

OBTENCION DE UN MATERIAL DE EMPAQUE A PARTIR DE RESIDUOS PROVENIENTES DE LA EXTRACCION DE OLEORRESINAS DE CHILES SECOS Y PAPEL RECICLABLE

Guillén, C. J.; Bautista, S.; Villaseñor, F.; Herrera, S.; Pérez, C.

Abstract

An increase in the environment concern demands to looking for alternative packaging materials involved in the three R: reduce, re-use and recycle. The aim of the present project was the production of a packaging material based on dry chili exhausted flour, obtained after extraction of the oleoresin of the *Capsicum annuum*. Three different fibers were incorporated in a proportion to 20 % w/w exhausted flour. Physical properties and water barrier properties were analyzed. Kraft paper was less permeable to the water vapor transmission and also showed a major density. The analysis of variance ($p < 0.05$) was carried out for an experimental design with only one factor with three type of fiber. Physical properties as thickness, weight, superficial density and density, presented an effect on the average response. Actually, the results obtained in laboratory are being scale up in order to obtain the best equipments to optimize the process

Keywords: alternative packaging, dry chili flour, oleoresins

Resumen

Existe una creciente preocupación por el medio ambiente, que nos conduce a buscar materiales de empaque que sigan las tres R: reducir, reutilizar y reciclar. El objetivo del presente proyecto fue la elaboración de un material de empaque a partir de harina agotada de chile seco obtenida tras haber extraído la oleorresina del *Capsicum annuum*. Tres tipos diferentes de fibras procesadas fueron incorporadas en una proporción al 20 % p/p de harina agotada. Se evaluaron las propiedades físicas y las propiedades barrera al vapor de agua. El papel kraft fue menos permeable al vapor de agua al igual que presentó la mayor densidad. Se efectuó el análisis de varianza para un experimento de un solo factor con tres diferentes tipos de fibras procesadas, dando como resultado que dentro de las propiedades físicas: espesor, peso, densidad superficial y densidad presentaron un efecto sobre la respuesta promedio. Los resultados obtenidos en laboratorio están siendo escalados a nivel planta piloto con la finalidad de obtener los mejores equipos y maquinaria para optimizar el proceso

Palabras clave: empaque alternativo, harina de chile, oleorresinas.

1. Introducción

Por mucho tiempo se ha reconocido que, antes de la conquista, la alimentación en México se basó en maíz, frijol, chile y calabaza. De estos cultivos, el único que juega un papel diferente, proporcionando vitaminas y minerales, y habiendo sido seleccionado por su aportación para condimentar la dieta, es el chile en todas sus presentaciones, teniendo una larga tradición cultural en México. Hay restos arqueológicos de éste cultivo en el Valle de Tehuacan, Puebla, Mex. fechados entre 7.000 y 5.000 A.C: se ha especulado que el chile pudo haber sido el primer cultivo domesticado en Mesoamérica [1].

Hoy día el consumo de chile en México es indiscutible, ya que la riqueza gastronómica del país, depende en mucho de esta hortaliza. Según los datos de FAOSTAT (2006), México es uno de los mayores productores de chile a nivel mundial, ocupa el segundo lugar en volumen de producción y el tercero en superficie cosechada. Participando con el 8 por ciento del área y el 7 por ciento de la producción mundial en toneladas [2].

El consumo de chile para la industria alimentaria es ya sea como producto fresco, chiles en conserva, oleorresinas, polvo y pasta de chiles, chiles de color, chiles frescos sin semillas y transgénicos (de maduración retardada). La utilización de oleorresinas, económicamente es conveniente para la industria, ya que se tienen las condiciones de aroma, sabor y condimentos naturales en manera concentrada, escatimando en transporte y almacenamiento, entre otros [3].

El incremento en la producción de oleorresinas de *Capsicum annum*, abre la posibilidad a la utilización de la harina agotada después de la extracción de las oleorresinas pungentes y de color, en la elaboración de materiales de empaque que pueden por un lado contribuir a la alta eliminación de residuos sólidos y evitar la tala inmoderada de árboles.

