

**FUNDACIÓN
PRODUCE**
Sinaloa A.C.
ENLACE, INNOVACIÓN Y PROGRESO

SAGARPA



SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



**GOBIERNO
DEL ESTADO
DE SINALOA**

**MÉTODOS DE SECADO PARA ALARGAR VIDA
DE FRUTA ALMACENADA**

**Calidad de ciruela roja
mexicana deshidratada
mediante sol y calor seco**

María Dolores Muy Rangel

COLECCIÓN



RESULTADOS DE PROYECTOS

**MÉTODOS DE SECADO PARA ALARGAR VIDA
DE FRUTA ALMACENADA**

**Calidad de ciruela roja
mexicana deshidratada
mediante sol y calor seco**

**María Dolores Muy Rangel¹
Manuel A. Báez Sañudo¹
Rosalba Contreras Martínez¹
Verónica Pérez Rubio¹
Célida Martínez Rodríguez¹
Laura Contreras Angulo¹
Werner Rubio Carrasco¹
Eduardo Sánchez Valdez¹
Tomás Osuna Enciso¹
Rosabel Vélez de la Rocha¹
Adriana Sañudo Barajas¹**

¹ Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), A. C., unidad Culiacán.

Índice

INTRODUCCIÓN.....	7
Producción de ciruela en México y Sinaloa.....	8
Consumo en fresco.....	8
Aporte nutrimental de la ciruela.....	8
Una fruta de corta vida poscosecha.....	8
Métodos para conservar la ciruela almacenada.....	9
Deshidratación de alimentos por secado al sol.....	9
Inconvenientes del secado al sol.....	10
Deshidratado de alimentos por secado artificial.....	10
Ventajas del secado artificial.....	10
Desventajas del secado artificial.....	10
METODOLOGÍA.....	11
Material de estudio.....	11
Análisis de calidad.....	13
Análisis proximal (humedad, cenizas, proteínas, grasa, fibra y carbohidratos).....	14
Análisis microbiológico.....	14
RESULTADOS.....	15
Primera etapa.....	15
Segunda etapa.....	19
CONCLUSIONES.....	20
ANEXOS.....	21
BIBLIOGRAFÍA.....	25

INTRODUCCIÓN

En el presente folleto se muestran los resultados de un estudio sobre las propiedades que ofrece la ciruela roja mexicana en fresco y como producto deshidratado mediante dos métodos de secado: horno de calor seco y exposición al sol. Los aspectos que se evaluaron en la fruta fueron calidad física y química (como firmeza, color externo, proteínas, grasa y fibra).

El propósito del estudio (cuyos resultados se recogen en esta publicación) es dar mayor valor a la ciruela roja mexicana deshidratada en Aguacaliente de Gárate, Concordia, Sinaloa.

En una primera etapa de la investigación se evaluaron cuatro estados de madurez de la fruta, con el objeto de conocer cuál presentaba el nivel óptimo para lograr un producto deshidratado de calidad sensorial; posteriormente se analizaron los dos procesos de deshidratación para elegir el que ofreciera producto seco de mayor calidad sensorial y microbiológica.

Este folleto también incluye las ventajas y desventajas que presenta cada uno de los dos métodos de deshidratación evaluados para el secado de ciruela (horno de calor seco y exposición al sol).

La información incluida en este ejemplar pertenece a los resultados del proyecto *Métodos de deshidratación para conservar la ciruela roja mexicana almacenada bajo condiciones de alta humedad relativa*, apoyado por Fundación Produce Sinaloa, A. C., a través de su Consejo Consultivo zona sur en 2008-2009.

Producción de ciruela en México y Sinaloa

La ciruela (*Spondias purpurea*) es un fruto originario de América Tropical que pertenece a la familia Anacardiaceae. Únicamente dos especies de este género son nativas de México: *Spondias purpurea* L. y *Spondias mombin* L. variedad *Bombín*.

La producción nacional de ciruela para 2007 fue de 70 mil 24 toneladas; los principales productores fueron Chiapas, Michoacán, Puebla, Veracruz, Jalisco y Guerrero, que juntos aportaron el 75% del total. Ver Cuadro 1 en Anexos.

En lo que respecta a Sinaloa, durante 2007 el estado ocupó el noveno lugar en producción de ciruela, con 2 mil 609 toneladas. Los municipios con mayor producción fueron Rosario, Elota, San Ignacio, Mazatlán, Cosalá y Concordia; de estas regiones, en Concordia se encuentra la zona que reporta más actividad en el cultivo de ciruela: Aguacaliente de Gárate. Ver Cuadro 2 en Anexos.

