

Capítulo XVII

COSECHA, ALMACENAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO DE LA NUEZ PECÁN

Marcos Eduardo Dabul

Resumen

Una vez cosechadas, las nueces de pecán deben ser secadas hasta alcanzar un porcentaje de humedad del 5%, para evitar el desarrollo de hongos, que pueden contener micotoxinas y deteriorar la textura. La exposición a un medio sin oxígeno retarda la pérdida de calidad de la semilla. Las atmósferas modificadas activas, en las cuales se reemplaza inicialmente el aire por una mezcla predeterminada inyectada en el interior del envase, pueden constituir una alternativa para la conservación de la semilla descascarada de pecán. El objetivo de este capítulo es valorar las condiciones de cosecha y distintas formas de almacenamiento y conservación en postcosecha de la semilla descascarada de pecán. La conservación en atmósferas modificadas en base a vacío o CO₂ a temperatura ambiente, son la alternativa más accesible para un productor que desea almacenar una nuez de calidad hasta llegar al período estival.

Cosecha

El pecán (*Carya illinoensis*) pertenece a la familia de las Juglandáceas, que comprende plantas arbóreas productoras de drupas, en cuya fase de maduración el mesocarpo (ruezo) se seca, y el endocarpo (cáscara) y la semilla son vulgarmente considerados un “fruto seco” o “nuez” o “almendra”. Si bien dichos términos se utilizan en este capítulo como sinónimo del producto

cosechado, no deben confundirse con el fruto nuez, definido como un cleistocarpo de pericarpo seco (Fig. 1).



Figura. 1: Distintas fases de la maduración

La cosecha de la nuez se debe iniciar cuando la misma alcanza la madurez, es decir cuando el ruezno se abre y se desprenden las nueces de los nogales, en este momento hay que recogerlas y clasificarlas para posteriormente secarlas y empacarlas; a estas actividades en conjunto se las denomina como cosecha. Esta actividad de cosecha y recolección constituye el procedimiento más importante de la producción del nogal. Sin embargo, esta actividad alcanza alrededor del 40% del costo total de la producción de nuez. Los costos de mano de obra y la inseguridad de conseguirla han generado una tendencia hacia la mecanización en la labores de vibración, recolección, limpiado, selección y secado de la nuez. La recolección de la nuez debe iniciarse preferentemente antes de que las nueces caigan del árbol en forma manual (abril), favoreciendo además una mejor oportunidad de comercialización. La cosecha temprana promueve la conservación de la calidad de la nuez, conservando el color claro de la almendra y evita que las nueces permanezcan en contacto con el suelo por períodos prolongados, con el consiguiente deterioro de su calidad.

La recolección de las nueces suele retardarse hasta que todos los rueznos se hayan abierto; sin embargo por necesidades de carácter práctico (como lograr mejores mercados, evitar robos, conservar el color de la almendra) es

conveniente concentrar la recolección utilizando maquinas vibradoras (Fig. 2 y 3) cuando las plantas son adultas. La cosecha se realiza en dos pasos. Para conservar la calidad de la nuez se requiere hacer una selección de la nuez recolectada antes de pasar al secado, separando la nuez germinada, vanas y verdes del resto de la nuez buena para conservar la calidad (Lagarda,1977).



Figura 2: Maquina vibradora

Es conveniente no vibrar los árboles antes de 15 días de haber aplicado el riego para evitar el daño de la corteza por desprendimiento al contener excesiva humedad y controlar controlar los cojinetes de la vibradora que pueden dañar la corteza.

Sacudidoras



Cosechadoras



Figura. 3.: Distintas vibradoras y cosechadoras mecánicas.

