

POST- COSECHA DE LA NUEZ

Edmundo Valderrama B.
Ingeniero Comercial P.U.C.
ValbiFrut Ltda.

Chile produce actualmente alrededor de 11.000 toneladas de nueces (con cáscara) y, como se presentó ampliamente en otras exposiciones de este seminario, es aproximadamente el quinto o sexto exportador mundial de este fruto. Sin embargo, produce solamente entre el 1% y 2% del total mundial y representa alrededor de el 5% del total de nueces (base: en cáscara) comercializado en el mundo¹.

Pese a no ser un actor relevante en cuanto a volúmenes exportados, Chile ha logrado con mucho esfuerzo llegar a los mercados más exigentes en cuanto a calidad. Pero es un comienzo muy tímido, para poder alcanzar cierta relevancia en esos mercados, se necesita contar con materia prima de alta calidad y en ese aspecto estamos recién comenzando, si nos comparamos con productores como Estados Unidos, Francia o Italia.

Es de vital importancia, tanto para la entrada y permanencia en esos mercados, como para los retornos que se puedan alcanzar, el trabajo a realizar durante y después de la cosecha, determinante principal en la calidad final del producto de exportación.

Como se ha establecido, la calidad y precio de las nueces en el mercado exportador dependen no solamente del aspecto sanitario, sino que, principalmente, del color de la semilla. El USDA (United States Department of Agriculture) definió mediante cartas de colores cuatro categorías para las nueces: Extra Light; Light; Light Amber y Amber². Mientras más claro el color de la semilla, mayor valor comercial tiene la nuez. Lo que se refleja directamente en el retorno que puede tener el productor por su nuez exportada.

Este artículo se centrará en el manejo postcosecha de la nuez, el cual consiste, básicamente, en nuestra experiencia como productores y procesadores de

¹ The Cracker Magazine, Enero 1997 N° 1

² Extra Claro, Claro, Ambar Claro y Ambar. Incluso en algunos mercados se habla de Extra- Extra Light o Extra-Extra Claro, como una manera de definir el techo de la clasificación Extra Light o Extra Claro.

nueces, donde es fundamental la velocidad de cosecha, el secado artificial y un apropiado almacenamiento.

Velocidad de Cosecha

Durante este seminario se trató, por parte del Sr. Gamalier Lemus, el uso de Ethephon, para acelerar el proceso de cosecha, al provocar y apresurar la apertura del pelón. Nuestra experiencia a este respecto ha sido muy positiva, ya que como se presentará mas adelante nos ha permitido mejorar consistentemente, a nosotros y a los productores con que hemos trabajado, la calidad final de las nueces cosechadas.

Pero nos hemos dado cuenta de algunas situaciones durante estos años. El beneficio de utilizar Ethephon para la cosecha se reduce considerablemente si no se combina con otras acciones a seguir. Esto es básicamente una cosecha rápida.

Un nuez caída al suelo debe ser forzosamente cosechada en el mismo día, estudios han revelado que por cada día que pasa una nuez a pleno sol, con humedad ambiente y a temperaturas de 30°C, su precio por kg. baja alrededor de USD 0,1, producto del oscurecimiento, hongos, resecamiento u otros. Incluso luego de 3 horas al sol a 32°C la semilla ya comienza a oscurecerse³.

Nuestra experiencia ha demostrado que una vez caída la nuez de ser cosechada inmediatamente y luego, al final de la jornada, puesta en secadores artificiales para disminuir rápidamente la humedad que tienen luego de la cosecha. Idealmente el proceso debería ser que la nueces cosechadas en la mañana sean colocadas en los secadores a mediodía y aquellas cosechadas durante la tarde, al final de la jornada.

Secado Artificial

Una definición académica del secado artificial sería la operación que corresponde a la transferencia simultánea de calor y masa mediante la cual se entrega energía para que el agua del material se evapore y se traslade hasta un medio que es hidrofílico, es decir, que es capaz de absorber dicha humedad y removerla del entorno del material que se está secando.

³ Kader y Thompson, 1992

En palabras más simples, consiste en ventilar la masa de nueces con un flujo de aire a una temperatura determinada, según parámetros como la humedad relativa, temperatura ambiente, volumen de nueces, alturas de los secadores y otros.

