

ISSN 2523-6806

Volumen I, Número 4 — Octubre — Diciembre - 2017



Revista de
Operaciones
Tecnológicas

ECORFAN[®]



ECORFAN-Taiwán

Indización

-RESEARCH GATE

-GOOGLE SCHOLAR

-HISPANA

-MENDELEY

ECORFAN-Taiwán

Directorio Principal

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD.

Director Regional

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD.

Director de la Revista

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC.

Edición Tipográfica

TREJO-RAMOS, Iván. BsC.

Edición de Logística

SERRUDO-GONZALEZ, Javier. BsC.

Revista de Operaciones Tecnológicas, Volumen 1, Número 4, de Octubre a Diciembre 2017, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Taiwán. Taiwan, Taipei. YongHe district, ZhongXin, Street 69. Postcode: 23445. WEB: www.ecorfan.org/taiwan, revista@ecorfan.org. Editora en Jefe: RAMOS-ESCAMILLA, María. ISSN 2523-6806. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 31 de Diciembre 2017.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

Consejo Editorial

BELTRÁN-MIRANDA, Claudia. PhD
Universidad Industrial de Santander, Colombia

BELTRÁN-MORALES, Luis Felipe. PhD
Universidad de Concepción, Chile

RUIZ-AGUILAR, Graciela. PhD
University of Iowa, U.S.

SOLIS-SOTO, María. PhD
Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Bolivia

GOMEZ-MONGE, Rodrigo. PhD
Universidad de Santiago de Compostela, España

ORDÓÑEZ-GUTIÉRREZ, Sergio. PhD
Université Paris Diderot-Paris, Francia

ARAUJO-BURGOS, Tania. PhD
Universita Degli Studi Di Napoli Federico II, Italia

SORIA-FREIRE, Vladimir. PhD
Universidad de Guayaquil, Ecuador

Consejo Arbitral

VGPA. MsC

Universidad Nacional de Colombia, Colombia

EAO. MsC

Universidad Nacional de Colombia, Colombia

MMD. PhD

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México

BRIIIG. PhD

Bannerstone Capital Management, U.S.

EAO. MsC

Bannerstone Capital Management, U.S.

OAF. PhD

Universidad Panamericana, México

CAF. PhD

Universidad Panamericana, México

RBJC. MsC

Universidad Panamericana, México

Presentación

ECORFAN, es una revista de investigación que publica artículos en el área de: Operaciones Tecnológicas

En Pro de la Investigación, Enseñando, y Entrenando los recursos humanos comprometidos con la Ciencia. El contenido de los artículos y opiniones que aparecen en cada número son de los autores y no necesariamente la opinión de la Editora en Jefe.

Como primer artículo está *Diseño de un prototipo de pantaleta con adaptación de compresas térmicas para disminución de cólicos menstruales* por RAMÍREZ-MONDRAGÓN, Xóchitl, VÁZQUEZ-JUÁREZ, Yolanda y TENORIO-LARA, Raúl con adscripción en la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, como siguiente artículo está *Implementación del C-TPAT en una empresa del sector automotriz. Estudio de caso* por ALMANZA-SERRANO, Ma. Leticia, CARMONA-GARCÍA, Nélica, RAMÍREZ-BARAJAS Alejandro y GARCÍA-MORALES, Salvador con adscripción en la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, como siguiente artículo está *Evaluación de la eficacia biológica de Ceptiva Duo (18% fipronil + 12% alfa-cipermetrina) y Valendo (24% clorfenapyr) para el combate de la termita subterránea Nasutitermes corniger en una prueba In Vitro en Guanacaste, Costa Rica* por SANTILLÁN-SANTANA, Jaime, VÍLCHEZ, Hernán y HERRERA, Olger con adscripción en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, como siguiente artículo *Determinación de tiempo estándar en los camiones para la recolección de residuos sólidos en Altamira Tamaulipas* por ANTONIO-ANTONIO, Alejandrina, VÁZQUEZ-FERNÁNDEZ, Jorge Alberto, MEDINA-ÁLVAREZ, Juana Elizabeth y CRUZ-NETRO, Zahira Gabriela con adscripción en la Universidad Politécnica de Altamira, como siguiente artículo *Efecto del contenido de cera de abeja en películas biodegradables a base de tempesquistle (Sideroxylon palmeri (Rose) T. D. Penn) sobre sus propiedades mecánicas y permeabilidad a vapor de agua* por LAUREANO-LÓPEZ, Bernabé, DÍAZ-OREJÁN, Erika Teresa, GARCÍA-SANTOS, Cecilia y HUERTA-GUTIÉRREZ, Anai con adscripción en la Universidad Tecnológica de Tehuacán, como siguiente artículo está *TEOS/PDMS-modificado como Barrera Térmica* por SALAZAR-HERNÁNDEZ, Carmen, MENDOZA-MIRANDA, Juan Manuel, CARRERA-RODRÍGUEZ, Marcelino y MIRANDA-AVILÉS, Raúl con adscripción en el Instituto Politécnico Nacional y la Universidad de Guanajuato, como siguiente artículo está *Evaluación agronómica del rábano fertilizado con guano de murciélago* por SÁNCHEZ-HERRERA, Susana Graciela, RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, Nellybeth, JUSTO-SEGOVIA, Víctor Manuel con adscripción en la Universidad Politécnica de Francisco.

Contenido

Artículo	Página
Diseño de un prototipo de pantaleta con adaptación de compresas térmicas para disminución de cólicos menstruales RAMÍREZ-MONDRAGÓN, Xóchitl, VÁZQUEZ-JUÁREZ, Yolanda y TENORIO-LARA, Raúl	1-10
Implementación del C-TPAT en una empresa del sector automotriz. Estudio de caso ALMANZA-SERRANO, Ma. Leticia, CARMONA-GARCÍA, Nélida, RAMÍREZ-BARAJAS Alejandro y GARCÍA-MORALES, Salvador	11-17
Evaluación de la eficacia biológica de Ceptiva Duo (18% fipronil + 12% alfa-cipermetrina) y Valendo (24% clorfenapyr) para el combate de la termita subterránea Nasutitermes corniger en una prueba In Vitro en Guanacaste, Costa Rica SANTILLÁN-SANTANA, Jaime, VÍLCHEZ, Hernán y HERRERA, Olger	18-30
Determinación de tiempo estándar en los camiones para la recolección de residuos sólidos en Altamira Tamaulipas ANTONIO-ANTONIO, Alejandrina, VÁZQUEZ-FERNÁNDEZ, Jorge Alberto, MEDINA-ÁLVAREZ, Juana Elizabeth y CRUZ-NETRO, Zahira Gabriela	31-43
Efecto del contenido de cera de abeja en películas biodegradables a base de tempesquistle (Sideroxylon palmeri (Rose) T. D. Penn) sobre sus propiedades mecánicas y permeabilidad a vapor de agua LAUREANO-LÓPEZ, Bernabé, DÍAZ-OREJÁN, Erika Teresa, GARCÍA-SANTOS, Cecilia y HUERTA-GUTIÉRREZ, Anai	44-54
TEOS/PDMS-modificado como Barrera Térmica SALAZAR-HERNÁNDEZ, Carmen, MENDOZA-MIRANDA, Juan Manuel, CARRERA-RODRÍGUEZ, Marcelino y MIRANDA-AVILÉS, Raúl	55-62
Evaluación agronómica del rábano fertilizado con guano de murciélago SÁNCHEZ-HERRERA, Susana Graciela, RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, Nellybeth, JUSTO-SEGOVIA, Víctor Manuel	63-68

Instrucciones para Autores

Formato de Originalidad

Formato de Autorización

Diseño de un prototipo de pantaleta con adaptación de compresas térmicas para disminución de cólicos menstruales

RAMÍREZ-MONDRAGÓN, Xóchitl†*, VÁZQUEZ-JUÁREZ, Yolanda y TENORIO-LARA, Raúl

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, carretera Valle-Huanímaro Km. 1.2, Valle de Santiago, Gto. México

Recibido 2 de Octubre, 2017; Aceptado 8 de Diciembre, 2017

Resumen

Este trabajo muestra un diseño de un prototipo de pantaleta con adaptación de compresas térmicas para disminución de cólicos menstruales adaptado a las necesidades y requerimientos de las mujeres. También se presenta la investigación realizada sobre este tipo de prendas y materiales, definiendo las posibles propuestas. El diseño se realizó mediante bocetos y una ficha técnica para facilitar la interpretación del prototipo a través del diseño y la investigación cualitativa es correspondiente a las diferentes condiciones de las personas puesto que se utilizará la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías. Con el trabajo realizado se contribuyó a facilitar a medida de lo posible el como conllevar el proceso o los días en que se encuentran las mujeres en su periodo de menstruación, disminuyendo los dolores y otros aspectos o incomodidades que esto genera.

Pantaleta, diseño, menstruación

Abstract

This work shows a design of a prototype of pantaleta with adaptation of thermal compresses to reduce menstrual cramps adapted to the needs and requirements of women. Research on this type of clothing and materials is also presented, defining possible proposals. The design was made by means of sketches and a technical file to facilitate the interpretation of the prototype through the design and the qualitative research is corresponding to the different conditions of the people since the data collection will be used to test hypotheses based on the numerical measurement and statistical analysis, in order to establish patterns of behavior and test theories. With the work done, it helped to facilitate, as far as possible, how to carry out the process or the days in which the women are in their period of menstruation, reducing the pains and other aspects or discomforts that this generates.

Pantaleta, design, menstruation

Citación: RAMÍREZ-MONDRAGÓN, Xóchitl, VÁZQUEZ-JUÁREZ, Yolanda y TENORIO-LARA, Raúl. Diseño de un prototipo de pantaleta con adaptación de compresas térmicas para disminución de cólicos menstruales. Revista de Operaciones Tecnológicas 2017. 1-4:1-10

† Investigador contribuyendo como primer autor.

*Correspondencia al Autor Correo Electrónico: xoramirez@utsoe.edu.mx

Introducción

Para algunas mujeres la menstruación pasa casi inadvertida pero para muchas otras suelen ser unos días bastante duros. Dolores de cabeza, de abdomen, cólicos o incluso diarreas, son síntomas que deben soportar cada mes. Por mucho que se intente asumir la regla como algo natural en la mujer, y por mucha actitud positiva que le pongamos, no tenemos por qué aguantar esos dolores, ni los cambios de humor, ni los calambres ni esa incomodidad, que además no sólo nos afecta a nosotras sino a nuestra relación con los demás, a nuestra calidad de vida e incluso al rendimiento escolar o laboral. (Alvero R. Dysmenorrhea et al. 2017)

Los síntomas premenstruales tienen una severidad muy variable en las distintas mujeres. Las alteraciones anímicas relacionadas con la menstruación fueron los primeros trastornos psíquicos vinculados con lo biológico. Robert Frank en 1931, observa cambios cíclicos mensuales de síntomas físicos, emocionales y de comportamiento que comienzan al final de la fase lútea del ciclo menstrual y desaparecen al comienzo de la menstruación. Pueden afectar un largo periodo de la vida de la mujer. Los síntomas comprenden un promedio de 8 días por mes, lo que implica un total de 96 días por año, durante 25 a 30 años aproximadamente, hasta el comienzo de la menopausia. (Gaviria, 1999)

El propósito de este estudio es diseñar una pantaleta con adaptaciones para ejercer fuerza y dar calor en la parte baja del vientre con la intención de que se permita la disminución de los cólicos menstruales en las alumnas de la UTSOE, ayudando de esta manera a disminuir los malestares e incomodidades ocasionados por el periodo, permitiendo así, una mejor concentración en la parte de aprendizaje, sin distracciones o malestares corporales que incluso en ocasiones tienen que abandonar el aula de clases ya que son insoportables e incómodos los dolores provocados, afectando de esta forma el rendimiento o aprovechamiento académico. La realización del diseño de la pantaleta busca hacer un fácil frente ante estas adversidades.

Justificación

Esta investigación tiene como objetivo principal ayudar a las jóvenes universitarias de la UTSOE a la disminución de los cólicos menstruales. Como es sabido este malestar se ostenta de diversas intensidades en las mujeres, ocasionando alteraciones en las actividades diarias y rutinarias de cada una de ellas, por lo que se considera trascendental la creación de una prenda que sea funcional y sobre todo que entienda las necesidades de las mujeres en el transcurso de su periodo menstrual.

La importancia de esta investigación radica en el impacto social y psicológico que se pueda alcanzar en un futuro, además de permitir la resolución de algunas de las problemáticas académicas que se presentan como lo es el ausentismo o el bajo rendimiento escolar derivado del cólico menstrual.

Problema

Para las mujeres es de gran relevancia el mantener un cuerpo sano y sin malestares en el día a día, para un rendimiento académico y desarrollo profesional óptimo.

Lo cual en la actualidad se ha visto mermado por las múltiples alteraciones hormonales en las jóvenes de la UTSOE durante su periodo menstrual, por lo que se dio a la tarea de investigar mediante un cuestionario; dentro del cual se arrojó como principal característica el cólico menstrual seguido de inflamaciones en partes sensibles del cuerpo.

Dándose a la tarea de desarrollar una prenda que ayude a la disminución del dolor específicamente cólicos.

Hipótesis

El proporcionar calor y presión en el abdomen ayuda a disminuir la presencia de cólicos menstruales.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una pantaleta que permita la aplicación de presión y el uso de compresas térmicas con la finalidad de disminuir los cólicos menstruales en las alumnas de la UTSOE.

Objetivos específicos

Investigar materiales necesarios para la elaboración del diseño de la pantaleta térmica.

Elaborar el diseño de la pantaleta térmica para la construcción de la prenda muestra.

Realizar el desglose de piezas de la pantaleta térmica para la identificación de cada uno de los componentes de la misma.

Marco Teórico

Materiales

LENPUR

La fibra de celulosa más pura de un recurso renovable, es una fibra textil novedosa y ecológica: cuidadosamente seleccionada de las ramas de árboles especiales. Las propiedades notables de la madera proporcionan materiales textiles hechos de Lenpur con propiedades extraordinarias, es verdaderamente la mejor "fibra vegetal producida por el hombre". Las fibras conservan las propiedades naturales de la madera. Las características de Lenpur (patente US 005599784) se deben a los tipos específicos de madera utilizados para su producción, independientemente del procedimiento utilizado para su fabricación. Las diferencias principales en Lenpur en comparación con otras fibras de celulosa son su suavidad, su capacidad de absorción, su capacidad para liberar humedad (como hilo o tela), sus propiedades desodorantes y sus características de adsorción (debido a su morfología). Cuando se mezcla con otras fibras, Lenpur está en "sinergia mecánica" con ellos.

Termo Regulación

Su cuerpo emite constantemente diferentes sustancias junto con el agua a través de la transpiración. La capacidad de preservar la temperatura corporal en la superficie está directamente relacionada con la capacidad de la superficie para permanecer seca. Un tejido compuesto de fibras que pueden absorber fácilmente, es decir, hidrófilo y que puede emitir sustancias y también permeable, asegura que la superficie del cuerpo permanecerá seca y se regulará según su temperatura corporal.

Anti estrés

Las características de los hilos de pulpa de madera son las mismas que las de todas las fibras vegetales: así no almacena cargas electrostáticas que puedan dañar su cuerpo. Ayuda y causa a veces la absorción natural de los iones (negativos) que nutren los órganos del cuerpo. En consecuencia, puede definirse como un material natural contra el estrés. Hoy en día el vínculo entre el estado fisiológico y psicológico está plenamente de acuerdo. Su sistema nervioso gobierna las actividades fisiológicas vinculando el cuerpo y la mente. Los lugares que frecuentan son cargados con "campos de energía" que pueden crear un estrés físico inútil, por lo que tienen una influencia negativa sobre su estado psicológico, es decir, el estrés.

El estrés físico acumulado se convierte en una "distracción" para los recursos psicológicos que reducen su rendimiento. Esta es la tensión general que puede ser causada por una prenda "estresante" llana. El hilo de pulpa de madera permite condiciones opuestas, que por lo tanto son saludables y combaten el estrés. (Rome et al. 2005)

Ropa interior y lencería ecológica

Las fibras textiles son desconocidas respecto a las cuestiones ecológicas, a pesar de que nos vestimos a diario, la conciencia ecológica existente en cuanto a la alimentación está lejos todavía de conseguirse respecto a la ropa. Y no digamos ya sobre las prendas íntimas o la lencería. Curiosamente, sobre estas prendas, que están en contacto con partes íntimas de nuestro cuerpo, pocas veces se valora la calidad de las materias primas, su proceso de elaboración u otras cuestiones importantes para la salud personal y también ambiental.

En el mundo de la moda con ropa ecológica de vestir hay diferentes propuestas de algunos equipos de diseño textil y fabricantes.

En cambio, sobre prendas íntimas apenas hay, por eso proponemos una inmersión en el tema.

En determinados productos textiles (ropa de uso diario) el principal impacto se da durante el uso o mejor dicho, durante el mantenimiento del uso, es decir: lavado, secado, planchado doméstico. Así por ejemplo en una camisa de Poliéster/Algodón 65/35, los principales impactos ambientales se producen durante su uso o mantenimiento doméstico (el 64% del consumo de energía, el 72 % de las emisiones de CO2 y el 76 % el consumo de agua) de todo su ciclo de vida. En unos jeans, en cambio el 68 % del consumo de agua se produce durante el cultivo del algodón y el 38 % del impacto sobre el calentamiento global se produce durante el mantenimiento doméstico. En otros productos en cambio el mantenimiento es bajo (una americana de lana no se lava una vez a la semana sino que como mucho se lleva una o dos veces al año a una tintorería doméstica). En cambio, productos como las alfombras donde el mantenimiento es mínimo, entonces el principal impacto ecológico se da en la obtención de la fibra.

La ropa interior precisa de unas características algo diferentes de la ropa de abrigo o de vestir. La transpirabilidad, la capacidad de absorción de humedad, la elasticidad, el no impregnarse de los olores son algunas de las propiedades que deben cumplir. No hay una fibra textil perfecta para ello y por eso lo habitual es que se mezclen diferentes tipos de fibras naturales o químicas (Man Made Fabrics). Una fibra natural común es el algodón, la cual cumple con bastantes de estas características y por ello es casi siempre la materia prima primordial en muchas prendas íntimas. Para las personas alérgicas a la ropa íntima elaborada con fibras químicas, el algodón de cultivo ecológico y sin tinter ha demostrado ser uno de las mejores opciones.

La variedad de fibras químicas usadas en la ropa interior más moderna es notable y el análisis de ciclo de vida de cada una sobrepasa el ámbito de este artículo, aunque hay estudios para consultar.

Lencería y prendas íntimas de moda

Cuando la ropa íntima, especialmente, la femenina, adopta una estética más delicada o sensual se le aplica el término de lencería. Uno de las características de las prendas íntimas es el empleo de textiles suaves, vistosos, pero también transpirables y elásticos. En cuanto a la estética, las piezas de lencería buscan diseños más sensuales que permitan resaltar las partes erógenas del cuerpo femenino. Pero para obtener todas estas características en la confección de piezas de lencería se precisa de fibras químicas y de unos procesos de ennoblecimiento y acabados que en muchos casos están repletos de productos químicos algunos para nada inocuos en personas de piel sensible. Actualmente, la confección de moda íntima tiene un notable impacto ambiental en todo su ciclo que es poco conocido ya que prima la estética erótica o sensual sobre cualquier otro aspecto de tipo ecológico o social. La llamada lencería ecológica es la punta de lanza de una forma diferente de consumo de moda respecto a la ropa interior. La lencería ecológica no desprecia la estética sensual de la convencional pero es más delicada y responsable. Valora el concepto del uso de materiales ecológicos y se distingue por producir prendas con una confección más austera, pero no por eso menos exquisitas.

El elemento que distingue a la lencería ecológica es que se basa en fibras químicas con polímeros naturales en cuyo proceso esencial desde la obtención de la materia prima hasta en los tintados, ennoblecimiento, acabados, etc. se emplean sustancias químicas de origen natural o de muy bajo impacto ambiental (mínima toxicidad, en ciclo cerrado, etc.).

Estas fibras químicas de polímeros naturales permiten texturas, colores y acabados estéticos, pero menos espectaculares que la lencería convencional.

En la lencería ecológica, la fibra textil química procede de la celulosa de plantas como el bambú, la soja o árboles como el pino y el eucalipto. Para acreditar que no se usan aditivos que pueden ser tóxicos, todos los fabricantes avalan sus piezas con ecoetiquetas de certificación textil que garantizan el bajo impacto ambiental de las mismas. Aunque como hemos comentado este es un tema no exento de polémica.

Ropa interior alemana con fibras de algas

De textura parecida al lino natural pero con el poder nutritivo de las algas, así se vende la lencería fabricada con la fibra sintética Seacell™ producida por la empresa Smartfiber AG. Esta fibra se deriva de una mezcla de pulpa de madera y algas basada en el proceso textil de la fibra química de polímero natural "lyocell". Las fibras están certificados con la norma Oeko-Tex 100 (y aprobada para bebés). Se difunde por sus propiedades protectoras y anti-inflamatorias en la piel que estimulan el metabolismo dérmico gracias a los elementos que liberan las algas de la fibra y aseguran protegen la piel contra los radicales libres. El secreto de smartcel™ sensitive es un proceso patentado que permite integrar el óxido de zinc en una fibra de celulosa natural. Las propiedades positivas del zinc permanecen siempre activas, incluso después de muchos lavados. Se trata de una fibra completamente biodegradable y cumple con las expectativas de los consumidores ecológicos. (Seacell™. 2016)

Compresa de gel frío y caliente

Compresa en empaque plástico relleno de gel polímero para su uso en rehabilitación o uso médico.

Está compresa se puede usar de dos formas en su uso frío con tan solo meterla al refrigerador está lista para usarse.

Uso caliente poner 3 lts. de agua a hervir retirar agua de la lumbre y colocar compresa totalmente sumergida en el agua.

Qué diferencia hay entre está y el uso de una bolsa de agua o una bolsa para hielo por sus propiedades el gel mantiene por mayor tiempo ya sea el calor o el frío.

Contiene 2 compresas frío caliente en 2 tamaños

Una para articulaciones codos, rodillas, hombros, tobillos, otra para espalda, cuello, muslos, cabeza y miembros completos.

Descripción

Compresas de Gel Reutilizable para Frío y Calor. Alivio rápido para las dolencias más comunes. Se adapta fácilmente a la zona a tratar. Mantiene la temperatura por largo tiempo. Muy útil en dolores musculares, jaquecas, contusiones, dolor de muelas, operaciones dentales, hematomas, inflamaciones, esguinces.

Calor

Se puede calentar sumergiendo en agua caliente.

Usada para artritis, dolores de espalda, bursitis, cólicos, dolor de oídos, tendinitis, sinusitis, tensión en cuello, dolor cervical, desgarros, dolor menstrual, etc.

Frío

Mantener en el congelador el tiempo deseado y aplicar en la zona afectada.

Usada para jaquecas, stress, inicio de esguinces, dolor dental, moratones, picaduras de insectos, varices, espinillas, ojos hinchados, quemaduras y efectos de traspase, golpes recuperación de esguinces,, etc.

- Relleno de gel flexible no tóxico.
- Resistentes
- Medidas: 15 x 26 cm.
- Peso: 455 gr.

Características

La Bolsa de gel frío-calor, de 15 x 10 cm, es práctica y duradera. Se puede utilizar en ambos casos, tanto para aplicar frío como calor; se puede enfriar en el congelador o calentar al baño maría o en microondas para utilizarla como aplique de calor adicional.

Esta bolsa de gel alivia el dolor y reduce la inflamación. Está fabricada en material no tóxico, por lo que es muy segura a la hora de utilizarla. Antes de utilizarla, es recomendable consultar con un médico o profesional sobre la forma de utilizarlo, a fin de que su utilidad sea máxima y no tengamos problemas por un mal uso.

Las recomendaciones básicas las apuntamos aquí. En primer lugar no debe aplicar la bolsa de gel directamente en la piel, sino que tendrá que utilizar un trapo o funda de por medio; el aplique directo en la piel podría ocasionar quemaduras y molestias. Tampoco debe dejarla en un lugar concreto durante mucho tiempo, pues esa zona podría resentirse.

No debe presionarse de forma excesiva contra la piel, pues podríamos entorpecer la circulación y sus propiedades no serían útiles plenamente. Con el calor, se aliviarán dolores crónicos por lesiones subagudas (segunda fase de una rehabilitación, 1 o 2 semanas después de producirse la lesión).

Con el frío, por su parte, minimizaremos dolores en torceduras o traumatismos reduciendo la hinchazón o espasmo muscular.

Es recomendable utilizar productos específicos y profesionales para aplicar frío/calor como esta bolsa, y no recurrir a remedios caseros sin recomendación profesional. (Belibe. 2016)

Metodología de la Investigación

Tipo de investigación

La investigación a realizar será cualitativa puesto que se utilizará la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías.

Metodología de desarrollo del prototipo

- Definición de las características.
- Desarrollo de propuestas de diseños
- Desarrollo de ficha técnica

Definición de las características

Pantaleta básica que pueda ejercer presión controlable sobre el vientre y que de soporte lumbar; con compartimento para introducir una compresa de gel que abarque del vientre al bajo vientre la cual se pueda poner y quitar para ser lavada

Desarrollo de propuestas

PRIMER PROPUESTA DE DISEÑO

Primera capa: Pantaleta básica de pierna alta con corte para puente de algodón.



Figura 1. Primer propuesta capa 1

Fuente: *Elaboración propia*

Segunda capa: Se compone por dos aletillas que parten de una faja elástica en el centro del vientre, los cuales se cruzaran y fijaran por una costura que permita que ambas extensiones ejerzan fuerza de compresión en el vientre al jalarse hacia los costados; las aletillas se fijaran con velcro para el cruce en el trasero.