La primera cosecha económicamente significativa comienza a partir de los 7 años después de la plantación. A los 15 – 25 años se llega a la capacidad máxima de producción. Dependiendo de la densidad y el lugar de plantación se pueden obtener de 20 a 45 kgs. Ya que el grado de madurez es difícil de determinar en forma visual, los frutos no se recolectan del árbol mismo. Por esta razón se espera que estos por su estado de madurez caigan por su cuenta para luego ser recogidos manualmente o a máquina. Intervalos cortos de cosecha, de 1 a 2 semanas, reducen las pérdidas producidas por el ataque de roedores y la descomposición. El período de cosecha puede durar varias semanas dependiendo de la variedad y el clima. Una desventaja de las máquinas cosechadoras (Fig. 4) que se usan es que solamente trabajan bien en suelos limpios. Al mismo tiempo lastiman a las raíces superficiales que también sufren por la compactación del suelo por usarse máquinas pesadas.



Figura 4.: Máquina recolectora

La cosecha mecánica sólo se justifica cuando la escala de superficie en producción y el rendimiento mínimo en toneladas al año de nuez con cáscara son económicamente importantes. Las máquinas hileras largas de plantas. Las ventajas de la cosecha manual son que la valiosa capa de mulch y las raíces superficiales no serán retiradas ni lastimadas y no se recolectan elementos ajenos a la cosecha que las máquinas suelen levantar junto con las nueces. La cosecha también se puede hacer en suelo húmedo y en terreno donde la maquinaria no accede. Para hacerlo más fácil se pueden instalar redes bajo los árboles sobre las que caerán las nueces. Esto hace innecesario limpiar el terreno antes. Otra ventaja de las redes es que los frutos no tocan directamente el suelo y se reduce la infección por hongos. La desventaja de la red es su alto costo de adquisición y mantenimiento. Las ventajas de la cosecha mecánica son que no se tienen que medir las porciones cosechadas por los trabajadores para calcular el sueldo.

Otro de los beneficios es que se concentra la cosecha al vibrar las plantas y producir el desprendimiento de todas las nueces maduras. Al cosechar a máquina hay que realizar una prelimpieza para que los cuerpos extraños no causen daños en la maquinaria. Después se separan las nueces no peladas en un baño de agua, las nueces inmaduras flotarán, las maduras descenderán. Las nueces que flotan deben ser revisadas ya que nueces maduras con poco porcentaje de agua igual pueden flotar. En la cosecha manual, el recolector

selecciona las nueces por su peso y detecta las que no tienen contenido de almendra o están deterioradas y las puede apartar en el mismo momento de la cosecha, simplificando las tareas.

Las nueces con cáscara por lo general son entregadas en forma inmediata o almacenadas en lugares ventilados permanentemente y secadas hasta que su contenido de humedad desciende al 5%.

Almacenamiento y acondicionamiento

La semilla del nogal es de alto valor nutritivo, rica en proteínas, hidratos de carbono, ácidos grasos esenciales, minerales, vitamina E y fibras. Un buen almacenamiento ayuda a conservar la calidad de la semilla de pecán. El alto contenido de aceite y el elevado porcentaje de ácidos grasos insaturados (93%) son, junto con la temperatura y el contenido de humedad, los más importantes factores que influyen en el almacenamiento de las nueces (Herrera, 2004).

La disminución del contenido de humedad de las nueces hasta alrededor del 5 % es una medida muy importante para su buen almacenamiento. La humedad de la nuez debe disminuirse tan pronto como ésta sea cosechada, ya que se evita con ello el enmohecimiento, la decoloración y la descomposición del aceite (Herrera, 2004). En general, cuando la actividad del agua de un alimento decrece, el crecimiento y proliferación de microorganismos también disminuye. El efecto del ambiente sobre la vida útil o presencia de patógenos depende mucho de la composición del alimento y de la permeabilidad del envase a la humedad (Krotcha et al., 1994). La nuez también absorbe taninos de la cáscara y de la parte corchosa intermedia; esto sucede si las nueces se mantienen con alto contenido de humedad, durante largo tiempo después de la maduración, motivo por el cual debe de ser secada con posterioridad a la recolección.

