

CAPITULO VI

MATERIALES Y METODOS

6.1 Materia Prima

La materia prima a utilizar en la presente investigación es proporcionada por Cadbury- Adams Puebla, y esta ha sido:

- Base de goma de mascar
- Goma con reproceso sin almidón y azúcar (CRSAA)
- Goma con reproceso con almidón y azúcar (CRAA)
- Goma sin reproceso sin almidón y azúcar (SRSAA)
- Goma sin reproceso con almidón y azúcar (SRAA)

6.2 Métodos

6.2.1 Caracterización del proceso de fabricación.

6.2.1.1 Análisis de las propiedades psicrométricas del túnel de enfriamiento

La determinación de las propiedades psicrométricas, humedad relativa (% HR) y temperatura de bulbo seco (Tbs) del aire se realiza con un psicrómetro digital (LT Lutron-300s, Corporación Suecomex, S.A. de C.V), y la velocidad del aire, con la ayuda de un anemómetro (Weiss Instrumets CFM-1). Se mide en días diferentes,

para obtener mediciones más exactas de estas variables las mediciones se realizan en el aire que se libera a través de las entradas laterales y toveras del túnel (Figura 6.1).

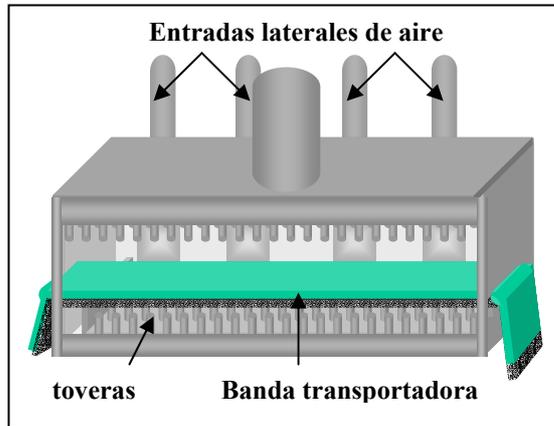


Figura 6.1. Túnel de enfriamiento

6.2.1.2 Determinación de las condiciones de temperatura, humedad y a_w de la goma durante el proceso.

Determinación de la temperatura de la goma: se mide la temperatura de la goma durante las etapas de fundido, mezclado, pre-extruido, a la salida del túnel de enfriamiento y finalmente del laminado con la ayuda de un termómetro digital (Fluke 51, USA). Se toma una muestra de goma (como una bola de masa) directamente de la línea de proceso y se inserta el termopar en el interior de la goma.

Determinación de la humedad de la goma: se determina la humedad por destilación azeotrópica según el método 926.01 del AOAC (1996).

Determinación de la actividad de agua (a_w) de la goma: las mediciones de la a_w de la goma se realizan con un higrómetro AquaLab CX2 (Decagon Devices Inc.) en las siguientes etapas: mezclador, pre-extruder, túnel de enfriamiento y goma laminada con almidón y azúcar. Así como también se toma la a_w de la goma antes de fundir y después de fundir.

6.2.1.3 Monitoreo del cuarto frío

6.2.1.3.1 Monitoreo de las condiciones del medio que lo rodea las plataformas.

Las condiciones de operación del cuarto frío: humedad relativa (%HR) y temperatura del aire de enfriamiento se obtienen directamente del psicrómetro del cuarto que se encuentra en la hilera A-4.

Las condiciones que rodean las plataformas: distribución de la humedad relativa (%HR), temperatura del aire se determinan con un psicrómetro (LT Lutron-300s, Corporación Suecomex, S.A. de C.V) y la velocidad del aire con un anemómetro (Weiss Instrumets CFM-1), en diferentes puntos del cuarto frío como se muestra en la Figura 6.2.