El empaque es una parte integral de los procesos en alimentos, sus funciones principales son: Proteger la vida de anaquel de los alimentos hasta un grado predeterminado, atraer la atención de los consumidores en sitios de ventas. Y las características principales de los empaques son: ser agradable estéticamente, tener tamaño y forma funcionales, mantener el alimento en forma apropiada, ser de fácil eliminación o reutilización. El envase constituye una barrera entre el alimento y el ambiente; controla la transmisión de luz y la transferencia de calor y gases [4].

Los principales insumos para la elaboración de envases y embalajes de papel y cartón son: celulosa y papel reciclado. Por lo que, según la longitud de la fibra, el papel y el cartón se pueden reciclar hasta ocho veces sin que las propiedades de las fibras se pierdan de manera considerable [5].

Durante el año 2005, la producción de envases y embalajes de papel y cartón registró un total de 2'224,143 toneladas, que comparado con las 2'191,762 del año anterior representa un ligero incremento de 1.5%.

2. Objetivo

El objetivo del presente proyecto fue la elaboración de un material de empaque a partir de harina agotada de chile seco obtenida tras haber extraído la oleorresina del *Capsicum annum*.

3. Materiales y Métodos

3.1. Ingeniería del proyecto.

El tamaño óptimo requerido para el proceso de obtención del material de empaque se puede reducir a una sola línea de producción rentable que satisfaga la demanda identificada, y que se adapte a la economía de escala, que cubra los recursos económicos disponibles para producir un total de 1500 unidades/día.

3.2. Tecnologías disponibles

El material de empaque se puede fabricar en forma artesanal o utilizando complejos sistemas automatizados, de acuerdo con las normas de calidad y el número de unidades a fabricar. Dada la calidad y capacidad instalada requerida, se optó por seleccionar la

tecnología que ofrece versatilidad, número de unidades determinadas y economía de escalas que adsorba los costos de inversión, operación y mantenimiento.

Desde el punto de vista tecnológico no hay restricción alguna por el tamaño de la planta ya que existe en el mercado tecnología, maquinaria, equipo y servicio para la elaboración de los empaques.

Se ha establecido que la mejor opción en cuanto a tamaño mínimo rentable para la fabricación de empaques, de acuerdo con las características mencionadas y la capacidad del mercado actual y futuro, es una tecnología que ofrece una producción de entre 1500 y dos mil empaques por un turno de 8 horas.

3.3. Maquinaria y equipo que se requiere.

Tina de acero inoxidable.

Molino de martillo

Prensa neumática

Empaquetadora

3.4. Descripción del proceso productivo

Para la elaboración de los materiales de empaque se siguieron los siguientes pasos:

- Materia prima: Recepción de materia prima, se revisa que no tenga impurezas
- Se acondiciona la materia prima en hipoclorito de sodio, se calienta a ebullición, después se elimina completamente el hipoclorito mediante el lavado de la harina agotada de oleorresinas.
- A la pulpa del papel, se le adiciona agua y es llevada a ebullición.
- Se realiza una molienda húmeda del material y se filtra para eliminar el excedente de agua.
- Una vez separados los sólidos de la harina agotada: pulpa de papel, se le adicionan los siguientes insumos: sulfato de calcio, óxido de zinc, glicerol.
- Se homogeniza la mezcla.
- Se prensa el material obtenido
- Se seca al aire libre
- Se almacena el material de empaque para su posterior venta.

3.5. Sistemas de control:

Los sistemas de control en la producción de empaques, cubren los siguientes aspectos operativos:

- Programas maestros de la producción
- Comunicación constante con el departamento de mercadotecnia y ventas para las fechas de entrega
- Personal capacitado para ejecutar y cumplir con los programas
- Se analizan los pedidos por lote de las materias primas e insumos que se requieren
- Se definen los trabajos y asignaciones de cada operación

- Dirigir óptimamente el manejo de materiales
- Llevar registro de lo programado

3.6. Caracterización Físicoquímica.

Características físicas de los materiales.