Figura 2 Primer propuesta capa 2

Fuente: *Elaboración propia*

Tercera capa: Panel central que se fijara en la parte superior, cerrada en los costados de la pantaleta para permitir que funcione como compartimento para introducir la bolsa de gel.



Figura 3 Primer propuesta capa 3

Fuente: *Elaboración propia*

SEGUNDA PROPUESTA DE DISEÑO

Primera capa: Pantaleta básica de pierna alta con corte para puente de algodón.



Figura 4 Segunda propuesta capa 1

Fuente: *Elaboración propia*

Segunda capa: Faja de compresión de una sola pieza con aletillas para graduar el nivel de presión sobre el vientre y con velcro para cruce en el trasero



Figura 5 Segunda propuesta capa 2

Fuente: Elaboración propia

Tercera capa: Panel central que se fijara en la parte superior, cerrada en los costados de la pantaleta, para permitir que funcione como compartimento para introducir la bolsa de gel.



Figura 6 Segunda propuesta capa 3

Fuente: Elaboración propia

TERCER PROPUESTA DE DISEÑO

Primera capa: Pantaleta básica de pierna alta con corte para puente de algodón y paneles de presión.



Figura 7 Tercer propuesta capa 1

Fuente: Elaboración propia

Segunda capa: Aletillas elásticas para ejercer presión sobre el vientre, con velcro para cruce en el trasero.



Figura 8 Tercer propuesta capa 2

Fuente: Elaboración propia

Tercera capa: Panel central que se fijara en la parte superior cerrada en el frente de la prenda, y así evitar costuras incómodas en el costado y permitir que funcione como compartimento para introducir la bolsa de gel.



Figura 9 Tercer propuesta capa 3

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo de ficha técnica

La Ficha Técnica será el documento donde se constate el diseño y las características requeridas por el prototipo a desarrollar.

En este caso constará de la siguiente información:

Logotipo de la empresa:

Empresa:

Temporada:

Color:

Modelo:

Marca:

Molde:

Descripción:

Diseño:

Dibujo plano:

Puntos críticos:

Terminados:

Tallaje:

Avíos:

Cantidades:

Ubicación:

Tela/Tejido:

Muestra:

Ancho / Composición:

Pantone:

Ubicación:

Aprobación:

Nombre y firma de responsable:

La Ficha técnica será de gran relevancia debido a que será útil para:

- Disponer de la información necesaria para en un futuro confeccionar el prototipo.
- Explicar las características físicas que deberá cumplir para su patronaje.
- También es la información crucial para decidir el tipo de materiales y avíos a emplear.

Resultados

Es un documento o formato que contiene la descripción de las características de una prenda, material, proceso o programa de manera detallada.

Los contenidos varían dependiendo de las necesidades, servicio o entidad descrita, características físicas, el modo de uso o elaboración, propiedades distintivas y especificaciones técnicas.

La correcta redacción de la ficha técnica es importante para garantizar la satisfacción del consumidor, especialmente en los casos donde la incorrecta utilización de un producto puede resultar en daños personales, materiales, responsabilidades civiles o penales

Características técnicas para el prototipo.



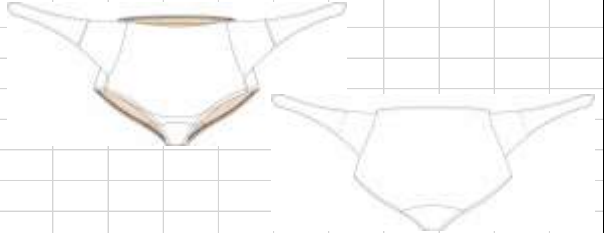
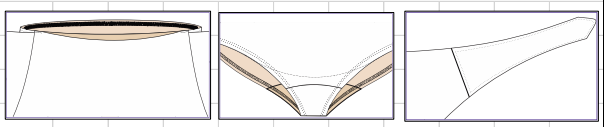
FICHA TÉCNICA							
		Empresa: UTSOE	Modelo: P-001				
Temporada: Atemporal		Marca: CA-DMII	Descripción: Pantaleta básica con paneles frontales generadores de presión y aletillas de control de intensidad en presión, doble fondo en panel frontal para introducción de bolsa de gel térmico, sin costuras, laterales, corte-guena alta.				
color: Varios		Molde:	FRENTE, TRASERO, LATERALES				
							
							
Corrida de tallas							
Avíos	Cantidad	Ubicación	Tela/ Tejido	Muestra	Ancho/ composición n	Pantone	Ubicación
Elastico	60 cm	cintura	Jersey/ Tejido de punto		1.10 m		pantaleta
Contactel	1.00 m	aletillas			SIN ESPESOR Y SIN ELASTANO		
Etiqueta de talla y marca	1 pza	frente izquierda					
Etiqueta de cuidado	1 pza	frente izquierda					
bolsa de gel	1 pza	panel	Jersey/ Tejido de punto		1.10 m		Puente
					100% CO		
			ELÁSTICO		1.00 m		
			VENTILADO				
			TEJIDO DE PUNTO				Aletillas
Aprobado:							
SI							
NO	Nombre y Firma						

Tabla 1 Ficha Técnica

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

En el presente proyecto se concluye que es importante el trabajar en la elaboración de los diferentes prototipos con los materiales seleccionados y llevar el estudio a campo, para su análisis y sustento del uso de la pantaleta con adaptación térmica, además de ser necesario el corroborar la utilidad para poder medir la funcionalidad de la misma.

El proyecto está considerado para darle continuidad con la segunda etapa, que sería la realización de la pantaleta o el prototipo en muestra, pues durante la investigación, el estudio y el involucramiento de las personas interesadas como familiares, enfermeras, pacientes, etc. Se mostraron muy conformes y convencidas con los posibles resultados.

Referencias

Lolas, J. (1993). Síndrome premenstrual, un ignorado problema de salud pública

Hernandez Sampieri, R. Sexta edición, (2010). Metodología de la investigación. McGraw Hill.

Gaviria S. (1999). El síndrome premenstrual. En J. Téllez-Vargas, S. L. Gaviria, C. Burgos de Taborda. Afrodita y Esculapio(pp. 317-28). Santa fe de Bogota, Colombia: Nuevo Milenio editores.

Bocchino, S. (2004). Salud mental de la mujer, síntomas y trastornos premenstruales. Clínica y tratamiento. Revista Psiquiatría del Uruguay, 78-89.

Pierre Sauret, (1981). Teoría de tejidos de punto de Juan Pedro de Larrañaga Trinker 9.

Implementación del C-TPAT en una empresa del sector automotriz. Estudio de caso

ALMANZA-SERRANO, Ma. Leticia†*, CARMONA-GARCÍA, Nélica, RAMÍREZ-BARAJAS Alejandro y GARCÍA-MORALES, Salvador

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, carretera Valle-Huanímaro km 1.2, Sin Colonia, Cp. 38400, Tel:(456) 643 7180

Recibido 12 de Octubre, 2017; Aceptado 8 de Diciembre, 2017

Resumen

El C-TPAT representa una pieza clave en la estrategia para un crecimiento a nivel comercial; y puede volverse un factor determinante para acceder a mejores negociaciones internacionales, por ello el estudio de caso que se presenta es referida a una empresa del sector automotriz, la cual se encuentra en la fase de planeación y que tiene como meta la certificación internacional C-TPAT como medida en su seguridad logística; misma que será de beneficio para la propia empresa así como para la cadena de suministro de la que forma parte. Con el presente estudio se pretende socializar la experiencia de la implementación del programa C-TPAT en una empresa del sector automotriz, ubicada en el municipio de Valle de Santiago, Guanajuato. Para ello se desarrollaron de manera secuencial 5 pasos básicos para la gestión de la certificación, resultando finalmente gestión de la obtención de esta certificación como guía a empresas del mismo sector que aspiren a conseguir este tipo de certificaciones internacionales, así como en la aplicación de mejores prácticas comerciales la integración de los procesos documentados en un manual, mismo que podrá ayudar en la aplicación de las mejores prácticas comerciales.

C-TPAT, Competitividad, Seguridad, Mejores prácticas

Abstract

The C-TPAT represents a key element in the strategy for commercial growth; And can become a determining factor for access to better international negotiations, so the case study that is presented is referred to a company in the automotive sector, which is in the planning phase and whose goal is the international certification C-TPAT as a measure of logistics security; Which will be of benefit to the company itself as well as to the supply chain of which it forms part. This study intends to socialize the experience of the implementation of the C-TPAT program in a company of the automotive sector located in the municipality of Valle de Santiago, Guanajuato. In order to achieve this, 5 basic steps were taken in a sequential way for the management of certification, resulting finally in the management of obtaining certification as a guide to companies of the same sector that aspire to obtain this type of international certifications, as well as in the application of better Commercial practices the integration of processes documented in a manual, which can help in the application of best business practices.

C-TPAT, Competitiveness, Safety, Best Practices

Citación: ALMANZA-SERRANO, Ma. Leticia, CARMONA-GARCÍA, Nélica, RAMÍREZ-BARAJAS Alejandro y GARCÍA-MORALES, Salvador. Implementación del C-TPAT en una empresa del sector automotriz. Estudio de caso. Revista de Operaciones Tecnológicas 2017. 1-4:11-17

† Investigador contribuyendo como primer autor.

*Correspondencia al Autor Correo Electrónico: lalmanza@utsoe.edu.mx

Introducción

En el desarrollo de una economía internacional, la seguridad en la logística y la cadena de suministro es sumamente importante; pues de no contar con una cadena de suministro sana y segura simplemente no existe la posibilidad de disponer en tiempo y forma de los productos requeridos.

Hans-Dieter Mokross, director corporativo de Seguridad en Volkswagen de México, durante el III International Security Forum México 2015: Seguridad Logística, organizado por el Buró Internacional de Información y Negocios, argumentó que para que exista seguridad logística se necesita del factor humano, procesos y herramientas tecnológicas; porque solamente a través de estos tres elementos será posible implementar mejores prácticas que permitan resguardar la cadena de suministro y mantener el negocio.

Al tratarse de un tema crítico como la seguridad logística, Hans-Dieter señaló que se debe contar con las certificaciones internacionales, identificando a la de C-TPAT (*Customs-Trade Partnership Against Terrorism*), en la cual se debe involucrar a todo el personal, haciendo de estos estándares una forma de vida para toda la compañía, incluso incorporando a sus proveedores (Seguridad Logística en la industria automotriz, 2015)

Justificación

Cada día son más los grandes importadores norteamericanos que al estar dentro del programa C-TPAT solicitan a sus proveedores que se certifiquen.

Por lo que hacerlo previamente da ventajas competitivas frente a su competencia. Ante los constantes incidentes de detección de drogas dentro de los contenedores de exportación, es creciente la necesidad de los socios comerciales de evitar contratiempos; por lo que buscan con mayor insistencia un proveedor que tenga procedimientos que prevengan estos actos ilegales. Participar del programa le da un valor agregado a su servicio frente al cliente. Por lo anterior C-TPAT representa una pieza clave en la estrategia para un crecimiento a nivel comercial; y puede volverse un factor determinante para acceder a mejores negociaciones internacionales.

Problema

En el sector automotriz el número de empresas que exigen la implementación del programa C-TPAT en los procesos de logística internacional de sus clientes, va en aumento. Por tal motivo, el contar con esta certificación de adherencia voluntaria se ha convertido a la fecha en un factor importante para el desarrollo de una ventaja competitiva.

Aún cuando se cuenta con una estructura para la implementación del C-TPT, se hace necesario adaptarla a las características y necesidades particulares de las empresas involucradas.

Objetivo General

Socializar la experiencia de la implementación del programa C-TPAT en una empresa del sector automotriz, ubicada en el municipio de Valle de Santiago, Guanajuato.

Marco Teórico

La Asociación Aduanera-Comercio contra el Terrorismo (*Customs-Trade Partnership Against Terrorism* ó C-TPAT por sus siglas en inglés) es un programa voluntario implementado por el gobierno de los Estados Unidos y el departamento de seguridad nacional, a través del buró de Aduanas y Protección Fronteriza (*Customs and Border Protection* ó CBP, por sus siglas en inglés).

El C-TPAT es una certificación creada a partir del 11 de septiembre del 2001, después del atentado terrorista sufrido en la ciudad de Nueva York en los Estados Unidos de América y surgió como una estrategia en apoyo a las Aduanas y Protección Fronteriza (CBP, por sus siglas en inglés) en la mejora en materia de seguridad en las aduanas, más en concreto con sus países vecinos como México y Canadá.

A través de este programa, el CBP trabaja con la comunidad comercial para fortalecer las cadenas de suministro internacionales y mejorar la seguridad fronteriza de los Estados Unidos. C-TPAT es un programa voluntario de asociación entre el sector público y el privado que reconoce que el CBP puede proporcionar el nivel más alto de seguridad de la carga sólo mediante una estrecha cooperación con las principales partes interesadas de la cadena de suministro internacional como importadores, transportistas y fabricantes.

La Ley de Seguridad y Rendición de Cuentas para Todos los Puertos de 2006 estableció un marco legal para el programa C-TPAT e impuso estrictos requisitos de supervisión del programa.

La certificación C-TPAT es una serie de reglas de seguridad con su base en la cadena logística de los exportadores a Estados Unidos de América, tanto interna como externa y que las empresas se unan a la lucha contra el terrorismo que en la actualidad es muy elevado.

La certificación lleva consigo enormes beneficios tanto económicos como intangibles, de los cuales se puede mencionar que dentro de los más importantes se muestran la reducción de tiempo de espera en la aduana, reducción de revisiones por los agentes aduanales, orientación y protección del CBP, denominación de empresa confiable ante el CBP y un muy buen proveedor para poder lograr así mayor obtención de clientes y por ende más ingresos.

La finalidad del C-TPAT es la de prevenir y detectar el uso de la cadena de suministro para transporte de bombas, armas de destrucción masiva, armas biológicas, armas químicas y componentes o armas para ensamblar por parte de grupos terroristas.

Dado su enfoque preventivo, resulta necesaria su implementación y aplicación para todas las empresas que actualmente estén exportando o que contemplen la exportación hacia los Estados Unidos de América.

La meta del C-TPAT es crear una cadena de abastecimiento más segura y eficiente para los socios comerciales, atendiendo al alcance que se muestra en el siguiente esquema (U.S. Customs and Border Protection, 2017).

Estructura

El programa C-TPAT divide la seguridad de la cadena de abastecimiento en los siguientes siete elementos: seguridad de procedimientos, seguridad física, control de acceso, seguridad del personal, educación y entrenamiento, procedimientos con los manifiestos, y seguridad del transporte.

Seguridad de procedimientos

Para ser miembro de la C-TPAT, las compañías deben asegurar que disponen de procedimientos en aplicación para protegerse contra el material no manifestado que ingresa a la cadena de abastecimiento.

Los controles de seguridad sugeridos incluyen la introducción y retiro supervisados de carga; el apropiado marcaje, pesaje, recuento y documentación de la carga y del equipo comprobados con los documentos del manifiesto; la detección de mermas y excedentes, y la verificación de los sellos de los contenedores.

Deben conducirse evaluaciones aleatorias e inopinadas de las áreas bajo control de la compañía dentro de la cadena de abastecimiento.

Debe disponerse de procedimientos para notificar a la Aduana de EE.UU. y a otros organismos de aplicación de la ley en los casos en que la compañía detecte o sospeche anomalías o actividades ilegales.

Seguridad física

La C-TPAT exige que todos los edificios y patios ferroviarios sean construidos con materiales que resistan el ingreso ilegal y los protejan contra la intrusión proveniente del exterior. La seguridad física debe incluir cercas perimétricas; dispositivos de cerradura en las puertas exteriores e interiores, ventanas, portones, y cercas; iluminación adecuada dentro y fuera de la instalación, y la separación y marcaje de mercadería internacional, nacional, de alto valor, y peligrosa dentro del almacén, usando un área segura, enjaulada o de lo contrario, cercada.

Control de acceso

Los controles de acceso previenen el ingreso no autorizado a las instalaciones, mantienen el control de empleados y visitantes y protegen los activos de la empresa. Debe incluir la identificación de todos los empleados, visitantes y proveedores en todos los puntos de entrada.

A los empleados. Un sistema de identificación empleado debe estar en lugar de identificación positiva y con fines de control de acceso. Acceso a áreas específicas son establecidas por empleado. La gerencia debe controlar la emisión y retiro de carnets de identificación de empleados, visitantes y proveedores. Procedimientos para la emisión y retiro y cambio de dispositivos de acceso deben ser documentados.

Controles de visitante. Los visitantes deben presentar identificación con foto a la llegada. Todo visitante debe ser acompañado y mostrar visiblemente la identificación temporal.

Entregas (incluyendo correo). ID de proveedor adecuado debe ser presentado para su identificación a la llegada por todos los proveedores. Periódicamente deben inspeccionarse los paquetes antes de ser distribuidos a las personas destinatarias finales.

Desafiante y presentación de informes de personas no autorizadas. Deben existir procedimientos para identificar, desafiar y manejar personas no autorizadas y no identificadas (Megusa Logistics, 2016).

Seguridad de personal

La C-TPAT pide a las compañías miembros que efectúen una verificación de empleos y entrevistas a los candidatos a empleo, incluyendo periódicas verificaciones de antecedentes y verificaciones de solicitudes.

Educación y entrenamiento

La certificación C-TPAT exige que se proporcione un programa de concienciación de seguridad a los empleados. Este programa debe incluir entrenamiento para reconocer conspiraciones internas, mantener la integridad de la carga, y determinar y hacer frente al acceso no autorizado.

Estos programas deben ofrecer incentivos para que los empleados reporten los problemas de seguridad.

Procedimientos para el manifiesto

La C-TPAT exige que los manifiestos sean completos, legibles, precisos y remitidos a la aduana antes que arribe el embarque.

Seguridad del transporte

El cumplimiento con C-TPAT exige que se mantenga la integridad del transporte para proteger contra la introducción de personal y material no autorizados. Para cumplir con este objetivo, la aduana recomienda el reconocimiento físico de todas las áreas fácilmente accesibles, la protección de los compartimientos y paneles internos y externos, y procedimientos para reportar los casos en que se descubra personal no autorizado, materiales que no están en los manifiestos, o señales de manipulación indebida. (Cruz, 2011)

Metodología de Investigación

Para efectos de la implementación del programa C-TPAT en la empresa objeto de este estudio, se desarrollaron de manera secuencial los siguientes puntos:

- Búsqueda de información del C-TPAT (base legal y beneficios).
- Diagnóstico empresarial en materia de seguridad de la planta de acuerdo a los requerimientos del C-TPAT.
- Diseño de propuestas de seguridad para el flujo de la cadena logística.
- Análisis de organismos de apoyo y financiamiento para la gestión de la certificación del C-TPAT
- Análisis de costos de la implementación y certificación del C-TPAT

- Análisis e integración de la documentación para gestionar la certificación ante la CBP (*Customs and Border Protection*) de los Estados Unidos de América.

Resultados

4.1 En materia de búsqueda de información del programa C-TPAT se identificó que fue implementado por el gobierno de Estados Unidos y por el departamento de seguridad nacional, a través del Buró de Aduanas y Protección de Fronteras CBP (*Customs and Border Protection*). Dentro de los beneficios que la empresa obtendrá con esta certificación serán económicos, reducción de tiempos de espera en la aduana de salida, la reducción de revisiones por los agentes aduanales, orientación y protección por parte de CBP (*Customs and Border Protection*), la denominación de empresa confiable ante el CBP y por ende la distinción de buen proveedor ante sus clientes, generando así mayores ingresos.

4.2. En relación al diagnóstico empresarial que se le realizó a la empresa de autopartes, en materia de seguridad se obtuvieron los siguientes resultados:

- La empresa cuenta con información protegida a prueba de errores.
- Cuenta con una red interna de información controlada directamente con la empresa matriz en el extranjero.
- Cuenta con un plan de continuidad para dar salida a los posibles tipos de riesgos que pueda enfrentar.

4.3 En lo que respecta al diseño de propuestas de seguridad para el flujo de la cadena logística se propuso el siguiente esquema.

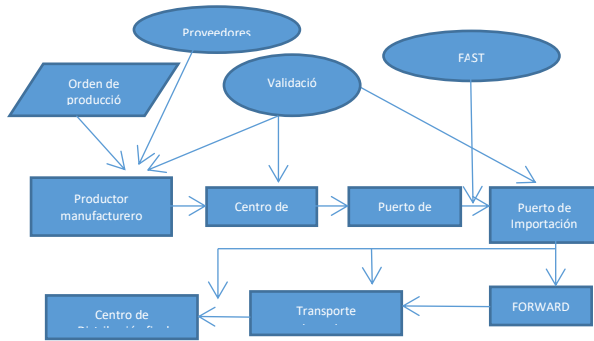


Figura 1 Cadena de suministro c-tpat

Fuente: Elaboración propia, 2017.

4.4 Dentro de las diferentes opciones para lograr la certificación del C-TPAT se encuentra tanto el apoyo de consultores así como programas de gobierno, los cuales representan una opción viable para las empresas y más aún para aquellas que inician desde cero, en cuestión de la cadena logística. A continuación se muestran algunos de éstos.

Nombre del organismo	Tipo		Servicio o apoyo que ofertan
	Público	Privado	
KYMAX Professional Consulting		X	Asesoramiento (implementación, capacitación y validación) para que puedan obtener y retener la certificación de los Programas C-TPAT, BASC y NEEC.
COMCE		X	Servicios especializados en comercio exterior y logística -Dictamen de comercio exterior auditoría integral. -Gestión y trámites.
SUCSES Supply Chain and Logistics		X	Estandarizar los procedimientos de seguridad de toda la cadena logística acorde a los requerimientos C-TPAT.
COFOCE	X		Brinda capacitación, asesoría y apoyos económicos para las certificaciones internacionales del clúster Automotriz-Autopartes para los principales países de destino de las exportaciones.
PROMÉXICO	X		Pro México acompaña en el proceso de exportación con un apoyo económico a reembolso para contratar consultoría especializada en la implantación y certificación de normas y requisitos internacionales de exportación y su autorización.

Tabla 1 Análisis de alternativas para gestión de la certificación del C-TPAT. (Elaboración Propia)

4.5 Sobre el análisis e integración de la documentación para gestionar la certificación ante la CBP (*Customs and Border Protection*) de los Estados Unidos de América, ya se cuenta con los procesos documentados e integrados al manual, para ser revisados por los proveedores, antes de presentarlos para la certificación.

Conclusiones

El sector automotriz en México es un detonante en la economía nacional, pues en el 2010 México era el tercer exportador automotriz a Estados Unidos de América con el 21.4% y para el 2014 se convirtió en el primero con una participación de 26.1%, de acuerdo al reporte emitido por el Bancon Nacional de Comercio Exterior, S.N.C. (BANCOMEXT) del 1er. Informe del Sector Automotriz del 2015.

Por lo que para seguir en incremento de dicha participación en el mercado estadounidense, las empresas deben ser competitivas en todos los aspectos, aún más cuando se toca el tema de seguridad nacional. Es por ello que la certificación e implementación del programa C-TPAT en las empresas es factor determinante para favorecer las negociaciones con aquellas que tienen relaciones internacionales con dicho mercado, cerciorando la seguridad logística permitiendo resguardar la cadena de suministro y mantener el negocio.

Es por lo anterior que en el estudio de caso presentado se plantea desde la localización de la información del programa C-TPAT implementado por el gobierno de Estados Unidos y por el departamento de seguridad nacional, y que permitirá beneficios económicos, reducción de tiempos de espera en la aduana de salida, la reducción de revisiones por los agentes la denominación de empresa confiable ante el CBP y por ende la distinción de buen proveedor antes sus clientes, generando así mayores ingresos.

Es importante resaltar que para coadyuvar al logro de certificaciones interacionales en México, existen diferentes alternativas tanto por apoyo de consultores particulares así como programas de gobierno, las cuales se analizaron y se definieron las ad-hoc a la empresa caso de estudio.

Este estudio de caso permite conocer la implicación que conlleva la gestión de certificación del C-TPAT, sirviendo como guía a empresas del mismo sector que aspiren a conseguir este tipo de certificaciones internacionales.

Referencias

BANCOMEXT. (2015). Recuperado el 2017, www.bancomext.com/wp-content/uploads/2015/.../Automotriz_1er_Informe_2015.pdf

Cruz, C. (14 de 01 de 2011). Aduana en México y en el Mundo. Recuperado el 2017, de <https://aduanaenmexico.wordpress.com/2011/01/14/c-tpat/>

COFOCE. (2017). Recuperado el 2017, de <http://www.cofoce.gob.mx/es/para-exportadores/capacitacion-y-certificaciones-internacionales/certificaciones-internacionales>

COMCE. (2017). Recuperado el 2017, de http://pagina.comce.org.mx/?page_id=1361

Megusa Logistics. (2016). Recuperado el 2017, de magusa.com/wp-content/uploads/.../Magusa-C-TPAT-Requerimientos-Ene-2016.pdf

ProMéxico. (2017). Recuperado el 2017, de <http://www.promexico.mx/es/mx/certificaciones-internacionales>

Seguridad en América. (2015). Recuperado el 2017, de <http://www.seguridadenamerica.com.mx/noticias/de-consulta/articulos-destacados-de-seguridad/23234-seguridad-logistica-en-la-industria-automotriz>

U.S. Customs and Border Protection. (2017). Recuperado el 2017, de <https://www.cbp.gov/border-security/ports-entry/cargo-security/ctpat>

Evaluación de la eficacia biológica de Ceptiva Duo (18% fipronil + 12% alfa-cipermetrina) y Valendo (24% clorfenapyr) para el combate de la termita subterránea *Nasutitermes corniger* en una prueba In Vitro en Guanacaste, Costa Rica

SANTILLÁN-SANTANA, Jaime†*, VÍLCHEZ, Hernán y HERRERA, Olger

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Camino Ramón Padilla Sánchez 2100, Nextipac, 44600 Zapopan, Jal

Recibido 1 de Octubre, 2017; Aceptado 18 de Diciembre, 2017

Resumen

Se evaluó la eficacia del combate de tres dosis de Ceptiva Duo 1, 2 y 3 ml L-1 y una de Valendo 6 ml L-1 aplicadas al suelo en un modelo de cuatro frascos que simula el proceso de invasión de termitas del género *Nasutitermes corniger*. A los ocho días cesó la actividad de movimiento de las termitas en las mangueras conectadas al termitero y la fuente de alimento en todos los tratamientos con excepción del tratamiento testigo. Las dosis de 3 ml L-1 de Ceptiva Duo fue más rápida y efectiva que las dosis de 1 y 2 ml L-1 en controlar la dinámica de las termitas, tanto en mangueras como en el termitero. El Valendo a la dosis de 6 ml L-1 disminuyó la actividad de las termitas en comparación con el testigo absoluto y fue más lento que Ceptiva Duo en cesar el movimiento de las termitas en las mangueras, sin embargo, fue más efectivo que Ceptiva Duo en inhibir el termitero a los 12 días después de iniciada la prueba. Ambos compuestos podrían utilizarse en combinación para lograr una estrategia de combate efectiva a través de una barrera química en el suelo.