La humedad de las nueces, como la de cualquier otro producto, se puede medir de diferentes formas. Algunas muy sofisticadas pero poco utilizadas, como su condición de equilibrio con el medio ambiente, como una fracción del potencial máximo de saturación (caso de la humedad relativa del aire). En este artículo utilizaremos las formas más simples, la primera es el contenido de agua con respecto a su peso total que denominaremos como porcentaje en base húmeda (% b.h.), y la segunda es el contenido de agua con respecto a su peso seco que denominaremos como porcentaje en base seca (%b.s.).

$$\begin{aligned} \text{Humedad Base Húmeda} &= \text{Masa de Agua} / \text{Masa Inicial de Nuez} \\ &= (\text{Masa Inicial} - \text{Masa Final}) / \text{Masa Inicial} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Humedad Base Seca} &= \text{Masa de Agua} / \text{Masa Seca} \\ &= (\text{Masa Inicial} - \text{Masa Final}) / \text{Masa Final} \end{aligned}$$

Normalmente la más utilizada es la base húmeda, en la fórmula siguiente se entrega la forma de pasar de base seca a húmeda y vice-versa.

$$W(\text{b.s.}) = W(\text{b.h.}) / (1 - W(\text{b.h.}))$$

$$W(\text{b.h.}) = W(\text{b.s.}) / (1 + W(\text{b.s.}))$$

Ejemplo : Una nuez a 12% b.s. convertida a base húmeda es :

$$W(\text{b.s.}) = 0,12 / (1 - 0,12) = 13,6 \% \text{ b.s.}$$

Equivalencia entre la humedad de las nueces en base seca y húmeda.

	Tenencia en agua base seca (b.s.)	Tenencia en agua base húmeda (b.h.)
Nueces muy Húmedas	80 a 100 % b.s.	45 a 50 % b.h.
Nueces Húmedas	40 a 50 % b.s.	25 a 35 % b.h.
Nueces Secas	8,7 % b.s.	8 % b.h.

Asimismo existen diferentes métodos para medir la humedad. Por un lado algunos bastante simples, como pesar un decalitro de nueces, y según su peso se determina la humedad de las nueces. Este método es poco preciso y requiere de mucha experiencia y de tablas conocidas para cada variedad de nueces, lo que

restringe esta medición para nueces homogéneas. Por otro lado, hay métodos bastante sofisticados, como insertar en la masa de nueces dos placas metálicas que miden la conductividad de las nueces en las diferentes alturas del secador, determinando así la humedad de éstas.

El método más utilizado y con mejor relación Precisión/Costo es aquel en el que se toma una muestra representativa de las nueces, y se somete a secado en un horno a calor⁴, registrando el peso de la muestra cada uno o dos minutos. Una vez que la lectura de peso se repite tres o más veces, significa que las nueces están secas ya que no queda más agua residual a evaporar. Este método es bastante confiable y sólo requiere de un horno pequeño y una balanza de precisión.

En Chile la humedad de las nueces después de la cosecha fluctúa entre 35% en años extremadamente húmedos y lluviosos y 20% en años secos como la temporada 1997. Las nueces con esta humedad, a la luz y a temperatura ambiente entre 20°C y 30°C de la cosecha desencadenan numerosos cambios bioquímicos en la nuez, enzimáticos y no enzimáticos, que provocan variados efectos tales como: rancidez, oscurecimiento de la semilla, aparición de hongos, etc. Al disminuir rápidamente la humedad de las nueces se aminora ostensiblemente los problemas del tipo enzimático como son el oscurecimiento de la semilla (Fenolasas), y la rancidez (Proteasas y Lipasas)⁵.

La humedad a la cual el USDA cataloga a las nueces como seguras es de 8% b.h., ya que a esa humedad y a una temperatura ambiente y humedad relativa dadas, se minimizan los cambios en las nueces. Una humedad mayor podría provocar cambios indeseados en la semilla y una humedad inferior no tiene ningún beneficio, incluso va en desmedro del peso y por ende en el retorno de la venta.

Si bien hay encontradas opiniones frente a temperatura a que deben ser secadas las nueces, nuestra experiencia y la literatura⁶ indica que **jamás debe secarse por sobre los 30C°** por un período prolongado de tiempo, ya que esto provoca que la semilla se oscurezca, justamente lo se quiere evitar con el secado artificial.

⁴ El horno debe ser a calor y no de microondas ya que este tipo de horno calienta los productos agitando sus moléculas de agua, por lo tanto no seca y puede falsear los resultados.

