

ESTUDIO DE LA VIDA DE ANAQUEL DEL TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt) DESHIDRATADO OSMÓTICAMENTE Y EMPACADO EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS

¹Claudia Tabares A. •
¹Jenny Velásquez R. •
¹Olga Beatriz López O. ^{1,2}

RESUMEN

En trabajo presentado en el IV Seminario Nacional de Frutales de Clima Frío Moderado, se determinó la vida útil del tomate de árbol al cual se le había realizado una Deshidratación Osmótica. Se encontró que este proceso puede duplicar su tiempo de conservación con respecto al de la fruta que no ha sido sometida a él. Con el fin de estudiar el efecto de la Atmósfera Modificada en la vida de anaquel del tomate de árbol deshidratado osmóticamente, se continuó el trabajo. Para tal efecto se utilizaron dos clases de mezclas gaseosas, M1: 1% de O₂, 5 % de CO₂ con balance de N₂; M2: 5% de O₂, 10% de CO₂ con balance de N₂. Como testigo, se empacaron muestras del producto sin mezcla de gases predeterminada. Se utilizaron dos tipos de empaques de un material polimérico multicapas, adecuados para esta técnica: calibres 5 y 4 milésimas de pulgada, C₁ y C₂ respectivamente. El almacenamiento se realizó a 6 °C, durante 80 días, con observaciones a los 45, 60, 68, 74, y 80 días. Durante el transcurso de la experimentación se efectuaron análisis fisicoquímicos, sensoriales y microbiológicos a las muestras. Mediante los paquetes estadísticos SPSS y Statgraphis se seleccionó el tratamiento que permite prolongar por mayor tiempo la vida útil del producto. Se determinó que el tomate de árbol deshidratado osmóticamente incrementa significativamente su vida de anaquel cuando es empacado en atmósfera modificada, comparado con el producto sin empacar mediante esta técnica. El tratamiento que permitió conservar por mayor tiempo el tomate de árbol osmodeshidratado fue M1C₁, 1% de O₂, 5 % de CO₂ con balance de N₂ y en bolsa calibre 5. El tomate de árbol sometido a estos tratamientos cumplió con las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales esperadas.

Palabras Clave: Tomate de árbol, vida anaquel, deshidratación osmótica, atmósferas modificadas.

INTRODUCCIÓN

En Colombia se da una producción anual de 132000 toneladas de tomate de árbol, en la cual contribuyen con 55%, los departamentos de Antioquia, Caldas, Quindío, Risaralda y Valle. Estos departamentos tienen 39% del total de área sembrada (MINAGRICULTURA, 2001).

El tomate de árbol (*Cyphomandra Betacea*), es originario de América (Ecuador, Colombia, Perú), como cultivo en Ecuador se desarrolla entre 600-3300 msnm, Se cultiva en las zonas de climas templados donde la temperatura óptima está entre 13-24°C. Los estudios hasta ahora realizados indican que tiene sustancias como el ácido gamma amino butírico que baja la tensión arterial, por ello

¹ Universidad Nacional de Colombia, sede Maniales

es útil en medicina además es utilizado en frutoterapia para fortalecer el cerebro, curar migrañas y cefaleas severas. Se consume en jugos, dulces, mermeladas, jaleas y compotas. www.farmdirectfoods.com

En la actualidad el mayor interés de los cultivadores y comercializadores de tomate de árbol, es poder aumentar la vida útil de forma que las pérdidas por deterioro disminuyan.

La aplicación de la Deshidratación Osmótica, D.O., y la Atmósfera Modificada A.M. en frutos tropicales, como métodos para obtener productos mínimamente procesados, han demostrado su efectividad en la conservación de los mismos, debido a los diversos efectos que ejercen como la deshidratación parcial, disminución en la velocidad de respiración, acción del etileno, retraso en la maduración, etc. Como gran ventaja de estas técnicas puede resaltarse la calidad del producto final (Wiley,1997).