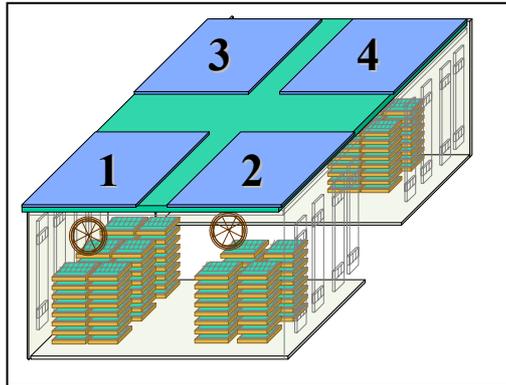


Figura 6.2 Cuarto frío

Para la determinación de la distribución de la temperatura y velocidad del aire en el cuarto frío, el área se divide en cuatro zonas como se muestra en la Figura 6.2 y se mide de la siguiente manera (Figura 6.3):

- a) Entre una hilera y otra, en cada una de las zonas de la plataforma como se muestra en la Figura 6.3.
- c) El cuarto se divide en cuatro zonas (Figura 6.2 y 6.3) y se seleccionan dos zonas al azar (zona 1 y zona 4).
- d) Se seleccionan hileras con cupo completo de plataformas y se toma el valor de la velocidad y la temperatura del aire y se secciona la hilera en 3 partes (atrás, centro y frente) como se muestra en la Figura 6.3.

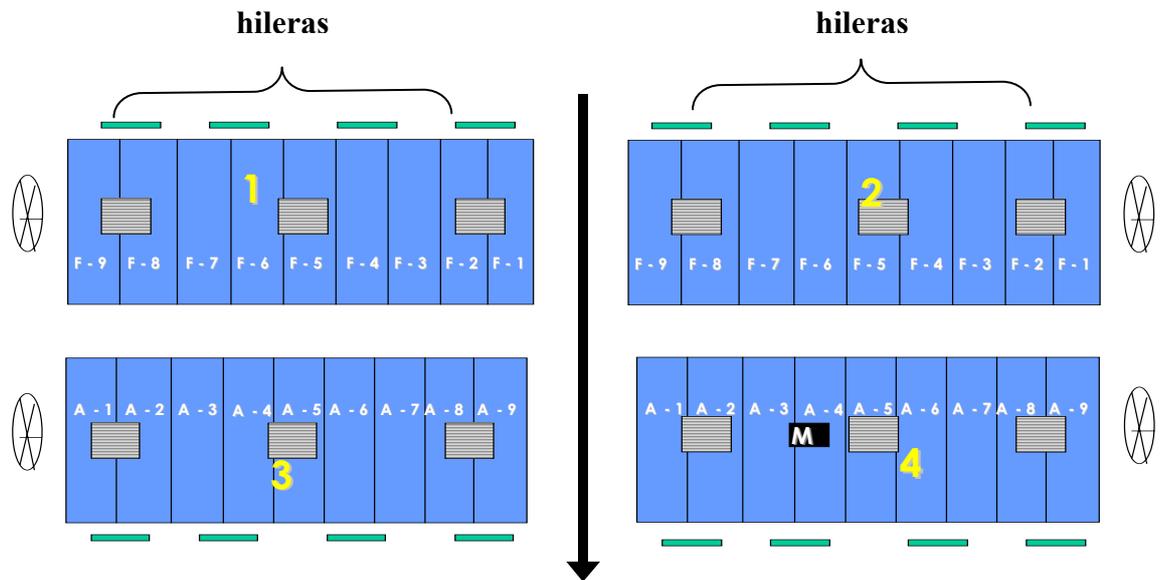


Figura 6.3 Zonas de medición de la temperatura y velocidad del aire en cuarto frío.

6.2.1.3.2 Evaluación del comportamiento de los centros laminados en el cuarto frío.

Esta evaluación consiste en monitorear durante 24 horas la a_w , temperatura, ganancia o pérdida de peso y dureza de los centros laminados de los chicles analizados con y sin reproceso, y las condiciones de temperatura y humedad relativa del aire registradas por el psicrómetro del cuarto.

