

Sistemas de secado-curado de ajo con aire forzado

Ávila, G. y López, A.
Universidad Nacional de Córdoba e INTA Estación Experimental Agropecuaria La Consulta
Córdoba y Mendoza
Argentina

gavila@agro.unc.edu.ar

El secado es un proceso de gran importancia que condiciona la calidad comercial y la vida poscosecha del ajo. Consiste en la evaporación del agua contenida en las catáfilas a través de la transmisión del calor latente de evaporación del aire al producto. Lo que se logra con ello es la disminución de la actividad bioquímica de las catáfilas externas del bulbo y de todo el falso tallo, favoreciéndose así la inactividad de los microorganismos. Esto permite mantener en mejor estado el bulbo durante el almacenaje.

El secado natural se ve afectado por las condiciones ambientales de temperatura, humedad relativa y el viento, y por factores propios de la planta (estado inicial o condición de la planta al momento de cosecha; tipo comercial de ajo que se trate). Estos factores modifican la duración o tiempo de secado.

Esta modalidad se realiza mayoritariamente en regiones cálidas y secas, pero a pesar de ser muy práctico y económico, el éxito o eficiencia de secado sobre la calidad de los bulbos depende de factores no controlables como las condiciones climáticas reinantes durante la cosecha.

El secado artificial se presenta como la alternativa más eficiente para controlar las condiciones ambientales, a la vez que permite mantener la calidad del producto a través de un proceso rápido y seguro.

Como normalmente sucede, cuando se modifica una práctica de manejo en cualquier cultivo hortícola, se deben modificar otros factores.

Los avances tecnológicos en el proceso de secado implican cambios en los sistemas de cosecha, traslado y acondicionamiento del material. Para ello, se debe partir de un producto de calidad que justifique afrontar económicamente los cambios tecnológicos.

Las variables que intervienen en el secado forzado son

- Corriente de aire
- Temperatura
- Humedad Relativa

Los dos últimos factores son de lectura rápida y pueden compararse fácilmente entre diferentes sistemas. En cuanto a la corriente de aire, se debe tener en cuenta la cantidad de aire por tonelada de producto (m^3/t), velocidad de aire (m/s) y diferencia de presión (pa).

La duración del secado está relacionada con la cantidad de agua a evaporar y con la velocidad de este proceso. Para poder determinar este tiempo en la práctica, interesa precisar cuáles son los factores que mayormente influyen sobre el proceso de secado, a fin de establecer las condiciones más favorables y económicas del mismo.

La relación entre agua y materia seca, alcanzado un determinado valor de equilibrio entre esta relación y el aire ambiente, ya no sufrirá variación por más que se mantenga el producto en el túnel de secado. Este equilibrio depende esencialmente de la humedad relativa y en menor medida de la temperatura. El objetivo del secado dinámico del ajo es lograr una pérdida de peso del 20% al 25%. Es importante obtener gran parte de esa pérdida en los primeros días, para evitar los problemas causados por "carbonilla" *Helminthosporium allii*, manteniendo la calidad bulbo.

Son muchas las experiencias realizadas en diferentes países bajo diversas condiciones, tanto naturales como las controladas durante el secado, de igual forma los resultados también son variables, aunque la mayor parte de ellas llegan a conclusiones similares respecto de la posibilidad de secar bulbos mediante secado artificial o forzado.

Las características de manejo pos cosecha del bulbo de cebolla es bastante similar a la del ajo, sin embargo el bulbo de cebolla es compacto sin espacios "vacíos" en su interior, como sucede en el bulbo de ajo que presenta espacios interdentes que contienen aire con humedad, variable de acuerdo a múltiples factores ambientales y/o propios del manejo y de la anatomía del bulbo.

Por regla general, si la temperatura es alta (superior a 50 °C), la velocidad del secado será rápida y el tiempo de desecación total breve. Sin embargo, si la temperatura de la masa de un vegetal se eleva hasta un determinado valor crítico, que depende del vegetal y de su contenido de humedad, y si a eso se suma un bajo contenido de humedad atmosférica (menor al 50%), se tendrá como resultado una desecación desigual, haciendo que el producto no pueda mantenerse almacenado por mucho tiempo.

El resultado del "curado" completo se verifica cuando el producto no posee olores extraños, ni manchas sobre el follaje, el cual debe permanecer flexible y de color pajizo.

El falso tallo a la altura del cuello debe tener un diámetro reducido y la reducción del peso debe ser entre el 3% y 5% de su peso inicial. Un bulbo "vendible" es aquel que muestra una textura firme, un color de pulpa blanco y exterior acorde con las características varietales, hojas protectoras externas secas y carecer de olor.

Varias condiciones fisiológicas indican el nivel adecuado de secado, tanto en las raíces y follaje, como en las catáfilas del bulbo. Estas últimas, cuando están secas, pueden tener un color uniforme, al igual que su textura, sin embargo el mejor indicador de que se completó el secado es el estado del cuello en el momento de la eliminación de “la rama”.

Este debe estar seco en la superficie del corte, y no debe gotear al presionarlo con los dedos índice y pulgar, de lo contrario, los bulbos se dañarán rápidamente al ser empacados.

Otras variables no sensoriales o biofísicas, como los sólidos solubles, contenidos de azúcares totales o reductores, la pérdida de peso del órgano comerciable o de la planta entera, a través de una medición reducirá el nivel de subjetividad de apreciaciones puramente visuales.

Ventajas y limitantes del secado forzado

Las ventajas del secado artificial son:

- ✓ Promover la rápida retirada del agua libre de los bulbos e impermeabilización de las catáfilas protectoras, así como de los bulbillos de ajo, propiciando mejores condiciones de almacenaje y mayor conservación del producto.
- ✓ Reducir en gran medida las pérdidas de bulbos por “podredumbre del cuello”, la cual ocurre cuando *Botrytis spp* y otros patógenos entran en la herida húmeda del cuello. Una vez que el bulbo ha sido infectado, no hay nada que pueda detener su deterioro.
- ✓ Disminuir la incidencia de enfermedades, cuando estas son causadas por hongos sensibles a las altas temperaturas. Como referencia, en el Cuadro 1 se presentan umbrales térmicos para algunos patógenos de importancia en el ajo.
- ✓ Disminuir el gasto de mano de obra por ser en general más fácil la carga y descarga del material cosechado.
- ✓ Mejorar el aprovechamiento del espacio de almacenaje.