Consumo en fresco

La ciruela es una fruta con gran aceptación para su cultivo, esto por tratarse de una especie rústica, de alta resistencia a la sequía, con facilidad para producir en suelos pobres, y por ser de propagación vegetativa, lo que asegura una cosecha temprana.

En México, la ciruela es ampliamente consumida en fresco por las poblaciones que habitan las regiones próximas a las zonas de producción; debido a su corta vida de anaquel, rara vez se comercializa en mercados distantes al área de su cultivo.

Aporte nutrimental de la ciruela

Más del 85% de la ciruela fresca está compuesta por agua, por lo que su aporte calórico es relativamente bajo. Ver Cuadro 3 en Anexos.

La ciruela es una fruta rica en fibra, aporta valores considerables de minerales, como potasio, fósforo y magnesio. Aunque no se caracteriza por ser una fuente importante de vitamina C, el contenido de esta vitamina supera los 10 miligramos por cada 100 gramos de fruta fresca.

Una fruta de corta vida poscosecha

La ciruela es un claro ejemplo de un fruto tropical con escasa temporada de producción, que para alcanzar el mejor sabor y tamaño su recolección se realiza cuando está completamente madura, por lo que su vida poscosecha es corta.

Se ha documentado que a temperatura ambiente la vida poscosecha de la ciruela madura es de un día, pero puede extenderse a tres días si la fruta se recolecta cuando presenta un tono verde-amarillo.

Con el objeto de retrasar la actividad metabólica y deterioro de la ciruela se utilizan tratamientos poscosecha, como la refrigeración.

Métodos para conservar la ciruela almacenada

Cuando para determinado producto hortícola no existen las condiciones idóneas para su almacenamiento o comercialización en fresco, éste puede ser procesado mediante el uso de tecnologías básicas. Existe una amplia gama de métodos de procesamiento que se pueden emplear a pequeña escala, como la deshidratación, fermentación, enlatado o preparación de conservas y jugos (zumos).

Un proceso tecnológico que ha generado el aumento de la comercialización de la ciruela en Sinaloa es el deshidratado, pero una vez que la fruta es procesada y envasada la alta humedad relativa (mayor a 60%) de la región la humedece, lo que la hace vulnerable al desarrollo de microorganismos, como los hongos *Botrytis cinerea* y *Rhizopus stolonifer*.

Para prevenir la infestación por *Botrytis cinerea* y *Rhizopus stolonifer* en la ciruela envasada resulta importante que el proceso de deshidratación sea "inocuo" ('que no implica riesgos para la salud'), así como utilizar empaques adecuados (de baja permeabilidad al vapor de agua) para que bajo condiciones de alta humedad relativa la fruta se mantenga con calidad por mayor tiempo.

Para lograr frutas y hortalizas secas con calidad comercial hasta por 12 meses se recomienda una temperatura de almacenamiento inferior a los 10 °C, y una humedad relativa menor a 60%.

Como fruta deshidratada, la ciruela presenta valores menores a 18% de humedad y un alto contenido de carbohidratos, fibra dietaria, proteína y minerales, lo que hace que se incremente su aporte calórico. Generalmente, la fruta deshidratada se procesa con sal, de ahí el alto contenido de sodio que posee el producto. Ver Cuadro 3 en Anexos.

Deshidratación de alimentos por secado al sol

La deshidratación de los alimentos es uno de los métodos más antiguos para preservar la vida poscosecha de éstos. La conservación de alimentos por deshidratación tuvo su origen en los campos de cultivo, cuando se dejaban deshidratar de forma natural las cosechas de cereales y heno antes de su recolección, o mientras permanecían en las cercanías de la zona de cultivo.

Antes de que el hombre aprendiera a secar pescado y rebanadas delgadas de carne, al colgarlos en un lugar expuesto al sol y al aire, debió haber observado cómo este proceso se efectuaba naturalmente. Como el secado de productos animales requería de un tiempo considerable, la descomposición bacteriana tenía lugar, por lo que para lograr un secado exitoso se hizo necesario deshidratar los alimentos con los agentes preservadores humo y/o sal.

El secado por medio del sol se emplea aún en muchas regiones del mundo. Se usa para preparar pasas y ciruelas pasas, para secar

chabacanos, dátiles, higos y otras frutas, y, por supuesto, para secar granos antes de cosecharlos.