Se seleccionan 2 plataformas al azar, de cada una se toman tres charolas de diferentes puntos de la plataforma (superior, intermedia y inferior) para evaluar estas variables a lo largo de la plataforma como se muestra en la Figura 6.4

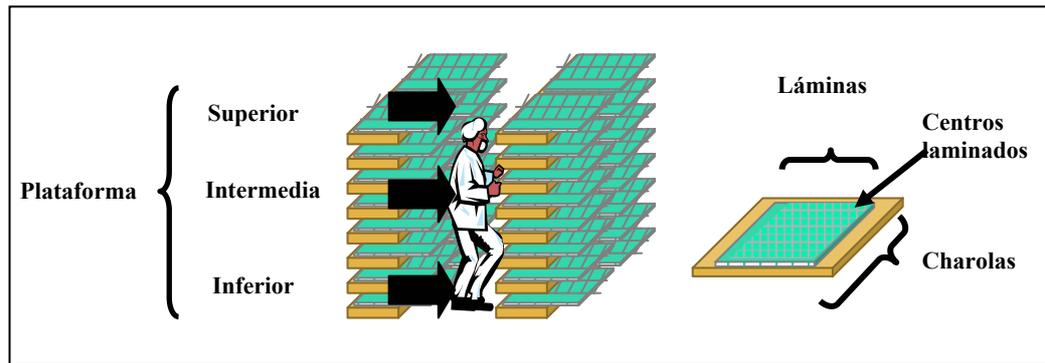


Figura 6.4 Monitoreo del comportamiento de las láminas (centros laminados) en el cuarto frío, y las zonas de evaluación de peso, temperatura, dureza y actividad de a_w de los centros laminados

6.2.1.3.2.1 Monitoreo de la temperatura de los centros laminados en el cuarto frío.

Temperatura de la superficie: Se coloca el termopar de termómetro digital (Fluke 51, USA) en la superficie de las láminas o centros laminados.

Temperatura del interior: Se coloca un termopar de cobre–constantan en el centro (interior) de las láminas (Figura 6.5) para llevar un registro de temperaturas con un lector de temperaturas ColeParmer digisense (Scanning Thermocouple Thermometer EE.UU.).

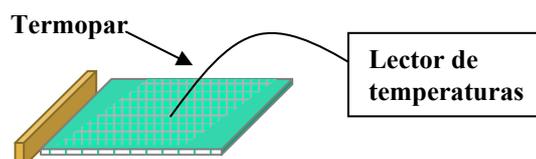


Figura 6.5 Temperatura del interior de las láminas o centros laminados

6.2.1.3.2.2 Monitoreo de la a_w en el cuarto frío.

Se toma una muestra de centros laminados de cada región de la plataforma y se mide la actividad de agua (a_w), con la ayuda de un higrómetro DECAGON y se monitorea la variación de la actividad de agua durante tiempo de residencia de los centros laminados en el cuarto frío a una temperatura de 20 ° C.

6.2.1.3.2.3 Monitoreo de la dureza de los centros laminados en el cuarto frío.

La determinación de la dureza se realiza utilizando un durómetro Shore tipo A (ASTM D2240), utilizado para medir dureza de polímeros gomosos suaves. Se mide la dureza de la siguiente manera, se levanta el indentor a una distancia de 2.5 cm sobre la base se deja caer sobre la muestra de manera que el indentor penetra la muestra por el centro de la pastilla (Figura 6.6), y la lectura se toma 20 segundos después.



Figura 6.6. Durómetro *Shore* tipo A

6.2.1.3.2.4 Monitoreo del peso de las laminas en el cuarto frío.

Se pesan 3 láminas de diferentes charolas en una balanza (Mettler Toledo PR5002) evitando no quebrarlas, cada 4 horas.