La textura de la almendra esta determinada por el contenido de humedad, la maduración de la almendra y en cierto grado por la variedad. El 4% de humedad en la almendra se considera óptimo. Si ésta baja a 2.5% las almendras se vuelven frágiles; si tiene de 5% o más de humedad tienden a ser esponjosas y muy susceptibles de que desarrollen hongos y provoquen pudriciones de la nuez almacenada. La nuez estabilizada luego de ser secada esta en condiciones de ser clasificada por tamaño (Fig. 5) y descascarada en forma mecánica (Fig.6) o manual.



Figura 5.: Clasificadora mecánica



Figura 6.: Descascaradora de última generación.

La humedad relativa del aire en la zona donde se almacenan debe mantenerse en 65% para lograr el contenido ideal de humedad en las almendras, alrededor de un 4%. Si es más alto, la almendra absorbe cantidades excesivas de humedad del aire y pierde textura y se hace susceptible al ataque de hongos. Si la humedad relativa del aire es inferior al 65% las almendras pierden peso, se vuelven quebradizas y pueden presentar rancidez (Gladden, 1979). La causa más común del cambio en el sabor de la nuez es la rancidez. Las variaciones que caracterizan este proceso son progresivas y van acompañadas de sucesivas etapas de degradación de las grasas, siendo influenciadas principalmente por la temperatura, considerando que las inferiores a 5°C retardan la rancidez, mientras que arriba de 25°C la acelera. La almendra con menos de 2% de

humedad se enrancia con mayor rapidez que las que tienen 4% de humedad. Esto es como resultado de la oxidación del aceite insaturado que contiene la nuez, convirtiéndose en grasa saturada, lo cual da lugar a la rancidez. Esta característica desmerece el sabor e interviene también en los efectos perjudiciales de los aceites saturados (Hammar y Hunter, 1945).

La rancidez puede reducirse eficazmente a lo largo de un año, almacenando las nueces con cáscara o la almendra después de extraída a 0°C. Para un almacenamiento de dos años o más la temperatura deberá reducirse a 15°C bajo cero. El almacenamiento de la nuez es más efectivo a una temperatura de 0°C o más baja (Gladden, 1979). La almendra del nogal pecadero absorbe sabores y olores de otros productos que sean almacenados en el mismo local. Los aromas que más fácilmente pueden ser absorbidos por la nuez son los de: manzana, pera, cebolla, cítricos, melón y derivados del petróleo, entre otros, los cuales una vez absorbidos no se eliminan con facilidad, por lo tanto se recomienda no almacenar la nuez con otros productos. La almendra con un contenido de humedad entre 7.3 a 9.3% puede ser atacada por hongos; en cambio con porcentajes de 2.9 a 4.5% de humedad no es afectada por estos parásitos (Brison, 1976).

El envasado de alimentos en atmósfera modificada o MAP ('Modified atmosphere packaging') implica la sustitución del aire del interior de un envase conformado por una barrera selectiva al pasaje de distintos gases (película plástica). El aire se sustituye por un gas o mezcla de gases, con la consiguiente alteración de los niveles de gases constitutivos de la atmósfera original. Por lo general, las atmósferas modificadas involucran un incremento en los niveles de dióxido de carbono (CO₂), una disminución en los de oxígeno (O₂) y un incremento del nitrógeno (N₂), gas biológicamente inerte utilizado para desplazar al O₂. Este cambio de la composición de la mezcla gaseosa dentro del envase, sumado al almacenamiento en condiciones refrigeradas, extiende la vida útil del producto en días o semanas, con escasa alteración de su calidad. Esto sucede