Inconvenientes del secado al sol

Los alimentos deshidratados al sol son dependientes de fuerzas naturales que no pueden ser controladas, como tormentas; además el proceso es lento y no apropiado para muchos productos que exigen alta calidad: el secado al sol generalmente no reduce el contenido de humedad a menos del 15%, lo que en un gran número de productos es insuficiente para permitir su estabilidad física y química durante el almacenamiento.

Otro factor en contra del secado por exposición al sol es que los alimentos son susceptibles a la contaminación de polvo, insectos y roedores, principalmente; además de que para realizar esta técnica se requiere de un espacio bastante grande.

Deshidratado de alimentos por secado artificial

La deshidratación por secado artificial implica la eliminación casi completa de agua que contienen los alimentos, bajo condiciones de control que producirán mínimos cambios o, idealmente ninguno, en las propiedades del alimento. La humedad final es de 1 a 5%, según el producto.

Uno de los principales criterios por los que se juzga la calidad de los alimentos deshidratados es el hecho de que cuando éstos se reconstituyan mediante la adición de agua sean muy parecidos o casi indistinguibles al material alimenticio original que se empleó para su elaboración.

Ventajas del secado artificial

El éxito de las metodologías de secado artificial para alimentos radica en que ofrecen estabilidad microbiológica (debido a la reducción de la actividad del agua) y fisicoquímica. La técnica también aporta otras ventajas, como la reducción del peso del alimento, lo que favorece el transporte de éste, su manipulación y almacenamiento.

Para conseguir un producto deshidratado de buena estabilidad microbiológica y fisicoquímica, la transferencia de calor debe lograr que el agua y vapor de agua sean expulsados completamente del alimento.

Desventajas del secado artificial

Durante el secado artificial de alimentos se puede presentar encafecimiento del producto, lo se origina por una exposición prolongada del alimento a altas temperaturas.

El encafecimiento no enzimático² (o reacción de Maillard) es la reacción de los grupos aldehído³ y amino⁴ de los azúcares y proteínas. Al igual que otras reacciones químicas, la de Maillard es propiciada por temperaturas elevadas y por una alta concentración de los grupos reactivos cuando está presente agua.

La reacción de Maillard generalmente prosigue más rápidamente durante el secado, cuando la humedad ha sido reducida a un nivel entre 20 y 15%. A medida que el porcentaje de humedad baja, la velocidad de la reacción de Maillard disminuye, de manera que en los productos deshidratados que han retenido menos del 2% de humedad los cambios adicionales en el color (debido a esta reacción) son mínimamente perceptibles, inclusive después de un almacenamiento prolongado.

Otras dos acciones negativas que resultan de la deshidratación de alimentos por secado artificial son, primero, la posible pérdida (en algún grado) de la facilidad de rehidratación del producto, lo que se debe a que el calor y los efectos de la concentración de sales que resultan de la eliminación de agua pueden desnaturalizar parcialmente las proteínas que después no podrán reabsorber y ligar el agua plenamente. La otra desventaja es que los azúcares y sales pueden escapar de células que resulten dañadas, y que en su lugar entre agua de la que se emplea para reconstruir los alimentos deshidratados, lo que provocaría la pérdida de turgencia⁵. Estos dos cambios químicos provocan que la cantidad de agua reabsorbida por los productos secados sea algo menor que el agua que presentaba el alimento en su estado original, lo que contribuye a alterar la textura del alimento deshidratado.

Un cambio químico negativo más relacionado con la deshidratación es la pérdida parcial de los componentes volátiles del sabor, que ocurre invariablemente. Actualmente ha resultado casi imposible prevenir esta pérdida; en ocasiones se emplean métodos ideados para atrapar y condensar los vapores producidos en el secador y devolverlos al producto secado. Otras técnicas añaden al producto deshidratado esencias y compuestos saborizantes que derivan de otras fuentes o, bien, se incorporan gomas y otros materiales a alimentos líquidos antes de secarlos. Algunos de estos materiales tienen el poder de fijar el sabor, otros revisten las partículas secadas y proporcionan una barrera física contra la pérdida de los componentes volátiles.

METODOLOGÍA

Material de estudio

Para realizar el experimento se utilizó ciruela roja mexicana cultivada

² De enzima: proteína fabricada por un organismo vivo, que permite acelerar reacciones químicas del metabolismo; por ejemplo, las enzimas producidas en el intestino y que colaboran en la digestión.

³ Sustancias químicas orgánicas producidas por oxidación de los alcoholes.

⁴ Grupo funcional derivado del amoníaco.

⁵ Presión mayor a la atmosférica que se crea en las células cuando el agua está fluyendo.