6.2.2 Isotermas de sorción

Para la determinación de isotermas de sorción se utiliza la adaptación del método COST (Argaiz y Lopez-Malo, 1994). Para la realización de las isotermas a 25 °C se utiliza una estufa (Thelco, Illinois U.S.A), y para 35°C y 45 °C una estufa (Blue M Illinois U.S.A). Se expone la muestra a diferentes humedades relativas, se registra el peso cada tercer día. Las muestras son colocadas por duplicado en frascos de sorción como el mostrado en la Figura 6.7 que contienen soluciones saturadas con diferentes niveles de humedad relativa. En el apéndice B se muestran los niveles de humedad relativa generadas con las soluciones salinas saturadas a diferentes temperaturas. Con ayuda del equipo Aqualab CX-2 Higrómetro punto de rocío (Devices, InC., Pullman. W.A.) se corroboran los valores de cada sistema.

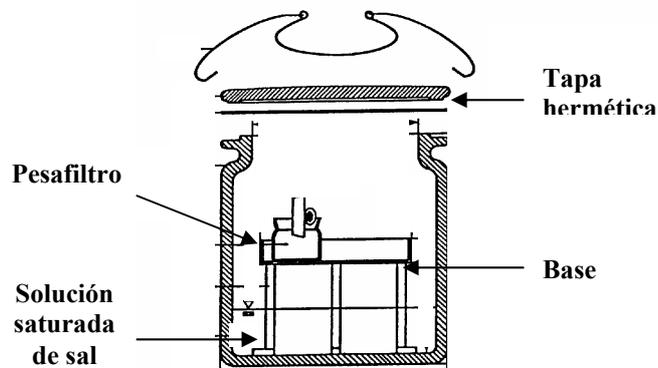


Figura 6.7. Celdas empleadas para la obtención de sistemas de sorción de humedad.

6.2.3 Análisis Calorimétrico Diferencial (DSC)

Las muestras utilizadas en este análisis son: la base CM6, goma con reproceso y sin reproceso con almidón y azúcar (CRCAA Y SRCAA respectivamente), goma con y sin reproceso sin almidón y azúcar (CRSAA y SRSAA respectivamente). Dichas muestras se equilibran a 4 niveles de a_w 0.35, 0.47, 0.58, ya en equilibrio, se traspasa rápidamente 1mg de muestra a una charola (o crisol) de aluminio que se sella herméticamente para evitar cambios de humedad. Las muestras se colocan en el equipo Netzsch, DSC 200Pc., Phox (Berlin, Alemania) dejando una charola vacía de aluminio como referencia, se calientan y enfrían a una velocidad de escaneo de 10 °C/min en un rango de temperatura de -10°C a 150 °C, utiliza nitrógeno líquido como medio de enfriamiento. Este tipo de equipo (Figura 6.8), cuenta con un circuito que mide y controla la temperatura en los recipientes de la muestra y la referencia, y se ajusta de acuerdo a un programa de tiempo-temperatura. Los registros de esta temperatura se representan sobre uno de los ejes contra el flujo de calor suministrado a la muestra, estos registros son denominados termogramas. Dichos termogramas contienen la temperatura de transición inicial (Tgo) y la temperatura de transición media (Tgm), y los cambios de entalpía generados (Welti et al., 1998).



Figura 6.8. Calorímetro Netzsch, 200Pc Phox

6.2.5 Determinación de la conductividad térmica y la difusividad térmica.

Se utiliza goma en forma de cilindros para la medición de conductividad térmica (k , $\text{Wm}^{-1}\text{C}^{-1}$) y difusividad térmica (α , mm^2s^{-1}), para esto se utiliza un equipo medidor de propiedades termofísicas KD2 Decagon Devices, Inc (Pullman, Washington). La medición consiste en introducir la sonda del analizador (Figura 6.9) en medio del cilindro de la goma con y sin reproceso a diferentes temperaturas.



Figura 6.9. Equipo analizador de Propiedades Termofísicas
KD2 Decagon Devices.