



AJO ¹

SECADO RÁPIDO

GARLIC

FAST DRYING

Héctor R. Roby ²
Elena V. Araniti ²
María C. Herrera ³
Viviana B. Guinle ²
Patricia L. Winter ^{2,3}

RESUMEN

Mendoza (Argentina) exporta ajo por valor de 50-70 millones de dólares/año. Para llegar a los mercados de contraestación, debe estar terminado en forma temprana (noviembre-diciembre), época en que las lluvias demoran el secado a campo -o "curado"- además de ocasionar pérdidas y disminuir la calidad. El objetivo de este estudio consistió en armonizar la fecha de cosecha temprana con un proceso de secado rápido del ajo, para permitir la reducción de pérdidas postcosecha, manteniendo la calidad y asegurando un adecuado comportamiento en conservación.

Se probaron tres modalidades de secado: caballete o sistema tradicional, horno solar y horno eléctrico convencional. Luego, se sometió el material a conservación frigorífica (0 °C) y temperatura ambiente, analizándose la variable pérdida de peso.

• Salvo la variable peso, los tres tratamientos de secado no dieron diferencias significativas, por la ausencia de alta HR

ABSTRACT

Garlic is the most exported vegetable from Argentine and the province of Mendoza, for a value between 50 and 70 million of dollars. In order to get early arrive at the contrary season markets, it is necessary to have it in november and december, but rain could delay the convenient dehydration o "cured", besides to provoke losses and reduce quality.

The objective of this study is to harmonize the early date of harvest with a fast dried process of garlic. It was used three dried modalities: traditional o "caballete", sun furnace and electric furnace. After dry, garlic were storage at 0 °C and at room temperature.

During the storage, was constroled weight loss.

• In the three conditions there were not significative differences because of the low

-
- 1 Presentado en el 20° Congreso Internacional de Refrigeración. Melbourne (Australia). 1999. Subsidiado por el Consejo de Investigaciones de la UNCuyo.
 - 2 Departamento de Tecnología Agroindustrial.
 3. Departamento de Biomatemática y Físicoquímica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Alte. Brown 500. (5505) Chacras de Coria. Mendoza. Argentina.
e-mail: ccea@fca.uncu.edu.ar

ambiente. En cambio, en años con sequedad ambiental, los resultados fueron favorables al secado forzado.

- La conservación frigorífica durante 7 meses produjo una disminución de peso del 13,8 %.
- La conservación con hojas y a 0 °C fue la más favorable.

R.H. in the atmosphere. By the contrary, in former years the results were better with artificial dried.

- In cold storage, at seven months, garlic weight loss were around 13,8 %.
- Storage with leaves and at 0 °C was the most convenient method.

Palabras clave

ajo • postcosecha • secado rápido • conservación • comercialización

Key words

garlic • post-harvest • fast drying • storage • commercialization

INTRODUCCIÓN

La Argentina produce aprox. 130 000 t/año de ajo. En 1997, se cultivaron 7 900 ha con el tipo colorado, 3 900 con el tipo blanco y 150 de otros tipos. Mendoza es la principal productora; el ajo es la hortaliza con mayor superficie cultivada y exporta aprox. 50-70 millones de dólares anuales, lo que ha llevado a considerar otras alternativas de mercado. Interesa incrementar los volúmenes exportables de ajo blanco en época temprana (noviembre-enero) a países en contraestación y cuyo mercado puede ser captado por el ajo mendocino (1).

Al momento de cosecha, el secado tradicional del ajo se efectúa en 2 etapas:

- La primera, denominada "etapa de curado", consiste en dejar las plantas por varios días sobre el terreno donde se cultivaron, tomando precauciones para lograr buena calidad final: ausencia de daños fisiológicos y buena sanidad. Así se consigue una rápida deshidratación en superficie del material.
- En la segunda etapa: el material se dispone sobre caballetes, o perchas, protegidos. Completada la deshidratación, queda almacenado hasta el momento de su venta o plantación (2, 3). En muchas temporadas las condiciones climáticas no son adecuadas: lluvias en el periodo de cosecha y postcosecha, interfiriendo el proceso natural de secado y ocasionando pérdidas muy elevadas (6, 7).