Figura 1. Estados de madurez evaluados de la ciruela roja mexicana.



Figura 2. Ciruela roja mexicana en madurez 4.

en Aguacaliente de Gárate, Concordia, Sinaloa, en la temporada 2009. El estudio se dividió en dos etapas.

En la primera etapa se evaluaron las características de calidad físicas y químicas de la ciruela roja mexicana en cuatro estados de madurez, según color de cáscara al momento del corte (1:70% verde y 30% rojo, 2:30% verde y 70% rojo, 3:100% rojo claro y 4:100% rojo intenso). Ver Figura 1. Se utilizaron frutos enteros libres de daños y enfermedades.

En esta etapa también se evaluaron las variables físicas peso, rendimiento, color y textura; y las químicas pH, "acidez titulable" ('porcentaje de ácido cítrico ') y sólidos solubles totales en frutos en los cuatro estados de madurez. La calidad microbiológica (hongos, levaduras, cuenta total bacteriana y coliformes fecales) se analizó en fruta

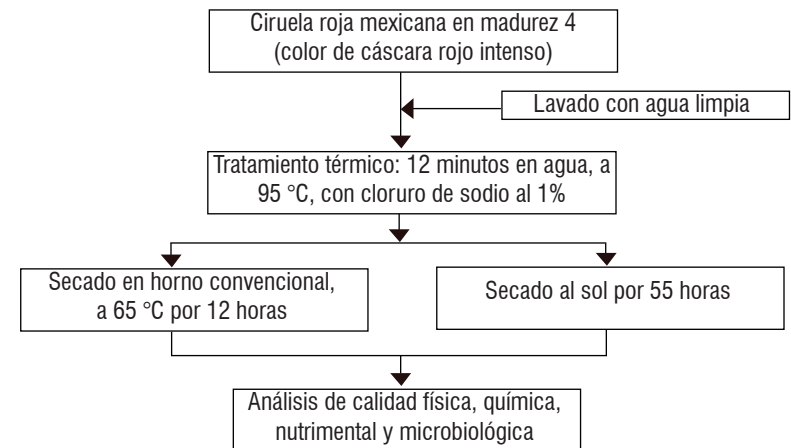


Figura 3. Diagrama del proceso para deshidratar ciruela roja mexicana.

con madurez 4 (antes y después de ser lavada con agua clorada, a 100 partes por millón).

En la segunda etapa del estudio, para conocer el proceso de deshidratación de la ciruela se utilizaron frutos en madurez 4 (ver Figura 2). La ciruela se seleccionó y desinfectó, posteriormente se procesó y deshidrató, según se muestra en la Figura 3.

Análisis de calidad

Cuantificación de biomasa. Para obtener el contenido de pulpa, cáscara y semilla de los frutos, manualmente se separó cada porción para pesarse en forma individual en una balanza digital Sartorius BP 4100. La proporción de cada una de las tres partes se calculó de acuerdo al peso total del fruto.

Firmeza. Se determinó el esfuerzo necesario para penetrar la pulpa de los frutos con cáscara, con un puntal de 8 milímetros de diámetro.

Color externo. El color de la cáscara se evaluó en los lados opuestos del fruto, ápice, centro y base, con un colorímetro⁶ portátil Minolta CR-300, que registró luminosidad, cromaticidad⁷ y ángulo de matiz (medidos en °Hue).

pH, sólidos solubles totales y acidez titulable. Para este análisis se emplearon las metodologías respectivas de la Asociación Oficial de Químicos Analistas 1998 (AOAC, por sus siglas en inglés). Para determinar el pH se utilizó un potenciómetro digital Corning pH Meter 140; para los sólidos solubles totales se usó un refractómetro⁸ ABBE Leica Mark II (los resultados se expresaron en °Brix⁹); para la acidez titulable

6 Cualquier herramienta que identifica el color y el matiz, para una medida más objetiva del color.

7 Grado de diferencia existente entre un color y un gris de su misma luminosidad y claridad, que se corresponde con la saturación del color percibido.

8 Aparato que determina la concentración de azúcares en las frutas.

9 Medida alimentaria que mide el total de azúcar disuelto en un líquido.

se tomaron 20 mililitros de extracto (10 gramos de muestra en 50 mililitros de agua destilada) y se tituló con hidróxido de sodio 0.1 N, hasta obtener un pH de 8.2.

Análisis proximal (humedad, cenizas, proteínas, grasa, fibra y carbohidratos)

Para realizar el análisis proximal se siguió la metodología de la AOAC (1998).