Cuadro 1: Temperaturas máximas que soportan algunos de los agentes patógenos más comunes en la vida poscosecha del ajo.

Patógeno	Temperatura máxima
<i>Alternaria porri</i> “Podredumbre blanda”	45 °C
<i>Helminthosporium allii</i> “Carbonilla”	40 °C
<i>Penicillium viridicatum</i> o <i>corymbiferum</i> “Podredumbre verde”	35 °C
<i>Sclerotium cepivorum</i> “Podredumbre blanca”	35 °C
<i>Fusarium spp.</i> “Mancha de herrumbre”	30 °C

Las desventajas del secado artificial se explican desde puntos de vista económicos:

- ✓ El costo de la infraestructura necesaria para realizar el proceso (si bien esta se puede simplificar y adaptar a las condiciones locales), casi siempre es necesario invertir en algunos de los componentes del sistema.
- ✓ La amortización de las inversiones en equipamiento e infraestructura resulta de difícil realización, sobre todo si las mismas son utilizadas pocos meses del año y enfocadas únicamente hacia la estacionalidad de la producción.

Todo este tipo de innovaciones implica desarrollar cambios en el diseño o adecuación de estructuras existentes para el proceso de secado con aire forzado, en los sistemas de cosecha (corte y arrancado mecanizado), de traslado (montacargas) y de acondicionamiento del producto (bines ventilados).

Para afrontar económica y técnicamente todos estos cambios tecnológicos, es necesario partir con un producto con calidad de exportación y con vistas a una salida comercial temprana.

Estructuras de secado Forzado

La mayor parte de la información sobre diseño y funcionamiento de las instalaciones de secado y almacenamiento publicadas, se refieren a condiciones climáticas templadas.

El secado forzado de bulbos de ajo se puede realizar en túneles diseñados a tal fin y bajo un control permanente de la temperatura, humedad relativa, velocidad y presión del aire caliente que se fuerza a circular en su interior.

Con el avance de la cosecha mecánica de ajo en los países desarrollados, donde se arrancan las plantas y se secciona gran parte de sus hojas para luego almacenar los bulbos a granel en *bins*, se han comenzado a desarrollar modelos simples y de bajo costo con el objetivo de posibilitar el secado de grandes volúmenes de producto en pocas horas.

La mayoría de los equipos de secado forzado están provistos por tres elementos básicos:

- ✓ La fuente de aire o ventilador,
- ✓ La fuente generadora de calor
- ✓ El contenedor o *bins*

El **ventilador** mueve el aire a través del producto. La elección del tipo de ventilador para usar en un secadero requiere de algunas consideraciones importantes. En primer lugar debe ser capaz de entregar la cantidad deseada de aire contra la resistencia estática de los bulbos en *bins*. Para el caso de requerirse bajas presiones, se pueden usar ventiladores de tipo axial.

Los volúmenes de aire, según diversos autores y métodos van desde 60 m³/h a 150 m³/h. por m³ de producto para un secado seguro y su posterior aireación intermitente.

La mayoría de los autores consultados ha trabajado en cebolla con temperaturas mayores a los 35 °C y rangos de humedad de 60% a 75% de HR y un movimiento del aire del orden de los 120 a 450 m³.h⁻¹.t⁻¹, durante 2 a 14 días con un movimiento del aire del orden de los 1.500 m³.h⁻¹.m⁻³ de producto.

El **generador** de calor incrementa la temperatura del aire ambiental hasta el nivel deseado, con mayores temperaturas se reduce considerablemente el tiempo de secado.

Son alimentados generalmente a gas natural, gas licuado o fuel-oil, aunque también se usan algunos calentadores eléctricos, a carbón o con energía solar. El calor es transferido al aire de secado, ya sea indirectamente por medio de un intercambiador de calor o directamente por combinación de los gases de la combustión con el aire de secado. El sistema indirecto es usado comúnmente con todos los combustibles líquidos, por ser generalmente mayor el riesgo de incendios.

En algunos sistemas no se utiliza contenedor, colocándose el bulbo sobre el suelo de la cámara o túnel, en este caso el piso de la cámara permite una buena distribución del flujo de aire con circulación forzada. Es el sistema con la mayor ventaja observada en el almacenamiento a granel. La altura de la pila puede variar entre 2 m y 4 m dependiendo de la cultivar y de los estados físico y sanitario del producto. Alturas mayores pueden causar una excesiva presión sobre los bulbos ubicados al fondo de la pila, causándoles daño.

El uso de *bins* como **contenedor** presenta el inconveniente que, de acuerdo a su construcción, puede tener una mala distribución del flujo de aire, además exige una importante inversión inicial para su adquisición y mantenimiento.

Los contenedores están diseñados para facilitar la distribución de aire uniforme a través del producto, existiendo distintas alternativas: placas de piso cribadas o bastidores de malla abierta (Figuras 1 y 2), cuando el flujo de aire es vertical, o paredes laterales ventiladas si se trata de flujos horizontales. (Figuras 3 y 4).



Figura 1 - Bins con piso cribado y paredes "ciegas" para secado de ajo con aire forzado en sentido vertical.



Figura 2 - Ordenamiento de bins con piso cribado y paredes "ciegas" para secado de ajo con aire forzado en sentido vertical.



Figura 3 - Bins hiperventilados lateralmente para secado forzado de ajo con aire forzado en túneles con circulación de aire en sentido horizontal.