Para obtener mayores volúmenes exportables de alta calidad se desarrollaron líneas de investigación para el manejo del ajo cosechado, utilizando tecnologías adecuadas y económicamente accesibles. Se observó que no todo el ajo blanco es exportado en época temprana y, entonces, resulta necesario proporcionar buenas condiciones de conservación para el excedente, hasta alcanzar el período más favorable para su venta. Con esta finalidad, mediante el proyecto "Manejo postcosecha de frutas y hortalizas", se experimentó durante tres temporadas (1994/96). Se analizaron los siguientes factores:

- La fecha de cosecha: temprana, oportuna y tardía.
- El secado de bulbos con hojas aéreas y material deshojado así como diferentes sistemas de secado.
- Evaluación de diferentes variables respuesta.

Con la información obtenida se planificaron dos experimentos:

1° Análisis comparativo de tres sistemas de secado artificial.

2° Comportamiento del ajo secado almacenado en galpón y cámara frigorífica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó ajo blanco proveniente de un cultivo comercial local, cosechado el 1/2/97 en las primeras horas de la mañana, un par de días antes de la fecha más oportuna (8). El material fue transportado a granel y se acondicionó en cajones de 20 kg, mantenidos hasta iniciar el experimento a las 24 horas, en galpón con ventilación natural.

Se probaron tres modalidades: caballete o sistema tradicional y dos tipos de hornos: solar y eléctrico.

- El caballete se ubicó a campo y estuvo techado, colocándose las plantas en atados de aprox. 4 kg cada uno.

- En los hornos, el ajo -dispuesto en bandejas de madera- fue desecado continua y lentamente bajo condiciones de temperatura moderada para provocar una brusca deshidratación inicial de las hojas envolventes, sin comprometer una posterior pérdida normal de agua desde el interior.

Características del horno solar

Volumen: 125 m³.

Dos ventiladores y dos extractores para el movimiento de aire, provisto de termohigrógrafo.

No se superaron los 36 °C, con una velocidad de circulación del aire de 12,50 m/s.

Características del horno eléctrico

Cámara de 10 m³, normalmente empleada para pruebas piloto de conservación frigorífica.

Fuente de calor: estufa de resistencia eléctrica termoestabilizada.

Dos turbocirculadores de aire y termómetro de bulbo seco/húmedo.

Se operó a temperatura promedio de 33 °C con circulación constante de aire.

Aleatoriamente se asignaron 200 kg de ajo a cada sistema de secado. A los tiempos fijados: 0, 6, 12, 24, 30, 36, 48, 54, 60, 72, 78 y 84 horas, en cada caso se extrajo al azar una muestra de 8 plantas. Con presiómetro manual se midió la presión en el cuello inmediatamente por encima del bulbo. Luego, se cortaron las plantas longitudinalmente por la mitad y se separó la parte aérea del bulbo u hojas envolventes. En ambos casos, el material fue picado a cuchillo y mediante cuarteo se obtuvieron muestras analíticas de 10 g. Las variables medidas en bulbo fueron: sólidos solubles (° Brix), humedad (%) y agua perdida (%). En la parte aérea se midió sólo humedad y agua perdida.

El ensayo de conservación frigorífica se inició 13 días después de finalizado el ensayo anterior. Se utilizó una cámara frigorífica de 10 m³ a 0 °C y un galpón acondicionado para mantener la temperatura en el rango de 18 a 22 °C. Los ajos obtenidos por los diferentes sistemas de secado se acondicionaron en cajas de madera de aproximadamente 20 kg, con dos variantes: planta entera y ajo deshojado o "desramado". Se analizó la variación del peso inicial y del correspondiente material a 7 meses de conservación. El análisis estadístico de los datos se realizó según un arreglo factorial, aplicando el procedimiento GLM para el análisis del modelo y la partición de las fuentes de variación. Posteriormente, cuando correspondió, se usó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey o el análisis de la tendencia.