En el IV Seminario Nacional de Frutales de Clima Frío Moderado, se presentó un trabajo que determinó la vida útil del tomate de árbol al cual se le había realizado una Deshidratación Osmótica. Se encontró que este proceso puede duplicar su tiempo de conservación con respecto al de la fruta que no ha sido sometida a él. Con el presente trabajo se pretende continuar el anterior, estudiando el efecto de la aplicación de Atmósferas Modificadas (AM) en la vida de anaquel del tomate de árbol Deshidratado Osmóticamente.

La atmósfera esta constituida por composición del aire 20.80% de O₂, 78.26 de N₂, 0.03% de CO₂, 0.91% de otros gases; las concentraciones de éstos en la atmósfera, incide directamente sobre el tiempo de vida de las verduras y hortalizas.

Los frutos y hortalizas después de recolectados aumentan su metabolismo, continuando los intercambios con la atmósfera. Cuando se encierran en un embalaje plástico de permeabilidad determinada, el proceso de respiración modifica la composición de la atmósfera interna inicial, empobreciéndose en oxígeno y enriqueciéndose en dióxido de carbono y vapor de agua (Romaljaro y Riquelme, 1996).

Después de un periodo inicial de adaptación a las nuevas condiciones atmosféricas se establece un equilibrio dinámico entre los gases producidos endógenamente por los distintos centros de acción enzimático de la célula y los gases del medio ambiente que rodean el fruto. Las condiciones del equilibrio de O₂ y CO₂ dentro del embalaje están determinadas por la intensidad respiratoria del producto, características de permeabilidad de la película, temperatura y humedad relativa (Romero, 1999).

Según Parry (1995), el almacenamiento en atmósferas modificadas consiste en crear y mantener una atmósfera modificada alrededor del alimento, en ella interactúan los gases producidos por la respiración de la atmósfera de empaquetado que penetra por la película del empaque. Esta técnica puede utilizarse para productos procesados o mínimamente procesados, para alimentos preparados, para frutas y hortalizas enteras e individuales, en cajas, o en contenedores.

Las atmósferas controladas o modificadas normalmente involucran menor concentración de O₂ mayor de CO₂ y ajuste con N₂. Paralelamente al control de gases se emplea una disminución de temperatura, por lo que éste método de control de la maduración y/o senescencia se considera como un complemento de la refrigeración y no como sustituto de ella (Wiley,1997).

Según Romaljaro y Riquelme (1996), la atmósfera modificada ocasiona un descenso de la tasa

respiratoria, con una disminución en el consumo de O_2 , producción de CO_2 , y desprendimiento de calor. Esta disminución es proporcional a la concentración de oxígeno, aunque es necesario que ésta no sea inferior al 3%, de lo contrario, se iniciará el metabolismo anaerobio, con descarboxilación de ácido pirúvico a acetaldehído y dióxido de carbono, y finalmente formación de etanol. Este nivel crítico de oxígeno depende esencialmente de la especie, variedad y temperatura de conservación. En tejidos vegetales, el dióxido de carbono acelera la metabolización del etileno conduciendo la oxidación completa del etileno en dióxido de carbono. Se ha comprobado que niveles bajos de dióxido de carbono regulan la síntesis de etileno, y altos inhiben su acción, aunque no se conocen los mecanismos responsables de estos efectos.

Bajas concentraciones de oxígeno y altas de dióxido de carbono pueden alterar el metabolismo de algunos constituyentes responsables del color, textura, sabor y aroma y la velocidad de su degradación o formación. Cuando las atmósferas son ricas en dióxido de carbono y pobres en oxígeno se genera un efecto positivo sobre la detención de la pérdida de color en los vegetales verdes como consecuencia de la inhibición del proceso de destrucción de clorofilas, mientras que la síntesis de carotenoides (pigmentos rojo y amarillos) se ve retrasada. La pérdida de textura se ve también retardada por dichas atmósferas al demorar los fenómenos degradativos de la pared celular. La modificación de los azúcares y ácidos orgánicos depende de la concentración de los gases. En general, cuando se expone el producto a periodos largos de conservación en atmósferas modificadas se observa una disminución de la producción de compuestos volátiles y un empobrecimiento del aroma (Wiley, 1997).