A fin de evaluar las especificaciones de calidad del material de empaque fue evaluado de la siguiente manera. Se elaboraron discos del material de empaque, con el procedimiento ya establecido, de cada disco se tomaron 6 muestras de diferentes puntos del disco y se les determinó el espesor (utilizando un micrómetro Foil Dial Thickness Gauge 1101/30), para la determinación de peso (se empleo una balanza analítica Sartorius-Werke A G Göttingen, DE), densidad de superficie (considerando el área $9.08 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$), y densidad.

Propiedades barrera al vapor de agua.

La transferencia de vapor de agua a través del material de empaque se calculó utilizando un método gravimétrico.

Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas del material de empaque se determinaron con un Texturometro TA-XT2i acoplado a un software Textura Expert Versión 2.10 Beta 4, midiéndose únicamente la fuerza a la penetración.

Las muestras se recortaron de forma circular de un diámetro de 0,045 m y se colocaron en una celda para mantenerlas inmóviles, se colocaron en el texturometro de forma perpendicular a la superficie de la película y utilizándola como sonda la P/2 cilíndrica de 2 mm de diámetro y de acero inoxidable, la velocidad del cabezal fue de 2.0 mm /s.

3.7. ANOVA

Se realizó el análisis de varianza para un experimento de un solo factor, modelo de efectos fijos, para las propiedades físicas, barrera al vapor de agua y punción de los materiales de empaque. En el análisis se consideró como factor la fibra, y los tratamientos de factor el tipo de fibra, en este caso son 3 tratamientos (papel de estraza, kraft y reciclado), se realizaron 6 observaciones para cada tratamiento y se obtuvieron los datos considerando un nivel de significancia de 0.01.

4. Resultados

Tomando en cuenta los diferentes factores en la elaboración de los empaques tales como tiempos muertos, habilidad de mano de obra, penetración en el mercado, la capacidad instalada se ajustó al siguiente programa de producción a lo largo de la vida útil del proyecto (Tabla 1).

| Programa de producción | | | |
|--------------------------|-------------|-----------------------|-----------------------------|
| Ejercicios (semestrales) | semestrales | Promedio unidades/día | % de la capacidad instalada |
| Primer | 22,000 | 300 | 20 |
| Segundo | 79,200 | 600 | 44 |
| Tercero | 118,800 | 900 | 66 |
| Cuarto | 146,400 | 1220 | 81 |
| Quinto | 161,400 | 1345 | 90 |
| Sexto | 169,200 | 1410 | 94 |

| | | | |
|---------|---------|------|----|
| Séptimo | 171,600 | 1430 | 95 |
| Octavo | 174,000 | 1450 | 97 |

Tabla 1. Programa de producción empleado en la obtención de materiales de empaque a base de harina agotada de oleorresinas.

El tipo de sistema de producción que se empleó consiste en una producción continua esto es debido a varios factores, tales como:

- La capacidad de producción en régimen normal de trabajo (8 horas diarias)
- La disponibilidad de la harina agotada de oleorresina.
- Grado de eficiencia y rendimiento de la Harina agotada
- La demanda del consumidor puede variar repentinamente
- Por arranque del proyecto se manejara una producción de 1500 unidades al día.

La generación de empleos permanentes se va a derivar de la operación normal del proyecto. Se pretende tener mano de obra directa de 4 operadores de los cuales:

- Un operador se encarga de analizar y preparar la materia prima e insumos para el proceso.
- Molienda
- Mezclado
- Prensado.

Mano de obra indirecta 6 trabajadores dando un total de mano de obra de 10 empleos directos. El empleo generado si bien no logra impactar severamente el área geográfica de implantación del proyecto, ocupa una proporción equitativa del personal masculino y femenino.

