



Julio 2020

## APLICACIÓN DE MICROONDAS PARA LA ELABORACIÓN DE CIRUELAS DESHIDRATADAS DESCAROZADAS SIN CONSERVANTES

**Autores:** Ing. Qca (Dra) D. Paola Urfalino; Lic. Brom. (Mg) Jesica Worlock; Ing. Agr. Martín J. Daniele.

Argentina es el cuarto productor mundial de ciruelas deshidratadas, con una producción media anual de 31.291 toneladas. Mendoza es la principal provincia productora de ciruelas con destino a secado. El 89% de la producción se exporta y la variedad d'Agen y su clon 707 representan el 98 % de la superficie implantada.

Actualmente las ciruelas se comercializan a granel o fraccionadas con las siguientes presentaciones:

- ✓ Ciruela seco americano (con carozo, 18-24% de humedad, sin conservante).
- ✓ Ciruela deshidratada tiernizada (con y sin carozo, 28-34% de humedad, con conservante para evitar el desarrollo de hongos y levaduras).
- ✓ Ciruela deshidratada descarozada sin conservantes (sin carozo, 20-24% de humedad, sin conservante).

Las ciruelas deshidratadas descarozadas sin conservantes han empezado a cobrar importancia dentro de un nicho de mercado que busca productos saludables, listos para su consumo y sin aditivos.



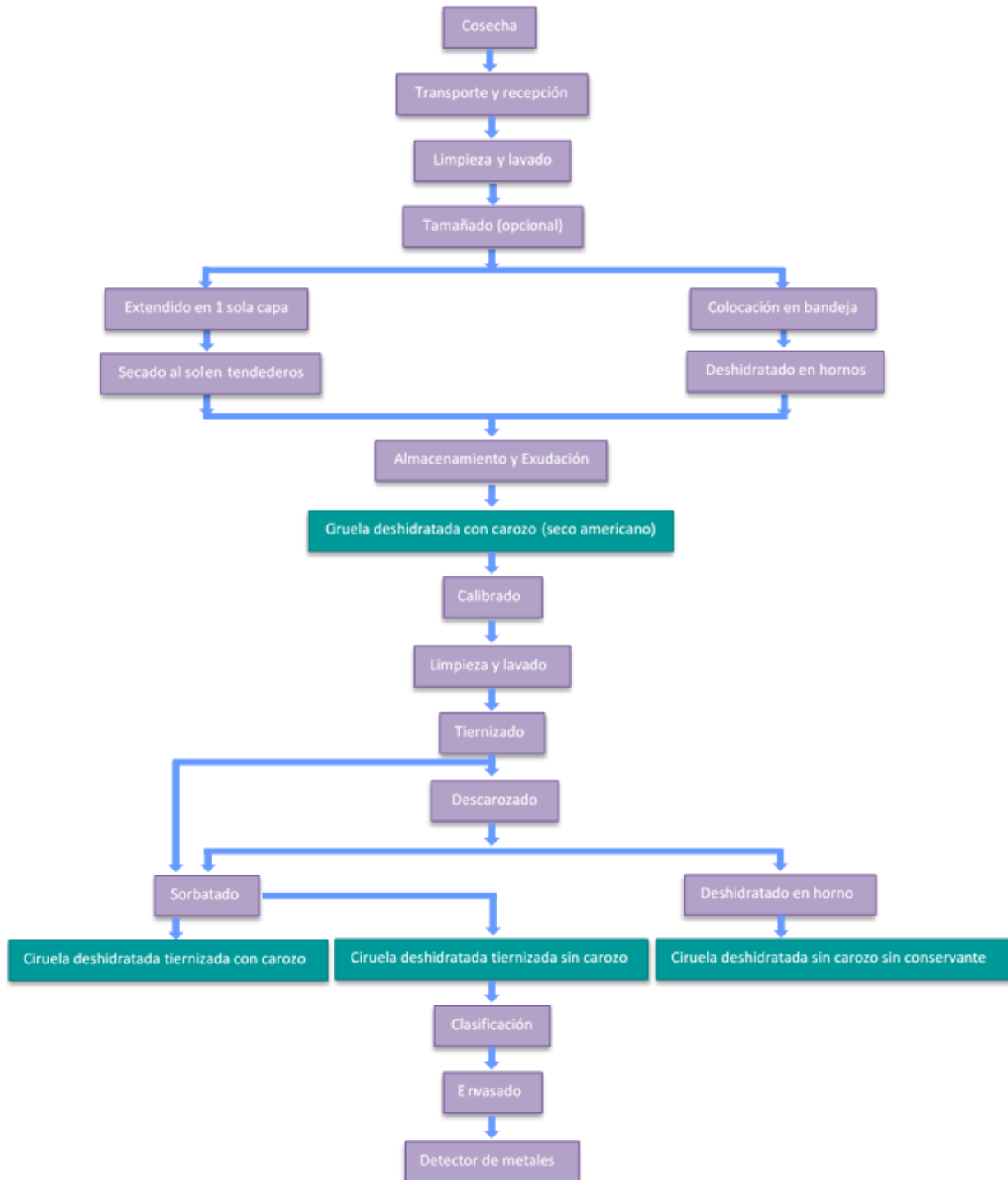
A continuación, se presenta un diagrama de flujo que describe las etapas del proceso de elaboración de ciruelas deshidratadas empleado por las industrias.