En la actualidad hay disponible en el mercado numerosos tipos de películas para el envasado de productos alimenticios; sin embargo, son relativamente pocos los que se utilizan en el sector manipulador de frutos y hortalizas en fresco. Entre los más empleados entran el polietileno, polipropileno, PVC y poliestireno, los cuáles presentan rangos de permeabilidad muy amplios (Rodríguez, 1988).

La principal característica a considerar cuando se seleccionan los materiales para el envasado en atmósfera modificada de frutas y hortalizas son: permeabilidad a los gases, velocidad de transmisión del vapor de agua, propiedades mecánicas, tipo de envase, transparencia y fiabilidad del cierre o sellado. Sin embargo, debido a las diferencias en la intensidad de respiración de las frutas y hortalizas individuales y el efecto de la temperatura sobre la respiración y la permeabilidad a los gases, el tipo de film de empaquetado requerido para conseguir cualquier atmósfera modificada de equilibrio debe definirse para cada producto a cualquier temperatura de almacenamiento concreta (Parry, 1995).

OBJETIVO GENERAL

Estudiar la vida de anaquel del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt) deshidratado osmóticamente, empleando dos tipos de mezclas de gases y dos empaques de diferente calibre.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el efecto de dos tipos de mezclas de gases (1% de O_2 , 2% de CO_2 y Balance de N_2 ; 5% de O_2 , 10% de CO_2 y Balance de N_2) en la vida de anaquel del tomate de árbol deshidratado osmóticamente.
- Evaluar dos tipos de empaques utilizados para el almacenamiento en atmósfera modificada en la conservación del tomate de árbol deshidratado osmóticamente.

- Determinar en el tomate de árbol osmodeshidratado las características fisicoquímicas (pH, °Brix, Acidez titulable, Vitamina C), microbiológicas (microorganismos Psicrófilos, mohos y levaduras) y sensoriales (color, acidez, aceptación), a diferentes tiempos (45, 60, 68, 74 y 80 días) y la evolución de empaqueo en atmósferas modificadas.
- Definir cual es la mejor concentración de gases, y cual de los dos tipos de empaque es el más adecuado para una mejor conservación del producto, basados en el análisis de los resultados fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales obtenidos por medio del paquete estadístico SPSS.

METODOLOGÍA

La experimentación del trabajo se realizó en los Laboratorios de Alimentos de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

La materia prima utilizada fue tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt), proveniente de los cultivos experimentales del convenio CORPOICA-SENA ubicados en la zona industrial de Malhería, en la ciudad de Manizales.

Las mezclas de gases utilizadas se seleccionaron utilizando concentraciones altas y bajas de de O₂ y de CO₂, de acuerdo a los rangos encontrados en la revisión bibliográfica, para conservación de frutas. Las mezclas de gases utilizados fueron:

- M1 1% de O₂ , 2% de CO₂ y Balance de N₂ .
- M2 5% de O₂ , 10% de CO₂ y Balance de N₂.
- M3 Mezcla sin gases (aire) o testigo.

Los tipos de bolsas utilizados fueron los recomendados para el empaque de frutas en atmósferas modificadas y suministrados por ALICO S.A., Medellín, así:

- C1: Empaque 1, calibre 5 milésimas de pulgada, película coextruida de tres capas, con nylon en la capa externa como elemento de barrera y PEBD lineal en la capa de sellado, flexible y respirable, de 50*20 cm.
- C2: Empaque 2, Calibre 4" milésimas de pulgada, con iguales características al anterior, de 20*30 cm.

Se utilizó la empacadora al vacío Komet Plus Vac 20. La empacadora realiza inmediatamente a la inyección de los gases, el sellado de la bolsa. Las muestras se almacenaron a 6°C.