Termitas, *Nasutitermes corniger*, Valendo, Ceptiva

Abstract

Control effectiveness of three doses of insecticide Ceptiva Duo 1, 2 and 3 ml L-1 and one dose of Valendo 6 ml L-1 was assessed applied to ground in a model which simulates invasion process termites of genus *Nasutitermes corniger*. Eight days after start the test the termite movement activity stopped in the hoses connected to the termite nest and the food source for all treatments except the untreated check treatment. Doses of 3 ml L-1 (156 ppm) Ceptiva Duo was faster and more effective than doses of 1 and 2 ml L-1 in controlling the dynamics of termites, both hoses as in termite nest. Dose of 6 ml L-1 (249 ppm) of Valendo decreased the termite activity compared to the untreated check and was less active than Ceptiva Duo in stopping the movement of termites, however, it was more effective than Ceptiva Duo inhibit termite nest twelve days after the start the test. Both insecticides compounds may be used in combination to achieve effective control through a chemical barrier in the soil.

Termites, *Nasutitermes corniger*, Valendo, Ceptiva

Citación: SANTILLÁN-SANTANA, Jaime, VÍLCHEZ, Hernán y HERRERA, Olger. Evaluación de la eficacia biológica de Ceptiva Duo (18% fipronil + 12% alfa-cipermetrina) y Valendo (24% clorfenapyr) para el combate de la termita subterránea *Nasutitermes corniger* en una prueba In Vitro en Guanacaste, Costa Rica. Revista de Operaciones Tecnológicas 2017. 1-4:18-30

† Investigador contribuyendo como primer autor.

*Correspondencia al Autor Correo Electrónico: jsantill@cucba.udg.mx

Introducción

La función natural de las termitas se encuentra relacionada con la transformación de residuos orgánicos de tipo celulosa a humos ya que su sistema digestivo está capacitado para tal función. En el caso de la termita subterránea, la situación se agrava debido a que esta es una plaga del suelo más que de la madera, por lo tanto, aunque son observables sus termiteros aéreos, la verdadera colonia está bajo tierra y es de ahí que realiza su invasión y daño a las casas, lo que dificulta su erradicación.

De ahí que los tratamientos basados en insecticidas químicos, tanto en post construcción como en pre construcción, son estrategias básicas para el combate y prevención de esta plaga. Existen actualmente insecticidas formulados específicamente para este tipo de plaga, con activos tales como la alfa cipermetrina, un piretroide que actúa como inhibidor neuromuscular a través de la afectación de los canales de sodio y el fipronil que pertenece al grupo de los fenilpirazoles, que también son disruptores neuromusculares, pero que actúa a través de la inhibición de los receptores Gaba alterando los canales de Cloruro que dañan al insecto. El fipronil ha sido utilizado a nivel Global exitosamente en el combate de termitas, principalmente en Estados Unidos bajo la Marca Termidor™. Algunos otros termicidas en el tratamiento de suelo son clorantranililol, imidacloprid, dinotefuran, indoxacarb, zetabifentrina y cipermetrina, cualquiera de estos puede ser utilizado para establecer una barrera química que sea letal o repelente a las termitas.

Las aplicaciones post construcción o sea cuando la casa o la edificación ya está construida puede realizarse de dos maneras, una es inyectando el producto directamente en el suelo en el borde de los cimientos de la casa o realizando perforaciones en el piso para obtener mejores resultados y la otra es la aplicación en forma de barrera química, estableciendo un perímetro alrededor de la estructura, en ambos casos lo que se busca es poder aislar a la plaga y que no ingrese a la estructura o ascienda a través de paredes o grietas en su búsqueda de madera para obtener la celulosa.

El tratamiento de suelo es el principal método usado en el combate de la termita de suelo y funciona para una amplia variedad de tipos de construcción, siempre y cuando se realice un detallado estudio del movimiento y ubicación de la plaga, tipo de suelo y condiciones ambientales.

Los disuasivos químicos, en forma de tratamiento a la madera ofrecen otra alternativa para evitar el daño directo a la madera, aunque la termita sea capaz de alcanzarla no podrá ser utilizada como fuente de alimento.

El objetivo principal del ensayo fue determinar el efecto de diferentes dosis del Insecticida Ceptiva Duo (18% fipronil + 12% alfa-cipermetrina) y Valendo (24% clorfenapyr) ambos productos pertenecientes a la compañía BASF de Costa Rica sobre la mortalidad y efecto repelente sobre la termita subterránea *Nasutitermes corniger*.

Justificación

Siempre se ha trabajado el análisis de los termicidas en USA lo cual ha resultado en que la mayoría de las investigaciones de termitas subterráneas no toman en cuenta la característica más importante de la ecología de las termitas: el suelo en que viven.

Problema

El principal problema deriva del hecho de que son seres que viven ocultos en el suelo y por lo tanto son muy difíciles de ver y de controlar. Se tuvo que idear una metodología que funcionara de manera que se mantuvieran viveas durante el tiempo en que el termiticida pudiese tener efecto.

Hipótesis

Se tiene la certeza de que ceptiva duo a la dosis media resultara efectiva para el control de la termita *Nasutitermes corniger*.

Objetivos

Objetivo General

Probar dos materiales termiticidas: Citrex Pro [(Valendo) (Phantom) (Clorphenapyr 24% SC de BASF)] y Ceptiva Dúo [(Termidor) (Fipronil 18 % + Alfacipermetrina 12 % de BASF), y un Testigo que será instalado pero sin termiticida.

Objetivos específicos

- Determinar cual es la mejor dosis
- Determinar los efectos de repelencia o No repelencia de los productos
- Determinar el mejor método de aplicación del producto

Marco Teórico

Las termitas pertenecen al orden Isóptera, son insectos muy primitivos tanto las denominadas plagas de la madera seca como las subterráneas y causan pérdidas económicas importantes a las construcciones, en los acabados y en los muebles de madera. Su función natural se encuentra relacionada con la transformación de residuos orgánicos de tipo celulosa a humos ya que su sistema digestivo está capacitado para tal función.

En el caso de la termita subterránea, la situación se agrava debido a que esta es una plaga del suelo más que de la madera, por lo tanto, aunque son observarles sus termiteros aéreos, la verdadera colonia está bajo tierra y es de ahí que realiza su invasión y daño a las casas, lo que dificulta su erradicación.

El objetivo principal del ensayo fue determinar el efecto de diferentes dosis del Insecticida Ceptiva Duo (18% fipronil + 12% alfa-cipermetrina) y Valendo (24% clorfenapyr) ambos productos pertenecientes a la compañía BASF de Costa Rica sobre la mortalidad y efecto repelente sobre la termita subterránea *Nasutitermes corniger*.

Metodología de Investigación

La prueba se llevó a cabo en las instalaciones de la compañía RATECSA, ubicada en la Provincia de Alajuela en Costa Rica, específicamente en la localidad del Coyoil, en las siguientes coordenadas 9° 59' 50.70" N y 84° 16' 42 O a una altura de 816 metros sobre el nivel del mar. La aplicación y las evaluaciones ser realizaron durante el mes de julio del 2016. La prueba se estableció en un cuarto acondicionado con dos mesas para ubicar los modelos donde se colocaron tanto los insecticidas como las termitas en estudio.

Para esto se utilizó una prueba in vitro donde se evaluaron cinco tratamientos con cuatro repeticiones, los tratamientos evaluados fueron: un testigo absoluto el cual no llevaba ninguna aplicación de insecticida, tres dosis de Ceptiva Duo a 1, 2 y 3 ml L-1 en aplicaciones al suelo y una dosis de Valendo a 6 ml L-1 también aplicada al suelo. Cada tratamiento se ubicó en un sistema que se ilustra en la figura 1.

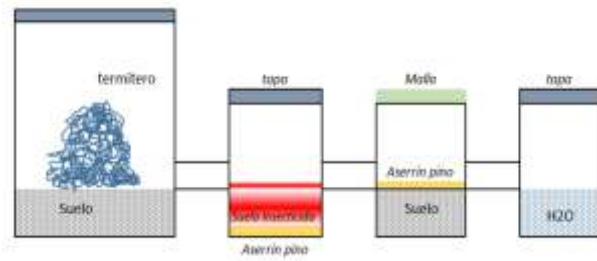


Figura 1 Modelo utilizado para cada uno de los tratamientos evaluados in vivo.

El modelo horizontal tuvo la finalidad de simular la invasión que las termitas podrían efectuar desde el suelo en forma vertical, donde el frasco principal representa el termitero subterráneo, la primera manguera una conexión hacia el suelo. El segundo frasco, que fue tratado con los insecticidas, representa el suelo por donde eventualmente las termitas se mueven hacia las fuentes de alimento, que en este caso estaba representado por el tercer frasco que contenía aserrín de Pino spp, por último, la humedad y el suministro de agua necesaria estaría en el cuarto frasco. Cada sistema estaba formado por cuatro frascos plásticos unidos por manguera de plástico transparente. El frasco de mayor tamaño (Figura 2 A) tenía una capacidad de 1,89 litros y los tres restantes una capacidad de 0,5 litros cada uno. El diámetro de la manguera plástica utilizada para conectar los frascos tenía un diámetro interno de 0,57 cm y un diámetro externo de 0,9 cm (Figura 2 C) La longitud de cada segmento de manguera plástica para conectar los frascos fue de 12 cm (Figura 2 F) y fueron cortados con ayuda de una guía (Figura 2 E) para que todos tuvieran la misma longitud. Para poder conectar los frascos entre sí con las mangueras se realizaron orificios de los frascos a una altura de 2,5 cm de la base del suelo al frasco (Figura 2 D) y se utilizó un guía para asegurar que cada perforación estaba a la misma altura (Figura 2 B). Un centímetro de cada manguera fue introducido en los orificios de cada frasco y pegadas con ayuda de una pistola eléctrica para silicón marca Truper® de 25 W de potencia.

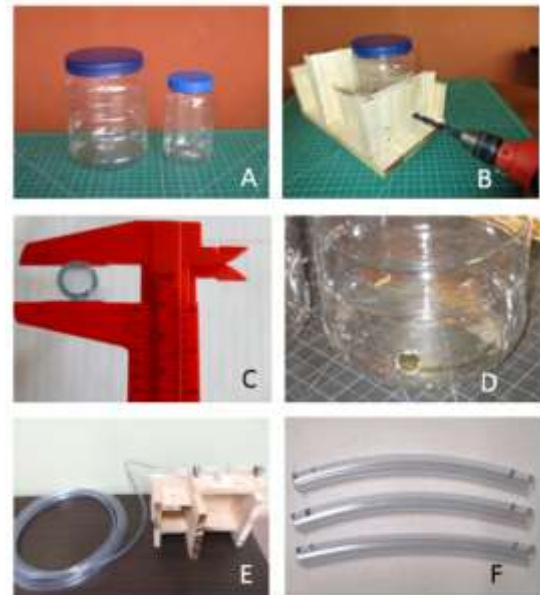


Figura 2 Frascos de 1,87 y 0,5 litros utilizados en el modelo (A), Guía para perforar los frascos a una altura de 2,5 cm de la base (B), diámetro de las mangueras plásticas utilizadas (C), altura del orificio en cada frasco (D), Guía para cortar las mangueras plásticas (E) y mangueras plásticas de 12 cm utilizadas para conectar los frascos.

En el frasco de mayor volumen se colocaron las termitas pertenecientes al género *Nasutitermes corniger* (Comunicación personal J.Santillán) las cuales fueron colectadas directamente de termiteros aéreos en un área ubicada en la comunidad de Anita Grande en Jiménez de Guápiles, en la provincia de Limón de Costa Rica, los termiteros estaban asociados al pasto *Pennisetum sp* denominado King Grass y se seleccionaron aquellos que tenían buena actividad y alta población de termitas. Fueron colocadas en bolsas plásticas marca Ziploc™ para ser transportadas del campo al cuarto donde se realizó la prueba, posteriormente se depositaron junto con segmentos del termitero en cada uno de los frascos de mayor volumen.

Como sustrato de la prueba se utilizó arena de construcción la cual inicialmente se colocó al sol durante tres horas para disminuir la humedad que pudiera tener, posteriormente se tamizó para eliminar agregados o piedras grandes, el tamiz utilizado tenía una malla de 2 mm. En el frasco principal se le colocaron 230 gramos de arena húmeda con la ayuda de una balanza electrónica marca CAMRY TM (Figura 3 A-C) y se le adicionó agua para humedecer si llegar a la saturación del mismo previo a la colocación de las termitas. El frasco adyacente al principal se le agregaron los tratamientos insecticidas.

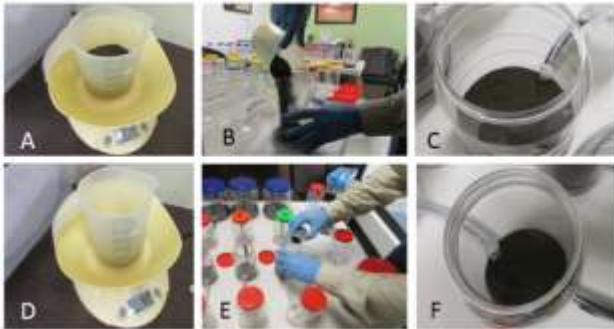


Figura 3 Determinación por peso de la cantidad de arena necesaria para llenar el frasco principal (A), llenado de los frascos (B) y nivel en que la arena debe quedar del frasco que llevará el termitero (C). Igual secuencia de fotos para el frasco intermedio y el aplicado con los diferentes tratamientos (D-F).

Aplicación de los tratamientos. Los productos utilizados fueron Valendo (24% clorfenapir) muestra de 125 ml suministrada por BASF bajo el código BAS 306 02 I (240 SC) Lot 4098SL02CD, y Ceptiva Duo (18% fipronil + 12% alfa-cipermetrina) lote 0041310500. Se preparó un litro de solución para cada uno de los tratamientos, en el caso del Valendo se agregó 6 ml con la ayuda de una jeringa de plástico desechable con aguja marca NIPRO TM de 10 ml de capacidad total a 0,5 litros de agua, se agitó y luego se le agregó el 50% del agua restante para completar un litro.

Igual procedimiento se realizó con Ceptiva Duo, donde se preparó por aparte cada una de las dosis a evaluar (1, 2 y 3 ml por litro de solución).

La aplicación se realizó sobre 360 gramos arena húmeda como sustrato (Figura 4 A-D) esta cantidad de arena corresponde a la necesaria para cubrir hasta 2,5 cm el segundo frasco en el modelo lineal de las cuatro repeticiones (cada una con 90 gramos).



Figura 4 Peso de 360 gramos la arena para realizar la aplicación (A), Bolsa con cada uno de los tratamientos previos a la aplicación (B), cantidad de mezcla 75 ml agregada a los 360 gramos de arena (C), Tratamiento de Ceptiva Duo aplicado a la arena (D).

Para simular la aplicación al suelo en un barrera química, se agregó a los 360 gramos arena la cantidad de 75 ml (75 gramos) de la mezcla preparada de un litro para cada uno de los tratamientos en una relación de 17% p/p (relación entre el peso de la mezcla agregada y el peso final del arena $(75 \text{ gr}/433 \text{ gr}) \cdot 100$), esta cantidad de mezcla aseguró que la arena contenga el volumen de mezcla agregado sin llegar a una saturación, situación que sería difícil de obtener en un aplicación de campo, la idea es tratar de humedecer el suelo a su capacidad de campo.

Tomando como referencia el peso del suelo y los gramos de ingrediente de cada dosis de insecticida se determinó exactamente la ppm de ingrediente activo de cada tratamiento la cual se presenta en el Cuadro 1.

Producto	Dosis	mg La L ⁻¹	Volumen Aplicado	mg la 75 ml ⁻¹	Peso muestra Suelo	ppm (mg la/kg)
Ceptiva Duo	1 ml L ⁻¹	300	0,075 L	22,5	0,433	52
Ceptiva Duo	2 ml L ⁻¹	600	0,075 L	45,0	0,433	104
Ceptiva Duo	3 ml L ⁻¹	900	0,075 L	67,5	0,433	156
Valendo	6 ml L ⁻¹	1440	0,075 L	108,0	0,433	249

Tabla 1 Determinación de la concentración en ppm de cada uno de los tratamientos evaluados.

Posteriormente se dejó que cada dosis de los insecticidas se seque y se absorbera uniformemente en la arena durante 15 días. Posterior a los 15 días, se adicionó 4 gramos de aserrín de madera de Pino Pinus spp sin ningún tratamiento en los frascos adyacentes al frasco donde se colocarán las termitas para forzar a las termitas a introducirse en el suelo tratado inmediatamente se colocó 90 gramos del suelo tratado. Posteriormente se le agregó un poco de agua con ayuda de una piseta o frasco lavador a fin de mantener una humedad. El siguiente frasco se llenó con 90 gramos de suelo y se le agregó 4 gramos aserrín de pino en la parte superior, se le agregó al igual que en frasco anterior un poco de agua con ayuda de una piseta a fin de mantener una humedad además se la cambió la tapa plástica por una malla a fin de favorecer el intercambio gaseoso. El último frasco se llenó únicamente de agua 90 ml de agua a fin de que sirviera de reservorio de humedad y suministro para las termitas.

Por último, se colocaron las termitas junto con segmentos del termitero de un tamaño de 10 x 12 cm para dar inicio los conteos de movilidad, repelencia y mortalidad de las termitas.

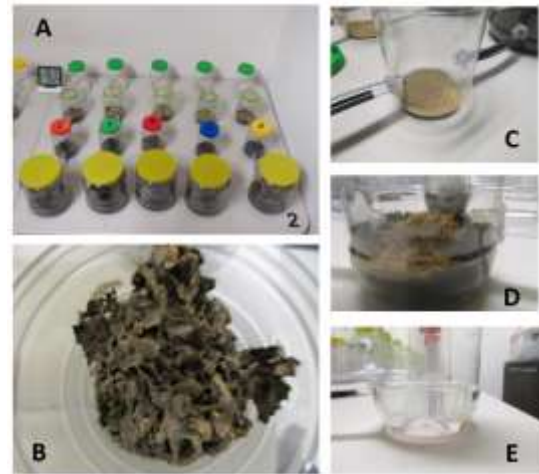


Figura 5 Repetición dos del ensayo, se utilizó un termómetro de mesa para determinar la temperatura y la humedad (A), Termitero colocado en el frasco principal (B) Aserrín de pino colocado en el segundo frasco (C), tercer frasco con aserrín colocado en la superficie del suelo (D) y frasco de agua para mantener la humedad del sistema (E).

Diseño Experimental: Se utilizó un diseño estadístico denominado irrestricto completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

Variables determinadas: Posterior a la colocación de las termitas se realizó una evaluación de la actividad de las termitas, determinando el número total de individuos (soldados, ninfas u obreras) que pasaban a través de las mangueras plásticas de un frasco al otro en un minuto. Estas evaluaciones se realizaron tanto en la primera como la segunda manguera que conectaba a los frascos durante el tiempo necesario hasta que se detuviera el movimiento en los tratamientos aplicados. Las evaluaciones se realizaron inicialmente a los 35 minutos, 4 horas después de la colocación de las termitas y posteriormente cada día a la misma hora durante 8 días. Para la evaluación visual se contó con la ayuda de un contador manual o cuenta personas marca LIONTM.

La mortalidad de las termitas en el termitero se evaluó en forma visual removiendo la tapa y asignando una escala que se indica en el Cuadro 2, estas evaluaciones se realizaron cada 4 días hasta llegar a los 16 días después de iniciada la prueba.

5	Muy Alta	Se observa gran actividad en todas las fases presentes, no hay muertos en el fondo principal/frasco movimiento hacia las mangueras.
4	Alta	Se observa movimiento de todas las fases no hay muertos en el fondo, asco o ningún movimiento hacia las mangueras.
3	Moderada	Se observa movilidad de todas las fases, algunos muertos en la base.
2	Baja	Foco movimiento sin golpear termitero, muertos y vivos en la base del frasco principal.
1	Muy Baja	Solo se observan algunos soldados en el termitero en la parte superior después de golpearlo (muchos están muertos en el fondo).
0	Ninguna	No hay ningún movimiento de ningún estado. (aún después de golpear el termitero).

Tabla 2 Escala utilizada para evaluar en forma visual la actividad en el termitero colocado en el primer frasco del modelo.

Análisis Estadísticos: el número de termitas en un determinado tiempo en cada uno de los tratamientos se sometió a un análisis de varianza y se realizó una separación de medias con LSD a un coeficiente de confianza de 5%. La mortalidad determinada en el frasco de los termiteros también se sometió a un análisis de varianza y posterior separación de medias.

Resultados

La prueba inicio con la colocación de los segmentos superiores de termiteros en los frascos principales de cada tratamiento, esto se realizó el 13 de Julio del 2016 a las 2:45 de la tarde. Inmediatamente se observó que, en la mayoría de los tratamientos, las termitas se movilizaban al primer frasco y posteriormente al segundo frasco. En tratamientos como el Ceptiva Duo a 3 ml L-1 se observó mortalidad a los 35 minutos después que las termitas empezaron a movilizarse sobre el suelo tratado en el primer frasco (Figura 6). La estabilización de la prueba desde el punto de vista de movimiento de las termitas principalmente a los frascos adyacentes al termitero en los cuales se colocaron los productos se da en las primeras 4 a 12 horas.

En la figura 6 se presenta el movimiento determinado en la primera manguera del sistema que conecta al termitero con los tratamientos, a partir de las cuatro horas se observa una marcada diferencia entre el tratamiento testigo representado por la línea verde y el resto de los tratamientos comportamiento que se mantiene hasta los ocho días después de iniciada la prueba, aunque se observa una leve disminución de actividad en el tratamiento testigo.



Figura 6 Dinámica poblacional de las termitas determinada en la primera manguera que conecta el termitero con los tratamientos, los datos se refieren al total de termitas que pasan por minuto en esa manguera.

El tratamiento de Valendo muestra una disminución a través del tiempo en la actividad de las termitas hasta llegar a detener su actividad totalmente a los ocho días, relacionado con su modo de acción de inhibición de la respiración que requiere un tiempo para manifestarse, mientras que el Ceptiva Duo en sus tres dosis no muestra actividad casi a los tres días de haber puesto las termitas en contacto con el suelo tratado, la dosis alta de Ceptiva Duo fue muy efectiva en las primeras 24 horas, probablemente relacionado con la actividad inmediata de la alfa cipermetrina. El tiempo de actividad determinado en esta manguera está relacionado con la capacidad de transferencia de los insecticidas a la colonia, de manera que en el caso de Valendo las termitas pueden transferir el ingrediente activo hasta por ocho días sin que se dé una mortalidad o una repelencia al producto asegurando una mayor mortalidad de la colonia.

En el caso del Ceptiva Duo su efecto inmediato detendría el daño de la plaga y en el caso de establecer una barrera química detendría cualquier invasión, teniendo únicamente un día en el caso de la dosis alta para transferir a la Colonia. Se observó que si bien las termitas no mostraron una repelencia inmediata al Ceptiva Duo, ya que en todos los tratamientos con este compuesto las termitas ingresaron al suelo tratado produciendo una mortalidad alta (Figura 8) posterior a esto ya no ingresaron más al suelo tratado, aunque había termitas en el frasco con el termitero, de manera que hay una repelencia posterior a la mortalidad.

Se observa que la dinámica de las termitas es ligeramente menor que en la primer manguera, pero el comportamiento de cada tratamiento es igual que en la primer manguera en cuanto a tendencia del efecto de cada tratamiento. Esta disminución en el movimiento determinado con respecto a la primer manguera, podría estar relacionada con la alimentación de la termina, ya una vez que alcanza la fuente de alimento requiere de un tiempo para asimilarlo lo que disminuye su transito por la manguera de regreso al termitero, situación que no sucede en la primer manguera ya que es unicamente de transito entre el termitero y el resto de los componentes.