Figura 4 - Bins hiper ventilados lateralmente para secado forzado de ajo con aire forzado en túneles con ajo en media rama en su interior

En estos tipos de bins existe un núcleo en el centro del mismo de aproximadamente 25 cm x 25 cm x 25 cm en donde la ventilación es baja. Resultados locales indican que:

- ✓ Cuanto más pequeño es el volumen de ajo en los sacos contenedores menores son los daños totales de pos cosecha. (Cuadro 2 y Figura 5)
- ✓ Mientras más grande son los contenedores, mayor es el núcleo húmedo central, donde los valores de daños por "carbonillas" son altos, coincidiendo con las menores posibilidades de ventilación, posiblemente incrementadas por la presencia del bastidor central de madera.
- ✓ El secado en volúmenes pequeños asegura bajos niveles de pérdidas pos cosecha.

Cuadro 2 - Valores de análisis de calidad de ajos Colorados sometidos a secado en túneles de aire forzado en bins hiperventilados.

Tamaño BINS	SECTOR	Nº DE BULBOS (%)			DEFECTOS TOTALES (%)	
		Agrietado	Carbonilla	Óxido	Por sector	Media/bin
Grande	Superior	0	13,0	5,6	18,6	57,9
	Medio	23,5	71,5	2,8	97,8	
	Inferior	4,8	43,6	9,0	57,4	
Mediano	Superior	0,6	15,2	9,5	25,3	33,2
	Medio	0,6	28,2	17,3	46,1	
	Inferior	0,6	22,8	4,8	28,2	
Chico	Superior	0	15,5	5,4	20,9	17,3
	Inferior	0	8,1	5,7	13,8	

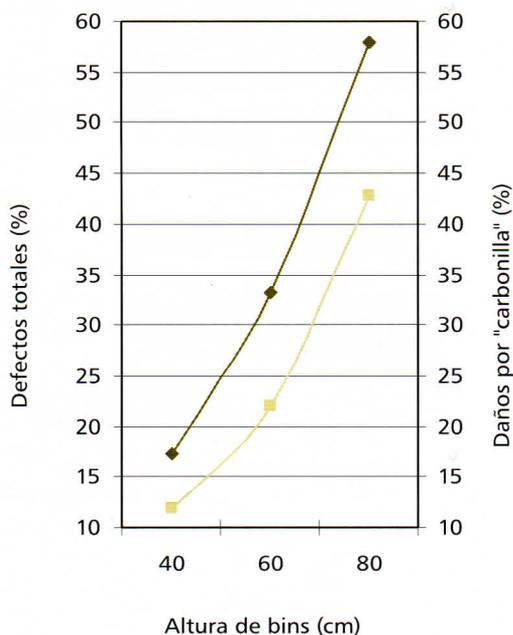


Figura 5 - Efecto de la altura del bins sobre la aparición de defectos en el secado forzado de ajo

Variantes de sistemas de secado forzado

Los sistemas de secado forzado pueden clasificarse en dos grandes grupos:

* Túneles de carga continua

- ✓ De corriente de aire horizontal (tipo "frutero")
- ✓ De corriente de aire vertical

* Túneles de carga discontinua

- ✓ De corriente de aire horizontal (tipos fijos y portátiles)
- ✓ De corriente de aire vertical (tipo "campana")

Los túneles de **carga continua de corriente de aire horizontal** (tipo "frutero"), como el que se muestra en la Figura 6 permiten el secado de los bulbos cargados en bandejas sobre carros que se trasladan en forma continua sobre rieles.

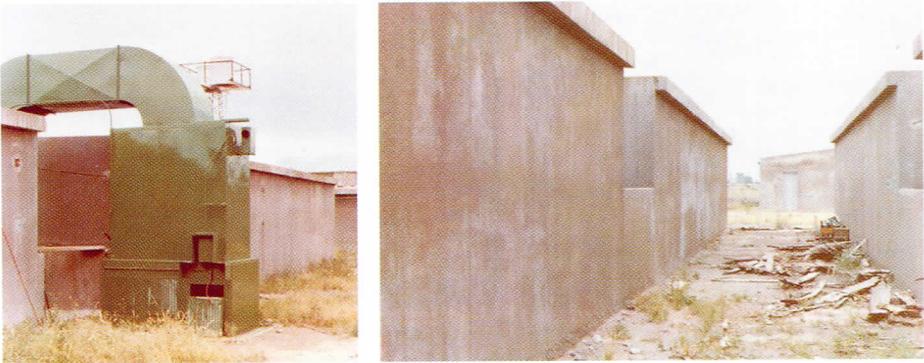


Figura 6 - Vista externa de túneles tipo "fruteros" con fuente de calor a contra corriente

Los túneles de **carga continua de corriente de aire vertical**, como el que se muestra en la Figura 7, permiten el secado de los bulbos cargados sobre una cinta continua dentro del túnel.



Figura 7 - Vista de zona de carga superior y descarga inferior de túnel de secado de cinta continua.

Los túneles de **carga discontinua de corriente de aire horizontal** pueden ser fijos, similares a túneles "californianos" o portátiles.

Los del **tipo "californiano"** (Figura 8), se cargan con bines en dos columnas y en forma alternativa se abren y cierran las puertas, los *flaps* laterales y la cortina central para forzar el aire a pasar por la masa de bulbos, como ilustra la Figura 9.

Estos equipos multifunción trabajan con temperatura y HR controlada entre 20 °C y 30 °C, y 50 a 60% HR. En un período de 24 horas (cambiando el sentido de la corriente de aire cada 12 horas), el ajo "destallado" pierde más del 25% de su peso.



Figura 8 - Túnel de secado tipo "californiano" - Izquierda vista externa. Derecha vista interna

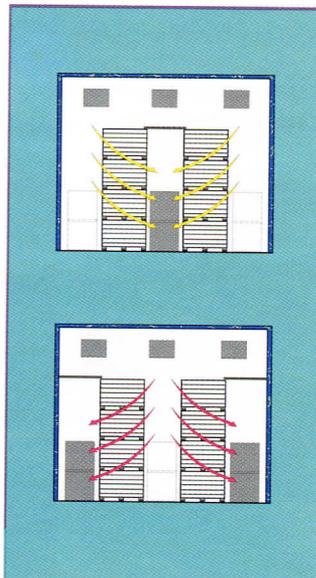


Figura 9 - Esquema de funcionamiento del túnel de secado. Superior, ingreso de aire desde afuera. Inferior ingreso de aire desde adentro.