Responsable general: Martín J. Daniele  
Responsable editorial: Jesica Worlock; D. Paola Urfalino  
Contacto: urfalino.delia@inta.gov.ar

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
EEA Rama Caída  
<https://inta.gob.ar/reimbecaida>



Julio 2020



Responsable general: Martín J. Daniele  
Responsable editorial: Jesica Worlock; D. Paola Urfalino  
Contacto: [urfalino.delia@inta.gob.ar](mailto:urfalino.delia@inta.gob.ar)

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
EEA Rama Caída  
<https://inta.gob.ar/ramacaída>



Julio 2020

En la presente hoja informativa se propone modificar la obtención de ciruelas deshidratadas descarozadas sin conservantes, reemplazando las etapas de tiernizado, descarozado y deshidratado en horno de cinta por una exposición a microondas y posterior descarozado.

Mediante la exposición a microondas se logra una textura que permite el descarozado, sin la necesidad de incorporar agua a la fruta y evitando la etapa posterior de deshidratado en cinta.

Esta propuesta de reemplazar dos operaciones (tiernizado y deshidratado en cinta) por una (microondas), traería aparejadas las siguientes ventajas:

- ✓ Disminución o cese de reacciones de pardeamiento en pulpa.
- ✓ Menor pérdida de nutrientes y compuestos antioxidantes.
- ✓ Reducción del tiempo de proceso.
- ✓ Menor costo de proceso. Disminuye el gasto en cuanto a equipamiento (se reemplazarían el tiernizador y el horno de cinta por un microondas, así como también sus instalaciones auxiliares), mano de obra, energía, etc.
- ✓ Optimización del descarozado. El tiernizado es una etapa heterogénea de ablandamiento y penetración del calor, que produce una importante pérdida de pulpa adherida al carozo. En el caso de la aplicación de microondas, al existir un calentamiento específico sobre las moléculas con dipolo, se logra un calentamiento rápido y uniforme de la pulpa facilitando su desprendimiento del carozo.
- ✓ Disminución de la carga microbiana en el producto obtenido.



Durante la aplicación de microondas la energía eléctrica se convierte en radiación electromagnética del tipo no ionizante, generando calor por una interacción directa entre la energía electromagnética y el alimento.

Cuando se aplican microondas a los alimentos, la polaridad del campo electromagnético cambia de dirección millones de veces por segundo y los componentes ionizables y polares (sales minerales y agua) intentan orientarse con la dirección del campo electromagnético, produciendo fricciones y choques entre las moléculas que aumenta la temperatura interna del alimento.

Su utilización como fuente de energía térmica para deshidratar, cocinar, esterilizar, pasteurizar, escaldar, etc. se ha incrementado notablemente debido a que logra un calentamiento rápido y uniforme, gracias a su alta penetración en los productos, convirtiéndose en una alternativa atractiva a los métodos de calentamiento convencionales.

En las técnicas de calentamiento convencionales, los efectos térmicos actúan sin discriminación sobre el producto tratado. Por lo tanto, si se desea obtener un proceso rápido, es necesario utilizar alta temperatura, con los inconvenientes que esto trae consigo (transformaciones fisicoquímicas por sobrecalentamiento, pérdida de calidad y pérdida de eficiencia por disipación de energía).

Con respecto a la inactivación de microorganismos por microondas, esta se debe tanto a su efecto térmico como al no térmico (calentamiento selectivo del microorganismo, electroporación, ruptura de membrana celular y lisis celular debido a acoplamiento de energía electromagnética).