Fecha de Evaluación		LUNAVON VALAVON INVONVON SANVAVON BANAVON IOPVONAN BANAVON INVONVON BANAVON INVONVON BANAVON											
Tiempo después de haberse la prueba		35 min	4 h	3.06 d	3.06 d	3.71 d	3.71 d	3.71 d	3.71 d	3.71 d	3.71 d	3.71 d	3.71 d
Temperatura Celcius		28.4	28.7	28.8	27.3	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8
Humedad %		33	32	31	43	38	38	38	38	38	38	38	38
Ti	Tratamiento	Onda											
1	Testigo	32 a	32 a	25.9 a	41.8 a	47.2 a	33.8 a	33.8 a	23.9 a	35.5 a	32.4		
2	Ceptiva Duo 1 ml/L	43.7 a	14.9	2.7 b	23.1*	9.2	33.8 a	9.5	9.4	9.5	9.5		
3	Ceptiva Duo 2 ml/L	3.7 a	5.5	9.3	14.1	9.4	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5		
4	Ceptiva Duo 3 ml/L	4.1 a	4.8 b	9.1	9.1	9.1	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5		
5	Valendo	4 ml/L	5.9 a	11.2 a	20.4 a	11.2 b	11.2 b	11.2 b	11.2 b	11.2 b	11.2 b		
ANOVA			1.00	11.91	11.91	1.00	12.38	12.86	12.86	12.86	12.86		
Módulo F Decision			3.88	9.91*	6.91*	1.28*	3.09	4.16*	4.21*	4.21*	4.21*		
Ti			39.18	33.81*	33.81*	39.21*	39.21*	39.21*	39.21*	39.21*	39.21*		

Tabla 3 Separación de medias de la actividad del movimiento de las termitas determinado en la primera manguera del sistema que conecta el termitero con el suelo tratado.

En el Cuadro 3 se observa que hay diferencias significativas entre el tratamiento testigo y las tres dosis de Ceptiva Duo y la Valendo a partir de la segunda evaluación que se realiza a las 4 horas de iniciada la prueba, y con Valendo a partir el segundo día, siendo una actividad menor que el testigo pero mayor que las dosis de Ceptiva Duo. A partir del cuarto día no hay diferencias en la actividad del Ceptiva Duo y el Valendo a nivel estadístico.

En la Figura 7 se presenta la dinámica poblacional de las termitas en la segunda manguera y que corresponde con la conexión entre el suelo tratado y el suministro de agua y alimento, para el caso práctico podría considerarse como la madera en la casa que la termita tratará de alcanzar para alimentarse.



Figura 7 Dinámica poblacional de las termitas en la segunda manguera que representa la conexión del suelo tratado con el agua y el aserrín de madera de pino.

En la evaluación del día 8 después de iniciada la prueba se observa la construcción de estructuras y tuneles en el tratamiento testigo Figura 9. En las dosis de Ceptiva Duo la actividad fue muy baja y practicamente cero en las dosis de 2 y 3 ml L-1 mostrando la efectividad del producto en evitar que las termitas fueran más allá del suelo tratado, situación que se esperaría cuando se construya una barrera química bajo condiciones similares, aquí nuevamente la dosis de 1 m L-1 fue ligeramente inferior que la 2 y 3 m L-1 (Figura 8).

Fecha de Evaluación		TRATAMIENTOS									
Tiempo después de iniciada la prueba		0 min	4h	1,00 d	2,00 d	2,75 d	3,75 d	5,00 d	6,00 d	6,25 d	7,00 d
Testigo	0 d	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 Ceptiva Duo	1 ml L ⁻¹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 Ceptiva Duo	2 ml L ⁻¹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 Ceptiva Duo	3 ml L ⁻¹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 Ceptiva Duo	4 ml L ⁻¹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5 Valendo	6 ml L ⁻¹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Medios seguidos por la misma letra no difieren significativamente (P < 0.05, LSD)

Tabla 4 Separación de medias de la actividad del movimiento de las termitas determinado en la segunda manguera del sistema que conecta el suelo tratado con la fuente de alimento.

En el cuadro 4 se observa como no se determina movimiento en la segunda manguera de las dosis de Ceptiva Duo de 2 y 3 ml L-1 practicamente a lo largo de la prueba demostrando al efectividad en el control de la plaga evitando que llegue a la fuente de alimentación, situación que le toma más tiempo a la dosis baja de 1 ml L-1 lo que hace suponer que una dosis por encima de 100 ppm en la barrera en el suelo es necesaria para un efecto inmediato (Cuadro 1).

Fecha de Evaluación		TRATAMIENTOS									
Tiempo después de iniciada la prueba		0 min	4h	1,00 d	2,00 d	2,75 d	3,75 d	5,00 d	6,00 d	6,25 d	7,00 d
Testigo	0 d	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 Ceptiva Duo	1 ml L ⁻¹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 Ceptiva Duo	2 ml L ⁻¹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 Ceptiva Duo	3 ml L ⁻¹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 Ceptiva Duo	4 ml L ⁻¹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5 Valendo	6 ml L ⁻¹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Medios seguidos por la misma letra no difieren significativamente (P < 0.05, LSD)

Tabla 5 Separación de medias de la eficiencia de control en relación al testigo absoluto determinado en la primera manguera del sistema que conecta el termitero con el suelo tratado.

La eficiencia con respecto al testigo absoluto determinado en la primera manguera se presenta en el Cuadro 5, la dosis de Ceptiva Duo de 3 ml L-1 fue la más rápida en alcanzar una eficiencia del 100% con respecto al testigo absoluto a las 24 horas, situación que alcanza la dosis de Ceptiva Duo de 2 ml L-1 al día siguiente. La dosis de Valendo alcanza una eficiencia del 99% a los 6 días después de iniciada la prueba.

Fecha de Evaluación		TRATAMIENTOS									
Tiempo después de iniciada la prueba		0 min	4h	1,00 d	2,00 d	2,75 d	3,75 d	5,00 d	6,00 d	6,25 d	7,00 d
1 Testigo	0 d	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 Ceptiva Duo	1 ml L ⁻¹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 Ceptiva Duo	2 ml L ⁻¹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 Ceptiva Duo	3 ml L ⁻¹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5 Valendo	6 ml L ⁻¹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Medios seguidos por la misma letra no difieren significativamente (P < 0.05, LSD)

Tabla 6 Separación de medias de eficiencia de control en relación al testigo absoluto determinado en la segunda manguera del sistema que conecta el suelo tratado con el alimento.

En el Cuadro 6 se observa que las eficiencias de control fueron superiores en el tiempo que las determinadas en la primera manguera, sobre todo en las dosis de Ceptiva Duo de 2 y 3 ml L-1, el efecto de control del 100% se alcanzó casi a partir de las 4 horas de iniciada la prueba. La dosis de Valendo permitió actividad hasta casi el sexto día después de iniciada la prueba, actividad que fue menor que el testigo casi en un 50% aumentando la eficiencia de control hasta llegar a 98,3 % al final de las evaluaciones. El verdadero control en esta manguera se da en el control en el suelo tratado que evita que las termitas logren llegar al tercer frasco.



Figura 8 Comportamiento y mortalidad de Termitas en los diferentes tratamientos a las 30 horas después de iniciada la prueba, en el Ceptiva Duo se observa una mortalidad sobre el suelo tratado a las diferentes dosis, en el caso de Valendo disminuyen su movimiento y establecen un camino definido y en el caso del testigo la actividad de movilidad y distribución sobre el suelo es mayor.



Figura 9 Comportamiento y mortalidad de las Termitas en los diferentes tratamientos a los 8 días después de iniciada la prueba en el tercer frasco donde se colocó el aserrín sobre el suelo. Se observa gran actividad en el testigo con respecto a los otros tratamientos. En la dosis Valendo hubo actividad de las termitas a diferencia de las tres dosis de Ceptiva Duo ya que el aserrín está intacto.



Figura 10 Actividad en el termito determinada posterior a los tratamientos para evaluar el efecto de transferencia y los días que se requiere para eliminar totalmente la colonia.

En la figura 9 se observa la actividad en el termitero posterior a la aplicación de los tratamientos basada en la escala indicada anteriormente (Cuadro 2), ocho días después de iniciada la prueba se observa una ligera actividad en los termiteros a pesar de que ya no hay actividad de movimiento en la primera y segunda manguera, sobre todo en el caso de los tratamientos de Ceptiva Duo.

Fecha de Evaluación		13/07/2016 17/07/2016 21/07/2016 25/07/2016 29/07/2017				
Días después de iniciada la prueba		0	4	8	12	16
Trt	Tratamiento Dosis					
1	Testigo Dosis	5 a	5 a	4,5 a	4 a	2,5 a
2	Ceptiva Duo 1 ml/l	5 a	3,3 b	1 b	0 b	0 a
3	Ceptiva Duo 2 ml/l	5 a	1,8 c	1,5 b	0,5 b	0,25 a
4	Ceptiva Duo 3 ml/l	5 a	2 c	0,5 b	0,5 b	0 a
5	Valendo 6 ml/l	5 a	3,3 b	0,8 b	0 b	0 a
LSD P=10		0	1,25	1,73	1,23	5,39
Desviación estándar		0	0,83	1,15	0,82	3,57
CV		0	37,1	69,54	81,65	228

*Medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente (P<0,05, LSD)

Tabla 7 Separación de medias de la actividad del movimiento de las termitas determinado en la primera manguera del sistema que conecta el termitero con el suelo tratado.

La baja actividad en los tratamientos de Ceptiva Duo es principalmente a nivel de soldados observados luego de golpear el termitero y que están en la parte superior del termitero y que probablemente no fueron alimentados por las obreras que murieron inmediatamente al contacto del producto y que posiblemente no hubo tampoco transferencia en este caso del fipronil. En el caso de Valendo la actividad en el termitero es muy similar al Ceptiva Duo e incluso menor que los tratamientos de las dosis de 1 y 2 ml L-1, probablemente porque se dio una mejor transferencia en este caso de clorfenapyr a todos los individuos de la Colonia. En el Cuadro 7 se observa como en la segunda evaluación la actividad en el termitero es similar estadísticamente entre el Valendo y la dosis baja de Ceptiva Duo, pero a partir de 8 y 12 días no hay diferencia e incluso numéricamente es más baja que el Ceptiva Duo demostrando una mejor transferencia de activo en la colonia como se mencionó anteriormente. Hay una disminución de la actividad en tratamiento testigo posiblemente por la necesidad de más alimento o la formación de hongos que podrían afectar a las termitas (Figura 10).

Para la evaluación del día 16 después de iniciada la prueba ya no observa actividad en ningún tratamiento con excepción de una repetición del tratamiento de 2 ml L-1 de Ceptiva Duo con actividad únicamente de soldados, sin embargo dos de las repeticiones del testigo no muestran actividad, lo que podría deberse a un agotamiento del alimento que se les colocó (4 gramos) en función del tamaño y actividad de la colonia y a la invasión de otros organismos que se favorecieron por las condiciones de la prueba, ya que las otras dos repeticiones del tratamiento testigo muestran una gran actividad como el día inicial de la prueba, esta situación afectó el coeficiente de variación y no hubo diferencias significativas entre tratamientos. Lo anterior sugiere que para el modelo esta prueba debería llevarse hasta los 12 días donde se determinó diferencias significativas entre el testigo y los demás tratamientos.



Figura 11 Comportamiento y mortalidad en el termitero en los diferentes tratamientos a los 16 días después de iniciada la prueba, en el testigo se observan las termitas tanto en el termitero como en la base del suelo, en los demás tratamientos no hay actividad y se observa gran cantidad de hongo.

Conclusiones

1. La eficacia de los insecticidas se evaluó a través de un modelo horizontal acoplado de cuatro frascos que simula el proceso de invasión vertical de las termitas en este caso del género *Nasutitermes corniger* determinando su actividad como movimiento por las mangueras y la actividad del termitero.

2. Se requirió de 12 horas para estabilizar el sistema y que las termitas de todos los tratamientos se movilizan a los frascos con suelo tratado.
3. Se determinó una mayor actividad de las termitas en la tarde que en las evaluaciones de la mañana y a medio día.
4. Ocho días después de iniciada a prueba cesó la actividad de movimiento en las mangueras conectadas al termitero, a la fuente de alimento y al agua con excepción del tratamiento testigo que se mantuvo hasta 16 días que fue la última evaluación.
5. Las dosis de 3 ml L-1 de Ceptiva Duo fue más rápida y efectiva que las dosis de 1 y 2 ml L-1 en controlar la dinámica de las termitas tanto en las mangueras como en el termitero.
6. Valendo a la dosis de 6 ml L-1 disminuyó a la actividad y la velocidad de las termitas en comparación con el testigo absoluto, alteró su comportamiento en el frasco con el suelo tratado ya que se limitaron a pasar por un camino estrecho y no distribuirse en toda la superficie del frasco.
7. Valendo a una dosis de 6 ml L-1 fue más lento que el Ceptiva Duo en cesar el movimiento de las termitas en las mangueras, pero igual que efectiva que el Ceptiva Duo en inhibir el termitero.
8. No hubo diferencias significativas en los tratamientos Ceptiva Duo o Valendo en el control del movimiento de termitas en las mangueras, la diferencia fue el tiempo en que se alcanzó el efecto, pero si con respecto al tratamiento testigo. Se determinó un efecto de dosis en Ceptiva Duo donde la dosis de 3 ml L-1 fue superior a la 1 y 2 respectivamente en rapidez del efecto.

9. La dosis de 3 ml L-1 de Ceptiva Duo fue muy rápida y efectiva sobre las poblaciones de Termitas por lo que podría utilizarse para detener una invasión avanzada de termitas cortándolos los accesos primarios de la plaga, un barrera química en el suelo tendría la ventaja de una repelencia inmediata sobre la plaga, en el caso del Valendo por su no repelencia y su efecto las lento pero excelente transferencia a la colonia podrá utilizarse también como barrera química y se determina la ubicación exacta de la colonia subterránea podría tratar de erradicar el termitero. Ambos compuestos podrían utilizarse en combinación como estrategia para logra los dos efectos de rapidez y transferencia al mismo tiempo, una vez que se inspeccione y se determine exactamente la situación y ubicación de la plaga.

Referencias

Abe, T., D. E. Bignell, & M. Higashi (eds.) 2000. Termites: evolution, sociality, symbiosis, ecology. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. Pag. 25 – 51.

Banks, N. & T. E. Snyder. 1920. A revision of the nearctic termites with notes on biology and geographic distribution. Smithsonian Institution, United States National Museum Bulletin, 108. 228 pp.

Bennett G., Owens J., Corrigan R. 2012. Guía científica de Truman para Operaciones de manejo de Plagas. Purde University. 193-221 p

Choe, J. C., & B. J. Crespi, editors. 1997. The Evolution of Social Behavior in Insects and Arachnids. Cambridge University Press, Cambridge, U. K. 575 pp.

Creffield, J. W. 1991. Wood Destroying Insects: Wood Borers and Termites.

Edwards, R. & A. E. Mill. 1986. Termites in Buildings: Their biology and control. Rentokil Ltd., East Grinstead, U. K. 261 pp.

Gold, R. E. and S. C. Jones, 2000 (eds.) Handbook of Household and Structural Insect Pests. Entomological Society of America, Lanham, Maryland. 160 pp.

Kofoed, C. A., S. F. Light, A. C. Horner, M. Randall, W. B. Hemrs, & E. E. Bowe. 1934. Termites and Termite Control. University of California Press, Berkeley. Ca. USA. 734 pp.

Krishna, K, & F. M. Weesner. 1969, 1970. Biology of Termites, Volumes I & II. Academic Press, New York.

Lee, K. E., & T. G. Wood. 1971. Termites and Soils. Academic Press, New York.

Oster, G. F. & E. O. Wilson. 1978. Caste and Ecology in the Social Insects. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 372 pp.

Pearce, M. J. 1997. Termites: Biology and Pest Management. CAB International, New York. 132 pp.

Pearman, D. V. 1988. The Termite Report: A Guide for Homeowners & Home Buyers on Structural Pest Control. Pear Publishing, Oakland, CA. 120 pp.

Robinson, W. H. 1996. Urban Entomology: Insect and Mite Pests in the Human Environment. Chapman & Hall, New York. 430 pp.

Santillan Santana, Jaime. 2005. Termitas, Prevención y Control. Universidad de Guadalajara. 170 Págs.

Slobodchikoff, C. N., editor. 1988. The Ecology of Social Behavior. Academic Press, New York. 429 pp.

Snyder, T. E. 1935. *Our Enemy the Termite*. Comstock Publishing Company, Ithaca, New York. 257 pp.

Tovar, D. S., J. T. M. Montiel, R. C. Bolaños, H. O. Yates, III, & J. E. F. Lara. 1995. *Insectos Forestales de México / Forest Insects of México*. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

Trivers, R. 1985. *Social Evolution*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. Menlo Park, California. 462 pp.

Truman, L. C, G. W. Bennett, & W. L. Butts. 1982. *Scientific Guide to Pest Control Operations*. Third Edition. Purdue University/Harcourt Brace Jovanovich Publications. 520 pp.

Weesner. F. M. 1965. *The Termites of the United States. A Handbook*. National Pest Control Association, Virginia. 67 pp.

Wilson, E. O. 1971. *The Insect Societies*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. 548 pp.

Determinación de tiempo estándar en los camiones para la recolección de residuos sólidos en Altamira Tamaulipas

ANTONIO-ANTONIO, Alejandrina†*, VÁZQUEZ-FERNÁNDEZ, Jorge Alberto, MEDINA-ÁLVAREZ, Juana Elizabeth y CRUZ-NETRO, Zahira Gabriela

Universidad Politécnica de Altamira

Recibido 5 de Octubre, 2017; Aceptado 18 de Diciembre, 2017

Resumen

La presente investigación tiene un enfoque de realizar un estudio de tiempos y movimientos a los camiones recolectores de los residuos sólidos urbanos de la Ciudad de Altamira Tamaulipas, se pretende optimizar el proceso de recolección de los residuos sólidos urbanos. El tipo de servicio de la recolección de los residuos sólidos se clasifican en 33 rutas, 6 rutas diversas y 2 rutas rurales, posteriormente se muestrearon 7 rutas de diferentes colonias del municipio como: Col. 20 de noviembre, Las haciendas, Fraccionamiento Jardines de Arboledas, La Pedrera, Fracc. Corredor Industrial, Laguna florida y Conjunto habitacional Jardines de champayan las cuales sirvieron como base para el estudio de la recolección de los RSU.

Estudio de tiempos, optimizar, Residuos, camiones recolección

Abstract

The present research has an approach to carry out a study of times and movements to the garbage collection trucks of the urban solid waste of the City of Altamira Tamaulipas, it is intended to optimize the process of collection of urban solid waste. The type of service of solid waste collection is classified into 33 routes, 6 different routes and 2 rural routes, then 7 routes of different neighbourhoods of the city were sampled: Col. November 20, Las haciendas, Fraccionamiento Jardines de Arboledas, La Pedrera, Fracc. Industrial Corridor, Laguna florida and Housing Complex Jardines de champayan which served as a base for the study of the collection of MSW.

Time study, optimize, waste, collection trucks and standard time

Citación: ANTONIO-ANTONIO, Alejandrina, VÁZQUEZ-FERNÁNDEZ, Jorge Alberto, MEDINA-ÁLVAREZ, Juana Elizabeth y CRUZ-NETRO, Zahira Gabriela. Determinación de tiempo estándar en los camiones para la recolección de residuos sólidos en Altamira Tamaulipas. Revista de Operaciones Tecnológicas 2017. 1-4:31-43

† Investigador contribuyendo como primer autor.

*Correspondencia al Autor Correo Electrónico: Alejandrina.antonio@upalt.edu.mx

Introducción

Los residuos sólidos urbanos representan para la sociedad un gran problema de todos los días, tanto para las grandes ciudades como para las pequeñas, la mayoría de las veces no se sabe cómo actuar frente a tantos desperdicios que son la principal fuente de infecciones y enfermedades, de contaminación ambiental y malos olores, además de constituir un problema de recolección y almacenamiento que cuesta mucho dinero.

Segun (INEGI 2011) el Censo National de gobiernos municipales y delegacionales para el año 2010 el promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados en Altamira fue de 97,000 kg. el departamento de Servicios públicos es el encargado de llevar el control de acopio, recolección, transporte y disposición final de los RSU(residuos Solidos urbanos) en Altamira Tamaulipas, en ésta área se encargan de la planeación de las rutas de recolección y de prestar el servicio a las 38 rutas de los camiones de RSU.

El presente trabajo pretende determinar el tiempo estándar de los camiones de los residuos sólidos urbanos en Altamira Tamaulipas, actualmente el municipio cuenta con 32 rutas, 4 zonas diversos y 2 zonas rurales y a su vez se componen en diversas colonias de Altamira, divididas en 38 rutas, teniendo una cobertura del servicio a 235,000 habitantes (INEGI, 2015), con 27 unidades de recolección.

Los camiones realizan recorridos por rutas en turno matutino y vespertino de lunes de domingo, durante el análisis, se toma una muestra de 7 colonias, utilizando el diagrama de flujo al mismo tiempo se determinó el tiempo estándar de cada una de las tareas de dicho proceso, esto permite optimizar, eliminar retrabajo y tiempo muerto. Esto Consiste en medir el tiempo de cada tarea de manera cuidadosa, el estudio se realizó de forma visual junto con la ayuda de un cronometro. La observación se realizó en forma visual, aleatoria, nos permite determinar las actividades del proceso junto con la ayuda del cronómetro común, el cronometro sirve para determinar el tiempo estándar de cada actividad, con el objetivo de reducir tiempos muertos, eliminar retrabajo a través del estudio de tiempos y movimientos con el fin de establecer el tiempo adecuado y estándar en el proceso.

Justificación

En la presente investigación nos va permitir identificar el tiempo estándar de los camiones de los residuos sólidos urbanos, en el Altamira Tamaulipas y las rutas que debe de recorrer los camiones y buscar que sea más óptimo para la ejecución de las tareas, también se pretende crear concientización de los ciudadanos en cuanto a cómo clasificar los desperdicios de acuerdo a la clasificación en basura en orgánica e inorgánica. Por todo lo anterior, aunque este es un esfuerzo modesto por contribuir a mejorar la problemática de la basura en nuestro municipio, las ideas aquí expresadas sustentan la realización de esta investigación.

Problemática

En la recolección de los residuos sólidos urbanos, acentúa cada vez más la problemática ambiental, pues al carecer de lineamientos normativos, el manejo de estos se convierte en una problemática regional, municipal y local que requiere de un especial análisis y que al afectar la salud y bienestar de la población, es necesario dar una solución pronta al manejo integral de los residuos.

El manejo integral de los residuos sólidos en los municipios, se ve seriamente afectado por la no separación adecuada en la fuente, la cual conlleva a un elevado aumento de residuos en los sitios de separación o disposición final, como las plantas de manejo integral de residuos sólidos, en las cuales se realiza una separación inadecuada de residuos aprovechables y no aprovechables. En estas, se refleja la ausencia de lineamientos que nos proporcionen una carta de navegación en el manejo de los residuos sólidos, ya que su operación es precaria, generando así un impacto negativo sobre el medio ambiente.

Hipótesis

La presente investigación planteó los siguientes supuestos:

Ho: Es posible reducir el tiempo de operación de los camiones de los residuos utilizando las herramientas de tiempos y movimientos para determinar el tiempo estándar.

Ha: No es posible reducir el tiempo de operación de los camiones de los residuos utilizando las herramientas de tiempos y movimientos para determinar el tiempo estándar.

Objetivos General

Determinar el tiempo estándar en los camiones para la recolección de los residuos sólidos urbanos para optimizar en tiempo de la ejecución de las actividades en la carga y descarga y la distancia recorrida en las rutas establecidas por el departamento de servicios públicos en Altamira Tamaulipas.

Particular

- Analizar las rutas de los camiones
- Determinar la muestra.
- Tomar las muestras para el estudio, identificando el inicio y término del ciclo.
- Obtener el tiempo estándar de la actividad.

Marco Teórico

Durante la investigación fueron necesarios los siguientes:

Elementos para el análisis de optimización de procesos

Muestreo aleatorio: consiste en una serie de observaciones aleatorias para determinar un estimado en las observaciones y elementos de trabajo, las muestras de trabajo se tiene varias ventajas.

- No requiere de observaciones constante por parte del analista de métodos en periodos largos.
- El tiempo de fatiga disminuye

- El total de horas de trabajo a desarrollar por el analista es generalmente mucho mejor.
- El operario no está expuesto a largos periodos de observaciones a cronometrar.
- Las operaciones en grupo pueden ser estudiadas fácilmente por un solo analista de métodos.

Para poder llevar a cabo un estudio de tiempos, es necesario llevar a cabo los siguientes:

- Realizar la operación preliminar para determinar los valores aproximados de p (porcentaje de tiempo inactivo) y q (porcentaje de tiempo en marcha)
- Determinar, basándose en el nivel de confianza y el grado de precisión seleccionados, el número de observaciones requeridas a muestra.
- Determinar la frecuencia de las observaciones utilizando tablas de números aleatorios.
- Preparar el registro conforme a los objetivos de estudio.

El primer paso consiste en efectuar cierto número de observaciones aleatorias en el lugar de trabajo. En donde se realizó un estudio preliminar y aleatorio, y se efectuaron 104 observaciones.

Tiempo estándar: el tiempo que tarda un operario en realizar una actividad o una tarea bajo condiciones y ritmo normal, el objetivo principal es conocer y manejar los elementos que intervienen en la determinación del tiempo estándar, especificando los suplementos por descanso que afectan a las actividades de ensamble”.

Determinación de tiempo Estándar

Mediante el muestreo del trabajo se pueden establecer los estándares de tiempo en las operaciones de mano de obra directa e indirecta.

El analista debe tomar un gran número de observaciones aleatorias.

El porcentaje del total de las observaciones que la instalación o la operación trabaja se aproxima al porcentaje del tiempo total que en realidad pasa en ese estado.

El tiempo observado (TO) para un elemento dado se obtiene a partir del tiempo trabajado entre el número de unidades producidas durante ese tiempo.

$$TO = T * ni / P * n$$

Donde:

T = tiempo total

ni = número de ocurrencias para el elemento i,

n = número total de observaciones,

p = producción total por periodo estudiado.