El contenido de humedad se obtuvo al emplear el método 920.39: cinco gramos de ciruela se colocaron en una estufa de calor seco (a 100 °C) durante 24 horas. El porcentaje de humedad se calculó por diferencia de peso.

Para determinar el contenido de cenizas se siguió el método 942.05: la muestra seca de ciruela se colocó a 550 °C por 12 horas. El porcentaje de cenizas se calculó por diferencia de peso.

El contenido de proteínas se obtuvo mediante el empleo del método 988.05: se realizó hidrólisis¹⁰ proteínica en calor, con 0.1 gramos de muestra seca, 1.5 gramos de mezcla catalizadora (5% de sulfato de cobre pentahidratado y 95% de sulfato de potasio) y 5 mililitros de ácido sulfúrico. El hidrolizado se destiló con hidróxido de sodio, mientras que los vapores de amonio y agua en ácido bórico al 4%. La muestra se tituló con ácido clorhídrico a 0.1 N.

Para conocer la cantidad de grasa se utilizó el método 920.39: se extrajeron a reflujo (con éter de petróleo anhidro durante 4 horas) 2 gramos de muestra.

La cantidad de fibra cruda se determinó por la utilización del método 7.070: de la AOAC (1998). A 2 gramos de muestra seca y desengrasada se les realizó una hidrólisis ácida (con 50 mililitros de ácido sulfúrico al 1.25%) y alcalina (con 150 mililitros de hidróxido de sodio al 1.25%) por 30 minutos. El producto final se filtró y se colocó a 80 °C por 3 horas, para después pesarse (residuo insoluble). Por último, se calcinó a 550 °C por 12 horas (cenizas de residuo insoluble). La fibra cruda se calculó mediante la siguiente ecuación matemática:

$$\text{Fibra cruda (\%)} = \frac{\text{peso del residuo insoluble} - \text{peso de las cenizas}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

Por su parte, los carbohidratos se determinaron por diferencia a 100%.

Análisis microbiológico

Para efectuar el análisis microbiológico se siguió el método 998.08 de la AOAC (1998): una muestra de 25 gramos se licuó con 225 mL de buffer de fosfatos (con pH de 7.8) en un vaso estéril. Como medios de crecimiento se utilizaron cajas Petrifilm (3M, USA), específicas para colifor-

¹⁰ Descomposición de compuestos mediante la interacción con el agua.

mes, hongos y levaduras. Un mililitro de cada muestra se inoculó¹¹ en las cajas Petrifilm independientes, con dos tipos de concentraciones: una concentrada (0.1 g/mL) y la otra diluida (0.01 g/mL); las muestras inoculadas se incubaron durante 24 horas a 37 °C para coliformes, y a 45 °C para hongos y levaduras.

RESULTADOS

Primera etapa

Durante la primera etapa del experimento, en lo que respecta al peso de las ciruelas no se encontraron diferencias significativas entre los estados de madurez evaluados (de 16.2 a 23 gramos); mientras que el rendimiento en pulpa fue mayor (70%) en las ciruelas en madurez 1 y 2, en comparación con la madurez 3 y 4 (62%). Ver Figura 4.

La clasificación de los estados de madurez de la fruta se confirmó con la medición del ángulo de matiz y la cromaticidad; las ciruelas en madurez 4 fueron las más rojas y de color más saturado. No se observó diferencia en luminosidad entre los cuatro estados de madurez de la fruta: tanto el color verde oscuro y rojo de los frutos mostraron una luminosidad similar, para ambos los valores fueron inferiores a L=40. Ver Figura 5.

En cuanto a la firmeza de los frutos, el valor más pronunciado se presentó en la maduración 1 y 2, sin cambios significativos entre 2 y 3; sin embargo, la variación desde la madurez 1 a la 4 fue de 17 y 4 N, respectivamente. Es importante mencionar que frutos con mejor firmeza a los valores obtenidos pueden lograr una mayor vida poscosecha. La ciruela más firme se observó en los estados de menor madurez, sin embargo manifestó bajo dulzor y menor aceptabilidad. Ver Figura 6.

Por su parte, ni el pH ni la acidez titulable variaron considerablemente entre los cuatro estados de madurez de los frutos; pero el contenido de sólidos solubles totales aumentó en el estado 4 (ver Figura 7), lo que originó que se incrementara la relación °Brix/acidez¹², con lo que se obtuvo un mejor sabor de frutos.

Es conveniente señalar que las ciruelas de mayor aceptabilidad en el mercado son las más maduras, pues son menos firmes, más jugosas, más dulces y de menor acidez. Estos frutos son los que se utilizan para elaborar la ciruela deshidratada.

