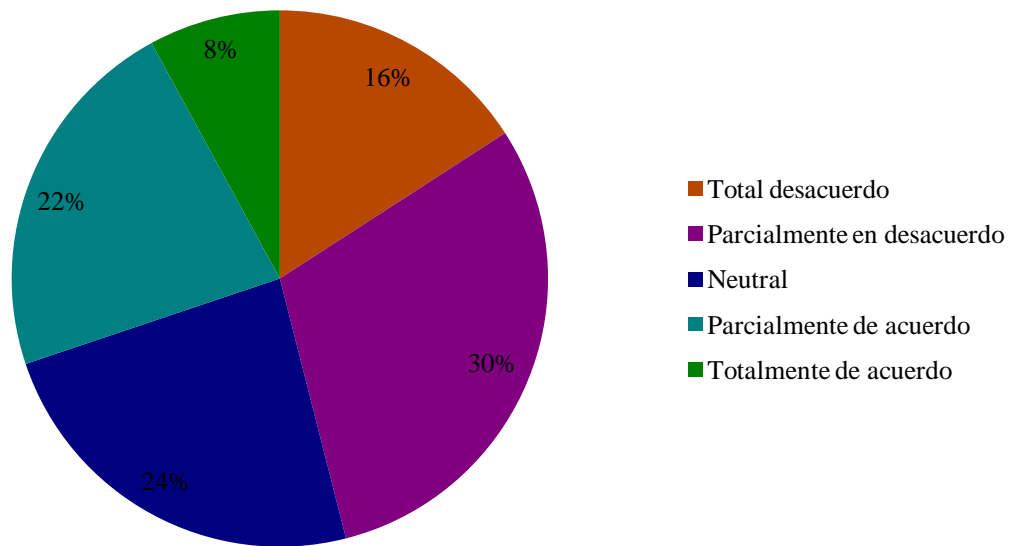
Alternativas biodegradables para el control de la contaminación.

Al contrario de lo expuesto hasta ahora, los últimos elementos de la encuesta no muestran consenso entre el grupo de estudio. No es posible extraer información concluyente de la aplicación del instrumento acerca del uso de alternativas biodegradables para el control de la contaminación.

Las conclusiones que se presenten en este sentido serán sustentadas en la revisión bibliográfica.

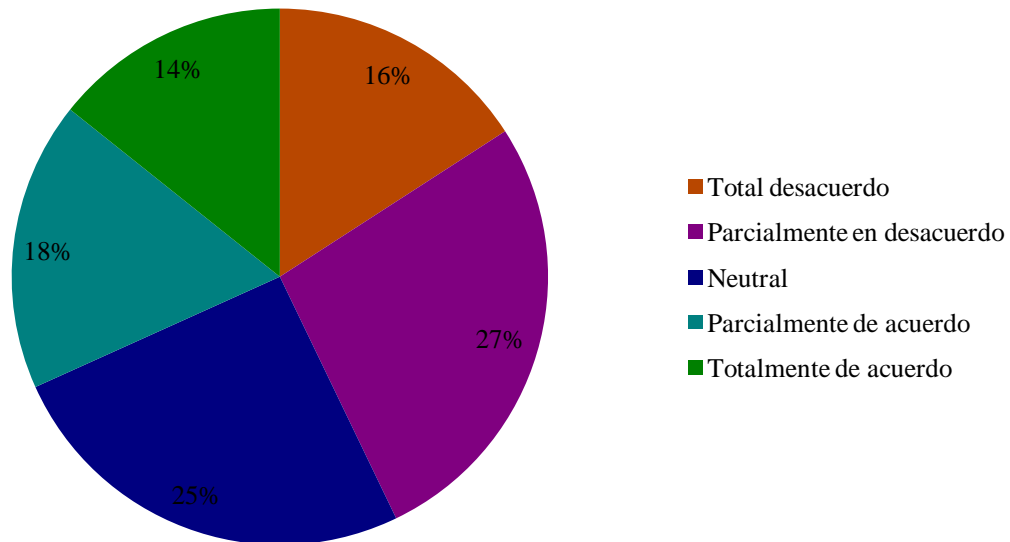
La figura 7 y 8, presentadas a continuación describen lo anteriormente comentado.

Figura 7. Opinión de los encuestados ante el enunciado: Costa Rica tiene la capacidad tecnológica para reciclar los productos de control de contaminación generados por la industria médica



Fuente: Elaboración propia, 2011

Figura 8. Opinión de los encuestados ante el enunciado: Existe interés de parte de la industria médica de migrar hacia alternativas biodegradables para el control de la contaminación



Fuente: Elaboración propia, 2011

Conclusiones y recomendaciones

La gestión de desechos de productos de control de contaminación es una alternativa de emprendimiento viable en la economía costarricense.

Tanto la revisión bibliográfica como las proporciones de criterio obtenidas de la aplicación de la encuesta entre los profesionales de la industria de dispositivos médicos permiten concluir de tal manera.