El tiempo normal (TN) se encuentra multiplicando el tiempo observado por la tasa de producción promedio.

$$TN = TO * \bar{R} / 100$$

Donde:

$$\bar{R} = \text{tasa promedio de desempeño} = \frac{\sum R_i}{n_i}$$

Finalmente, el tiempo estándar se encuentra sumando los suplementos al tiempo normal.

$$TS = TN * (1 + \text{suplementos})$$

Tiempo tipo y suplementos de trabajo.

Corresponde al tiempo empleado por un trabajador calificado para realizar determinada labor. Es el tiempo necesario para ejecutar la tarea a un ritmo normal, las interrupciones que precisa el operario para sus necesidades personales y para recuperarse de la fatiga. Estas interrupciones de trabajo son denominadas suplementos.

Tiempo ocioso: “Es el tiempo que el obrero, aun estando a disposición de la empresa, no realiza tareas, a raíz de una baja temporal del nivel de actividad”.

Fórmula para determinar el tiempo estándar

$$TS = TN (1+S)$$

N

TS = Tiempo estándar

TN = Tiempo normal

S = Suplementos

N= No de observaciones

Estudio de tiempos: Es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado, quien trabajando a un método especificado en la práctica, es estudio de tiempos incluye, por lo general, al estudio de método.

Procedimiento para estudio de tiempos

Selección de operario: los trabajadores deben ser capaces de desempeñar sus actividades de la mejor forma posible y sobre todo debe tener una buena habilidad y esfuerzo. Sin embargo. Desde cualquier punto de vista, es mejor que el analista de métodos se debe de basar en las observaciones de un trabajador efectivo y cooperativo que trabaje al nivel de desempeño aceptable, para llegar a buenos resultados.

Muestre los métodos de trabajo y las lecturas del estudio de tiempos: el estudio de tiempo no debe ser considerado como documento secreto confinado al uso de analistas. Debe ser un registro exacto de datos informativos que cubren la mejor y más eficiente la manera de hacer el trabajo bajo las condiciones esperadas cuando el trabajo se esté efectuando.

Explicación al operario y al supervisor de línea: el analista debe ser cortés, amable y sincero para mostrar reconocimiento y respeto por los problemas del operario, el analista debe ser franco al tratar con el operario sobre asuntos de las operaciones que van a estudiarse y sobre los estudios de tiempo. El analista debe ser capaz de explicar en términos claros y sin tecnicismos, todos los procedimientos real del cronometraje.

Ventajas del estudio de tiempo por elemento

- Valorar el desempeño con más exactitud.
- Determinar los cambios en los elementos de trabajo o en la secuencia de los mismos cuando se tengan que revisar los estándares de tiempo.
- Crear valores de tiempo estándar para elementos frecuentemente recurrentes; estos pueden verificarse contra datos existentes, lo cual ayuda a mantener la consistencia de los datos.
- Identificar el trabajo no productivo.

Registro de cronometraje con la técnica de vuelta a cero

Este procedimiento es el que da mejor resultado en general y en casi todas las operaciones elementales se registran por el orden en que se realizan y al tomar tiempo de una actividad el cronometro se debe dejar en cero, para tomar el tiempo de las otras actividades. El analista de métodos deja que el cronometro marche en cada actividad durante todo el periodo del estudio, haciendo la observación. Debe hacer todo esto con suficiente rapidez y concentración para estar libre, con el fin de observar y escribir el tiempo en que finaliza la operación con la técnica vuelta a cero. La técnica vuelta a cero no proporciona el tiempo más exacto de las actividades por cada operación.

Responsabilidad del Analista de métodos:

1. Poner a prueba, cuestionar y examinar el método actual, para asegurarse de que es correcto en todos los aspectos antes de establecer el estándar.
2. Analizar con el supervisor, el equipo, el método y la destreza del operario antes de estudiar las operaciones.
3. Contestar las preguntas relacionadas con la técnica del estudio de tiempo que pudieran hacerse el operario y el supervisor.
4. Colaborar siempre con el supervisor y con el trabajador para obtener la máxima ayuda de ellos.
5. Abstraerse de toda discusión con el operario que interviene en el estudio o con los operarios y de lo que pudiera interpretarse como crítica o censura de la persona.
6. Mostrar la información completa y exacta en cada estudio a su tiempo realizado para que se identifique específicamente el método que se estudia.
7. Anotar cuidadosamente las medidas de los tiempos correspondientes a los elementos de la operación que se estudia.
8. Evaluar con toda honradez y justicia la actividad del operario.

Metodología de Investigación

Para realizar esta investigación primeramente se determinó lo siguiente: cálculo de la muestra, definir las rutas a muestrear, recolectar las muestras, análisis de los datos, interpretación de la información, presentación de resultados y conclusiones.

Cálculo de la muestra

La población objeto de estudio se conformó por la población de la ciudad de Altamira, la cual concentra 212,001 habitantes según la encuesta de Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2010).

Utilizando la fórmula para el cálculo de la muestra cuando se conoce la población (Torres, Paz, 2006), se tiene lo siguiente:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha/2}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha/2}^2 * p * q} \tag{1}$$

El nivel de confianza elegido es del 95%, un error de estimación del 5% y una proporción esperada del 50%, por lo que el tamaño de la muestra se determinó en 104 observaciones a realizar.

A continuación se muestran las zonas donde se realizó la recopilación de las muestras en las rutas de los camiones de los RSU, esto queda representado a través de diagramas de flujo de operaciones tomando en consideración las simbologías: operación, transporte, inspección, almacenamiento y demora en el proceso estudiado, cabe mencionar que el estudio se realizó en las siguientes colonias: A continuación se muestra las zonas donde se realizó el estudio, el estudio se realizó en el turno matutino en un horario de 7:00 a.m. a 15:00 p.m.

A continuación se muestran las rutas estudiadas

No.	RUTAS
1	R-08:20 de noviembre
2	R-09: Las haciendas
3	R-12: Pedrera
4	R-13 Jardines de Arboledas
5	R-14: Corredor industrial
6	R-22 Laguna Florida
7	R-29: Conjunto habitacional Jardines de champayan

Tabla 1 La información fue proporcionada por el departamento de obra de servicios públicos.

Por confidencialidad del proceso únicamente se muestra el estudio de una ruta y posteriormente se muestra el resumen de cada área estudiada.




























Figura 1 Muestra la recopilación de información para el estudio.




























Figura 2 Muestra la recopilación de información para el estudio.

Diagrama de flujo de procesos				
Objeto de diagrama: fraccionamiento Jardines de arboledas				
Parte: primera Diagrama del método: Actual Hoja: 1 de 1				
El diagrama empieza en: área de conservación				
El diagrama termina en: área de embarques				
Elaboro: CCC fecha: 28 de junio del 2017				
Autorizo: AOAA firma: _____				
No.	Distancia	Símbolo	Tiempo	Descripción
1		○	13.45	Agarrar tanque y vaciar al contenedor.
2		⇨	10.43	Regresar tanque
3		○	10.14	Tirar bolsa
4		○	8.49	Tirar bolsa
5		○	22	Agarrar tanque
6		⇨	8.95	Regresar tanque
7		○	4.85	Tirar bolsa
8		○	10.50	Tirar bolsa
9		○	18.73	Agarrar tanque y vaciar al contenedor
10		⇨	4.45	Regresar tanque
11		○	9.28	Tirar bolsa
12		○	39.15	Tirar bolsa
13		○	29.78	Agarrar tanque y vaciar al contenedor.
14		⇨	3.75	Regresar tanque
15		○	9.54	Tirar bolsa
16		○	34.20	Tirar bolsa
17		○	31.79	Tirar bolsa
18		○	11.55	Agarrar tanque y vaciar al contenedor.
19		⇨	5.25	Regresar tanque
20		○	5.68	Agarrar tanque y vaciar al contenedor.
21		⇨	3.99	Regresar tanque

22		○	11.76	Agarrar tanque y vaciar al contenedor.
23		⇨	6.23	Regresar tanque
24		○	21.87	Agarrar tanque y vaciar al contenedor.
25		⇨	11.11	Regresar tanque
26		○	10.06	Tirar bolsa
27		○	3.44	Tirar bolsa
28		○	9.21	Tirar bolsa
29		○	4.05	Tirar bolsa
30		○	12.61	Agarrar tanque y vaciar al contenedor.
31		⇨	4.84	Regresar tanque
32		○	19.84	Tirar bolsa
33		○	11.94	Agarrar tanque y vaciar al contenedor.
34		⇨	7.24	Regresar tanque
35		○	15.28	Agarrar tanque y vaciar al contenedor
36		⇨	4.52	Regresar tanque
37		○	30	Tirar bolsa
38		○	15.55	Tirar bolsa
39		○	4.50	Tirar bolsa
40		○	7.0	Agarrar tanque y vaciar al contenedor
41		⇨	7.0	Regresar tanque
42		○	4.0	Agarrar tanque y vaciar al contenedor.
43		⇨	16.13	Regresar tanque
44		○	5.61	Agarrar tanque y vaciar al contenedor.
45		⇨	13.06	Regresar tanque
46		○	8.27	Agarrar tanque y vaciar el contenedor.

47			15.73	Regresar tanque
48			4.32	Tirar bolsa
49			20.83	Agarrar tanque y vaciar el contenedor
50			25.32	Regresar tanque
51			1.22.71	Tirar cubeta
52			21.08	Tirar bolsa
53			4.25	Tirar bolsa
54			18.08	Agarrar tanque y vaciar al contenedor.
55			5.40	Regresar tanque
56			55.87	Tirar bolsa
57			11.64	Agarrar tanque y vaciar al contenedor.
58			5.92	Regresar tanque
59			8.75	Agarrar tanque y vaciar al contenedor.
60			25.07	Tirar bolsa
61			4.08	Regresar tanque
62			6.03	Agarrar tanque y vaciar al contenedor
63			5.58	Regresar tanque
64			11.50	Agarrar tanque y vaciar al contenedor.
65			5.31	Regresar tanque
66			11.88	Agarrar tanque y vaciar al contenedor.
67			6.97	Regresar tanque
68			15.23	Agarrar tanque y vaciar al contenedor
69			5.28	Regresar tanque
70			5.23	Agarrar tanque y vaciar al contenedor.
71			4.24	Regresar tanque

72			22.06	Agarrar tanque y vaciar al contenedor
73			6.17	Regresar tanque
74			5.31	Tirar bolsa
75			20.23	Tirar bolsa
76			22.97	Agarrar tanque y vaciar al contenedor
77			8.26	Regresar tanque
78			11.36	Agarrar tanque y vaciar al contenedor
79			6.36	Regresar tanque
80			7.97	Agarrar tanque y vaciar al contenedor
81			4.99	Regresar tanque
82			4.59	Agarrar tanque y vaciar al contenedor.
83			6.07	Regresar tanque
84			9.08	Agarrar tanque
85			4.55	Regresar tanque
86			15.61	Tirar bolsa
87			12.27	Agarrar tanque
88			9.40	Regresar tanque
89			11.22	Tirar bolsa
90			8.79	Agarrar tanque
91			4.50	Regresar tanque
92			9.20	Agarrar tanque
93			8.8	Regresar tanque
94			14.30	Agarrar tanque y vaciar al contenedor
95			7.07	Regresar tanque
96			6.48	Tirar bolsa
97			22.25	Tirar bolsa








98		22.23	Agarrar tanque y vaciar al contenedor.
99		5.76	Regresar tanque
100		33.20	Agarrar tanque y vaciar al contenedor
101		6.18	Regresar tanque
102		10.88	Tirar bolsa
103		16.90	Agarrar tanque y vaciar al contenedor.
104		6.95	Regresar tanque

Tabla 2 Este diagrama muestra flujo de un camión de basura en la recolección de residuos sólidos urbanos de la ruta 13 que corresponde a Jardines de Arboledas.

A continuación se muestra el resumen de cada una de las rutas estudiadas.

1.- Ruta 8: 20 de noviembre

Resumen			
Evento	Numero	Tiempo	Distancia
Operaciones	52	18.57 min	
Inspecciones	0		
Transporte	50		
Demora	2		
Total	104		

Tabla 3 Se muestra el resumen del diagrama de flujo de la ruta 8: colonia 20 de noviembre.

2.- Ruta 09: Las Haciendas

Resumen			
Evento	Numero	Tiempo	Distancia
Operaciones	50	19.10 min	
Inspecciones	2		
Transporte	50		
Demora	2		
Total	104		

Tabla 4 Se muestra el resumen del diagrama de flujo de la ruta 9: colonia Las Haciendas.

3.- Ruta 12: La pedrera

Resumen			
Evento	Numero	Tiempo	Distancia
Operaciones	49	21.88 min	
Inspecciones	3		
Transporte	48		
Demora	4		
Total	104		

Tabla 5 Se muestra el resumen del diagrama de flujo de la ruta 12: colonia La Pedrera.

4.- Ruta 13: Jardines de Arboledas

Resumen			
Evento	Numero	Tiempo	Distancia
Operaciones	52	18.28	
Inspecciones	1		
Transporte	51		
Demora	0		
Total	104		

Tabla 6 Se muestra el resumen del diagrama de flujo de la ruta 13: colonia Jardines de Arboleda.

5.- Ruta 14: Corredor Industrial

Resumen			
Evento	Numero	Tiempo	Distancia
Operaciones	49	20.38 min	
Inspecciones	3		
Transporte	48		
Demora	4		
Total	104		

Tabla 7 Se muestra el resumen del diagrama de flujo de la ruta 14: colonia corredor industrial.

6.- Ruta 22 Laguna Florida

Resumen			
Evento	Numero	Tiempo	Distancia
Operaciones	51	13.38 min	
Inspecciones	2		
Transporte	50		
Demora	1		
Total	104		

Tabla 8 Se muestra el resumen del diagrama de flujo de la ruta 22: colonia Laguna florida.

7: Ruta 29- Conjunto HAB: Jardines de Champayan

Resumen			
Evento	Numero	Tiempo	Distancia
Operaciones	50	18.32	
Inspecciones	2		
Transporte	50		
Demora	2		
Total	104		

Tabla 9 Se muestra el resumen del diagrama de flujo de la ruta 29: colonia conjunto habitacional jardines de arboledas.

También en la siguiente imagen se muestra una zona donde se realizó el estudio.

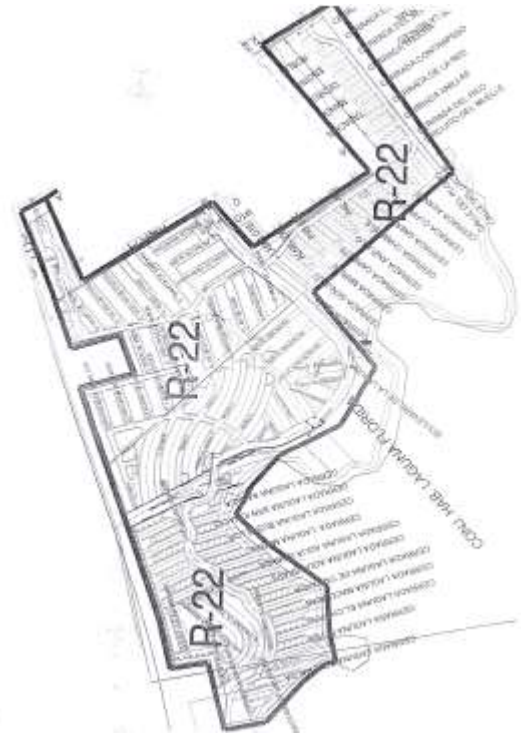


Figura 3 La muestra un ejemplo de las rutas donde se realizó el estudio.

Resultados

Esta investigación se utilizó el diagrama de flujo, para determinar el tiempo estándar de las rutas donde se realizó el estudio de las 7 colonias que se mencionaron en las tablas anteriores, son los siguientes:

Rutas	Tiempo (min)
Ruta-08	18.57
Ruta-09	19.1
Ruta-12	21.88
Ruta -13	18.28
Ruta - 14	20.38
Ruta - 22	13.38
Ruta - 29	18.32
Promedio	18.56

Tabla 11 Muestra los resultados promedios de los datos muestreados.

Calculo del tiempo estándar

$$Te = TN * (1 + \text{Suplementos})$$

Datos

TN= Media del Tiempo Cronometrado

TN= 18.56 min.

Suplementos según la “Oficina Internacional del Trabajo Ginebra (OIT), 2011”

Retrasos 3% = 0.03

Fatiga= 4%= 0.04

Tolerancia por estar de pie 2% = 0.02

Peso de levantado= 5%= 0.05

$$Te = 18.56 * (1 + 0.03 + 0.04 + 0.02 + 0.05)$$

$$Te = 18.56 * 1.14$$

Te=21.15 min.

En la siguiente grafica nos muestra los porcentajes de cada una de las rutas de los residuos sólidos urbanos de Altamira Tamaulipas como son la ruta 8 el 14%, ruta 9 el 15%, ruta 12 el 17%, la ruta 13 el 14%, ruta 14 el 16%, ruta 22 el 10% y ruta 29 el 14% con un tiempo estándar del ciclo de trabajo del 21.15 min.

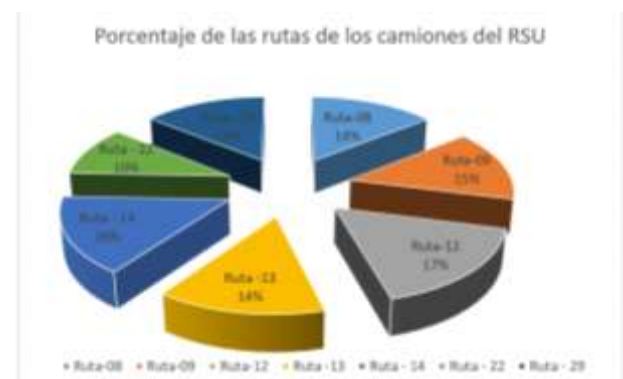


Gráfico 1 Representación gráfica de los tiempos de cada ruta recorrida

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos de la investigación para determinar el tiempo estándar en la recolección de residuos sólidos urbanos en Altamira Tamaulipas, obteniendo como resultado de tiempo estándar de 21.15 min. En cada ciclo de trabajo para ello se analizaron 7 rutas como: R-08:20 de noviembre, R-09: Las haciendas, R-12: Pedrera, R-13 Jardines de Arboledas, R-14: Corredor industrial, R-22 Laguna Florida, R-29: Conjunto habitacional Jardines usando el método de diagrama de flujo para determinar el tiempo estándar y los suplementos que conlleva cada actividad, con el objetivo de eliminar retrabajo, tiempos muertos y aumentar la productividad en el departamento de servicios públicos.

Agradecimiento

Agradecemos a servicios públicos de Altamira Tamaulipas por las facilidades que nos brindó para realizar la toma de muestras para la determinación del tiempo estándar en los camiones de recolección de los residuos sólidos urbanos y el personal que labora en esta noble tarea.

Referencias

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2011. Censo Nacional de gobiernos municipales y delegacionales. [Consulta: 5 de agosto 2017] Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/censos/gobierno/municipal/cngmd/2011/>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2015. Encuesta Intercensal. [Consulta: 5 de agosto 2017] Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/>

Torres, M., Paz, K., & Salazar, F. (2006). Tamaño de una muestra para una investigación de mercado. Boletín electrónico Universidad Landívar, 2.

Benjamín W. Niebel y Andris Freivalds 2002 Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, 12va Edición. Omega grupo editor.

W.K, H. (2001). Manual del Ingeniero Industrial. México: Mc Graw Hill.

Efecto del contenido de cera de abeja en películas biodegradables a base de tempesquistle (*Sideroxylon palmeri* (Rose) T. D. Penn) sobre sus propiedades mecánicas y permeabilidad a vapor de agua

LAUREANO-LÓPEZ, Bernabé†*, DÍAZ-OREJÁN, Erika Teresa, GARCÍA-SANTOS, Cecilia y HUERTA-GUTIÉRREZ, Anai

Universidad Tecnológica de Tehuacán. Prolongación de la 1 sur No. 1101 San Pablo Tepetzingo, 75859 Tehuacán, Pue.

Recibido 7 de Octubre, 2017; Aceptado 8 de Diciembre, 2017

Resumen

Se evaluó el efecto del contenido de cera de abeja en películas comestibles a base de tempesquistle (*Sideroxylon palmeri* (Rose) T. D. Penn) sobre sus propiedades mecánicas y permeabilidad a vapor de agua. Las soluciones formadoras de películas incluyeron látex de tempesquistle (LT) y cera de abeja (CA) como matriz estructural, glicerol (G) como plastificante y polisorbato (P) como agente emulsificante. Se prepararon cinco formulaciones con distinto contenido en CA (0 %, 15 %, 30 %, 45 % y 60 % en base seca), donde las proporciones LT:G y CA:P se mantuvieron constantes en todas las formulaciones siendo 1:0.5 y 1:0.2 respectivamente. Los resultados mostraron que el espesor de las películas varió en el rango de 0.0476 mm hasta 0.0762 mm. Se encontró relación inversa entre la PVA y la concentración de CA. El esfuerzo de tensión resultó ser significativamente diferente ($p < 0.05$) en los cinco tratamientos evaluados; sus valores obtenidos varían en el rango de 0.765 MPa en el tratamiento que incluyó 60 % cera de abeja hasta 6.84 MPa en el tratamiento control (0 % cera de abeja). Respecto al porcentaje de elongación, los resultados evidenciaron que todos los tratamientos fueron estadísticamente ($p < 0.05$) diferentes.

Películas biodegradables, Permeabilidad a Vapor de Agua, Propiedades mecánicas

Citación: LAUREANO-LÓPEZ, Bernabé, DÍAZ-OREJÁN, Erika Teresa, GARCÍA-SANTOS, Cecilia y HUERTA-GUTIÉRREZ, Anai. Efecto del contenido de cera de abeja en películas biodegradables a base de tempesquistle (*Sideroxylon palmeri* (Rose) T. D. Penn) sobre sus propiedades mecánicas y permeabilidad a vapor de agua. Revista de Operaciones Tecnológicas 2017. 1-4:44-54

Abstract

The effect of content in edible films made with beeswax and tempesquistle (*Sideroxylon palmeri* (Rose) T. D. Penn) was evaluated to determine its mechanical properties and water vapor permeability. The film-forming solutions included tempesquistle latex (LT) and beeswax (CA) as the structural matrix, glycerol (G) as plasticizer and polysorbate (P) as the emulsifying agent. Five formulations with different CA contents were prepared (0%, 15%, 30%, 45% and 60% on dry basis), where the LT: G and CA: P ratios were constant in all formulations being 1:0.5 and 1: 0.2 respectively. The results showed that the thickness of the films varied in the range of 0.0476 mm to 0.0762 mm. An inverse relationship was found between PVA and CA concentration. The tensile strain was significantly different ($p < 0.05$) in the five treatments evaluated; its values varied in the range of 0.765 MPa in the treatment that included 60% beeswax to 6.84 MPa in the control treatment (0% beeswax). Regarding the elongation percentage, the results showed that all treatments were statistically different ($p < 0.05$).

Biodegradable films, water vapour permeability, mechanical properties

† Investigador contribuyendo como primer autor.

*Correspondencia al Autor Correo Electrónico: bernabe.laureano@uttehuacan.edu.mx

Introducción

El Valle de Tehuacán alberga una gran diversidad de plantas que de acuerdo con Dávila *et al.*, (2002), incluye más de 2600 especies de plantas vasculares. De entre estas, el tempesquistle (*Sideroxylon palmeri* (Rose) T. D. Penn.) es un árbol que puede alcanzar los 25 metros de altura con un tallo recto que produce un látex blanco pegajoso en el tronco, las ramas y los frutos (González-Soberanis y Casas, 2004).

Las películas biodegradables son capas finas de materiales comestibles que aplicados sobre alimentos juegan un papel importante en su conservación, distribución y mercadeo (Fitch-Vargas *et al.*, 2016). Estos materiales actúan como barreras produciendo atmósferas modificadas, reduciendo el intercambio de humedad, controlando el crecimiento microbiano y transfiriendo ingredientes funcionales (antimicrobianos, antioxidantes, colorantes, agentes nutraceúticos) (Treviño-Garza *et al.*, 2015; Salgado, *et al.*, 2015).

Justificación

En los últimos años, el creciente interés por prolongar la vida útil de los productos hortofrutícolas, asegurar su inocuidad, así como preservar el ambiente, ha promovido el desarrollo de recubrimientos formados a partir de componentes biodegradables (Lin y Zhao, 2007; Embuscado y Huber, 2009; Kuorwel, 2011; Zhang *et al.*, 2014). Debido a sus propiedades reológicas y viscoelásticas, el latex de tempesquistle podría representar una buena opción para el desarrollo de películas biodegradables en regiones como el Valle de Tehuacán donde la producción de tempesquistle es alta y relativamente a bajo costo, constituyendo una alternativa de uso y una fuente de recursos para comunidades con bajos niveles de ingresos.

Problema

No obstante la importancia de este recurso fitogenético de gran valor en el Valle de Tehuacán, los estudios al respecto son muy escasos o nulos, particularmente en cuanto a la formulación y caracterización de películas biodegradables.

Por otra parte, al ser el látex de tempesquistle un compuesto hidrocoloide, presenta elevada tasa de transferencia de vapor de agua, lo que resulta poco conveniente para ejercer como matriz estructural en la formación de biopelículas; por lo que es necesaria la adición de un compuesto lipídico (como la cera de abeja) que ayude a mejorar sus características.

Hipótesis

Es posible mejorar las propiedades mecánicas y de barrera en películas biodegradables a base de tempesquistle mediante la adición de cera de abeja.