Las operaciones de selección, clasificación, lavado, desinfección, escaldado, deshidratación osmótica, drenaje y secado superficial, se realizaron como se describe en el trabajo realizado por López et al. (2002).

El tomate deshidratado osmóticamente se introdujo en las bolsas correspondientes y, a continuación se inyectó a cada uno, la mezcla de gases programada.

El peso de cada muestra fue aproximadamente de 400 gramos. Se empacaron con 2 réplicas para cada mezcla de gases y cada tipo de empaque. Por lo tanto, se obtuvieron los siguientes tratamientos M1C1, M1C2, M2C1, M2C2, M3C1 y M3C2.

El peso de cada muestra fue aproximadamente de 400 gramos. Se empacaron con 2 réplicas para cada mezcla de gases y cada tipo de empaque. Por lo tanto, se obtuvieron los siguientes tratamientos M1C1, M1C2, M2C1, M2C2, M3C1 y M3C2.

Inmediatamente después del empaquetado, las muestras se almacenaron a 6 °C, teniendo en cuenta los límites de tolerancia de la fruta a las bajas temperaturas.

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

Las características fisicoquímicas evaluadas fueron:

pH. Se determinó por método potenciométrico, utilizando un pH-metro Metrom 744.

Sólidos solubles o °Brix. Determinados con un refractómetro marca EXTECH, modelo 2152.

Vitamina C. El método utilizado para la determinación de vitamina C fue el método yodométrico (Winton y Winton, 1958), utilizando el pH-metro redox CG480.

Acidez Titulable. Se determinó mediante el método AOAC (1980). Este valor se expresó como porcentaje de ácido cítrico.

Análisis microbiológicos. Los productos se les realizaron análisis de Microorganismos Psicrófilos y Recuento de Mohos y levaduras.

Análisis Sensorial. Se analizaron los atributos de color, acidez y aceptación de las muestras y testigos en un período de 45, 60, 68, 74 y 80 días. Se realizó con un panel de 10 catadores elegidos al azar, según la metodología de Anzaldúa-Morales (1994).

DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

La evaluación del producto se realizó mediante un arreglo factorial de 3x2x5, dado que se trabajó con tres mezclas de gases, dos tipos de empaques, cinco tiempos de almacenamiento, consideradas como variables independientes (X).

Como variables de Respuesta (Y), se tuvieron el recuento microbiológico, los análisis fisicoquímicos y el análisis sensorial. Cada observación se hizo con 3 repeticiones.

Se analizaron los datos de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos utilizando el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for social Science), con el fin de determinar cual variable independiente (X) y en cual nivel, tuvo mayor influencia en la variable de respuesta (Y). Se realizó un análisis de varianza con un nivel de significancia del 95%, para comprobar diferencias significativas de las características fisicoquímicas en cada uno de los factores (X).

Para el análisis sensorial, se utilizó el paquete estadístico Stagraphics 2.0. Se trabajó con un diseño de bloques al azar en donde las muestras son los tratamientos y los jueces y los días de observación son los bloques. Se realizó un análisis de varianza con un nivel de significancia del 95% para cada variable de respuesta (color, acidez y aceptación) y se determinaron los valores más representativos de cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS A TRAVÉS DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (80 DÍAS)

Evolución ph. El pH de los productos osmodeshidratados, en el momento de iniciar su almacenamiento fue de 3,7. A través del tiempo de observación, en todos los tratamientos se presentó aumento de pH, alcanzando el mayor valor (4,1) el tratamiento M2C2. A partir del día 60 de almacenamiento el valor del pH indicó el inicio de fermentación en las muestras M1C2, M2C1 y M2C2.

La muestra M1C1 mostró un aumento lento del pH hasta el día 74, en el día 80 se encontraba dentro del rango de pH (3.7-3.9), el cual cumple con las calidades de la Norma Técnica Colombiana NTC 4105, para el tomate de árbol fresco. Con este resultado puede comprobarse el efecto de las atmósferas modificadas en la conservación de tomate de árbol osmodeshidratado ya que en estos el pH cambia significativamente a los 45 días (López, et al. 2002).