La tecnología seleccionada representa una selección meditada, de forma tal que en el lapso de un cierto tiempo pueda incrementarse la producción, con el agregado de algunos equipos mas automatizados.

El esquema tecnológico en el que se sustenta el proyecto, además de cuidar los aspectos relativos a la excelente calidad y durabilidad del empaque también se considero el ahorro de tiempo y materiales. Con la conjugación de todos los factores involucrados permitirán la conjugación de la competitividad a nivel interno del producto.

4.1. Características Físicas

Los resultados de espesor, peso, densidad específica y densidad, se ven plasmados en la Tabla 2, en donde el Tratamiento 1 es el material compuesto por Papel kraft 20%, sulfato de calcio 4%, oxido de zinc 4%, glicerol 20% todos ellos en % p/p respecto a la harina agotada. Tratamiento 2 es el material compuesto por Papel 20%, sulfato de calcio 4%, oxido de zinc 4%, glicerol 20% todos ellos en % p/p respecto a la harina agotada. Tratamiento 3 es el material compuesto por Papel reciclado 20%, sulfato de calcio 4%, oxido de zinc 4%, glicerol 20% todos ellos en % p/p respecto a la harina agotada.

| Tratamiento | Espesor (μm) | Desviación estandard | Peso (g) | Desviación Standard | DS (g/m^2) | Desviación estandard | Densidad (g/cm^3) |
|----------------------|------------------------------|-------------------------|-------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------|--|
| 1 papel kraft | 788.53 | 5.846 | 0.4560 | 0.019 | 0.0502 | 0.0021 | 0.6369 |
| 2 papel | 770.33 | 4.174 | 0.3609 | 0.003 | 0.0398 | 0.0003 | 0.5160 |
| 3 papel reciclado | 772.53 | 0.787 | 0.3881 | 0.006 | 0.0427 | 0.0007 | 0.5533 |

Tabla 2. Características físicas de los materiales de empaque.

Como se puede observar el material más denso fue el que está elaborado a base de harina agotada de la extracción de oleorresina de chile seco y papel kraft.

4.2. Propiedades barrera al vapor de agua.

Como se aprecia en la figura 1, el Tratamiento 1, recibió los valores mas pequeños de permeabilidad, permeanza y tasa de transmisión de vapor, los dos tratamientos restantes tienen valores muy similares pero más elevados al primero.

La permeabilidad de los materiales es muy importante para determinar la aplicación del mismo ya que posiblemente el alimento que se va a empacar puede necesitar una mayor permeabilidad ya que se trata de un producto que necesita una mayor respiración, podemos hablar de un fruto con alta producción de etileno, si se retiene el gas dentro del empaque por tiempo prolongado, el producto puede deteriorarse rápidamente por lo que es necesario un material más permeable.

Por lo tanto no se puede hablar de cual material es mejor, ya que puede aplicarse a frutas o productos que necesiten diferente tasa de respiración.

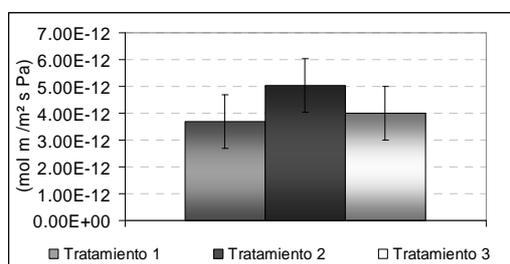


Figura 1. Efecto del tipo de tratamiento empleado sobre la Permeabilidad de materiales de empaque alternativos a base de harina de chile agotada de oleorresinas.

4.3. Propiedades Mecánicas

Se realizó únicamente la prueba de punción, como se muestra en la Figura 4, el material más resistente es el compuesto a base de harina agotada y papel de estraza, y el menos resistente es a base de harina agotada y papel reciclado, de éste último se esperaba el resultado obtenido ya que se utilizó como papel reciclado en su mayoría papel periódico, éste ya se ha reciclado con anterioridad y las fibras se van debilitando entre más se recicle el papel.