Una modificación que permite aumentar el rendimiento (Figura 10), consiste en una cámara externa que conduce el aire por debajo de los bins de doble fondo.

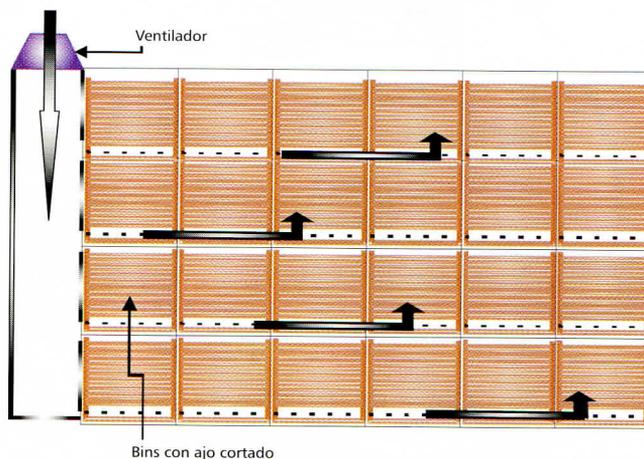


Figura 10 - Vista en corte del tipo túnel modificado

Los túneles del **tipo portátiles** propuestos por el INTA (Figuras 11 y 12), están conformados por un túnel de tela vinílica que corre sobre dos rieles, un caloventor (turbina de inyección 3.500 m³/hora, motor 2 HP, quemador industrial GN o GLP) y un extractor (turbina aspirante 10.000 m³/hora, motor 12,5 HP).

La capacidad operativa de estos, para 80 bins medianos (15.000 kg de ajo "destallado" verde), es de 20% de pérdida de peso en 12 horas y 45% en 24 horas. Esto significa aproximadamente secar 5.500 kg de ajo seco limpio por día.

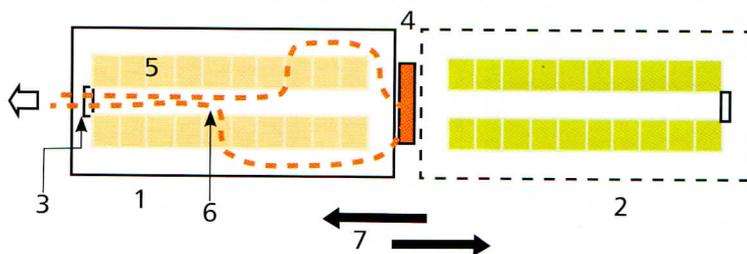


Figura 11 - Esquema de secadero de túnel móvil vista en planta: 1-Sector en proceso de secado; 2-Sector en proceso de carga; 3-Aspirador; 4-Ventilador; 5-Bins con ajo cortado; 6-Sentido de circulación del aire; 7-Sentido de circulación de los arcos con lona vinílica.

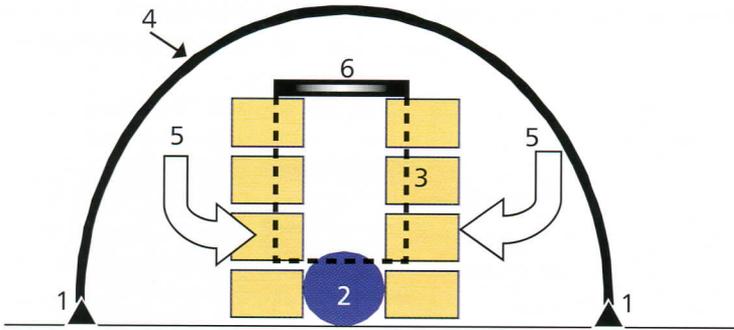


Figura 12 - Esquema de secadero móvil vista de frente 1-Túnel en proceso de secado; 2-Aspirador-Ventilador; 3-Bins con ajo cortado 4-Arco con lona vinílica; 5-Sentido de circulación del aire; 6-Lona para control de la dirección del aire.

Los secaderos de carga discontinua de corriente de aire vertical consisten en una campana (Figura 13), que en su parte superior contiene los aspiradores, de ella cuelga una pesada cortina, cuya finalidad es impedir el ingreso de aire por los laterales de la columna de bins.

El aire que ingresa esta a temperatura y humedad ambiente, y debe recorrer toda la columna. Esto favorece el secado de los ajos que se encuentran en la parte más baja y dificulta el secado de los ajos que están en la parte superior.

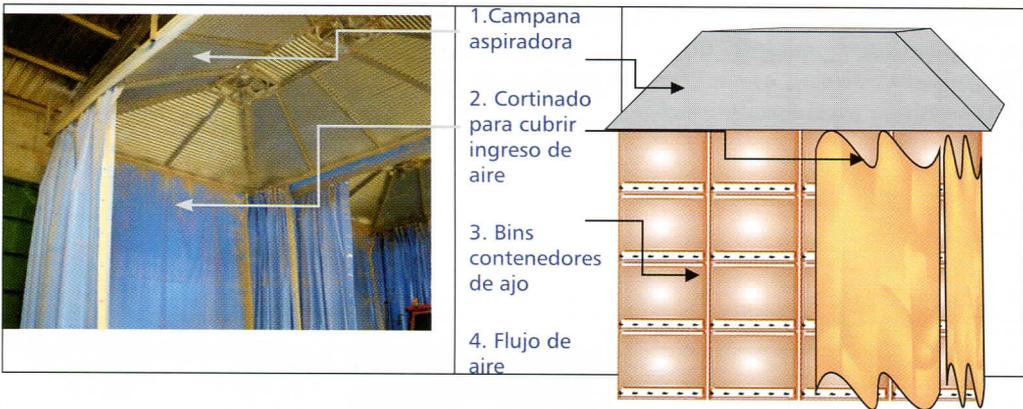


Figura 13 - Fotografía (izq.) y esquema (der) de secadero ajo con aire forzado tipo "campana".