RESULTADOS

I. Ensayo de secado

El secado del ajo en caballete se realizó en condiciones de temperatura y humedad relativa máximas, que oscilaron respectivamente entre 29 y 35 °C y de 22 a 39 %. Las temperaturas y humedades registrados en el interior del horno solar, en horario diurno, estuvieron dentro de lo deseable: 21 a 36 °C y 20 a 44 %. Sin embargo al mediodía se produjeron dos picos de temperatura de 37 y 42 °C, rápidamente controlados. Las condiciones externas durante el ensayo arrojaron temperaturas máximas entre 29 y 35 °C y humedades relativas de 22 al 39 %. El horno eléctrico funcionó de acuerdo a lo previsto. Los valores mínimos y máximos observados en los diferentes tratamientos, al comienzo y final del proceso de secado, son presentados en tabla 1.

Variable	Valores iniciales	Valores finales		
		Caballete	Horno eléctrico	Horno solar
% Sólidos solubles (°Brix)	29,10 ± 0,794	30,70 ± 1,473	30,83 ± 2,363	31,17 ± 1,041
% Humedad bulbo	69,59 ± 0,753	69,41 ± 0,333	69,49 ± 1,707	64,81 ± 7,730
% Humedad parte aérea	81,93 ± 1,204	74,84 ± 2,341	67,84 ± 7,835	73,57 ± 4,394
% Agua perdida bulbo	6,99 ± 0,076	6,99 ± 0,317	6,89 ± 0,178	6,11 ± 2,002

Tabla 1. Valores medios y desviaciones típicas, al inicio y final (84 horas) de un proceso de secado de ajo con diferentes sistemas

En cuanto al análisis de la varianza, los resultados se detallan a continuación para cada variable medida:

❖ **Variable % humedad:**

En bulbo, la variación de la humedad fue similar en los tres sistemas, levemente a favor del horno solar (figura 1, pág. 19). Las fluctuaciones fueron coincidentes con la variación diaria de humedad ambiente entre el día y la noche. Como el efecto de interacción método de secado x tiempo no fue significativo, se buscó un modelo explicativo para la variación del porcentaje de humedad en bulbo para el caso general (% HUM_{bul}), lográndose un ajuste significativo ($p = 0,003$) con el siguiente modelo cuadrático:

Figura 1. Variación de la humedad del bulbo según tipo de secado

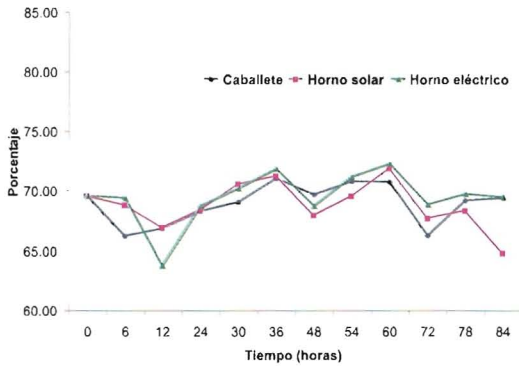
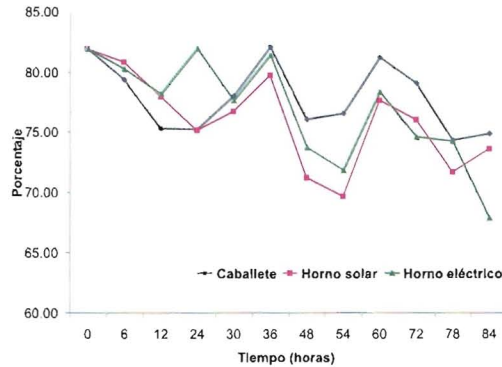


Figura 2. Variación de la humedad en hoja según tipo de secado



$$\% \text{ HUM}_{\text{bul}} = 67,633 + 0,1018 \text{ TIEMPO} - 0,0011 \text{ TIEMPO}^2$$