Del ANOVA multifactorial se observó que los factores M, C y T (mezcla, calibre y tiempo) y la interacción entre ellos presentan un p-value menores a 0.05, lo que indica que si existen diferencias significativas entre las medias. Al aplicar la prueba de Tukey se observó que al nivel de significancia del 95% entre M1 y M2 no existen diferencias altamente significativas (medias de 3.80 y de 3,82), pero si presentaron diferencia con la M3 (4,1440). En cuanto al calibre no se presentaron diferencias significativas entre las medias.

Evolución de los °Brix . Los productos deshidratados osmóticamente se almacenaron con valores de 18 y 19 °Brix. La tendencia general de este parámetro fue a decrecer. Se presentó el valor más bajo (6°Brix) en las muestra M3C1 y M3C2 a los 60 días. En los tratamientos M1C2 y M2C2 los °Brix disminuyeron un 6% aproximadamente hasta el día 68, de ahí en adelante el descenso fue más notorio, hasta alcanzar un valor de 15 y 13 °Brix, respectivamente. El tratamiento en el cual los °Brix presentaron menos descenso fue el M1C1, con un valor final de 17,5 a los 80 días. Comparando este valor con el reportado por López et. al. (2002), 8,2 °Brix a los 60 días se demuestra el efecto protector de este parámetro por las atmósferas modificadas en los productos osmodeshidratados.

Del análisis de varianza, se observó que al 95% de significancia se presentaron diferencias entre las mezclas, calibres y tiempo, lo mismo que entre sus interacciones. La prueba de Tukey) definió que no habían diferencias significativas entre M1C2 y M2C2 pero sí entre estas dos y M1C1 además de los testigos.

Evolución de la acidez titulable. La acidez inicial de las muestras, en el momento de su almacenamiento fue de 0,9 % ácido cítrico. Se observó una tendencia decreciente en la acidez titulable, en todos los tratamientos, alcanzando el valor más bajo (0.24) el tratamiento M3C2, a los 70 días.

Los tratamientos M1C2, M2C1 y M2C2, presentaron una pérdida muy alta de ácidos, disminuyendo en un 43% hacia el día 68, ocasionando un desequilibrio que influyó en el sabor.

En la muestra M1C1 presentó un contenido de ácido cítrico de 0,543 % en el día 80.

Mediante el análisis multifactorial se observó de acuerdo con las medias dadas que se presentaron diferencias significativas entre la mezcla de gases y el tiempo, los resultados de la prueba de Tukey demostraron que estas diferencias se presentaron en todos los casos.

Evolución de la vitamina C. El contenido de vitamina C de los productos osmodeshidratados, en el momento de iniciar su almacenamiento fue de 29 mg/Kg. La tendencia general fue a la disminución de la cantidad de esta vitamina, por efecto normal del almacenamiento. El tratamiento que mayor descenso presentó (83%) fue el M3C2, a los 80 días.

Los tratamientos M1C2, M2C1 y M3C1 disminuyeron continuamente durante todo el periodo de almacenamiento, hasta valores de 9, 6 y 4 mg/Kg, respectivamente.

En la muestra M1C1 a los 60 días, el contenido de vitamina C disminuyó hasta llegar a un valor de 12,5 mg/Kg, en el día 80.

En el análisis multifactorial se observaron diferencias significativas entre las muestras con la mezclas de gases, y con el tiempo. Con respecto al calibre no se presentaron diferencias significativas. La prueba de Tukey señaló que el efecto del tiempo en todos los casos es importante lo cual era de esperarse debido a que a lo largo del tiempo de almacenamiento se presenta una pérdida de vitamina C.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Los análisis microbiológicos se realizaron solo con respecto al crecimiento de mohos y levaduras ya que durante el almacenamiento no hubo presencia de microorganismos Psicrófilos. De acuerdo a los resultados obtenidos por el ANOVA multifactorial, se observó una diferencia altamente significativamente entre las medias de todas las mezclas de gases. En el calibre también se presentaron diferencias, lo mismo ocurrió para los tiempos iniciales de observación.