En lo que se refiere a la cantidad de unidades formadoras de colonia por gramo de muestra, después del corte (día cero) se logró cuantificar 428 hongos, 318 levaduras y 102 mil cuenta total bacteriana. Durante el análisis no se encontraron coliformes fecales.

La calidad microbiológica de la ciruela mejoró considerablemente después del lavado de la fruta con agua clorada (a 100 partes por 11 Colocar una sustancia, generalmente un microorganismo causante de enfermedades, sobre o dentro de un ser vivo.
12 Medida que indica en qué proporción están los azúcares con respecto a los ácidos.

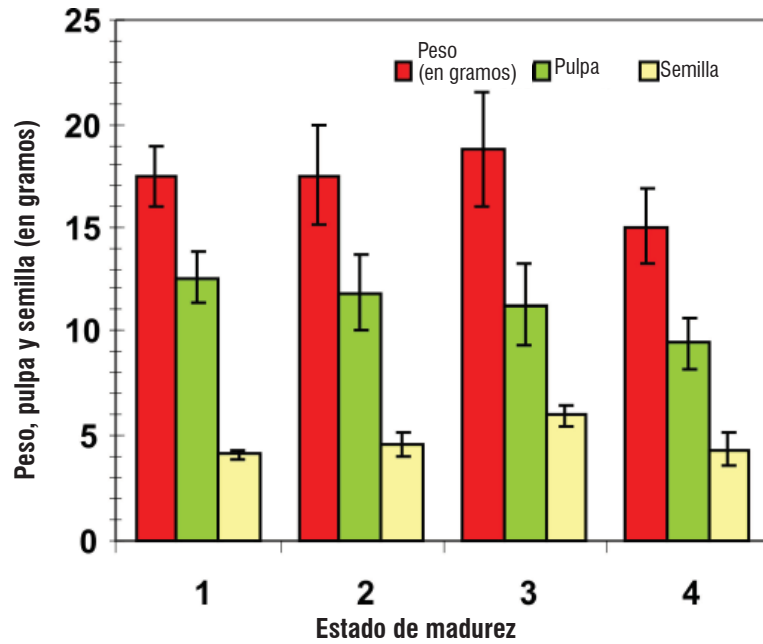


Figura 4. Cantidad de biomasa en ciruela roja mexicana en cuatro estados de madurez.

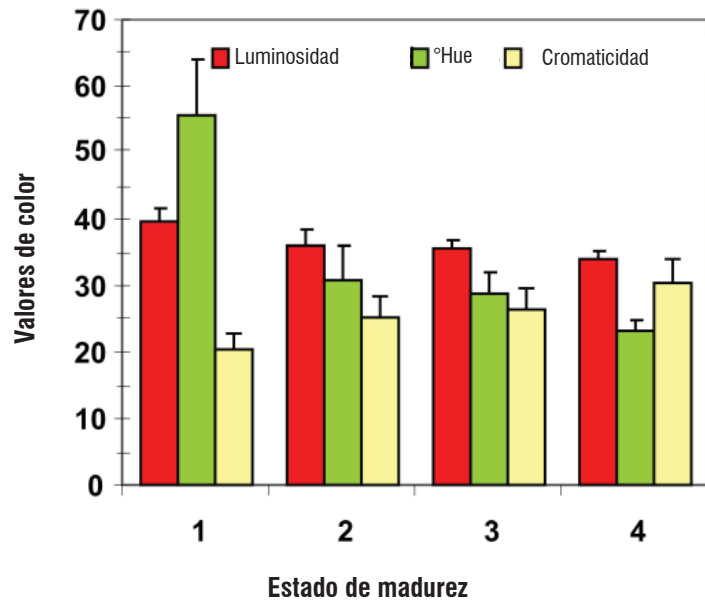


Figura 5. Color en ciruela roja mexicana en cuatro estados de madurez.