⁵ Contreras, Sara : Almacenamiento de la Nuez - Marzo 1993

⁶ Le séchage des noix, Ctifl-Creysse France - Septembre 1993

Kiger, Francisco; Técnicas de Secado y Conservación de Nueces - Marzo 1993

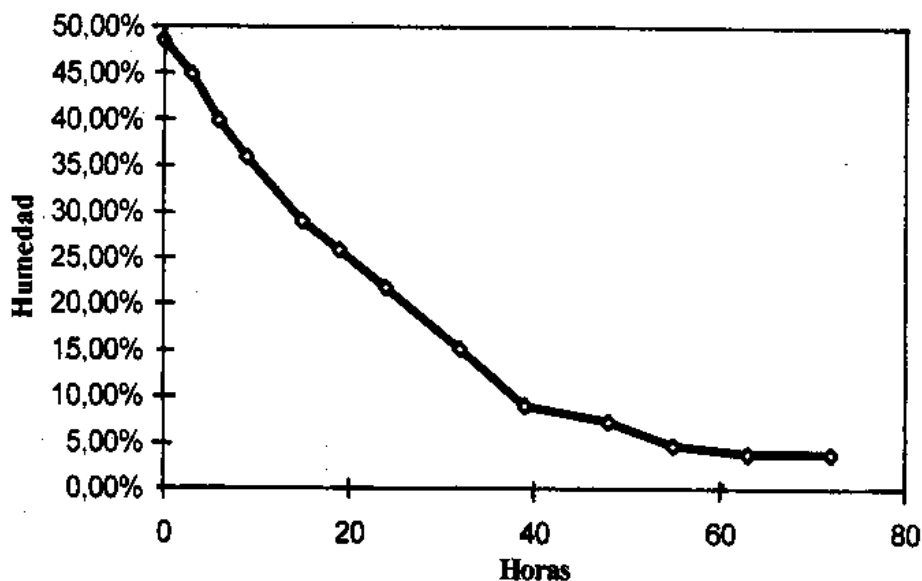
La temperatura a la cual se deben secar las nueces corresponde a una combinación de la temperatura ambiente y la humedad relativa del aire. El flujo de aire entregado a las nueces debe tener una higrometría máxima de 40% de humedad relativa del aire para que el secado sea eficiente, y así el aire absorba la humedad de las nueces, tanto de la parte inferior de un secador como de la superior, para así obtener un secado homogéneo.

Por sobre 70 % de humedad relativa del aire, las nueces no se secan, ya que el aire que pasa por entre las nueces está saturado y no absorbe el agua de éstas, lo que en una situación prolongada representa un riesgo para la calidad de la nuez.

En forma práctica se puede considerar que un 1°C adicional, disminuye la humedad relativa (higrometría) en 5 puntos porcentuales. Por ejemplo, con 15°C y 100% de humedad relativa del aire, hay que rebajar la higrometría en $(100\% - 40\%) = 60$ puntos, por lo tanto la temperatura a elevar sería $(60 \text{ puntos} / 5 \text{ puntos}) \times 1^\circ\text{C} = 12^\circ\text{C}$. Por lo tanto la temperatura a secar es de $(15^\circ\text{C} + 12^\circ\text{C}) = 27^\circ\text{C}$.

El secado de las nueces presenta tres fases muy marcadas, como lo muestra la Figura 1. En una primera etapa la humedad baja muy rápido hasta 29% de humedad b.h., producto de el secado del septum, el cual puede pasar de una humedad de 850% a 160 % en forma muy rápida. La segunda etapa va desde cuando la nuez tiene entre 29 y 15,3 % b.h., aquí se disminuye el ritmo ya que la humedad del septum se agotó y comienza el lento secado de la semilla. La tercera y última etapa va desde 15,3 y 8% b.h., la velocidad disminuye aún más, ya que extraer esta agua es mucho mas difícil.

Figura 1. Curva de Secado



Existen varios tipos de secadores, algunos mas sofisticados que otros:

Pot Hole : Se ubican bin con fondo de malla sobre una abertura que comunica con una cámara de distribución de aires subterránea, en un extremo se ubica el sistema generador de aire caliente.

Secador de Torre : Este equipo es de construcción un poco mas compleja que el resto, consiste en varios pisos de 50 cms en los cuales las nueces son secadas por separado en cada uno de estos, logrando un secado mas homogéneo. Tiene una capacidad de 4 a 5 ton/día.

Reversibles: Este es uno de los mas complejos existentes, ya que ventila las nueces desde abajo y luego desde arriba, logrando un secado muy homogéneo. Tiene un costo superior, lo que es discutible si compensa los beneficios que trae.