Las condiciones tecnológicas y de entorno planteadas en la hipótesis de este documento se dan por sentadas:

- ⤴ Dada la percepción de los profesionales del sector y los reportes de publicaciones especializadas se determina que la industria de dispositivos médicos se mantendrá como un actor relevante en la economía nacional en términos de inversión y generación de empleo en los próximos 10 años.
- ⤴ Dada la existencia de empresas capaces de reciclar materiales similares a los usados en control de contaminación, se concluye que Costa Rica tiene la capacidad de gestionar y reciclar los desechos producidos por el control de contaminación.
- ⤴ Aun cuando no hay consenso entre los profesionales del sector, la revisión bibliográfica permite afirmar que el surgimiento de tecnologías biodegradables para el control de la contaminación no amenaza por los próximos 10 años un posible emprendimiento en torno la gestión de desechos del control de contaminación.

Recomendaciones

Se recomienda extender este estudio al sistema de salud público y privado de Costa Rica. Si bien la contaminación en el sector salud es muy diferente a la que se espera de la manufactura de dispositivos médicos, la clasificación y selección de estos desechos puede ampliar el rango de acción de esta actividad.

La búsqueda de aplicaciones de alta tecnología para bio plásticos se presenta como una alternativa de emprendedurismo a ser considerada.

Es necesario complementar este estudio con un análisis de los diferentes tipos de contaminación que se pueden encontrar en las diferentes empresas del sector de dispositivos médicos en Costa Rica. Este análisis permitiría perfilar de forma más clara los criterios y procedimiento de categorización y selección para la gestión de desechos de los productos de control de contaminación.

Referencias Bibliográficas

- American Printer (2009). *Recyclable Tyvek* . American Printer, June, 32. Recuperado el 10/11/2011 en el banco de datos EBSCOhost
- Biopol (2011). Les Polymères Biodégradables : quelles finalités, quelles opportunités?. Recuperado de <http://biopol.free.fr/index.php/bioplastique-fr-2/>
- Cleanroom technology (2011). *Kimberly-Clark tackles the recycling of cleanroom waste. Cleanroom technology*. Recuperado de http://www.cleanroom-technology.co.uk/news/article_page/KimberlyClark_tackles_the_recycling_of_cleanroom_waste/64941
- Conrardy, Hillabrand, Myeres y Nussbaum (2010). *Reducing Medical Waste*. AORN Journal. June 2010 Vol 91 No 6 . 711-720
- Daft, Richard L. (2008). *Management*. Thompson Learning, Ohio USA, Vic.: 2008.
- Dupont (2011). *DuPont™ Tyvek® and the Environment*. Recuperado de http://www2.dupont.com/Tyvek_Envelopes/en_US/tech_info/tech_environ.html
- El Financiero (2011). *Industria médica impulsa alza en las exportaciones de Costa Rica*. Recuperado de http://www.elfinancierocr.com/ef_archivo/2011/junio/19/economia2815273.htm
- Englehardt, Kirk J. y Toon, John (2011). *Breaking Down Plastics: New Standard Specification May Facilitate Use of Additives that Trigger Biodegradation of Oil-Based Plastics in Landfills. Georgia Tech Research Institute*. Recuperado de <http://www.gtri.gatech.edu/casestudy/breaking-down-plastics-biodegradation>
- Garment Recovery System. *FAQ*. Recuperado de http://www.garmentrecovery.com/tyvek_recycling_faq/faq.html
- Gómez, Miguel. (2010). *Elementos de estadística descriptiva*. San José, Costa Rica: EUNED.

Gruendemann, Barbara J. (2002). *Single Use versus Disposable Gowns*. Infection Control. March, 32-34

Helmut Kaiser Consultancy. (2011). *Bioplastics Market Worldwide 2010, 2011-2025*. Recuperado de <http://www.hkc22.com/bioplastics.html>

La Nación (2011). *Costa Rica recibe inversión de 8 millones de dólares en industria médica*. Recuperado de [http://www.nacion.com/2011-06-17/Economia/costa-rica-recibe--inversion-de-\\$8-millones-en-industria-medica.aspx](http://www.nacion.com/2011-06-17/Economia/costa-rica-recibe--inversion-de-$8-millones-en-industria-medica.aspx)

McIlvaine (2005). *Disposable Cleanroom Garment Use and Markets, December 2005*. McIlvaine Company. Recuperado de <http://www.mcilvainecompany.com/>

McIlvaine (2009). *Performance, Cost Per Use, and Environmental Impact of Single-Use and Reusable Surgical Gowns & Drapes*. McIlvaine Company. Recuperado de <http://www.mcilvainecompany.com>

RedCicla. (2011). *Empresas Recuperadoras de Materiales Desechables: HDPE*. Recuperado de http://www.redcicla.org/basededatos/engine/displayCentroAcopioEmpresas.php?id_tipo_acopio=1&id_sub_material=6&page=1

Summa (2010). *Industria médica extranjera diversifica operación en Costa Rica*. Revista Summa. Recuperado de <http://www.revistasumma.com/economia/5590-industria-medica-extranjera-diversifica-operacion-en-costa-rica.html>

Wanless (2011). *What is waste management*. Recuperado de http://www.wanless.com.au/about_us/what_is_waste_management.asp