A continuación, se presentan los primeros resultados obtenidos en INTA EEA Rama Caída.

Responsable general: Martín J. Daniele  
Responsable editorial: Jesica Worlock; D. Paola Urfalino  
Contacto: urfalino.delia@inta.gov.ar

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
EEA Rama Caída  
<https://inta.gub.ar/reimcaida>



### Ensayo exploratorio en microondas doméstico

- a) Se formaron 9 muestras de 15 ciruelas seco americano cada una ( $20 \pm 1\%$  de humedad y calibre chico 70-80 / 80-90 unidades/libra elaboradas en el horno de la planta piloto de la EEA Rama Caída). Las muestras se lavaron con agua potable durante 2' y posteriormente fueron expuestas a microondas de 2450 MHz durante 15, 30 y 45'' (3 repeticiones por tiempo de exposición). Las ciruelas tratadas se descaroaron manualmente.

Se observó que el tiempo de exposición de 30'' permitió un descaroado manual inmediato sin pérdidas de pulpa adherida al carozo. Mientras que, el tiempo de 15'' fue insuficiente para lograr el desprendimiento del carozo y durante 45'' resultó excesivo generando reacciones de caramelización y modificaciones texturales indeseadas. En las exposiciones de 30 y 45'' se observó condensación de agua en el interior del microondas, siendo mayor en el caso de 45''.

- b) Se repitió el ensayo con ciruelas deshidratadas al sol (sin aplicación de buenas prácticas de manufactura tales como el lavado de la fruta previo al secado y sin cobertura de nylon cristal durante el secado). Las muestras se lavaron con agua potable durante 2' y posteriormente fueron expuestas a microondas durante 30'' a 2450MHz.

Se realizaron análisis microbiológicos a las ciruelas deshidratadas antes y después de la aplicación de microondas.

MUESTRA	Rec. aerobios totales (UFC/g)	Rec. hongos y levaduras (UFC/g)	Rec. E. coli / Coliformes (UFC/g)
Ciruelas desh. al sol sin BPM, previo a la aplicación de microondas	600	59.000	0
Ciruelas desh. al sol sin BPM, luego de un lavado de 2' y aplicación microondas durante 30''	0	0	0

En los resultados obtenidos se puede observar el efecto deseado de la disminución de la carga microbiana.





Julio 2020

## Ensayo exploratorio en microondas semiindustrial de cinta

Se utilizó un túnel de microondas con cinta transportadora, ventilación forzada y 8 magnetrones de 2450MHz (fabricado por Cuyo Procesos y Maquinarias).



Se formaron 6 muestras de 15 ciruelas seco americano cada una ( $20 \pm 1\%$  de humedad y calibre de chico 70-80 / 80-90 unidades/libra elaboradas en el horno de la planta piloto de la EEA Rama Caída). Las ciruelas deshidratadas se lavaron con agua potable durante 2'. Posteriormente, se introdujeron en el túnel y se les aplicó microondas (con ventilación forzada) durante 30 y 45" respectivamente (3 repeticiones por tiempo de exposición). Las muestras tratadas se descaroaron manualmente.

Mediante 30" de exposición se logró el descaroado manual inmediato sin pérdida de pulpa adherida al carozo y no se observaron reacciones de pardeamiento en pulpa. La exposición durante 45" resultó excesiva, generando reacciones de caramelización y modificaciones texturales indeseadas.

Debido a los promisorios resultados obtenidos en el ensayo se planteó una línea de investigación que fue incluida en el Proyecto

Disciplinario I153 "Estrategias tecnológicas innovadoras para la transformación y preservación de alimentos" del INTA. En la misma se realizarán ensayos adicionales modificando los calibres de las ciruelas deshidratadas, tiempos de lavado, tiempos de aplicación de microondas, velocidad de cinta, uso o no de ventilación forzada, regulación de potencias aplicadas y se determinará la penetración de las microondas a través de la medición de las temperaturas en distintos puntos de las ciruelas deshidratadas. Asimismo, se evaluarán los efectos de la modificación de los parámetros en el descaroado, textura, color de pulpa, antioxidantes, nutrientes y actividad microbiológica del producto final.



Responsable general: Martín J. Daniele  
Responsable editorial: Jesica Worlock; D. Paola Urfalino  
Contacto: [urfalino.delia@inta.gov.ar](mailto:urfalino.delia@inta.gov.ar)

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
EEA Rama Caída

<https://inta.gob.ar/reimcaida>