Las muestras testigos se ven afectadas a partir del día 60, con lo cual se concluye la aparición de microorganismos alterantes de la inocuidad del alimento.

La mezcla que presentó un recuento de mohos y levaduras dentro de los rangos permitidos por las normas fue la M1C1.

ANÁLISIS SENSORIAL

Los resultados de los atributos y la prueba de aceptación para todas las muestras osmodeshidratadas fueron: color, normal moderado; acidez, normal moderada; aceptación, me gusta mucho

En el análisis de varianza realizado para evaluar el color a través del tiempo de almacenamiento, el p-value >0.05 , indicó que no existían diferencias entre la evaluación realizada por los diferentes jueces. Las muestras en la atmósfera M1 mantuvieron un color normal moderado a lo largo del tiempo de observación; las demás muestras tomaron un color levemente oscuro.

Para evaluar la acidez durante el tiempo de observación, el análisis de varianza señaló que existían diferencias significativas en las muestras y los días, (p-value <0.05). Mediante la prueba de Duncan se determinaron diferencias entre las medias de todas las muestras. La muestra que mantuvo la acidez normal moderada fue la muestra M1C1.

En cuanto a la aceptación, se encontraron diferencias significativas entre las muestras y los días, (p-value <0.05). La prueba de Duncan indicó que habían diferencias entre las muestras M1C1 y M1C2; M2C1 y M2C2; M1C2 y M2C1 y M3C1; M2C1 y M2C2 y M3C1; M2C2 y M3C1.

La muestra que tuvo mejor aceptación durante todo el tiempo de almacenamiento fue la M1C1, con una calificación "me gusta mucho".

Por los resultados anteriores puede afirmarse que el tratamiento que mejores atributos dio a la muestra fue el M1C1, correspondiente a la mezcla de gases 1% O₂, 2% CO₂ y balance de N₂ y la bolsa de empaqueo en atmósferas modificadas de calibre 5 milésimas de pulgada). Además, al tomate de árbol deshidratado osmóticamente se le incrementa su vida de anaquel en un 85%, cuando es empacado en atmósfera modificada, comparado con el producto sin empaocar mediante esta técnica.

BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. 1980.** Oficial Methods of Analysis of the association of the Oficial Agricultura Chemist. 13 th. De. Washington D.C. 1980.
- ANZALDÚA MORALES, A. 1994.** La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Zaragoza: Acribia. 1994. 198p.
- LOPEZ, O.B.; MONTES, L.M.; SERNA, L.; FRANCO, G. 2002.** Conservación del Tomate de Árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt) Mínimamente Procesado por Deshidratación Osmótica. IV Seminario de Frutales de Clima Frio Moderado. Medellín. 2002.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2001.** Estadísticas Agropecuarias. Bogotá.
- WILLEY, R.C. 1997.** Frutas y Hortalizas Mínimamente Procesadas y Refrigeradas. Zaragoza. Acribia: S.A. 1997. 362 p.
- PARRY, R. 1995.** Envasado de los Alimentos en Atmósfera Modificada. Madrid: Vicente. 1995.
- RODRÍGUEZ, M. 1988.** Envasado de Alimento Bajo Atmósfera Protectora. Alimentación, Equipos y Tecnología. 1988. 87-92 p.
- ROMALJARO Y.; RIQUELME, F. 1996.** Nuevas Tecnologías de Conservación de Frutas y Hortalizas. Madrid: Ed. Mundi-Prensa. 1996.
- ROMERO, A y VACCA, N. 1999.** Influencia de la Temperatura y la Atmósfera Modificada Dentro de Empaques Plásticos en el Tiempo de Conservación de Mango Fresco. Trabajo de Grado Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 1999.
- WINTON, A.L.; WINTON, K.B. 1959.** Análisis de Alimentos. Barcelona: Reverté. 1959. 1205 p.