Otras alternativas son los secaderos con colector de calor (Figura 14), que se caracterizan por su gran simplicidad en el diseño y bajo costo. Consiste en un colector solar formado por una lámina de polietileno negro, cubierta por un túnel de polietileno transparente, al que se le retira aire caliente mediante un ventilador axial que lo insufla en el depósito con ajos cortados y cargados a granel en bins ventilados (bins con grandes espacios abiertos en su estructura y con capacidad para 250 kg de bulbo).

Para que el producto pierda su humedad de cosecha hasta aproximadamente el 60% en pocas horas, se lo debe someter a un flujo laminar de aire en forma continua con una velocidad de $11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ y una temperatura homogénea en todo el túnel de $35 \text{ }^\circ\text{C}$.

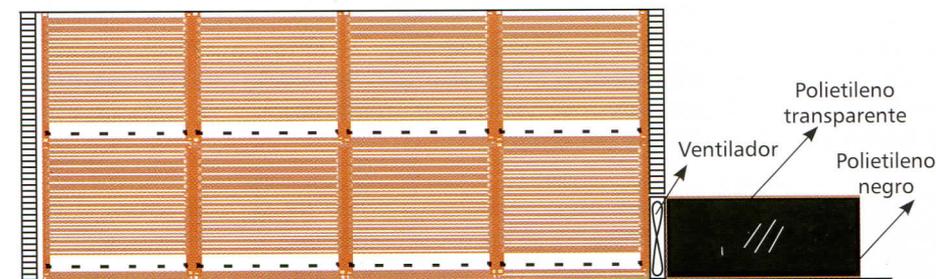


Fig 14 - Secadero con colector de calor

Resultados de experiencias locales

Trabajos hechos en Mendoza (Argentina), comparando sistemas de secado natural y artificial en ajo "blanco", han permitido individualizar una serie de variables para determinar la finalización del proceso de secado, sin embargo muchas de ellas no son muy prácticas.

En condiciones naturales de galpón ventilado la planta entera de ajo Blanco de la cv Blanco Mendoza, se obtuvo una pérdida de peso del 43% a los 42 días de iniciado el proceso de secado.

El diámetro del bulbo sufre una pequeña disminución, de igual forma durante el proceso de secado el cuello comienza de deshidratarse y disminuye su diámetro.

Los resultados observados indican que la resistencia en el cuello, los sólidos solubles y el peso seco de las hojas protectoras externas del bulbo fueron las variables que mejor correlacionaron para obtener el tiempo oportuno de secado en galpón ventilado.

El tiempo óptimo de secado para las variables analizadas fue de 21 días. Las variables de mayor significancia para determinar el tiempo óptimo de secado en el ajo analizado fueron: resistencia en el cuello de la planta; concentración de sólidos solubles y peso seco de las hojas protectoras externas del bulbo.

En condiciones de secado forzado, para la cv Blanco Mendoza (Figuras 15 y 16), en este caso con bulbos a los cuales se les cortó al momento de la cosecha la parte aérea a los 12 o 15 cm del falso tallo, a temperatura constante de $35 \text{ }^\circ\text{C}$ y una circulación de aire forzada y continua de 11 m/s , y combinando tres fechas de cosecha, los resultados muestran una disminución notable respecto del tiempo de secado en condiciones de galpón ventilado con planta entera.

Los valores de sólidos solubles aumentan significativamente a medida que el bulbo pierde agua. Esto permite correlacionar los valores medidos por refractometría con los otros parámetros observables en el ajo (diámetro de bulbo, diámetro de cuello, peso seco) y así establecer el momento oportuno de finalización del secado.

El tiempo de secado forzado no debe superar las 24 horas, mientras que las variables recomendadas para determinar el tiempo óptimo de secado forzado son: diámetro de cuello; peso seco de las hojas envoltentes del bulbo; espesor de las hojas envoltentes del bulbo y sólidos solubles del bulbo.

Respecto a las oportunidades de cosecha y sistemas de secado sobre el tiempo de "curado" de ajos para consumo se ha observado que en comparación el secado forzado de ajos Colorados y Castaños "con rama", para tres fechas de cosecha, es más rápido que los sistemas de secado natural ("caballete" y secadero vertical), como se observa en las Figuras 17 y 18.

Tanto en el secadero vertical como en el caballete, siempre refiriéndose a planta entera, se observa una mayor velocidad de secado para la cv Castaño INTA que para la cv Fuego INTA. Esto se debe a que la relación hoja/bulbo de la planta de Castaño INTA es mayor que la de Fuego INTA.

La pérdida de calidad se produce, entre otros factores, como consecuencia de las condiciones presentes en la etapa del llamado "curado al sol" que se inicia inmediatamente después del arrancado. Cuando las catáfilas han minimizado su coeficiente de conductividad hídrica, disminuye el flujo transpiratorio desde el bulbo y este mantiene su turgencia, lo que reduce el riesgo de procesos oxidativos o el ataque de fitopatógenos.

La "mancha de óxido" o "mancha chocolate" es una de las principales causas de rechazo en la presentación de ajos para exportación. Si bien esta alteración fisiogénica puede tener varios orígenes, toda la información apunta a dos situaciones principales: la existencia de agua libre entre las hojas envoltentes (catáfilas), y el secado brusco de las mismas con la exposición de los bulbos a altas temperaturas.

Las reacciones de pardeamiento no enzimático pueden originarse a través de la interacción entre carbohidratos reductores y el grupo amino de los aminoácidos (reacción de Maillard), mediante la caramelización de los carbohidratos y a través de la oxidación no enzimática de compuestos fenólicos naturalmente presente en las frutas.

El desarrollo de colores indeseables ("amarronamiento"), debido a factores enzimáticos, ocurre también durante el procesamiento y almacenaje de productos como la cebolla y el ajo. La ausencia de colores extraños, junto con el sabor y la textura, son los atributos más importantes usados para juzgar la calidad aparente del ajo.