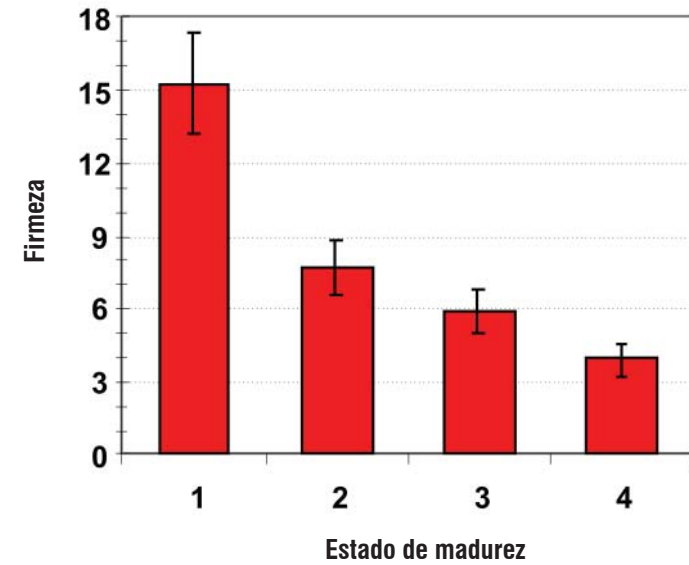


Figura 6. Firmeza en ciruela roja mexicana en cuatro estados de madurez.

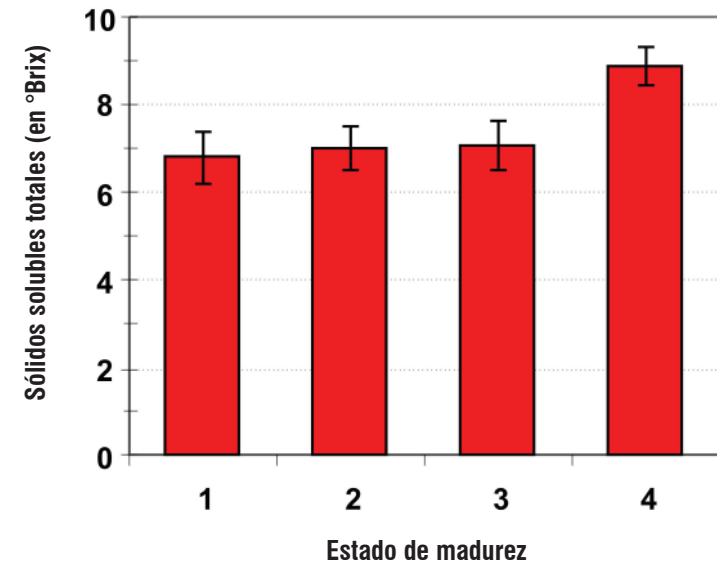


Figura 7. Sólidos solubles totales en ciruela roja mexicana en cuatro estados de madurez.

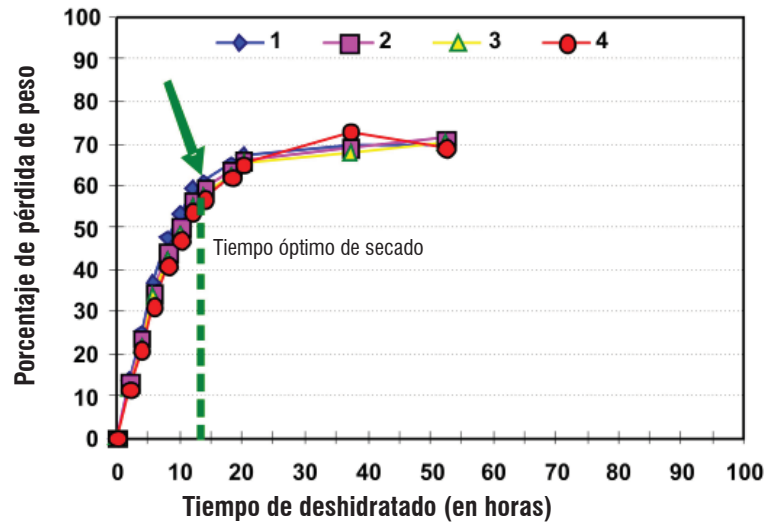


Figura 8. Cinética de secado en ciruela roja mexicana expuesta a horno de calor seco, con cuatro repeticiones.