Objetivos

Objetivo General

El objetivo de esta investigación fue estudiar el efecto de la composición de películas comestibles elaboradas a base de látex de tempesquistle, cera de abeja, emulsificante y plastificante sobre sus propiedades mecánicas (esfuerzo de tensión, porcentaje de elongación y módulo elástico) y permeabilidad a vapor de agua para valorar su funcionalidad como sistema de conservación de alimentos en atmósfera modificada.

Objetivos específicos

- Extraer, aislar y deshidratar látex de tempesquistle para emplearlo como matriz estructural en la formulación de películas biodegradables.

- Elaborar películas biodegradables a base de látex de tempequistle, cera de abeja y aditivos.
- Caracterizar las propiedades mecánicas y permeabilidad a vapor de agua de las películas biodegradables

Marco Teórico

El empleo de películas y recubrimientos comestibles para extender la vida útil de los alimentos no son un concepto nuevo; sin embargo, en años recientes, el creciente interés de productores y consumidores por productos saludables, así como por preservar el medio ambiente, ha impulsado el desarrollo de recubrimientos y películas formados a partir de componentes naturales, comestibles y biodegradables.

Las películas y recubrimientos comestibles son aplicados en muchos alimentos para controlar la transferencia de humedad y migración de solutos, intercambio de gases o procesos de oxidación (Rojas-Graü *et al.*, 2009; Pascall y Lin, 2013). La eficiencia y propiedades funcionales de las películas biodegradables dependen en gran medida de las características inherentes de los materiales formadores de películas (Lacroix y Le Tien, 2005; Liu, 2005; Han *et al.*, 2006).

Las películas comestibles tienen alto potencial para transportar ingredientes activos tales como agentes antioxidantes, colorantes, aromáticos, elementos nutritivos, especies y compuestos antimicrobianos que pueden extender la vida útil del producto y reducir el riesgo de crecimiento de patógenos en la superficie del alimento (Pranoto *et al.*, 2005; Murillo-Martínez *et al.*, 2013).

Una de las funciones de las películas comestibles es actuar como una barrera que separe y proteja al producto de su exposición al ambiente.

La capacidad de una película para actuar como barrera está influenciada por las propiedades químicas del material utilizado en su preparación; sin embargo, las condiciones ambientales tales como temperatura, humedad relativa y el estrés de la manipulación del producto por los consumidores pueden influir en el rendimiento de las propiedades de barrera de la película comestible (Pascall y Lin, 2013; Salgado *et al.*, 2015).

Metodología de Investigación

El material biológico (frutos de tempequistle) empleado como matriz estructural para la formulación de películas comestibles, fue cultivado bajo las mismas condiciones agroclimáticas y de manejo agronómico en un huerto familiar ubicado en el municipio de Ajalpan, Puebla; perteneciente a la región del valle de Tehuacán – Cuicatlán (18° 22' 42" LN, 97° 15' 34" LO y 1,223 m de altitud media sobre el nivel del mar).

Los frutos fueron cosechados en madurez fisiológica; se seleccionaron de manera visual y se eliminaron aquellos que presentaron daños mecánicos, fisiológicos, enfermedades o plagas. Después, se lavaron y desinfectaron mediante ozonización en lotes de 1 kg, aplicando a cada lote dos ciclos de ozonización (3 minutos/ciclo) y haciendo cambio de agua en cada ciclo. Posteriormente se escurrieron y se dejaron secar al ambiente para la extracción y deshidratación del látex.

Las pruebas realizadas en el presente estudio se realizaron en el laboratorio de fisicoquímica del Programa Educativo en Procesos Alimentarios, en la Universidad Tecnológica de Tehuacán, ubicada en las coordenadas 18° 24' 54" LN, 97° 20' 36" LO y 1,896 m de altitud media sobre el nivel del mar.

Preparación de las películas preformadas en placa

Para las formulaciones se empleó como matriz hidrocoloide látex extraído, purificado y deshidratado de tempesquistle (LT) y cera de abeja (CA) como componente hidrofóbico; además, glicerol (G) como agente plastificante y polisorbato 80 (P) como emulsificante.

Para la preparación de las películas biodegradables se elaboró inicialmente una dispersión de látex de tempesquistle en agua desionizada 5 g/100 g (m/m). El procedimiento de preparación comprendió dos etapas: (1) dispersión del látex en agua caliente a temperatura de 60 ± 2 °C con agitación continua durante aproximadamente 30 min, y (2) hidratación de la solución a 25 ± 2 °C durante 24 h con agitación constante.

Posteriormente, se añadió el resto de ingredientes de la formulación, que incluyeron la cera de abeja, el plastificante, el agente emulsificante (polisorbato 80) y agua desionizada en las cantidades correspondientes a cada formulación, como se indica en el Cuadro 1.

La mezcla con estos ingredientes se calentó a 70 ± 2 °C para lograr la fusión del componente hidrofóbico y después de 15 minutos, se homogeneizó con un equipo Ultra-Turrax® (Mod. T 50 digital; IKA®-Werke, Staufen, Alemania) durante un minuto a 5 000 rpm más tres min a 10 000 rpm. Tras la homogeneización, cada emulsión preparada se enfrió por debajo de 30 °C.

Las emulsiones así preparadas, se almacenaron a 7 °C durante un periodo de tiempo no superior a 12 h para su posterior vaciado en placa. Se formularon por balance de masa, cinco soluciones con distinto contenido en CA (0%, 15%, 30%, 45% y 60 % en base seca); las proporciones LT:G y CA:P se mantuvieron constantes en todas las formulaciones siendo 1:0.5 y 1:0.2.

Formulación*	LT	CA	G	P
0 % CA	66.7	0	33.3	0
15 % CA	54.7	15	27.3	3
30 % CA	42.7	30	21.3	6
45 % CA	30.7	45	15.3	9
60 % CA	18.7	60	9.3	12

LT = látex de tempesquistle; CA = cera de abeja; G = glicerol; P = polisorbato 80.

*El nombre de la formulación representa el contenido de cera de abeja (g/100 g, base seca).

Tabla 1 Composición de las emulsiones formadoras de película comestible (g/100 g, base seca).

Para la elaboración de las películas preformadas se prepararon cinco réplicas de cada formulación. Las emulsiones se desgasificaron y vertieron en cajas petri. La cantidad de cada emulsión vertida en cada caja fue constante (30 g) a fin de obtener películas de espesor similar con las distintas formulaciones. Las cajas que contenían la emulsión se colocaron en una superficie horizontal nivelada durante aproximadamente dos días a temperatura y humedad relativa del ambiente. Después del secado, las películas formadas se separaron de su correspondiente caja petri.

Espesor

Se midió el espesor de la película preformada en cinco zonas diferentes de cada película con ayuda de un micrómetro digital (modelo Quickmike series 293-IP-54; Mitutoyo Corp., Kanagawa, Japón) con una resolución de 0.001 mm. Cada película fue puesta dentro de los sujetadores del micrómetro y posteriormente se ajustó con el tambor del mismo micrómetro para realizar la determinación. El espesor de cada película se calculó como la media aritmética de las cinco mediciones realizadas aleatoriamente en diferentes secciones de la película.

Permeabilidad a vapor de agua (PVA)

La PVA se evaluó de acuerdo con el método gravimétrico ASTM E96, con las modificaciones hechas por McHugh *et al.*, (1993) para películas hidrofílicas. La permeabilidad se midió utilizando un gradiente de humedad de 0 – 100 % humedad relativa a 25 °C. Para la realización se utilizaron celdas circulares de metacrilato. En su interior se colocaron 35 ml de agua destilada y posteriormente se fijaron las películas a evaluar entre la superficie y la tapa de la celda dejando siempre un espacio de aire por debajo de la película. Después de haber colocado las películas en las celdas, se introdujeron en desecadores con tapa de vidrio esmerilado que contenía sílica gel (Merck, Darmstadt, Alemania) para generar una humedad del 0 % en su interior (Osés *et al.*, 2009). La tasa de transferencia de vapor de agua (TTVA) se calculó como el cociente entre el valor de la pendiente de la curva de pérdida de agua vs. Tiempo y el área de la película expuesta de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$TTVA = \frac{\Delta m}{A \cdot \Delta t} \quad (1)$$

La TTVA se calcula en condiciones conocidas de espesor de la película, temperatura y gradiente de presión.

Si este valor de TTVA lo dividimos entre las presiones parciales de vapor de agua de las dos caras de la película ensayada, obtenemos la permeación.

$$Permeación = \frac{TTVA}{P_{A1}^{\circ} - P_{A2}^{\circ}} \quad (2)$$

P_{A2}° es la presión parcial de vapor de agua por encima de la película. Por debajo de la película la norma asume que $P_{A1}^{\circ} = P_{A0}^{\circ}$ (presión de vapor saturado) para películas con muy baja permeabilidad. Sin embargo, McHugh *et al.*, (1993) encontraron que esta igualdad no es correcta para películas hidrofílicas que impiden que se alcance el equilibrio de humedad. Por tanto, para conocer P_{A1}° debemos conocer la humedad relativa exacta debajo de la película y para ello, usamos la corrección propuesta por estos mismos autores:

$$P_{A1}^{\circ} = (P - P_{A0}^{\circ}) e^{\frac{TTVA \cdot R \cdot T \cdot Z}{P \cdot D}} \quad (3)$$

Dónde:

P_{A1}° = Presión en la superficie interior de la película (Pa)

P = Presión atmosférica (Pa)

P_{A0}° = Presión en la superficie del agua o presión de vapor saturado (Pa)

$$P_{A0}^{\circ} = 4.84T^2 - 52.24T + 1449.63 \quad (T = temperatura [=] ^{\circ}C)$$

TTVA = Flujo de agua en la capa de aire ($g \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)

R = Constante universal de los gases ideales = $8.314472 J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$

T = Temperatura (K)

Z = Altura del espacio de aire en la celda de ensayo (m)

D = Difusividad del agua en el aire
 $(m^2 \cdot s^{-1}) = 22.441 \times 10^{-13} T^{2.8696}$ (T en K)

Finalmente, la permeabilidad al vapor de agua (PVA) de cada una de las películas se calcula mediante la relación:

$$PVA = \text{Permeación} \times \text{espesor} \quad (4)$$

Sin embargo, para poder expresar mejor los valores numéricos, se sugiere que la PVA se exprese en las equivalencias de las siguientes unidades:

$$PVA = \text{Permeación} \times \text{espesor} \quad (5)$$

Propiedades mecánicas

Se usó el equipo analizador de textura (TA-XT2I, Stable Micro Systems, Surrey, UK) para medir las propiedades de tensión de las películas de acuerdo con el método estándar D882 descrito por la Sociedad Americana para Pruebas de Materiales (ASTM, 2000). Antes de la prueba, las películas a evaluar se acondicionaron durante 24 h a 20 ± 1 °C y 50 ± 1 % humedad relativa, se cortaron en tiras rectangulares de 80 mm de largo y 25 mm de ancho y se sujetaron a las pinzas de tensión del equipo a 50 mm de separación inicial. Se realizaron ensayos de tensión uniaxial a una velocidad de extensión de $0.8 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ (Osés *et al.*, 2009). A partir de los datos fuerza-distancia se calcularon los correspondientes esfuerzos de tensión, % de elongación y módulo elástico.

Análisis estadístico

Para evaluar el efecto del contenido de cera de abeja en las películas comestibles sobre las propiedades mecánicas y la PVA, se utilizó un diseño experimental completamente al azar. Se realizaron análisis de varianza (ANDEVA) y pruebas de Tukey para comparación de medias cuando en el análisis de varianza se observó un efecto significativo en el tratamiento ($\alpha=0.05$). En todos los análisis se utilizó el software estadístico SAS 9.0-Cary, N.C., U.S.A.

Resultados

Espesor de las películas

El espesor de las películas que incluyeron componente lipídico varió en el rango de 0.0730 mm (formulación 15 % CA) a 0.0762 mm (formulación 60 % CA); sin embargo, las diferencias registradas fueron no significativas ($P \leq 0.05$). Por otra parte, el tratamiento que no incluyó CA en su composición, registró espesor medio de 0.0476 mm, cantidad que indica que esta película posee 36 % menos espesor en relación al promedio de las otras cuatro formulaciones, tal como se observa en la Figura 1. La comparación de medias de Tukey evidenció diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$) entre este tratamiento frente a los 4 restantes.

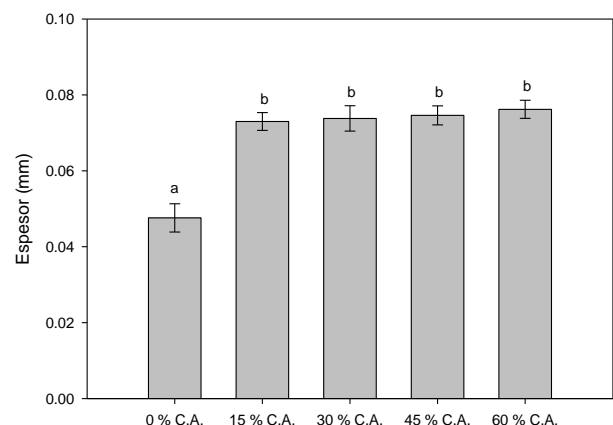


Figura 1 Espesor de las películas con diferente contenido en cera de abeja (0 %, 20 %, 40 % y 60 % en b.s.).

Los valores de espesor medio obtenidos en esta investigación son similares a los reportados por Jouki *et al.*, 2014 quienes registraron valores en el intervalo de 0.063 a 0.079 mm para películas elaboradas a base de mucílago de semilla de membrillo adicionadas con aceite esencial de orégano.

En este mismo orden de ideas, Al-Hassan y Norziah, 2012 registraron valores en el intervalo de 0.05 a 0.07 mm para películas comestibles a base de almidón – gelatina y D. Phan The *et al.*, 2009, 0.04 a 0.06 mm en películas comestibles emulsificadas.

Permeabilidad a vapor de agua (PVA)

La permeabilidad al vapor de agua (PVA) de las películas biodegradables es uno de los parámetros más importantes que definen su funcionalidad. Esta propiedad cuantifica la efectividad de la película para prevenir los intercambios de humedad entre el alimento y el ambiente que le rodea, proceso que afecta la firmeza y apariencia del producto (Sánchez-González *et al.*, 2014; Chen *et al.*, 2014). Los valores de permeabilidad a vapor de agua de las películas biodegradables fueron estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$) en todos los tratamientos evaluados. Como se ilustra en la Figura 2, se encontró relación inversa entre la PVA y la concentración de CA.

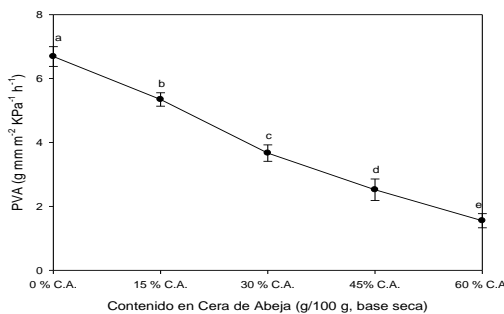


Figura 2 Efecto del contenido de cera de abeja (CA) sobre la permeabilidad a vapor de agua (PVA) de películas comestibles a base de látex de tempesquistle. Las barras representan el error estándar ($P \leq 0.05$). N=3.

Propiedades Mecánicas

El esfuerzo de tensión, porcentaje de elongación y el módulo elástico se encuentran directamente relacionados con la estructura química de las películas biodegradables. El módulo elástico indica la rigidez del material, el esfuerzo de tensión representa la resistencia de la película al alargamiento y el porcentaje de elongación es una medida de la capacidad de las películas para extenderse (Fabra *et al.*, 2010; Khwaldia *et al.*, 2010). La Figura 3 muestra los parámetros de las películas formadas con y sin adición de cera de abeja (control). Puede corroborarse que los valores de esfuerzo de tensión y módulo elástico encontrados en las películas presentan relación inversa a su contenido de cera de abeja ($p < 0.05$); es decir, los valores obtenidos de estas propiedades mecánicas fueron disminuyendo a medida que el contenido de cera de abeja aumentó.

El esfuerzo de tensión resultó ser significativamente diferente ($p < 0.05$) en los cinco tratamientos evaluados; sus valores obtenidos varían en el rango de 0.765 MPa en el tratamiento que incluyó 60 % cera de abeja hasta 6.84 MPa en el tratamiento control (0 % cera de abeja). Diversos estudios reportan que los valores obtenidos de esfuerzo de tensión de las películas pueden ser bastante variables entre sí (Galus y Lenart, 2013; Kanmani y Lim, 2013).

Espitia *et al.*, 2014), principalmente en función del tipo y la concentración del polímero empleado para su elaboración; sin embargo, los valores obtenidos en esta investigación son similares a los reportados por Murillo-Martínez, *et al.*, 2011, quienes formularon emulsiones dobles $W_1/O/W_2$ estabilizadas por complejos de proteína-polisacárido para la elaboración de películas comestibles y determinaron valores de esfuerzo de tensión de 0.93 y 1.49 MPa en películas a base de carboximetilcelulosa – proteína aislada de lactosuero (CMC - WPI) y proteína de bajo metoxilo – proteína aislada de lactosuero (LMP – WPI) respectivamente; pero muy diferentes a los obtenidos por Al-Hassan y Norziah (2012) para películas comestibles a base de almidón de sagú y gelatina de pescado plastificados con 25 % de glicerol o 25 % de sorbitol con valores en el rango desde 1.28 hasta 25.03 MPa.

Respecto al porcentaje de elongación, los resultados evidenciaron que todos los tratamientos fueron estadísticamente ($p < 0.05$) diferentes. Como se muestra en la Figura 3, a diferencia del esfuerzo de tensión y módulo elástico, esta propiedad se comportó en relación directa al contenido de cera de abeja, es decir, a mayor contenido de cera de abeja la capacidad para extenderse de las películas fue también mayor, por lo que, las películas resultaron ser más resistentes pero menos estirables. Los valores registrados durante el experimento variaron en el rango de 5.5 % en el tratamiento que incluyó 0 % cera de abeja hasta 43.65 % en el tratamiento que incluyó 60 % cera de abeja y son comparables a los encontrados en estudios como los reportados por Galus y Lenart (2013) quienes reportan valores de elongación en el rango de 5.9 hasta 14.9 % en películas comestibles compuestas a base de alginato de sodio y pectina.

Este efecto puede ser atribuido a la pobre resistencia mecánica de los lípidos y al desarrollo de una estructura heterogénea de las películas, pues diversos estudios muestran que el efecto del contenido de lípido sobre las propiedades mecánicas de películas compuestas depende de la naturaleza de la matriz polimérica (Hong, *et al.*, 2004; Khwaldia *et al.*, 2010).

Diversos estudios reportan que los valores de esfuerzo de tensión de las películas biodegradables pueden ser bastante variables entre sí (Chiou, *et al.*, 2009; Galus y Lenart, 2013; Kanmani y Lim, 2013; Pérez *et al.*, 2014), principalmente en función del tipo y la concentración del polímero empleado para su elaboración.

Así mismo, las características mecánicas de una película biodegradable pueden ser mejoradas mediante el empleo de mezclas de polímeros; sin embargo, los valores obtenidos en esta experiencia, son similares a los reportados por Soazo *et al.*, (2011) quienes evaluaron el efecto de la temperatura y el contenido de cera de abeja sobre las propiedades físicas de emulsiones de proteína de trigo, y a los reportados por Taqi *et al.*, (2013) quienes evaluaron el esfuerzo de tensión de películas biodegradables a base de complejos almidón – pectina con diferentes concentraciones de aceite esencial de *Laurus nobilis* y ácido oleico.

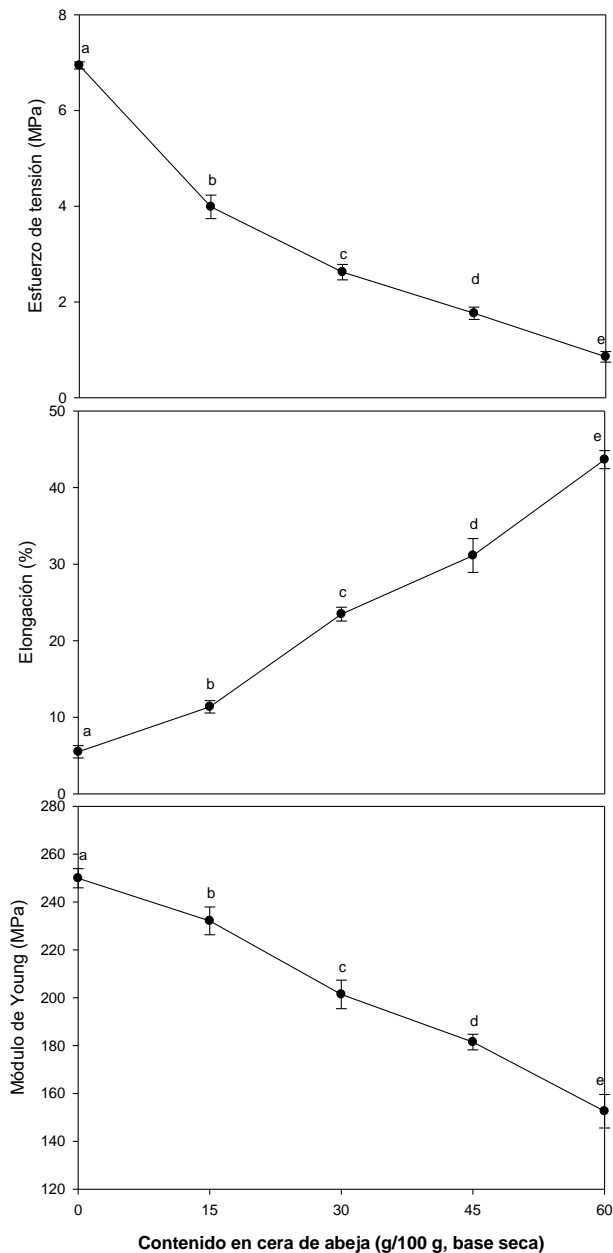


Figura 3 Propiedades mecánicas de películas biodegradables a base de tempequistle y cera de abeja.

Referencias

Al-Hassan, A.A.; Norziah, M.H. (2012). Starch-gelatin edible films: Water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizers. *Food Hydrocolloids*. 26: 108 – 117.

ASTM. (2000). D882 Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting. West Conshohocken, PA: ASTM International.

Chen, G.; Zhang, B.; Zhao, J.; Chen, H. (2014). Development and characterization of food packaging film from cellulose sulfate. *Food Hydrocolloids*. 35:476 – 483.

Dávila, P., Arizmendi, M.C., Valiente-Banuet, A., Villaseñor, J.L., Casas, A., Lira, R., (2002). Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 11, 421-442.

Embuscado, M.E.; Huber, K.C. (2009). *Edible Films and Coatings for Food Applications*. Springer.

Fabra, M.J.; Talens, P.; Chiralt, A. (2010). Influence of calcium on tensile, optical and water vapour permeability properties of sodium caseinate edible films. *Journal of Food Engineering* 96: 356 – 364.

Falguera, V., Quintero, J.P., Jiménez, A., Muñoz, J.A., Ibarz, A., (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in food science & technology*. 22: 292 – 303.

Fitch-Vargas, P.R.; Aguilar-Palazuelos, E.; Zazueta-Morales, J.D.; Vega-García, M.O.; Valdez-Morales, J.E.; Martínez-Bustos, F.; Jacobo-Valenzuela, N. (2016). Physicochemical and microstructural characterization of corn starch edible films obtained by a combination of extrusión technology and casting technique. *Journal of Food Science* 81(9): E2224 – E2232.

Galus, S.; Lenart, A. (2013). Development and characterization of composite edible films based on sodium alginate and pectin. *Journal of Food Engineering* 115: 459 – 465.

- González-Soberanis, C., Casas, A. (2004). Traditional management and domestication of tempesquistle, *Sideroxylon palmeri* (Sapotaceae) in the Tehuacán – Cuicatlán Valley, Central Mexico. *Journal of Arid Environments* 59: 245 – 258.
- Han, J.H.; Seo, G.H.; Park, I.M.; Kim, G.N.; Lee, D.S. (2006). Physical and mechanical properties of pea starch edible films containing beeswax emulsions. *Journal of food science*. 71(6):290 – 296.
- Hong, S.I.; Han, J.H.; Krochta, J.M. (2004). Optical and surface properties of whey protein isolate coatings on plastic films as influenced by substrate, protein concentration, and plasticizer type. *Journal of Applied Polymer Science*. 92:335 – 343.
- Jouki, M.; Yazdi, F.T.; Mortazavi, S.A.; Koocheki, A. (2014). Quince seed mucilage films incorporated with oregano essential oil: Physical, thermal, barrier, antioxidant and antibacterial properties. *Food Hydrocolloids*. 36: 9 – 19.
- Kanmani, P.; Lim, S.T. (2013). Development and characterization of novel probiotic-residing pullulan/starch edible films. *Food Chemistry*. 141: 1041 – 1049.
- Khwaldia, K.; Arab-Tehrany, E.; Desobry, S. 2010. Biopolymer Coatings on Paper Packaging Materials. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 9:82 – 91.
- Lacroix, M. y Le Tien, C. (2005). Edible films and coatings from non-starch polysaccharides. In: Han JH, editor. *Innovations in food packaging*. Oxford, U.K.: Elsevier Academic Press. pp 338 – 361.
- Liu, Z. (2005). Edible films and coatings from starches. In: Han JH, editor. *Innovations in food packaging*. Oxford, U.K.: Elsevier Academic Press. Pp 318 – 337.
- McHugh, T.H.; Avena-Bustillos, R.; Krochta, J.M. (1993). Hydrophilic Edible Films: Modified Procedure for Water Vapor Permeability and Explanation of Thickness Effects. *Journal of Food Science*. 58(4): 899 – 903.
- McHugh, T.H. (2000). Protein-lipid interactions in edible films and coatings. *Nahrung*, 44: 148 – 151.
- Murillo-Martínez, M.M.; Tello-Solís, S.R.; García-Sánchez, M.A.; Ponce-Alquicira, E. (2013). Antimicrobial activity and hydrophobicity of edible whey protein isolate films formulated with Nisin and/or Glucose Oxidase. *Journal of Food Science*. 78:4
- Newman, M.F. (2008). Flora del Valle de Tehuacán – Cuicatlán. Fascículo 57 Sapotaceae Juss. Instituto de Biología – UNAM.
- Osés, J.; Fabregat-Vázquez, M.; Pedroza-Islas, R., Tomás, S.A.; Cruz-Orea, A.; Maté, J.I. (2009). Development and characterization of composite edible films based on whey protein isolate and mesquite gum. *Journal of Food Engineering*. 92: 56 – 62.
- Pascall, M.A. y Lin S. (2013). The application of edible polymeric films and coatings in the food industry. *Food Processing and Technology*. 4:2.
- Pennington, T.D., (1990). Flora Neotrópica: Sapotaceae. New York Botanical Garden, New York.
- Phan The,D., Debeaufort, F., Voilley, A., & Luu, D. (2009). Influence of hydrocolloid nature on the structure and functional properties of emulsified edible films. *Food Hydrocolloids*, 23, 691-699.
- Pranoto, Y.; Salokhe, V.M.; Rakshit, S.K. (2005). Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil. *Food Research International*. 38: 267 – 272.