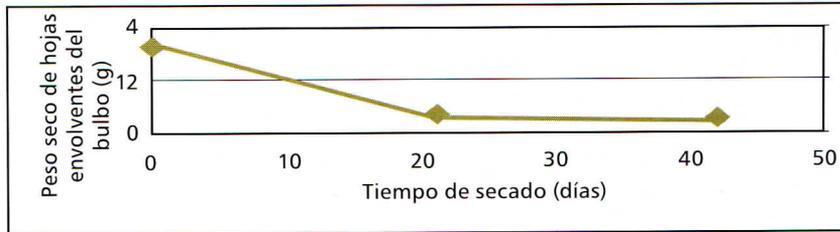
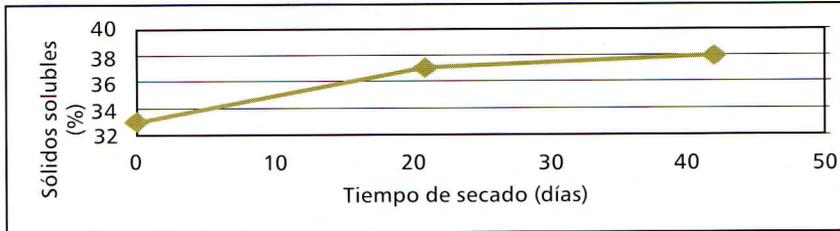
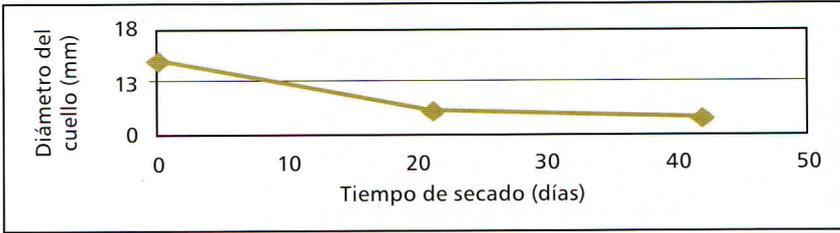
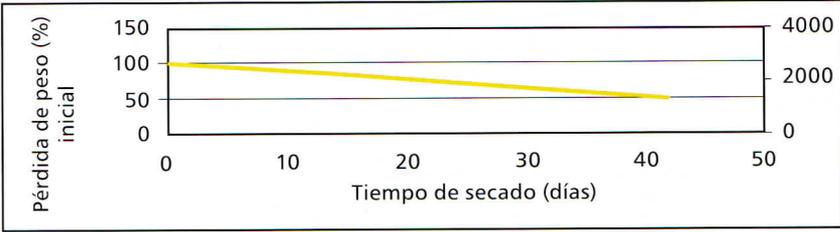


Figura 15 - Marcha de 5 variables (peso, diámetro de cuello, resistencia del cuello, sólidos solubles y peso de hojas envoltantes) en función del tiempo de secado de la planta entera de ajo cv Blanco Mendoza en condiciones naturales de galpón ventilado

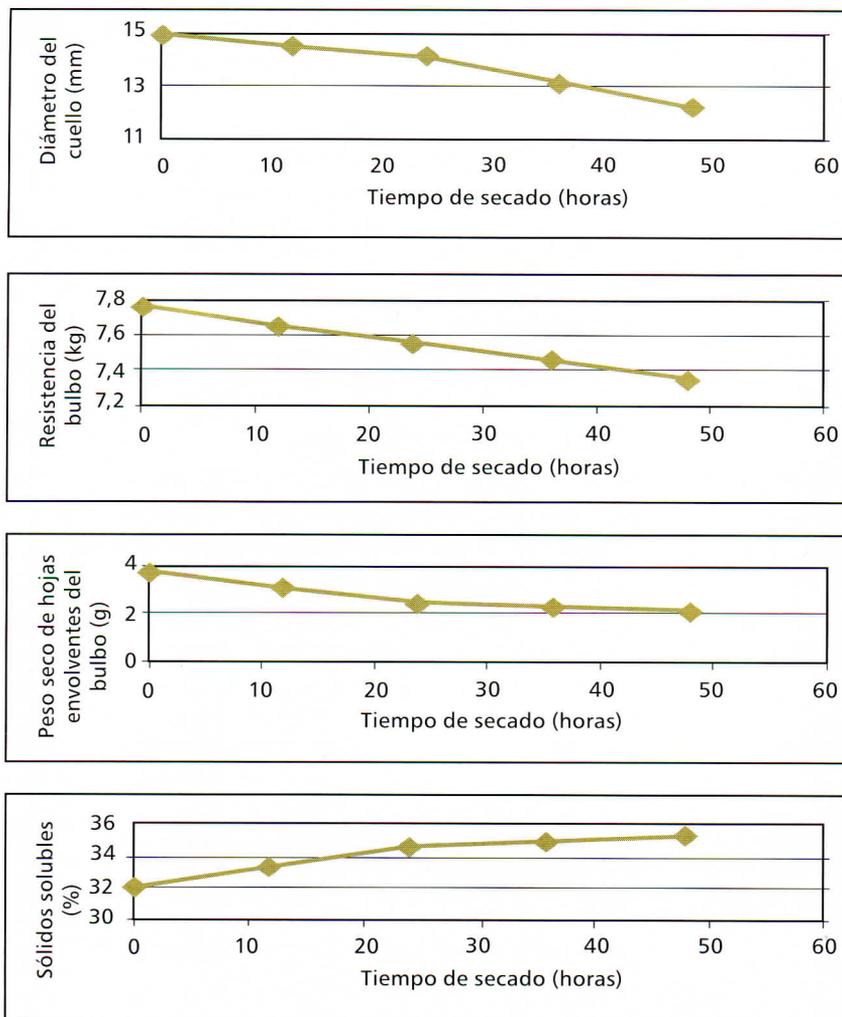


Figura 16 - Marcha de 4 variables (diámetro de cuello, resistencia del cuello, sólidos solubles y peso de hojas envoltantes) en función del tiempo de secado de la planta entera de ajo cv Blanco Mendoza en túnel de secado.