Bins Estacionario : Este es el tipo de secador mas común en Chile, es de costo moderado y cumple a cabalidad las necesidades de secado con tecnología poco sofisticada. Consiste en cajones con un fondo de reja inclinado en 45°. El aire caliente producido por una turbina con un quemador es conducido por la parte de abajo de estos cajones, así al ascender el aire caliente, pasa por entre las nueces absorbiendo la humedad de estas. Estos cajones se pueden construir en metal o madera, pero este último material es altamente riesgoso y se conocen varios casos de incendios.

Almacenamiento

Una vez que las nueces están secas al 8% b.h., se estabilizan y disminuyen muchos procesos bioquímicos, que pueden afectar la calidad como ya se mencionó antes. Sin embargo, estos procesos sólo disminuyen pero no cesan, por lo que es necesario tomar algunas precauciones en el almacenaje.

Como se indicó, la humedad de las nueces se puede medir como un equilibrio con el medio ambiente. Es decir, las nueces pueden ganar o perder agua según la humedad relativa en el ambiente en el cuál están almacenadas. Se ha determinado que las mejores condiciones de almacenamiento se logra en ambientes con humedad relativa del 50 % al 60 %⁷. En dicho rango la nuez mantiene una humedad de equilibrio de 8%. Mayor humedad, puede hacer que las nueces se rehidraten y, eventualmente, ocurran desarrollo de hongos o se

⁷ Contreras, Sara; Almacenamiento de la Nuez - Marzo 1993

produzca oxidación de lípidos (oscurecimiento de la semilla). Menor humedad puede producir pérdida de peso innecesarias.

Las bajas temperaturas reducen los problemas de infestación por insectos y retardan el crecimiento de mohos y la oxidación de lípidos. Se recomienda almacenar las nueces a temperaturas entre 0° y 15°C.

La presencia de la luz, debido su componente de UV, afecta principalmente a las nueces sin cáscara, ya que actúa como agente desencadenante de reacciones de oxidación.

Análisis Costo-Beneficio

A continuación se presentarán tablas con los resultados de análisis de calidad de diferente productores, comparándolos entre si y con ellos mismos en el tiempo, según el método de cosecha y secado, a modo de graficar los beneficios del secado artificial.

Productor N° 1; Cosecha 1996, en 25 días con Ethrel, Secado Artificial, Variedad Serr		Productor N° 1, Cosecha 1997, en 20 días con Ethrel, Secado Artificial, Variedad Serr.	
Extra Light	61,89%	Extra Light	67,92%
Light	28,13%	Light	24,57%
Light Amber	5,08%	Light Amber	6,58%
Amber	1,27%	Amber	0,8 %
Hongos (activos y Pasivos)	0%	Hongos (activos y Pasivos)	0%
Polilla	2,27%	Polilla	0,36%
Peste Negra	0%	Peste Negra	0%
Resecas	1,36%	Resecas	0,13%
Producto Químico	0%	Producto Químico	0%

Productor N° 2, Cosecha 1996, en 30-45 días con Ethrel, Secado Natural, Variedad Serr		Productor N° 2, Cosecha 1997, en 25-35 días con Ethrel, Secado Artificial, Variedad Serr.	
Extra Light	33,53%	Extra Light	41,96%
Light	36,99%	Light	43,73%
Light Amber	17,75%	Light Amber	13,16%
Amber	0%	Amber	0,98%
Hongos (activos y Pasivos)	4,13%	Hongos (activos y Pasivos)	0%
Polilla	2,48%	Polilla	0%
Peste Negra	0,91%	Peste Negra	0%
Resecas	4,21%	Resecas	0%
Producto Químico	0%	Producto Químico	0%

Productor N° 3, Cosecha 1996, en 25 días con Ethrel, Secado Artificial, Variedad Serr		Productor N° 3, Cosecha 1997, en 15 días con Ethrel, Secado Artificial, Variedad Serr.	
Extra Light	35,85%	Extra Light	55,40%
Light	43,44%	Light	39,19%
Light Amber	19,58%	Light Amber	4,76%
Amber	0%	Amber	0%
Hongos (activos y Pasivos)	1,37%	Hongos (activos y Pasivos)	0,47%
Polilla	0%	Polilla	0%
Peste Negra	0%	Peste Negra	0%
Resecas	0,06%	Resecas	0,18%
Producto Químico	0%	Producto Químico	0%

Productor N° 4, Cosecha 1996, en 30 días con Ethrel, Secado Natural, Variedad Serr		Productor N° 4, Cosecha 1997, en 30 días con Ethrel, Secado Artificial, Variedad Serr.	
Extra Light	26,57%	Extra Light	30,46%
Light	39,85%	Light	51,45%
Light Amber	26,75%	Light Amber	12,84%
Amber	0%	Amber	4,40%
Hongos (activos y Pasivos)	5,67%	Hongos (activos y Pasivos)	0%
Polilla	0%	Polilla	0%
Peste Negra	0%	Peste Negra	0%
Resecas	1,16%	Resecas	0,84%
Producto Químico	0%	Producto Químico	0%

Como se puede apreciar el productor N°1 obtiene la mejor calidad de nuez. Básicamente el trabajo de un año a otro fue el mismo, aunque se mejoró un poco la velocidad de secado.