Rojas-Graü, M.A., Soliva-Fortuny, R., and Martín-Belloso, O. (2009). Edible coatings to incorporate active ingredients to fresh-cut fruits: a review. *Trends in food science and technology* 20: 438 – 447.

Salgado, P.R.; Ortiz, C.M.; Musso, Y.S.; Di Giorgio, L. y Mauri, A.N. (2015). Edible films and coatings containing bioactives. *Current Opinion in Food Science*, 5: 86 – 92.

Sánchez-González, L.; Quintero, S.J.I.; Chiralt, A. (2014). Antilisterial and physical properties of biopolymer films containing lactic acid bacteria. *Food Control*. 35:200 – 206.

Treviño-Garza, M.Z.; García, S.; Flores-González, M.S.; Arévalo-Niño, K. (2015). Edible active coatings based on pectin, pullulan, and chitosan increase quality and shelf life of strawberries (*Fragaria ananassa*). *Journal of Food Science*. 80(8): 1823 – 1830.

TEOS/PDMS-modificado como Barrera Térmica

SALAZAR-HERNÁNDEZ, Carmen^{†*}, MENDOZA-MIRANDA, Juan Manuel, CARRERA-RODRÍGUEZ, Marcelino y MIRANDA-AVILÉS, Raúl

Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingenierías Campus Guanajuato. Instituto Politécnico Nacional. Av. Mineral de Valenciana No. 200 Col. Fracc. Industrial Puerto Interior, C.P. 36275 Silao de la Victoria, Guanajuato México.

Departamento de Minas, Metalurgia y Geología. División de Ingenierías Campus Guanajuato. Universidad de Guanajuato, Ex. Hacienda de San Matías S/N. Col. San Javier. C.P. 36000, Guanajuato. México.

Recibido 17 de Octubre, 2017; Aceptado 8 de Diciembre, 2017

Resumen

Los aislantes térmicos son materiales que se caracterizan por su alta resistencia térmica y baja conducción de calor, formando así barreras que impiden el paso del calor entre dos medios. En este proyecto se desarrolló la síntesis de recubrimientos cerámicos TEOS/PDMS (ORMOCERs) empleando polidimetil-siloxanos con diferentes grupos funcionales: Metilo con el polidimetilsiloxano (PDMS), fenilo empleando el co-polímero de polidimetil-difenil-siloxano (PDS) y el polidimetil amino terminado (PDMS-N). La espectroscopía de infrarrojo permitió determinar la unión química de los dos componentes (TEOS/PDMS); mientras que la microscopía electrónica de barrido indicó que se obtuvieron capas uniformes con un espesor promedio de 20 μm . Finalmente se determinaron las conductividades térmicas para los diferentes ORMOCERs considerando un sistema de capas; se estudió el efecto de la concentración del PDMS y el grupo funcional en los recubrimientos sobre la conductividad térmica medida en los materiales a diferentes temperaturas: 35°C, 50°C y 80°C. Los resultados indicaron que los ORMOCERs propuestos son excelentes aislantes térmicos con valores de k promedio menores a 1 W/Km.

SiO₂, PDMS, ORMOCER, conductividad térmica

Abstract

Thermal insulators are materials that are characterized by their high thermal resistance and low heat conduction, thus forming barriers that prevent the passage of heat between two media. In this project the synthesis of TEOS/PDMS ceramic coatings (ORMOCERs) was developed using polydimethylsiloxanes with different functional groups: Methyl with polydimethylsiloxane (PDMS), phenyl using the polydimethyl-diphenylsiloxane (PDS) copolymer and Polydimethyl amino terminus (PDMS-N). Infrared spectroscopy allowed to determine the chemical bonding of the two components (TEOS/PDMS); while scanning electron microscopy indicated that uniform layers with an average thickness of 20 μm were obtained. Finally the thermal conductivities for the different ORMOCERs were determined considering a system of layers. The effect of the concentration of the PDMS and the functional group on the coatings on the thermal conductivity measured in the materials at different temperatures: 35°C, 50°C and 80°C was studied. The results indicated that the proposed ORMOCERs are excellent thermal insulators with average k values lower than 1 W / Km.

SiO₂, PDMS, ORMOCER, Thermal conductivity

Citación: SALAZAR-HERNÁNDEZ, Carmen, MENDOZA-MIRANDA, Juan Manuel, CARRERA-RODRÍGUEZ, Marcelino y MIRANDA-AVILÉS, Raúl. TEOS/PDMS-modificado como Barrera Térmica. Revista de Operaciones Tecnológicas 2017. 1-4:55-62

[†] Investigador contribuyendo como primer autor.

*Correspondencia al Autor Correo Electrónico: msalazarh@ipn.mx

Introducción

Las investigaciones actuales en el desarrollo de los motores de combustión se apuntan principalmente en el aumento de su rendimiento y eficiencia, los cuales se ven afectados por las pérdidas de calor durante el proceso. Aproximadamente solo el 25% de energía del combustible es usada como potencia efectiva del motor mientras que un 70% de la energía se desperdicia por pérdidas de calor en la refrigeración y en los gases de escape [1]. Entonces, las pérdidas de calor son cruciales para un buen desempeño en los motores ya que gran parte de la energía suministrada por el combustible se ve gastada en pérdidas de calor y por lo tanto se traduce en menos trabajo efectivo realizado por el mecanismo que se traduce en una baja eficiencia térmica [1].

Hoy en día la solución a ésta problemática está en el uso de barreras térmicas como recubrimientos superficiales de los motores, sin embargo la elaboración de éste tipo de revestimientos resulta ser muy costosa ya que se elaboran a partir de elementos de tierras raras tales como: Lantano (La), Gadolinio (Ga), Itrio (Y), Thorio (Th), Nóbido (Nb), Zirconio (Zr) [2-8]. Lo anterior permite que exista la necesidad de buscar nuevas barreras térmicas con bajo costo de producción.

Entre los cerámicos de bajo costo de producción y con un bajo coeficiente de conductividad térmica se encuentra la sílice. La Tabla 1 compara las propiedades térmica de algunos metales y cerámicos; donde se puede apreciar que K para las sílice es muy baja (2-0.4 W/mK) en comparación con la de los metales. Sin embargo, la principal desventaja de este aislante térmico es el comportamiento rígido del material que ocasiona valores despreciables en el coeficiente de expansión térmica (0.5 1/°C).

Por lo tanto, en la actualidad se han diseñado estructuras cristalinas de cerámicos base sílice embebiendo en ella cationes metálicos incluyendo varias tierras raras [3].

Material	Cp (J/kg K)	K W/m k)	α (1/°C)X10 ⁻⁶
Metales			
Aluminio	900	247	23.6
Cobre	386	398	16.5
AISI-1025	486	51.9	12.5
AISI-316	502	16.3	16.0
Cerámicos			
Alumina (Al ₂ O ₃)	775	30.1	8.8
Sílice vítrea (SiO ₂)	740	2-0.4	0.5
Vidrio de sosa y cal ((Na/Ca) _x (SiO ₄) _n)	840	1.7	9.0

Cp: Capacidad calorífica

K: Conductividad térmica

α : Coeficiente de expansión térmica

Tabla 1 Propiedades térmicas de varios materiales [3]

En este trabajo se propone la caracterización de un recubrimiento tipo ORMOCER (TEOS/PSDMS) como posible aislante térmico para superficies metálicas de uso industrial.

Objetivos

Estudiar el efecto de un recubrimiento cerámico (SiO₂/PDMS-modificado) como barrera térmica para el acero.

Metodología de Investigación

Síntesis de Recubrimiento TEOS/PDMS

Las cantidades de reactivos empleados para la obtención de los recubrimientos cerámicos se muestran en la Tabla 2. La síntesis fue basada en lo reportado por Salazar y colaboradores [9,10]; donde se empleó una primera etapa de hidrólisis del precursor de sílice (TEOS) a 80°C usando DBTL como catalizador de policondensación. Posteriormente se adicionó el polisiloxano de acuerdo con el tipo de recubrimiento que se deseaba obtener, después se adicionó etanol y agua para el control de la viscosidad. La mezcla fue agitada magnéticamente por un periodo de 30 minutos para obtener una disolución homogénea. Después fue adicionado 1 mL de una disolución 1:1 en volumen de Etanol: Agua; la mezcla se dejó agitar por 5 min para homogenizar la solución y poder aplicarse a la superficie metálica.

Recubrimiento	TEOS (g)	PDMS (g)	PDS (g)	PDMS-N (g)	DBTL (g)
R. SiO ₂ /PDMS-10%	10	1	---	---	0.2
R. SiO ₂ /PDMS-20%	10	2	---	---	0.2
R. SiO ₂ /PDMS-40%	10	4	---	---	0.2
R. SiO ₂ /PDS-10%	10	---	1	---	0.2
R. SiO ₂ /PDS-20%	10	---	2	---	0.2
R. SiO ₂ /PDS-40%	10	---	4	---	0.2

Tabla 2 Composición de los recubrimientos cerámicos.

La aplicación de la solución sol de ORMOCER (TEOS/PDMS-modificado) al sustrato se realizó empleando la técnica dip-coating o inmersión; donde se controló la velocidad de secado inmersión a 1 mm/min y la de secado a 0.5 mm/min.

Caracterización de Recubrimientos ORMOCER

Caracterización Química

Para la espectroscopia de infrarrojo se empleó un equipo ATR-TF Nicolet-iS10, obteniendo el promedio de 16 barridos, con una resolución de 4 cm⁻¹ y una ventana espectral de 4000 a 600 cm⁻¹.

Esta técnica permite identificar si la sílice formada del precursor cerámico (TEOS) es unida químicamente con el PDMS; a través de la identificación de los principales grupos funcionales.

Caracterización Física: Adherencia

Las pruebas de adherencia se realizaron con un equipo PosiTest AT-A. El equipo evalúa la adhesión de un recubrimiento en base a la fuerza de tensión máxima que se registra en el momento que el recubrimiento se remueve del sustrato; el diseño del equipo así como la prueba se basaron en las normas ASTM D4541, D7234 e ISO 4624 [11].

Caracterización Física: Microscopia Electrónica de Barrido

La inspección de la morfología, acabado de los recubrimientos fue observada en un Microscopio Electrónico de Barrido MEB JOEL-6510 plus; observando todas las imágenes a 500X. Además, se realizó el análisis químico de los componentes de cada uno de los recubrimientos con el analizador de electrones dispersos (EDS).

Determinación de Conductividad Térmica

La conductividad térmica (K) se determinó considerando un modelo de conductividad térmica de capas (Ecuación 1); las probetas fueron calentadas con una fuente de calor y se determina la temperatura a diferentes posiciones empleando termopares tipo K (véase Figura 1).

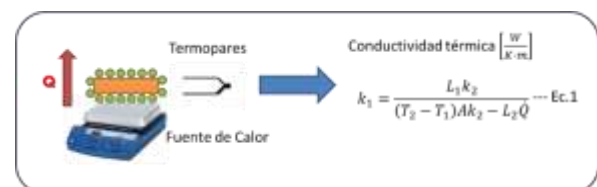


Figura 1 Sistema empleado para la determinación de la conductividad térmica

Resultados y Análisis de Resultados

Caracterización Química

La Figura 2a muestra el espectros de infrarrojo obtenidos para el recubrimientos R. SiO₂/PDMS; se observó el grupo siloxano a 1007 cm⁻¹ (□_{as}) y a 856,789 y 702 Si (□_s); los C-H de los grupos -CH₃ se identificaron como un triplete a 2917 cm⁻¹ (□_s). Para el R. SiO₂/PDS, los grupos C-H de los fenilos se identificaron como un doblete a 3067 cm⁻¹ (□_s); mientras que C=C se identificó entre 710-697 cm⁻¹ (véase Figura 2b). La Figura 2c muestra el espectro para los R. SiO₂/PDMS-N donde se identificaron los grupo Si-N a 854 cm⁻¹ y el modo de vibración C-N de deformación a 1256 cm⁻¹(□).

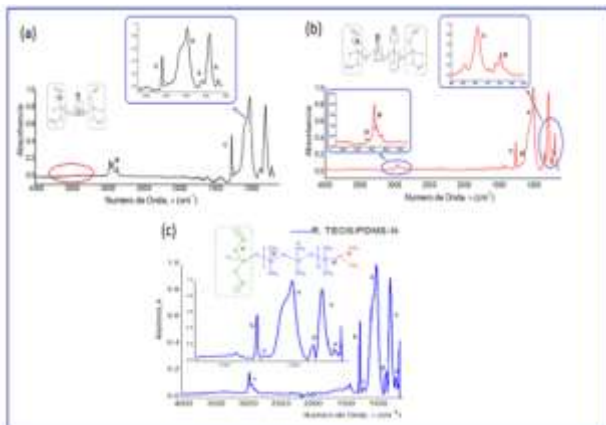


Figura 2

Caracterización Física de ORMOCER

Morfología: Microscopía Electrónica de Barrido

Los recubrimientos cerámicos se aplicaron por dip-coating en superficies de acero, las cuales fueron lijadas hasta acabado espejo y lavadas con agua y etanol por 3 min empleando ultrasonido.

La Figura 3 muestra los recubrimientos cerámicos aplicados al metal, ambos formaron una capa delgada transparente; sin embargo, en los recubrimientos R.SiO₂/PDS y R. SiO₂/PDMS-N se depositaron pequeños grumos que se resaltan con círculos rojos.

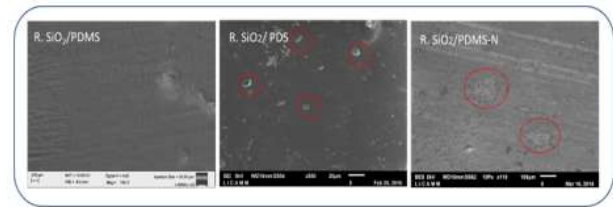


Figura 3 Microscopía Electrónica

Adherencia

La adherencia es una propiedad de la materia por la cual se juntan dos superficies de sustancias iguales o diferentes cuando entran en contacto, manteniéndose unidas por fuerzas intermoleculares; es decir es la resistencia de los recubrimientos para ser separados del sustrato. Uno de los métodos más empleados para la determinación de la adherencia es la determinación de la resistencia de desprendimiento de los recubrimientos “Pull-off adhesión”; que se regula con la norma ASTM-454 y se recomienda para recubrimientos delgados con espesores menores a 5 mils¹ (12.7 μm) [11].

La Tabla 3 indica los valores de esfuerzo requerido para lograr el desprendimiento del dolly en los recubrimientos cerámicos, la adherencia observada para ambos fue similar y se requirió una fuerza de tensión entre 199 -240 N; la cual registra la fuerza necesaria para retirar el pegamento y el recubrimiento cerámico.

El pegamento empleado fue resina epóxica, la cual requirió una fuerza de desprendimiento de 72 N; entonces la fuerza neta requerida para desprender el cerámico fue de 127-167 N.

Recubrimiento	\square desprendimiento (MPa)	F desprendimiento (N) ¹	F _{pull off} cerámico (N) ²
R. SiO ₂ /PDMS	0.635 ± 0.075	199.48 ± 23	127.12
R. SiO ₂ /PDS	0.765 ± 0.045	240.3 ± 14.14	167.94
R. SiO ₂ /PDMS-N	0.789 ± 0.036	247.9 ± 5.44	---
Silicona Comercial [12]	39-119		39-119

¹ se utilizó un dolly de 20mm de diámetro con área de contacto de 314.16 mm²

² F_{pull off} = F_{desprendimiento} - F_{desprendimiento de pegamento}.

Tabla 3 Resistencia al desprendimiento de los recubrimientos cerámicos

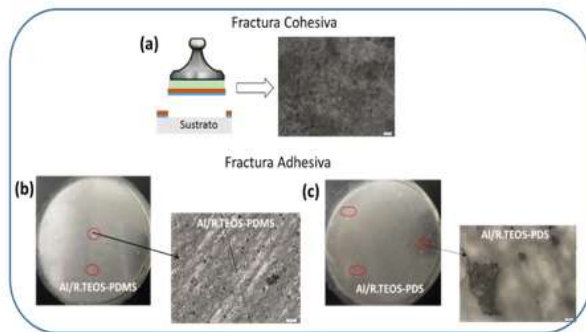


Figura 4

El tipo de fractura observada para los recubrimientos cerámicos durante el ensayo de adherencia se muestra en la Figura 4. La Figura 4a muestra un ejemplo de fractura cohesiva mostrada por un recubrimiento polimérico; en este caso la superficie del dolly quedó homogéneamente cubierta con el recubrimiento. Los recubrimientos cerámicos mostraron fracturas adhesivas (véase Figura 4b y 4c); donde el recubrimiento que se desprende queda parcialmente adherido en la superficie del dolly, se resaltan con círculos rojos los pequeños pedazos de recubrimiento incrustados en el pegamento.

En las micrografías observadas a 5x de aumento de la superficie del dolly con los recubrimientos cerámicos, se puede apreciar los pequeños fragmentos de vidrio dentro de la resina epóxi. En ella se observa una distribución no homogénea del recubrimiento en la superficie y alrededor del 5% de la superficie del dolly contiene el recubrimiento cerámico; lo anterior indica una adherencia alta de los cerámicos en la superficie del metal.

Determinación de Conductividad Térmica

Efecto de la concentración de siloxano en la estructura del ORMOCERS

La Figura 5 muestra el efecto de la concentración del polisiloxano en la estructura de la sílice sobre los valores de conductividad térmica K; la cual fue calculada empleando una temperatura de equilibrio de 45°C. De acuerdo con los resultados obtenido se puede indicar que la conductividad térmica para todos los ORMOCERS fue menor a 0.52 W/km; lo que establece que dichos cerámicos son excelentes aislantes térmicos ($k \leq 1$ W/km).

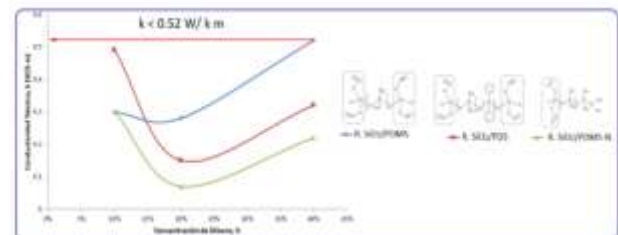


Figura 5

Los valores de K medidos para los ORMOCERS ($K < 0.52$ W/k m) se encuentran en los rangos reportados para una sílice vítrea ($K = 0.5-2.2$ W/K m); lo cual sugiere que la introducción de los siloxanos en los recubrimientos cerámicos no modifica la capacidad de aislante térmico en la sílice.

Sin embargo, la concentración de siloxano en la estructura de la sílice tiene un efecto de segundo orden sobre la K de los ORMOCERs (véase Tabla 4).

Recubrimiento	Conductividad Térmica, K (W/K m)
R. SiO ₂ /PDMS	$k = 5 \times 10^{-3} X^2 - 0.0016 X + 0.4133$
R. SiO ₂ /PDS	$k = 1.4 \times 10^{-3} X^2 - 0.0765 X + 1.113$
R. SiO ₂ /PDMS-N	$k = 1 \times 10^{-3} X^2 - 0.0535 X + 0.733$

X indica la concentración del siloxano (PDMS; PDS; PMDS-N) en la red de la sílice

Tabla 4 Efecto de la concentración del siloxano en la red de la sílice sobre los valores de conductividad térmica

El contenido de siloxano en la estructura del ORMOCER; como se muestra en la Figura 6a modifica el valor de la conductividad térmica debido a que se disminuye el porcentaje de cerámico (SiO₂) en el ORMOCER; sin embargo, de acuerdo con los resultados obtenidos, debido a que la fracción orgánica adicionada en la sílice son cadenas de polisiloxanos; el valor de K se ve poco afectado quedando valores de $K < 0.52$ W/k m; una conductividad predominante a una sílice vítrea.

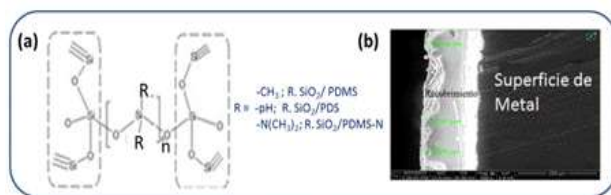


Figura 6

Las cadenas de siloxano deberían afectar de forma lineal el valor de K; sin embargo se observó un comportamiento de segundo orden. Lo anterior se debe a que el recubrimiento depositado no forma una capa homogénea, presenta una rugosidad en su superficie oscilando el espesor del recubrimiento entre 100-120 nm (véase Figura 6b). La Figura 7 muestra la simulación del comportamiento de K en función de la concentración de siloxano en el ORMOCER; para la obtención de estos datos se empleó la ecuación lineal observada en los datos experimentales de K cuando la concentración de siloxano en el ORMOCER fue mayor a 20%.

El valor de K máximo se obtiene en un cerámico obtenido con el 100% de polisiloxano y fue de 1.2 W/km, también se observó que el mejor aislante fue el R. SiO₂/PDMS-N con un valor mínimo y máximo de 0.07-0.67 W/Km

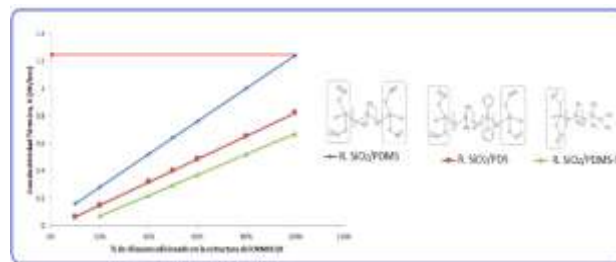


Figura 7

Valor de K para los ORMOCERs con el 20% de siloxano a diferentes temperaturas

La Figura 8 muestra el comportamiento de la k para los diferentes ORMOCERs con el 20% de siloxano, cuando se varió la temperatura de equilibrio (35°C, 70°C y 90°C); en todos los casos se determinaron valores de conductividad térmica menores a 0.9 W/km. El recubrimiento R.SiO₂/PMDS mostro un valor de K constante de 0.845 W/km; mientras que para el R. SiO₂/PDS, la k varía entre 0.3104 a 0.416 W/Km de 35°C a 90°C. La conductividad térmica para el recubrimiento SiO₂/PDMS-N varió linealmente con la temperatura de 0.167-0.209 W/km

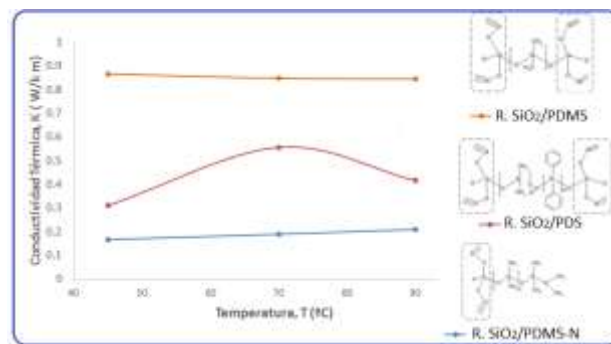


Figura 8

Conclusiones

Los resultados obtenidos de la caracterización química por espectroscopia de infrarrojo indicaron que la síntesis propuesta permitió el entrecruzamiento de la sílice con las cadenas orgánicas de siloxanos; en todos los casos se identificaron los grupos funcionales de cada polisiloxano empleado y los de la sílice a 1100 cm^{-1} . La microscopía electrónica de barrido indicó que los ORMOCERS se depositaron heterogéneamente en la superficie del metal, lo cual podría afectar la capacidad aislante del material.

Los perfiles de temperatura indicaron la conductividad térmica de los recubrimientos cerámicos base SiO_2 /Polisiloxanos disminuye un 98.2% a un 99.8%, respecto a la conductividad térmica del acero. Se determinaron valores de k menores a 0.52 W/km a 45°C para todos los ORMOCERS cuando se varió el contenido de siloxano en la estructura de la sílice. Estos resultados indicaron que la adición del siloxano al ORMOCER evita la formación de fracturas en la capa del aislante pero no afecta el valor de k en los cerámicos. De acuerdo a la comparación con otras barreras térmicas los recubrimientos cerámicos obtenidos podrían ser empleados para su aplicación en máquinas térmicas y la industria aeronáutica.