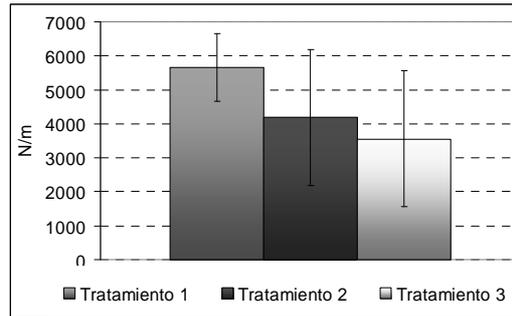


Figura 2. Efecto del tipo de tratamiento empleado sobre la fuerza máxima a la punción de materiales de empaque alternativos a base de harina de chile agotada de oleorresinas.

4.4. ANOVA

De acuerdo a los resultados obtenidos el cambio en los niveles (ó tratamientos) de factor si tiene efecto sobre la respuesta promedio en las propiedades físicas y punción en el caso de las propiedades barrera al vapor de agua solo tiene efecto sobre la permeabilidad no así a la permeanza y tasa de transmisión de vapor.

5. Conclusiones

Se dio un valor agregado a un material que estaba destinado a ser desechado, como lo es la harina agotada sobrante de la extracción de oleorresina de chile seco. Se elaboró un material de empaque alternativo. Por lo anterior se contribuye a una menor eliminación de residuos sólidos al medio ambiente. Este material con características biodegradables, bien pudiera destinarse a sustituir parcialmente alguna aplicación de los empaques sintéticos.

Se llevó a cabo la caracterización fisicoquímica de los materiales de empaque elaborados con los tres tratamientos. El material con mayor densidad, menos permeable y más resistente fue aquel, en el que se incluía papel kraft dentro de su formulación, y se realizó el análisis de varianza de un solo factor con efectos fijos para las propiedades físicas, barrera y para el esfuerzo a la punción.

El análisis de varianza demostró que el cambio en el tipo de fibra si ejerce un efecto en las propiedades físicas y al esfuerzo a la punción, para las propiedades barrera al vapor de agua solo afecta a la permeabilidad, pero no a la permeanza y tasa de transmisión de vapor.

Referencias

- [1] Gutierrez, A. 1999. Estudio económico comparativo de 2 procesos de extracción del colorante a partir del *Capsicum*. Tesis que para obtener el título de Ingeniero Bioquímico. IT Celaya. p.p. 4-7.
- [2] www.conaproch.org
- [3] García L. 2005. Estabilidad de la oleorresina de color extraída de chile de árbol como aditivo para su uso alimentario. Tesis que para obtener el título de Ingeniero Bioquímico. IT Celaya. pp 12-17.
- [4] Sharma, S.; Mulvaney, S. y Risvi, S. 2003, Ingeniería de alimentos: operaciones unitarias y practicas de laboratorio. Ed. Limusa Wiley, México. pp 283-287
- [5] Cruz Cortéz, H. El sector de envases y embalajes de papel y cartón en México. Agosto, 2006. www.enfasis.com

Agradecimientos

Este proyecto fue financiado por el Fondo Sectorial CONACYT - SAGARPA (2003) y el proyecto FOMIX- Gobierno del Estado de Guanajuato (Convenio GTO-2007-C02-68966).

Correspondencia (Para más información contacte con):

Dra. Ma. Cristina Irma Pérez Pérez,
Profesora investigadora y Coordinadora del Posgrado en Ingeniería Bioquímica.
Ave. Tecnológico y Antonio García Cubas S/N, CP 38010 Celaya, Guanajuato. México.
Phone: 00 52 (461) 61-17575 ext 329
Fax: 00 52 (461) 61-17979
e-mail: cristina_perez@itc.mx
URL: <http://www.itc.mx/educacion/maestrias/bioquimica>.