Pérdida de peso en ajo Fuego INTA según ajuste exponencial (1^{ra.} fecha de cosecha)

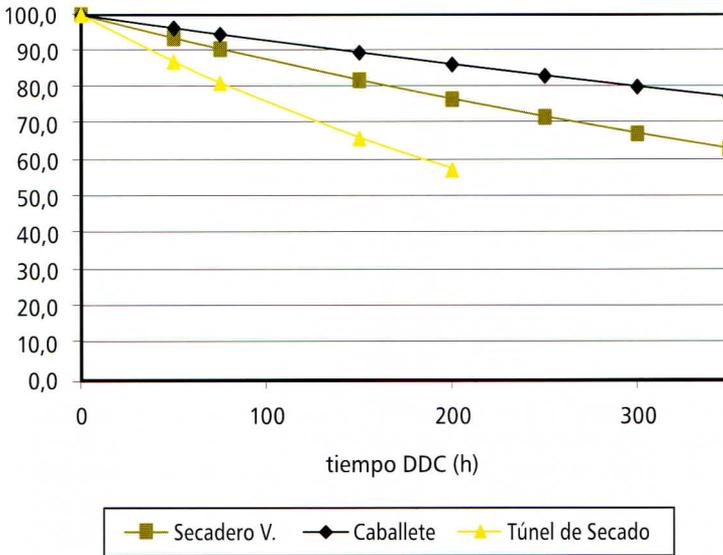


Figura 17 - Pérdida de peso en porcentaje de ajo "en rama" cv Fuego luego de la cosecha en tres sistemas de secado-curado. (◆) Caballete, (■) Secadero vertical y (Δ) Túnel de secado con aire forzado.

Pérdida de peso en ajo Castaño INTA según ajuste exponencial (1^{ra.} fecha de cosecha)

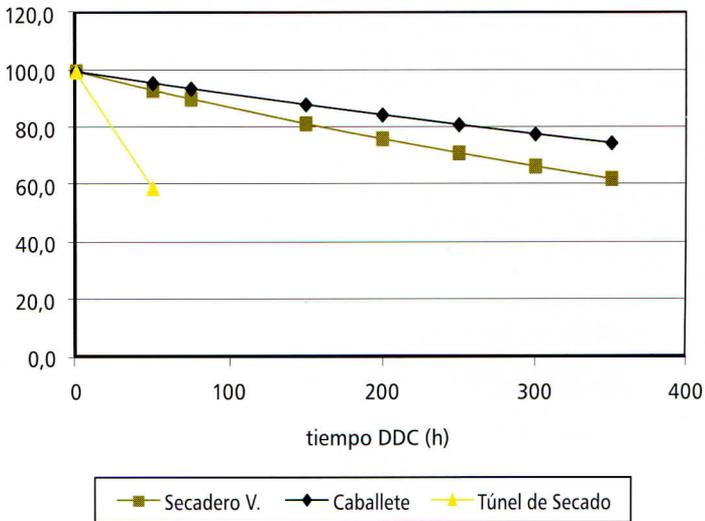


Figura 18 - Pérdida de peso en porcentaje de ajo "en rama" cv Castaño luego de la cosecha en tres sistemas de secado-curado. (◆) Caballete, (■) Secadero vertical y (Δ) Túnel de secado con aire forzado.

Los cambios de color no solo afectan la apariencia del producto, sino que están también asociados a otros fenómenos de deterioro como el desarrollo del mal gusto y la pérdida de calidad nutricional.

Uno de los agentes patógenos más comunes en la vida poscosecha del ajo es *Helminthosporium allii*, responsable de las llamadas comúnmente "carbonillas". El hongo es capaz de soportar una temperatura máxima de 40 °C y requiere humedad relativa superior al 80% para favorecer su fructificación. Esto lo convierte en una amenaza concreta dado el amplio umbral térmico en el cual puede desarrollarse.

Se manifiesta por la aparición de manchas negras de tipo pulverulento en los bulbos y en la inserción del mismo con las hojas. El inóculo sobrevive tanto en el suelo como en el bulbo, no es raro observar su presencia durante el almacenamiento si el proceso de secado ha sido imperfecto. Se ha constatado que puede, incluso, introducirse a través del corte hasta el interior del bulbo. En estos casos, muy difíciles de detectar, la cabeza se deprecia notablemente adquiriendo un olor especial.

Este aspecto se debe a numerosas fructificaciones que cubren el bulbo oscureciendo las catáfilas externas. Comúnmente afecta solo a las catáfilas protectoras pero también se ha detectado invadiendo los tejidos carnosos del bulbillo durante las primeras etapas de crecimiento del cultivo. La enfermedad provoca manchas irregulares extendidas y oscura, debido a que se cubren con fructificaciones del hongo. Este aspecto hace que este ajo sea reconocido como "Ajo cabeza negra".

Las lesiones del hongo suelen ser superficiales por lo que la eliminación de las tunicas externas del bulbo afectado le confiere una apariencia normal. Sin embargo, en infecciones importantes esta acción de limpieza o retoque no es suficiente para permitir la comercialización del producto.

Los trabajos realizados demuestran que mientras mayor es el tiempo que el producto está en condiciones de secado con aire forzado, menores son las pérdidas por bulbos manchados, tanto de "carbonillas" como de "mancha de óxido" o amarronamientos. Los mismos trabajos también sugieren prácticas de campo como corte anticipado de raíz para disminuir los tiempos de secado, de manera tal que permitan mantener bajos niveles de manchas en bulbos y simultáneamente aumentar la capacidad operativa de los equipos.