En la parte aérea no se diferenció significativamente el % de humedad del ajo secado por distintos métodos, sobre todo al comparar caballete con horno solar (figura 2). En este caso, el modelo lineal elegido para explicar la variación general del % de humedad en las hojas (% HUM_{hoj}) fue:

$$\% \text{ HUM}_{\text{hoj}} = 80,418 - 0,0841 \text{ TIEMPO}$$

❖ **Variable % agua perdida:**

Al considerar el bulbo, ni el tiempo ni la modalidad de secado produjeron efectos diferenciales importantes en la pérdida de agua, aunque el secado en caballete mostró un patrón distinto del resto y la menor pérdida final se observó en el secado con horno eléctrico (figura 3).

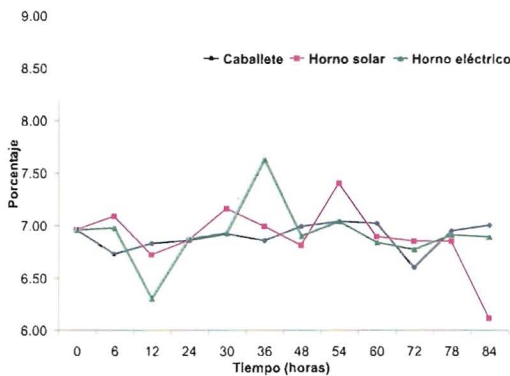


Figura 3. Variación de la pérdida de agua del bulbo según tipo de secado

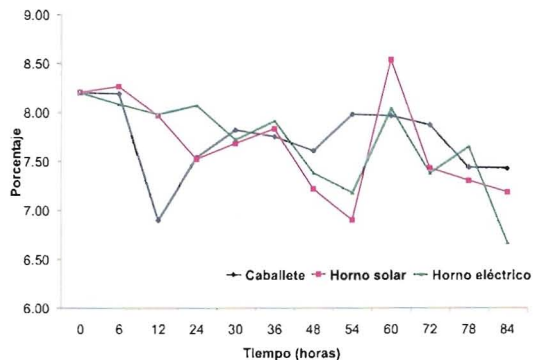


Figura 4. Variación de la pérdida de agua en hoja según tipo de secado

Muy parecido fue el resultado correspondiente a la parte aérea (figura 4, pág. 19), aunque el último registro favoreció en este caso al horno eléctrico. Resultó apropiado ($p = 0,0001$) expresar el porcentaje de pérdida general de agua de la parte aérea ($\% \text{AGP}_{\text{hoj}}$) a través del tiempo como:

$$\% \text{AGP}_{\text{hoj}} = 8,043 - 0,0085 \text{ TIEMPO}$$

❖ Variable % sólidos solubles:

De un valor inicial de 29 °Brix en pasta de bulbo, se llegó -en todos los casos- casi a 31 °Brix, aunque en el secado con horno solar el valor fue ligeramente mayor. Además no se observaron marcadas diferencias en la evolución de los °Brix, sobre todo al comparar los dos sistemas de secado rápido (figura 5).

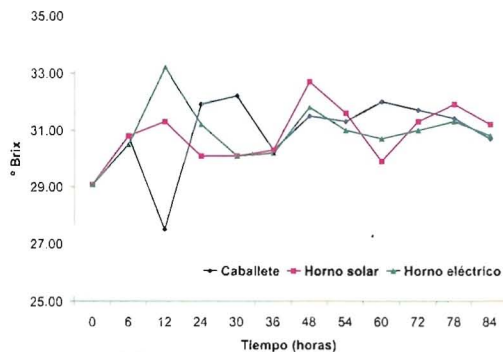


Figura 5. Variación de los ° Brix en pasta, según tipo de secado

El análisis de la varianza mostró que la interacción método de secado x tiempo ($p = 0,019$) era significativa y obligó a establecer el modelo explicativo de la variación del porcentaje de sólidos solubles en ° Brix en función del tiempo en horas, para cada uno de los sistemas de secado con el siguiente resultado:

$$^{\circ} \text{BRIX}_{\text{cab}} = 28,996 + 0,0958 \text{ TIEMPO} - 0,0009 \text{ TIEMPO}^2$$

$$^{\circ} \text{BRIX}_{\text{hsol}} = 30,114 + 0,0171 \text{ TIEMPO}$$

Es un modelo cuadrático para secado en caballete ($^{\circ} \text{BRIX}_{\text{cab}}$) y uno lineal, para el secado en horno solar ($^{\circ} \text{BRIX}_{\text{hsol}}$). En tanto, para el secado en horno eléctrico, ninguno de estos dos modelos resultó significativo ($p \geq 0,05$).