porque las atmósferas modificadas disminuyen la actividad de muchas enzimas involucradas en caminos metabólicos conducentes a la alteración de los alimentos, a la vez que decrece la actividad microbiológica. Sin embargo, el envasado en atmósfera modificada no puede subsanar condiciones higiénicas inadecuadas durante el proceso de producción y manipulación de la nuez. Las atmósferas modificadas no incrementan la calidad del producto, sino que solamente desaceleran su proceso de deterioro natural (Parry, 1995). En general, el MAP permite aumentar significativamente la vida útil del producto sólo si se usa en combinación con bajas temperaturas. Las ventajas del MAP exceden su capacidad de inhibir el crecimiento microbiano, ya que las películas selladas actúan como barrera selectiva frente a la contaminación cruzada procedente de otros productos. El envase actúa también como barrera protectora del producto frente a contaminaciones por microorganismos suspendidos en el aire (Brody, 1996).

La atmósfera modificada activa es aquella en la cual la composición de la mezcla gaseosa en el interior de la película (Fig. 7) se modifica inicialmente, reemplazándose el aire por una mezcla predeterminada inyectada al interior del envase. Esto se hace envolviendo primero los frutos con la película, la cual se cierra mediante termosellado. Luego, se efectúa un vacío (Fig. 8) parcial para inyectar finalmente la mezcla gaseosa deseada (Fig. 9).



Figura 7.: Empaquetado en atmósfera modificada



Figura 8: Campana de vacío



Figura 9.: Nueces empaquetadas en MAP

El O_2 es el gas que más incidencia tiene en el deterioro de los alimentos, ya que es usado tanto por los microorganismos aerobios que provocan la descomposición, cuanto por los tejidos vegetales. Además, el O_2 participa en reacciones de pardeamiento y en la oxidación de lípidos y de compuestos sensibles como vitaminas y volátiles, entre otros. Por estas razones, en el envasado en atmósfera modificada usualmente se reduce el O_2 hasta niveles tan bajos como admita el producto. Se requiere mantener niveles de O_2 que permitan la respiración de frutas y hortalizas, evitando fermentaciones por condiciones anaeróbicas (Parry, 1995). Hotchkiss (1988) recomienda que cualquier producto que se envase en atmósfera modificada deba contener un nivel de O_2 del orden de 5–10 % con el fin de inhibir el crecimiento de bacterias patógenas. Sin embargo, muchas especies toleran concentraciones de O_2 aún menores.

El CO_2 ejerce un fuerte efecto inhibitor sobre el crecimiento bacteriano (Daniels et al., 1985; Phillips, 1996), que se incrementa a bajas temperaturas debido al aumento de su solubilidad. La molécula de CO_2 es más soluble en agua que cualquier otro gas, ya que más del 99% existe como gas disuelto. Menos del 1% existe como ácido carbónico, el cual se disocia parcialmente en H^+ , HCO_3^- y CO_3^{2-} (Ogrydziak y Brown, 1982; Parry, 1995). A 0 °C y a presión parcial de 1

atmósfera, la solubilidad en agua del CO₂ es máxima (77 mmol/kg de agua). La solubilidad del CO₂ en los sistemas acuosos desciende al incrementarse la temperatura. La velocidad de descenso no es lineal y cambia más rápidamente a temperaturas menores (Parry, 1995), al igual que la solubilidad del O₂ y N₂. Luego de un período de almacenamiento prolongado, el sabor y el color de las nueces empaquetadas en bolsas de material laminado barrera con CO₂ a temperatura ambiente fueron mejores que los de las nueces envasadas con aire, y no se detectó actividad de insectos en las envasadas con CO₂ (Holaday et al., 1979).