Para reducir los tiempos de curado, los tratamientos de precosecha como el corte de raíz 3 días antes de cosecha, disminuye sustancialmente los tiempos empleados para bajar la humedad de cuello y de catáfilas. (Figura 19)

La Figura 20 a y b muestra la disminución en los porcentajes de bulbos afectados con manchas carbonilla y óxido, en función de los tiempos de secado en cámara con aire forzado para diferentes tratamientos de pre cosecha, cuyos resultados se pueden sintetizar de la siguiente manera:

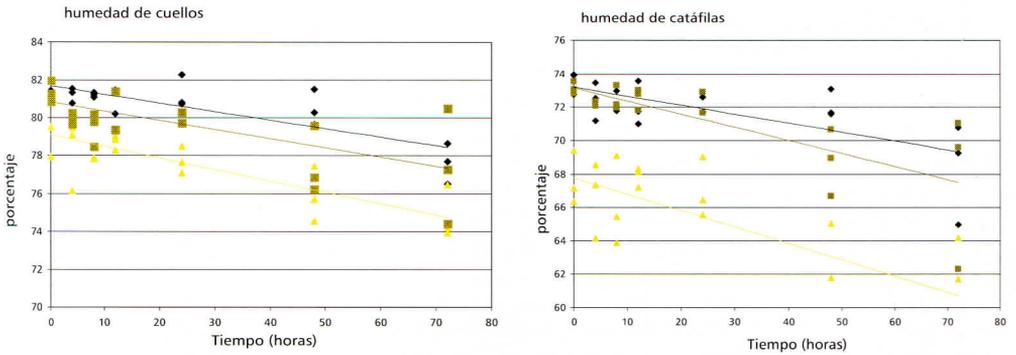


Figura 19 - Efecto del tiempo de secado y la modalidad de cosecha sobre la humedad (%) de cuellos y catáfilas en bulbos de ajo (◆) Corte de raíz y hojas el 7/12; (Δ) Corte de raíz el 7/12 y hojas el 10/12; (■) Corte de raíz y hojas el 10/12

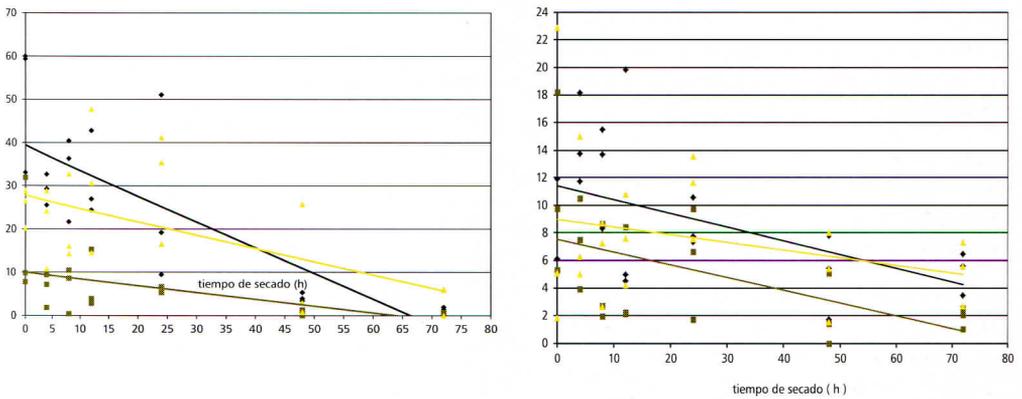


Figura 20 a: Porcentaje de bulbos afectados por carbonilla en función del tiempo de secado (h) (◆) Corte de raíz y hojas el 7/12; (Δ) Corte de raíz el 7/12 y hojas el 10/12; (■) Corte de raíz y hojas el 10/12

Figura 20b: Porcentaje de bulbos afectados por manchas de óxido en función del tiempo de secado (h) (◆) Corte de raíz y hojas el 7/12; (Δ) Corte de raíz el 7/12 y hojas el 10/12; (■) Corte de raíz y hojas el 10/12

- ✓ La práctica de cortar las raíces en forma anticipada disminuye la humedad relativa en cuello y catáfila en bulbos de ajo al momento de la cosecha.
- ✓ La menor humedad inicial de cuellos y catáfilas favorece el secado posterior, disminuyendo los porcentajes de bulbos afectados por carbonillas y oxidaciones.
- ✓ Existe una correlación positiva entre tiempo de secado y porcentajes de bulbos con presencia de carbonilla y en menor medida oxidaciones.

- ✓ Existe un mínimo de horas de secado en túnel necesarias para asegurar porcentajes de bulbos manchados inferiores a las tolerancias admitidas por las normas MERCOSUR.
- ✓ El corte anticipado a la cosecha de la parte aérea de la planta provoca una disminución del tamaño de los bulbos, por lo tanto no debe recomendarse como un tratamiento adecuado.
- ✓ El tiempo de curado y secado se modifica según el momento de cosecha, independientemente del sistema de post cosecha empleado. El sistema de secado en túnel acortaría estos tiempos.
- ✓ El tiempo mínimo de curado y secado en túnel se modificaría necesariamente con la oportunidad de cosecha, con la variedad y con las prácticas de pre cosecha.
- ✓ El estado de humedad, tanto de cuello y catáfilas se puede disminuir con el corte anticipado de raíz (hasta 3 días).
- ✓ La disminución de los tiempos de secado repercute en una mayor calidad de bulbos.
- ✓ No es recomendable el corte anticipado (mayor a 3 días), de la parte aérea de la planta previo a la cosecha, ya que provoca una disminución del tamaño de los bulbos.

Consideraciones Finales

Todos los sistemas de secado con forzado permiten lograr mejoras respecto de los sistemas tradicionales, siempre que se cumplan condiciones de manejo que se inician desde el cultivo, continúan durante la cosecha y finalizan en el mismo tratamiento.

De todos ellos se debe realizar un detalle pormenorizado de los costos de infraestructura necesaria y de las modificaciones del manejo de la cosecha y post cosecha requeridos para la utilización efectiva. Se debe considerar indefectiblemente el uso de variedades de ciclos diferentes para hacer uso más versátil y económico de esta infraestructura.