II. Ensayo de conservación

La tabla 2 (pág. 21) muestra los valores de peso medios con su desviación típica para cada uno de los tratamientos de secado al inicio y final de la conservación, y según las modalidades respecto al material, con o sin hoja, y la conservación, galpón o cámara.

Tabla 2. Valores medios y desviaciones típicas, al inicio y final (7 meses) de un proceso con diferentes sistemas de secado y conservación de ajo con o sin hoja.

Secado	Material	Galpón		Frigorífico	
		Inicio	Final	Inicio	Final
Caballete	Sin hoja	6,47 ± 0,02	5,38 ± 0,11	6,46 ± 0,01	5,49 ± 0,43
	Con hoja	7,08 ± 0,00	5,99 ± 0,04	7,08 ± 0,00	6,40 ± 0,04
Horno solar	Sin hoja	7,22 ± 0,06	5,74 ± 0,13	7,23 ± 0,06	6,34 ± 0,06
	Con hoja	7,97 ± 0,08	6,58 ± 0,11	8,01 ± 0,04	7,09 ± 0,06
Horno eléctrico	Sin hoja	7,04 ± 0,10	5,75 ± 0,06	7,04 ± 0,06	5,99 ± 0,15
	Con hoja	7,67 ± 0,02	6,33 ± 0,10	7,74 ± 0,06	6,87 ± 0,08

La evolución de la variable peso del bulbo (g) en el tiempo dependió, tanto en ambas clases de ajo, de las condiciones en que se almacenó (interacción conservación x tiempo, $p = 0,0051$). Cuando se conservó con hoja, la disminución del peso fue más notable en el almacenado en galpón, en el orden del 16,9 %, en tanto en cámara frigorífica a 0 °C sólo fue de 10,8 %. Para el ajo deshojado estos valores fueron 18,5 y 14,04 %, respectivamente.

En el ajo con hoja, también se encontró que el comportamiento del peso en el tiempo había dependido del sistema de secado (interacción sistema secado x tiempo, $p = 0,0001$). A los 7 meses, se observó una mayor variación en los tratamientos de secado en horno: 14,5 % y 14,4 % respectivamente para eléctrico y solar, mientras que -en caballete- la disminución del peso fue de 12,4 %. En cambio, el ajo deshojado sufrió una disminución de peso pareja (entre 15 y 16 %) independientemente del tipo de secado a que fue sometido. Además, para los dos tipos de ajo, los efectos principales de los factores tiempo, conservación y sistema de secado resultaron significativos ($p = 0,0001$) (figuras 6 y 7).

Figura 6. Peso de bulbos al finalizar la conservación para cada sistema de secado

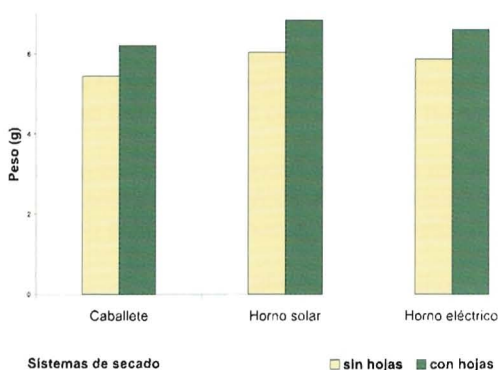
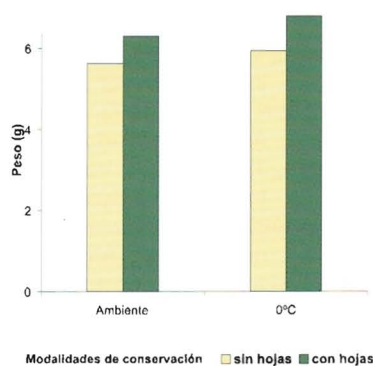