El N₂ es un gas inerte de baja solubilidad en agua y en grasas. Se utiliza fundamentalmente para desplazar el O₂, logrando indirectamente retrasar la oxidación y prevenir el enranciamiento en los frutos secos (Parry, 1995; Zhao y Wells, 1995). Las condiciones del MAP son bacteriostáticas, es decir, reducen la velocidad de crecimiento de los microorganismos, pero no son bactericidas ni para los microorganismos anaerobios ni para los aerobios. Además, el efecto del envasado al vacío o del MAP se incrementa conforme disminuye la temperatura de almacenamiento (Brody, 1996). Los microorganismos que predominan en el envasado en atmósfera modificada causan cambios organolépticos menos notorios y agresivos. Por lo tanto, el resultado global del uso del MAP es una extensión significativa de la vida útil del producto, particularmente si se acompaña de refrigeración (Ogrydziak y Brown, 1982).

La variación de la composición de gases dentro del envoltorio que mantiene la MAP a través del tiempo se debe a varios factores. Entre ellos se destacan la absorción de gases por el producto, la demanda y producción de sustancias volátiles por microorganismos y la permeabilidad de la película y los envases. Además, el cambio de composición del entorno gaseoso está íntimamente ligado a la variación de la temperatura, ya que esta influye significativamente en las propiedades de transporte, como son la difusión, solubilidad y permeabilidad.

Existen diferentes índices para determinar la calidad de los frutos secos (color, índice de peróxido, acidez, índice de yodo). Los índices son indicadores de la composición de los frutos secos y de los diferentes procesos bioquímicos que tienen lugar durante el almacenamiento. Por ejemplo, el ácido linolénico se oxida más rápidamente que el ácido linoleico en distintas condiciones de almacenamiento, pero particularmente a 20-25 °C. A medida que los tocoferoles y pigmentos desaparecen, los ácidos grasos se oxidan, y el valor de los peróxidos se incrementa (Prior et al., 1991; Rudolph et al., 1992).

El color (Fig. 10) es uno de los principales criterios para la determinación de calidad de la semilla de pecán, además de ser característico de la variedad. En posibles mercados de exportación, los consumidores prefieren nueces claras, y los colores oscuros se asocian con una calidad inferior. En el caso de condiciones adversas de producción, procesamiento y almacenamiento, ocurren fenómenos que promueven la decoloración de la semilla de pecán (Sancho et al., 2005).



Figura 10: Escala de colores para la comercialización.

A pesar de la cantidad de bibliografía referida a la conservación de frutos secos enteros en general, se han realizado hasta ahora muy pocas investigaciones sobre conservación del fruto de pecán. Por otra parte, no se encuentran referencias en revistas indexadas en el 'Science Citation Index' sobre la conservación de semillas de pecán descascaradas, listas para el consumo.

La nuez de pecán, cosechada en el año en curso, podría conservarse en condiciones óptimas durante el siguiente año o hasta su consumo, si se maneja y almacena adecuadamente.

En general, se recomienda el almacenamiento de los frutos secos en mezclas gaseosas enriquecidas con hasta 99-100 % de CO₂ (Kader et al.,1986; Kader, 2002). Sin embargo, la mayoría de los ensayos se realizan con "frutos" secos enteros, protegidos por sus cubiertas externas, las cuales imponen condiciones propias de conservación a las semillas que albergan. La utilización de atmósferas modificadas podría extender la vida en postcosecha de las nueces del pecán. Resultará valioso, tanto desde un punto de vista fisiológico como tecnológico, conocer la respuesta de la nuez pecán descascarada expuesta a distintas mezclas gaseosas a temperatura ambiente. Desde el punto de vista fisiológico, se buscará saber: 1) qué variaciones se producen en la composición de los ácidos grasos; 2) cómo varían los indicadores de calidad de la nuez (índice de peróxido, acidez, índice de yodo y color) con las distintas composiciones gaseosas a través del tiempo. Desde el punto de vista tecnológico, una hipotética extensión de la vida en postcosecha de las semillas descascaradas del pecán puede resultar una herramienta valiosa para su conservación, por el retraso que produciría en el deterioro de sus indicadores organolépticos y la posibilidad de su consumo a lo largo de todo el año. Esto justificaría su inclusión en protocolos de manejo en postcosecha y permitiría una mayor flexibilidad en variadas operaciones comerciales (clasificación, embalaje, transporte y comercialización) hasta llegar al consumidor.