Agradecimientos

Se agradece al CONACyT por el apoyo económico a través del proyecto CB-186327/2012/ SIP-2013-Re/099. También se agradece al Instituto Politécnico Nacional por los proyectos: SIP-20161105 y SIP20170091. Se agradece a Daniel M. Gonzalez Aguilar por su apoyo técnico.

Referencia

Amaya Hoyos C.A; Thermal Barrier Coating; Revista Informador Técnico (2009) 73; 27-34

Clarke D.R, Phillpot S.R; Thermal Barrier Coating Materials; Materials Today (2005) June; 22-27

Ramezanzadeh B, Haeri Z, Ramezanzadeh M; A facile route of making silica nanoparticle-covered graphene oxide nanohybrids (SiO_2 -GO); fabrication of SiO_2 -GO/epoxy composite coating with superior barrier and corrosion protection performance; Chemical Engineering Journal (2016) 303: 511-528

Slamecka K, Skaika P, Pokluda J, Celko L; Finite elements simulation of stresses in a plasma-sprayed thermal barrier coating with an irregular top-coat/bond-coat interface; Surface & Coating Technology (2016) 304: 574-583

Soleimanipour Z, Baghshane S, Shoja-Razavi R, Salehi M; Hot corrosion behavior of Al_2O_3 laser clad plasma sprayed YSZ thermal barrier coating; Ceramics International (2016) 42: 17698-17705

Cao X.Q, Vassalen E, Stoeber D; Ceramic materials for thermal barrier coating; Journal of the European Ceramic Society (2004) 24: 1-10

Zhilin T, Liya Z, Jiemin W, Peng W, Jialin L, Jingyang W; Theoretical and experimental determination of the major thermo-mechanical properties of RE_2SiO_5 (RE = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, and Y) for environmental and thermal barrier coating applications; Journal of the European Ceramic Society (2016) 36: 189-202

Mahade S, Curry N, Bjorklund S, Markocsan N, Nylen P; Thermal conductivity and thermal cyclic fatigue of multilayered $\text{Gd}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ /YSZ thermal barrier coatings processed by suspension plasma spray; Surface & Coating Technology (2015) 283: 329-336

Salazar-Hernández C, Salazar-Hernández M, Pérez-González E.E, Juárez-Ríos H, Carrera-Rodríguez M; Recubrimiento anticorrosivo tipo ormosil empleando DBTL como catalizador de policondensación. Revista Iberoamericana de Ciencias (2014). 1, 54-56

C. Salazar-Hernández, M. Salazar-Hernández, R. Carrera-Cerritos, E. Elorza, J.M. Mendoza-Miranda, R. Navarro, DBTL as neutral catalyst on TEOS/PDMS anticorrosive coating, J. Sol-Gel Sci and Technl (2017) 81: 405-412

Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers. Norm ASTM Standar D4541

Kim J, Chisholim BJ, Bahr J; Adhesion study of silicone coatings: the interaction of thickness, modulus and shear rate on adhesion force; The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research (2007) 23: 113-120

Evaluación agronómica del rábano fertilizado con guano de murciélago

SÁNCHEZ-HERRERA, Susana Graciela†*, RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, Nellybeth, JUSTO-SEGOVIA, Víctor Manuel

Universidad Politecnica de Francisco I. Madero. Domicilio conocido Tepatepec, Francisco I. Madero C.P.42660. Hidalgo. Colegio de Posgraduados. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco C.P. 56230, Estado de México

Recibido 17 de Octubre, 2017; Aceptado 8 de Diciembre, 2017

Resumen

El suelo está considerado como un cuerpo natural independiente, cuyas propiedades son el resultado de su formación y desarrollo. Constituye el hábitat de las plantas que a la vez favorecen su desarrollo y además es el medio de mayor importancia en el desarrollo de los cultivos. La adición de abonos orgánicos permite enriquecer al mismo. El objetivo fue evaluar el efecto de diferentes porcentajes de guano de murciélago en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.), en agricultura protegida, en donde se evaluaron las variables agronómicas de la planta, y la cantidad de clorofila que contenía la hoja en cada tratamiento. El tratamiento con tuvo mayor desarrollo de planta fue el tratamiento 3 con 20% de guano, se observaron diferencias significativa en el incremento de numero de hojas, diámetro polar y ecuatorial sin embargo en el tratamiento 4 con 30% de guano, presento diferencias estadísticas en el peso de la raíz, durante el ciclo del cultivo. Los tratamientos con valores más bajos en las variables evaluadas fueron los tratamientos T1, T5 sin embargo estos tratamientos mostraron una mayor cantidad de clorofila en comparación con los demás tratamientos.

Guano de murciélago, Rábano, Variables agronómicas, Clorofila

Abstract

Soil is considered as an independent natural body and its properties are the result of its formation and development. It is the habitat of plants that at the same time favors their development and is also the most important medium in the development of crops. The addition of organic fertilizers allows enriching the same. The objective of this work was to evaluate the effect of different percentages of bat guano in the cultivation of radish (*Raphanus sativus* L.), in a greenhouse, where the agronomic variables of the plant were evaluated, and the amount of chlorophyll which contained the leaf in each treatment. The treatment that had the greatest development of the plant was treatment number 3, which contained 20% of guano, so significant differences were observed in the number of leaves, polar and equatorial diameter, however in treatment number 4 with contained 30% of guano, presented statistical differences in the root weight during the crop cycle. The treatments with lower values in the evaluated variables were treatments T1 and T5, however these treatments showed a greater amount of chlorophyll in comparison with other treatments.

Bat guano, Radish, Agronomic variables, Chlorophyll

Citación: SÁNCHEZ-HERRERA, Susana Graciela, RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, Nellybeth, JUSTO-SEGOVIA, Víctor Manuel. Evaluación agronómica del rábano fertilizado con guano de murciélago. Revista de Operaciones Tecnológicas 2017. 1-4:63-68

† Investigador contribuyendo como primer autor.

*Correspondencia al Autor Correo Electrónico: ssanchez@upfim.edu.mx

Introducción

Las hortalizas ocupan un lugar importante dentro de la alimentación diaria de la población mundial, forman parte fundamental de la tradición gastronómica de las culturas, ya que poseen un alto valor nutrimental. De esto surge la importancia vital de los vegetales para el hombre. Por ello es que se han implementado nuevas técnicas para el manejo agronómico de los cultivos. Los alimentos orgánicos han ganado un espacio importante en el mercado mundial de alimentos, esto gracias a que dichos cambios obedecen a una fuerte preocupación por la salud de los consumidores, así también, por la necesidad de tener una relación más armónica con el medio ambiente y por un aprovechamiento más productivo con la agricultura (Ortiz, 2004).

La fertilización, es parte importante en el manejo agronómico de los cultivos satisface los requerimientos de nutrientes en las situaciones en las cuales el suelo no puede proveerlos en su totalidad, la fertilización inorgánica consiste en suministrar los nutrientes por medio de la aplicación de abonos o productos químicos, de tal manera que pueden ser absorbidos por las plantas (Escalante, *et al.*, 2006).

Justificación

La presente investigación se llevó a cabo con la finalidad de probar diferentes porcentajes de guano como fertilizante orgánico, para que los productores puedan minimizar los costos de producción, incrementar y mantener la productividad de forma sostenible del cultivo de rábano y con ello lograr mejores beneficios económicos.

Problema

Uno de los problemas del cultivo del rábano es la asimilación de los nutrientes por ser uno de los cultivos de ciclo corto (35 días).

Debido a que los fertilizantes químicos no son solubilizan rápidamente para que la planta absorba los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo. En la actualidad una de las técnicas más utilizadas en la horticultura para incrementar la producción de hortalizas es la utilización de los fertilizantes orgánicos. Estudios sobre los fertilizantes orgánicos han provocado efectos consistentemente positivos sobre el crecimiento de algunas plantas (Paca, 2009). Actualmente se han realizado estudios en el cultivo de rábano para aumentar el rendimiento, tal es el experimento realizado por (Rosales, 2008) donde el cultivo al ser fertilizado con abonos orgánicos (composta) presentó mayor rendimiento, altura de la planta, ancho de la hoja y diámetro del bulbo. Debido a la variación en tamaños y formas que presenta el cultivo de rábano, se busca mejorar la productividad y calidad del cultivo mediante la utilización de abonos orgánicos ya que es una alternativa favorable que ayuda mantener los requerimientos nutrimentales de la planta sin dañar al suelo y mejora la productividad.

Hipótesis

La calidad de la raíz de rábano sera mayor en aquellos tratamientos que contengan una mayor cantidad de guano de murciélago, mientras que el tratamiento que no contenga el guano en el sustrato la calidad del rábano será deficiente.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el efecto de diferentes porcentajes de guano de murciélago en cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.).

Objetivos específicos

- Evaluar las características morfológicas del rábano empleando 10, 20 y 30% de guano mezclado con suelo.

- Determinar la cantidad de clorofila presente en cada uno de los tratamientos.

Marco Teórico

El suelo está considerado como un cuerpo natural independiente, cuyas propiedades son el resultado de su formación y desarrollo; constituye el hábitat de las plantas que a la vez favorecen su desarrollo y además es el medio de mayor importancia en el desarrollo de los cultivos. El suelo recibe una gran cantidad de restos orgánicos de distinto origen, entre estos, restos de las plantas superiores que llegan al suelo de dos maneras: se depositan en la superficie (hojas, ramas, flores y frutos) o quedan directamente en la masa del suelo (raíces al morir) (Meléndez, 2003).

Una alternativa de manejo que permite recuperar las condiciones de fertilidad y aún mejorarlas, es la aplicación de materia orgánica, cuya función primordial es mantener y aumentar el potencial de microorganismos habitantes del suelo con el fin de mejorar las propiedades biológicas y químicas del suelo. La materia orgánica es un factor clave en la fertilidad del suelo, ya que actúa sobre las propiedades físicas (porosidad, capacidad de retención hídrica, estabilidad de agregados y otros.), sobre las químicas, aportando nutrientes mediante los procesos de mineralización, y a través de su capacidad de cambio de cationes, que actúa como una reserva nutricional, y sobre las biológicas, ya que mantiene la actividad microbiana del suelo (Cantarero, 2002).

El aprovechamiento del guano se puede realizar de forma sustentable, especialmente en las cuevas usadas por especies migratorias que sólo están presentes en una época del año. Sin embargo, si por falta de cuidado afectamos a los murciélagos, estos pueden dejar de producir guano rápidamente.

Para que sea sustentable, el aprovechamiento se debe realizar cuando los murciélagos no están, o en la temporada que hay muy pocos, nunca cuando las madres están criando a sus pequeños, esto es a finales de la primavera y principios del verano.

Metodología de Investigación

En octubre del 2016 se colectaron 30 kg de guano en una cueva en la comunidad del Nacimiento en el Municipio Huehuetlán en el Estado de San Luis Potosí México (figura 1). El guano fue trasladado en costales a la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Posteriormente se extendió y se colocó al sol para su deshidratación y eliminación de algunas impurezas (piedras, insectos, etc).



Figura 1 Obtención del guano de murciélago.

Se realizó la mezcla del sustrato con el guano y se establecieron 5 tratamientos con 20 plantas cada uno.

Las proporciones establecidas fueron un testigo (T1) y mezcla de sustrato: guano 90:10% (T2), 80:20% (T3), 70:30% (T4), sustrato con adición de fertilizante líquido de guano (T5) (Tabla 1).

Una vez establecido las proporciones de los sustratos se llenaron bolsas de polietileno para cultivo con 1.5 kg de cada tratamiento haciendo un total de 100 plantas.

Tratamiento	Suelo	Guano
T1	100% (30 kg)	0%
T2	90% (27 kg)	10% (3 kg)
T3	80% (24 kg)	20% (6 kg)
T4	70% (21 kg)	30% (9 kg)
T5	100 (30 kg)	20 ml

Tabla 1 Tratamientos establecidos en cultivo de rábano.

Posteriormente se realizó la siembra de rábano de la variedad Crimson Giant en agricultura protegida depositando 1 semilla por bolsa a una profundidad de 1.5 cm.



Figura 2 Mezcla de sustrato con guano.

A partir de la fecha de la siembra se tomaron datos de crecimiento y desarrollo de la planta cada tercer día utilizando un vernier, balanza analítica y se registraron los siguientes datos: a) emergencia de la planta; b) diámetro polar de la raíz; c) diámetro ecuatorial de la raíz y d) peso total de la raíz.

A partir de la segunda semana al T5, se le agregó 20 ml. de fertilizante líquido de guano de murciélago a cada una de las plantas.

Después de la cosecha de rábano se cortaron hojas de cada uno de los 5 tratamientos y se le cuantificó la cantidad de clorofila presente en un espectrofotómetro de luz ultravioleta y leída a una absorbancia de 652 nm.

El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar con 4 tratamientos y 1 testigo con 20 repeticiones de cada uno, se realizó un análisis de varianza para establecer diferencias significativas en cada tratamiento.

Resultados

Al término de la cosecha se observaron diferencias morfológicas en cada tratamiento, así la figura 3 muestra la apariencia de física de cada tratamiento



Figura 3 Diferencias morfológicas de cada tratamiento.

En la gráfica 1 muestra los resultados de la emergencia de la plántula de rábano, en ella se observa que el T2 (10:90) fue el que más tarde en germinar, mientras que en el T3 (30:70) fue el que menos tiempo tardó la plántula en emerger, sin embargo estadísticamente no existen diferencias entre los tratamientos.

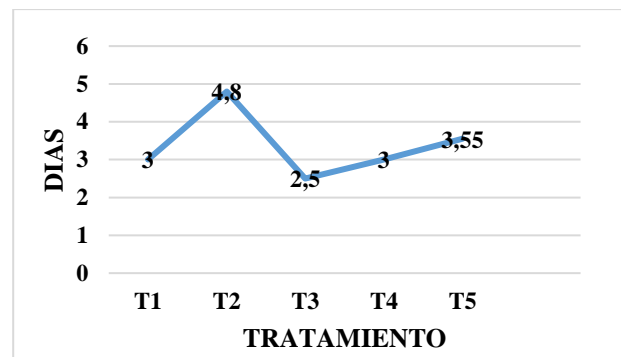


Gráfico 1 Dias de emergencia en cada tratamiento

Para el caso del diámetro polar de la raíz (largo de la raíz), el tratamiento 2,3, y 4 presentan mayor diámetro de la raíz, mientras que el testigo y el T5 presentan los menores diámetros polares de la raíz (gráfica 2), por ellos se observa que en cuanto a forma este tratamiento la raíz es más redonda.

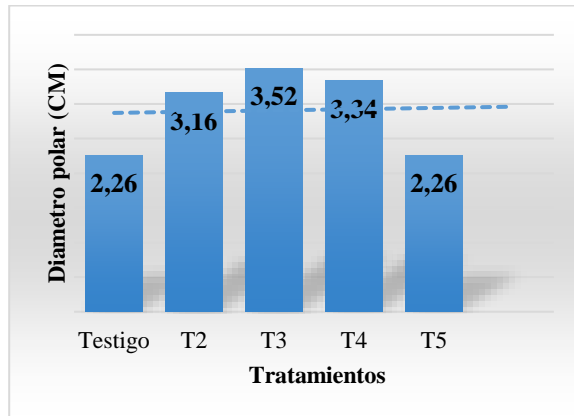


Gráfico 2 Diametro polar del rábano en cada tratamiento.

En cuanto al diámetro ecuatorial (ancho de la raíz) en la gráfica 3 se observa que el T3 presenta el mayor tamaño del diámetro, sin embargo los tratamientos 2 y 4 presentan valores muy semejantes entre sí, mientras que el testigo y el T5 presentan los menores diámetros.

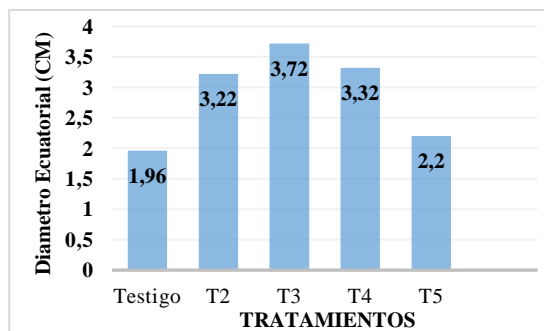


Gráfico 3 Diametro ecuatorial del rábano en cada tratamiento.

En la gráfica 4 se observa el comportamiento promedio del peso total de raíz del rábano al ser fertilizados con guano. Los resultados muestran que las plantas del T4 (30:70) son los que mostraron el mejor resultado, se encontraron diferencias significativas en las variables, peso fresco de la raíz, con respecto al testigo y T5 se obtuvieron resultados más bajos.

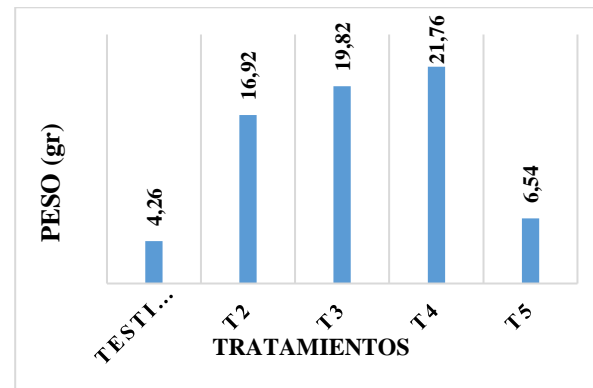


Gráfico 4 Peso de raíz del rábano en cada tratamiento.



Gráfico 5 Cantidad de clorofila en cada tratamiento.

En cuanto a la cantidad de clorofila presente en cada tratamiento la gráfica 5 muestra que el tratamiento 1 y el 5 presentan los valores más altos, mientras que aquellas plantas que contienen guano (T2, T3 y T4), presentan una menor cantidad de clorofila, además fue evidente la cantidad de clorofila presente en cada tratamiento como lo muestra la figura 14 en donde se observas las coloraciones de cada tratamiento, siendo los tratamientos T1 y T5 los que presentan mayor intensidad de color.

Conclusiones

En la variable de días de emergencia el T2 fue el que más tardo en germinar, mientras que en el T3 fue el que menos tiempo tardo la plántula en emerger.

Para el caso de tamaño de planta el T2, presento mayor tamaño y el mayor número de hojas en todo el ciclo del cultivo.

Para el diámetro polar y ecuatorial el T3, T4 y T2 presentan mayor diámetro de la raíz el testigo y el T5 presentan los menores diámetros polares de la raíz. Mientras que el peso de raíz el T4, fue el que mostro el mejor resultado, con respecto al testigo y en el tratamiento 5 se obtuvieron raíces de menor peso.

Los tratamientos con valores más bajos en las variables evaluadas fueron los tratamientos T1, T5 sin embargo estos mostraron una diferencia en la cantidad de clorofila ya que presentaron un nivel más alto en comparación con los demás tratamientos.

Estos resultados permiten concluir que la utilización de guano de murciélago como abono orgánico ayuda a mantener e incrementar la producción del cultivo, debido a los diferentes parámetros de evaluación presentan muy buenos resultados y por ende un producto saludable para los consumidores y mayor competitividad en segmentos de mercado orgánicos.

Referencias

Cantarero, H. R. J; Martínez, T. O. A. (2002). Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) variedad NB-6. Tesis. Ing. Agr. (En línea). Managua, Ni. Universidad Nacional Agraria: <http://www.una.edu.ni/Tesis/tnf04c229.pdf>

Escalante, E.L.E; Linzaga, E.C y Escalante E.Y. (2006). Cálculo de fertilizantes para elaborar mezclas físicas. *Revista alternativa*. 3(10): 5-15 p.

Meléndez, G. (2003). Fracción orgánica del suelo: Residuos orgánicos y materia orgánica del suelo. In: G. Soto; G. Meléndez; L. Uribe. Eds. *Abonos orgánicos: Principios, aplicaciones e impacto en la agricultura*. San José, Costa Rica. p. 1

Ortiz, V.R. (2004). Aportaciones de la biotecnología y la agricultura orgánica al campo mexicano. Tesis de licenciatura. Universidad Iberoamericana. México D.F.

Paca, M.J.H. (2009). Respuesta del cultivo de papa variedad chaucha a la aplicación de cuatro tipos de abonos en tres dosis. Tesis de licenciatura. Escuela Superior Politécnico Chimborazo. Riobamba Ecuador.

Rosales, A. N.R. (2004). Respuestas del rábano (*Raphanus sativus L.*), a densidades de siembras y aplicación de sustancias fúlvicas (K-tionic) y húmicas (Humiplex std). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Instrucciones para autores

[Título en Times New Roman y Negritas No.14]

Apellidos en Mayúsculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayúsculas -2do Nombre de Autor
Correo institucional en Times New Roman No.10 y Cursiva

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen

Título

Objetivos, metodología

Contribución

(150-200 palabras)

Abstract

Title

Objectives, methodology

Contribution

(150-200 words)

Keywords

**Indicar (3-5) palabras clave en Times New Roman
y Negritas No.11**

Cita: Apellidos en Mayúsculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayúsculas -2do Nombre de Autor. Título del Artículo.
Título de la Revista. 2017, 1-1: 1-11 – [Todo en Times New Roman No.10]

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Instrucciones para autores

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No.10 y Negrita]

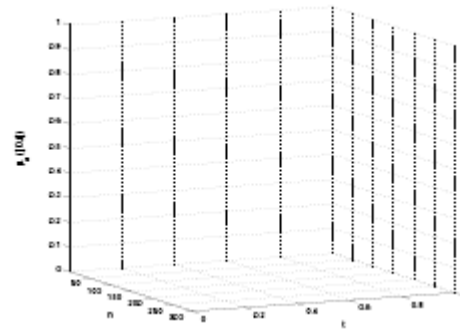


Grafico 1 Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable.

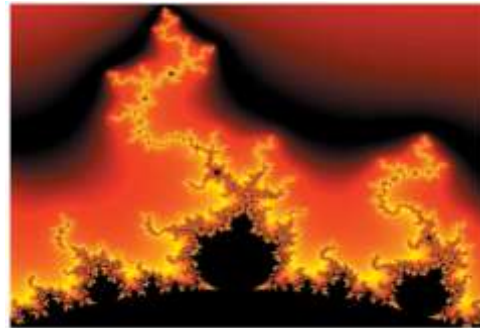


Figura 1 Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable.

Cada artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Titulo secuencial.

Instrucciones para autores

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. **No** deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del artículo.

Ficha Técnica

Cada artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Formato de Originalidad



Taipei-Taiwan a ____ de ____ del 20 ____

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables por lo que deberán firmar los autores antes de iniciar el proceso de revisión por pares con la reivindicación de ORIGINALIDAD de la siguiente Obra.

Artículo (Article):

Firma (Signature):

Nombre (Name)

Formato de Autorización



Taipei-Taiwan a ____ de ____ del 20____

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables. En caso de ser aceptado para su publicación, autorizo a ECORFAN- Taiwan a difundir mi trabajo en las redes electrónicas, reimpresiones, colecciones de artículos, antologías y cualquier otro medio utilizado por él para alcanzar un mayor auditorio.

I understand and accept that the results of evaluation are inappealable. If my article is accepted for publication, I authorize ECORFAN- Taiwan to reproduce it in electronic data bases, reprints, anthologies or any other media in order to reach a wider audience.

Artículo (Article):

Firma (Signature)

Nombre (Name)

Revista de Operaciones Tecnológicas

“Diseño de un prototipo de pantaleta con adaptación de compresas térmicas para disminución de cólicos menstruales”

RAMÍREZ-MONDRAGÓN, Xóchitl, VÁZQUEZ-JUÁREZ, Yolanda y TENORIO-LARA, Raúl

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

“Implementación del C-TPAT en una empresa del sector automotriz. Estudio de caso”

ALMANZA-SERRANO, Ma. Leticia, CARMONA-GARCÍA, Nélida, RAMÍREZ-BARAJAS Alejandro y GARCÍA-MORALES, Salvador

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

“Evaluación de la eficacia biológica de Ceptiva Duo (18% fipronil + 12% alfa-cipermetrina) y Valendo (24% clorfenapyr) para el combate de la termita subterránea *Nasutitermes corniger* en una prueba In Vitro en Guanacaste, Costa Rica

SANTILLÁN-SANTANA, Jaime, VÍLCHEZ, Hernán y HERRERA, Olger

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

“Determinación de tiempo estándar en los camiones para la recolección de residuos sólidos en Altamira Tamaulipas”

ANTONIO-ANTONIO, Alejandrina, VÁZQUEZ-FERNÁNDEZ, Jorge Alberto, MEDINA-ÁLVAREZ, Juana Elizabeth y CRUZ-NETRO, Zahira Gabriela

Universidad Politécnica de Altamira

“Efecto del contenido de cera de abeja en películas biodegradables a base de tempesquistle (*Sideroxylon palmeri* (Rose) T. D. Penn) sobre sus propiedades mecánicas y permeabilidad a vapor de agua”

LAUREANO-LÓPEZ, Bernabé, DÍAZ-OREJÁN, Erika Teresa, GARCÍA-SANTOS, Cecilia y HUERTA-GUTIÉRREZ, Anai

Universidad Tecnológica de Tehuacán

“TEOS/PDMS-modificado como Barrera Térmica”

SALAZAR-HERNÁNDEZ, Carmen, MENDOZA-MIRANDA, Juan Manuel, CARRERA-RODRÍGUEZ, Marcelino y MIRANDA-AVILÉS, Raúl

Instituto Politécnico Nacional

Universidad de Guanajuato

“Evaluación agronómica del rábano fertilizado con guano de murciélago”

SÁNCHEZ-HERRERA, Susana Graciela, RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, Nellybeth, JUSTO-SEGOVIA, Víctor Manuel

Universidad Politecnica de Francisco