El productor N°2 tuvo una mejora significativa de un año a otro. el cambio mayor fue la incorporación de secadores artificiales al trabajo postcosecha, pero también mejoró la velocidad de cosecha, por lo que no se puede aislar el efecto del secado artificial.

El productor N° 3 refleja la mejora en la calidad producto de un aumento en la velocidad de cosecha. Básicamente este productor cosechó mas rápido, recogió de inmediato lo caído en el curso de la jornada y llevó a secadores las nueces cosechadas en la mañana a mediodía, y aquellas cosechadas en la tarde, al final de la jornada.

El productor N° 4 representa única y exclusivamente el beneficio de incorporar secadores artificiales en el manejo postcosecha, todo lo demás quedó constante. Es por esta razón que utilizaremos este caso para hacer el análisis de costobeneficio de tener un secador artificial.

El retorno obtenido por el productor N°4 mejoró en USD 0,3.- del año 1996 a 1997. Si tomamos que este productor cosecha alrededor de 10 tons. por año, el aumento en sus ingresos es de USD 3.000.- por año si es que proyectamos este aumento en el futuro. El costo aproximado de operación de un secador es de USD

0,05.- por kg de nuez con cáscara. La inversión inicial de un secador, para el caso de bin estacionario, consiste en una turbina y los compartimientos metálicos en los cuales se depositan las nueces. El costo de una turbina (sin IVA) es de \$ 2.300.000.- (USD 5.542) y el costo de los compartimientos en el caso de hacerlos de metal es de \$ 1.000.000 (USD 2.400) para una capacidad de 3 tons. por día. Si tomamos una vida útil de 10 años (esto sólo para efectos de la evaluación, ya que la vida útil es mayor) y una tasa de interés de 11%, a continuación se presenta el valor presente, la TIR (tasa interna de retorno) y los años de recuperación de la inversión.

Valor Presente = - Inversión Inicial + (Ingreso adicional - Costo de operación) / (1+ i%)^t

Valor Presente = - (5.542+2.400) + (3.000-500) / (1+11%) + (3.000-500) / (1+11%)² +
+ (3.000-500) / (1+11%)¹⁰
= USD 6.781 = \$2.814.148

Payback = 3,18 años

TIR = 29,01 %

Como se puede ver, el valor presente de este proyecto es positivo, la TIR o rentabilidad de esta inversión es bastante alta y el payback o años en que se demora en recuperar la inversión es relativamente corto. Los que analizados en forma separada y en conjunto, señalan que la utilidad de usar el secado artificial como trabajo de postcosecha entrega retornos significativos al productor.

A la luz de los resultados obtenidos, se puede ver, en forma evidente, los beneficios que acarrea para los productores el secado artificial de su producción. Consistentemente, la calidad de las nueces secadas en forma artificial es mejor, tanto en el aspecto del color de la semilla como en su sanidad, disminuyendo defectos tales como los hongos. Dado que la inversión se puede catalogar como moderada, la tecnología requerida no es muy sofisticada y existen bastantes empresas que pueden proveer estos equipos, la factibilidad para un productor de tener secadores artificiales es bastante alta, por pequeña que sea su producción.

Asimismo el beneficio, como se dijo al comienzo de este artículo, para Chile como país productor es inmenso. Este tipo de mejoras en la producción no es un beneficio adicional o progreso por sobre otras naciones productoras, sino que es un requisito mínimo para poder competir con la oferta del resto de los

exportadores del mundo. Y si Chile quiere mantener sus mercados actuales o ir conquistando nuevos, será un requisito primordial tecnificar más el cultivo de la nuez, no sólo con este tipo de elementos, sino que muchos otros que ya se conocen y no se utilizan. A modo de ejemplo para concluir, Francia tenía en 1990 1.300 secadores artificiales para una producción de 30.000 ton., Chile para una producción de 10.000 tons. no tenía mas de 50.