Conclusiones

Se concluye que el almacenamiento de la nuez en atmósferas modificadas con vacío o CO₂ a temperatura ambiente permiten conservar un producto de calidad en el período previo a la llegada de las temperaturas estivales.

Las temperaturas de almacenamiento son un factor determinante de la vida útil de los productos almacenados en atmósferas modificadas. Resta investigar los factores que modifican la producción de ácidos grasos libres y compuestos secundarios de la oxidación.

Bibliografía

- Brison, R. F. 1976. Cultivo de nogal pecadero. Edición en español. México: CONAFRUT.
- Brody, A.L. 1996. Seguridad microbiológica de los alimentos envasados a vacío, en atmósferas controladas y modificadas, pp. 187-205. En: Brody, A.L. (ed.), Envasado de Alimentos en Atmósferas Controladas, Modificadas y a Vacío. Ed. Acribia, Zaragoza, España.
- Daniels, J., Krishnamurthi, R. y Rizvi, S. 1985. A review of effects of carbon dioxide on microbial growth and food quality. *Journal of Food Protection* 48: 532-537.
- Gladden, M. B. 1979. A comparison of pecans to other foods for nutritive value. *Pecan South* 6(6): 18-19.

- Hammar, E. y J. H. Hunter 1945. Some physical and Chemical changes in the composition of pecan nuts during kernel filling. Georgia Section of the American Chemical Society. Atlanta.
- Herrera, E. A. 2004. Manejo de Huertas de Nogal. New Mexico State University Cooperative Extensión Service, México. pp.183-267.
- Holaday, C.E., Pearson, J. L. y Slay, W.O. 1979. A new packaging method for peanuts and pecans. Journal of Food Science 44: 1530-1533.
- Hotchkiss, J. 1988. Experimental approaches to determining the safety of food packaged in modified atmospheres. Food Technology 42: 55-64.
- Kader, A.A. 1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmosphere on fruit and vegetables. Food Technology 40: 99-104.
- Kader, A.A. 2002. Modified atmospheres during transport and storage, pp. 135-144. En: Kader, A.A. (ed.), Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California, Agriculture and Natural Resources, Publication 3311, California, USA.
- Krotcha, J.M., Baldwin, J. y Nisperos-Carriedo, M. 1994. Edible Coatings and Films to Improve Food Quality. Technomic Publishing Company, USA. pp. 89-101 y 121-133.
- Lagarda M., A. 1977. Relación entre el crecimiento del fruto y algunos puntos críticos del desarrollo fenológico con la acumulación de unidades caloríficas en el cultivo del nogal cascara de papel. Matamoros, Coah. CIANE. INIA. Seminarios Técnicos CIANE 4(4).

- Ogrydziak, D. y Brown, W. 1982. Temperature effects in modified-atmosphere storage of seafoods. *Food Technology* 36: 86-96.
- Parry, R.T. 1995. Introducción, pp. 13-31. En: Parry, R.T. (ed.), *Envasado de los Alimentos en Atmósfera Modificada*. Ed. Vicente, A., Madrid, España.
- Prior, E.M., Vadke, V.S. y Sosuiski, F.W. 1991. Effect of heat treatments on canola press oils. II. Oxidative stability. *Jacos* 68: 407-411.
- Sancho, A., Grigioni, G., Biolatto, A., Irurueta, M., Frusso, E. y Madero, E. 2004. Efecto de diversas temperaturas de almacenamiento sobre la evolución del color de la nuez pecán. Instituto de Tecnología de Alimentos CIA-INTA, Castelar, Buenos Aires. pp. 44.
- Zhao, Y. y Wells, J. 1995. Method for measuring CO₂ absorption in CO₂ and N₂ packaged fresh meat. *Journal of Food Process Engineering* 18: 383-395.