Figura 7. Peso de bulbos al finalizar la conservación para cada modalidad de conservación



CONCLUSIÓN

El ensayo de secado, en general, no arrojó las diferencias esperadas entre los diferentes sistemas utilizados. Esta situación se explica por las excelentes condiciones meteorológicas de secado que se dieron para el ajo secado a campo, con un rango de temperaturas y valores de humedad relativa cercanos a los deseables. En ensayos anteriores, cuando el período de cosecha e inmediato de postcosecha fueron lluviosos, las conclusiones fueron diferentes, quedando en evidencia la superioridad de los métodos de secado forzado.

El ensayo de conservación presentó diferencias en los valores de peso registrados, tanto en los dos sistemas de conservación empleados (reducción de peso menor y más estable a 0 °C que a temperatura ambiente), como en el tratamiento de secado que habían recibido previamente los ajos (mayor peso en los ajos secados en horno eléctrico) como en la forma de conservación de los ajos (reducción de peso del 13,8 % y 16,2 % para ajos con hoja y sin hoja respectivamente). Sobre esta base se concluye que el tratamiento más adecuado de conservación de ajos es a 0 °C y con hojas.

Agradecimientos:

- Lucía Vignoni, Nancy Ventretera y Mónica Bauzá, por su colaboración en la planificación y recolección de datos.
- Carmelo Bartucciottto por la provisión de ajos.

Referencias simbólicas

% HUM_{bul}: por ciento humedad en bulbo

% HUM_{hoj}: por ciento humedad en hoja

% AGP_{hoj}: por ciento agua perdida en hoja

° BRIX: g azúcar % g muestra

° BRIX_{cab}: ° Brix en caballete

° BRIX_{hsol}: ° Brix en horno solar

BIBLIOGRAFÍA

1. Ávila, G. T. 1995. El secado rápido en ajo blanco. IV Curso Taller de producción, comercialización e industrialización de ajo. 4:1C-9C. EEA-INTA La Consulta, Mendoza.
2. Bakker, F. W. et al. 1997. Secado artificial y almacenamiento del ajo. 50 temas sobre producción de ajo. Vol. 5. Mendoza. Argentina.
3. Burba, J. L. 1991. Estructuras para el manejo postcosecha del ajo en zonas lluviosas. Pro Ajo-INTA- Documento 012/91, EEA-INTA La Consulta, Mendoza (Inédito).
4. Burba, J. L. y Lanzavechia, S. 1993. Manejo postcosecha de ajo secado. Curso Taller de prod., comerc. e industrialización de ajo. 3:333-346. EEA-INTA La Consulta, Mendoza.
5. Cátedra de Meteorología. Boletín Agrometeorológico de la Estación de Chacras de Coria. 1997/98. N° 1/98. Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo. Mendoza.
6. Guinle, V. et al. 1995. Manejo de postcosecha de ajo blanco secado artificial rápido. 15° Jorn. Investigación y 3° Jorn. Regionales de Investigación. Resumen 159. CIUNC, Mendoza.
7. Lobo, R. I., et al. 1992. Factores que limitan un rápido secado del ajo en Tafi del Valle. Avance Agroindustrial. p. 25-29.
8. Llera, J. et al. 1994. Variables related with the opportune harvest date of red garlic. 1st International Symposium on Edible Alliaceae. p.93. Mendoza. Argentina.
9. Ministerio de Economía de Mendoza. 1998. Caracterización económica de la provincia de Mendoza (Argentina).
10. Proyecto "Manejo postcosecha de frutas y hortalizas". 1994/96.
11. Rivero, M. L. 1997. Consideraciones sobre conservación frigorífica y transporte de ajo para consumo. 50 temas sobre producción de ajo. Vol. 5. Mendoza, Argentina.