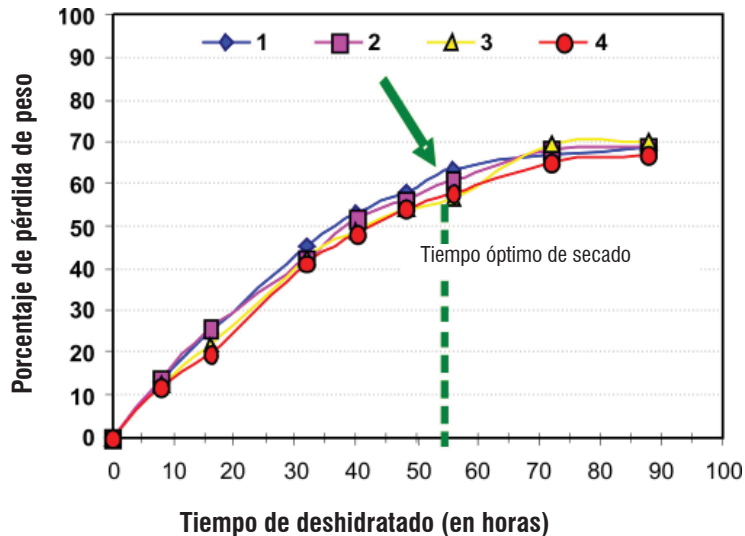


Figura 9. Cinética de secado en ciruela roja mexicana expuesta al sol, con cuatro repeticiones.



Figura 10. Proceso de secado en horno de calor seco.



Figura 11. Fruta deshidratada en horno de calor seco.

millón); se observó una reducción de 100% en la contaminación por hongos y levaduras, mientras que la cuenta total bacteriana descendió 81%. Ver Cuadro 4.

Segunda etapa

Durante la segunda etapa del estudio se logró deshidratar fruta en horno, bajo las condiciones de aire caliente a 65 °C, por un tiempo de 12 horas; mientras que al sol, la muestra se expuso por 55 horas (tiempo suficiente para reducir en 60% la pérdida de peso).

Para conocer la velocidad de deshidratado de la ciruela roja se realizó la cinética¹³ de secado, donde se observó que después de las 20 horas de exposición de la fruta al aire caliente (a 65 °C) ya no mostró cambio considerable en la pérdida de agua (ver Figura 8), mientras que la expuesta al sol necesitó de 72 horas (ver Figura 9).

Las variables de calidad químicas expresadas en los valores de pH, acidez y °Brix fueron similares en las ciruelas deshidratadas en ambas condiciones de secado (ver Cuadro 5 en Anexos,); en promedio, la fruta presentó pH de 3.2, acidez de 2.49% y dulzor (expresado en sólidos solubles) de 12.3.

En cuanto a los componentes proximales determinados, en las dos condiciones de secado se obtuvo una humedad de 17%, y se observó que la ciruela deshidratada es una rica fuente de fibra, lo que puede favorecer la digestión de alimentos (ver Cuadro 6 en Anexos).

En las figuras 10 y 11 se presentan las características visuales de calidad de la ciruela roja mexicana deshidratada en los laboratorios del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), A. C., unidad Culiacán.

Durante el estudio se encontró que las operaciones que se realizan previo al proceso de deshidratado de ciruela proporcionan contaminación microbiana a la fruta (ver Cuadro 7); por ejemplo, en manos de

¹³ Estudio de la velocidad a la que se producen ciertos procesos, en este caso el secado de ciruelas.

cosechadores se detectaron hasta 23 mil 600 unidades formadoras de colonia por gramo de muestra, lo que indica que se requiere de continuos lavados de manos durante el periodo de cosecha.

CONCLUSIONES

1. Conocer la calidad de la ciruela en sus diferentes estados de madurez es útil para la comercialización en fresco y procesamiento de la fruta. A través del presente estudio se encontró que solamente la ciruela con madurez avanzada es óptima para lograr un producto deshidratado de calidad sensorial.

2. Para obtener ciruela roja mexicana deshidratada inocua es necesario un control sobre las condiciones sanitarias del proceso. Al lavar por 3 minutos la fruta con agua clorada (a 100 partes por millón) se reduce en 100% la contaminación por hongos y levaduras. Ver Cuadro 4 en Anexos.

3. El proceso de deshidratación bajo calor seco a 65 °C fue de 12 horas en fruta previamente escaldada¹⁴ por 12 minutos a 95 °C, en agua con 1% de cloruro de sodio; mientras que la duración para deshidratación al sol fue de 72 horas.

4. A través del presente estudio se comprobó que cuando la ciruela deshidratada se expone a una humedad mayor a 22% es susceptible al desarrollo de hongos; en siete días de almacenamiento en estas condiciones se pierde la calidad total de la fruta.

5. La fruta deshidratada por secado artificial o exposición al sol es una buena fuente de fibra, proteínas y carbohidratos. Ver Cuadro 6 en Anexos.

6. Para el empaque, es necesario emplear materiales de baja permeabilidad al vapor de agua, que permitan mantener la calidad de la ciruela deshidratada durante el almacenamiento.

¹⁴ De escaldar: introducir algo en agua hirviendo.

ANEXOS

Cuadro 1. Estadísticas 2007 de producción de ciruela en México.

Estado productor	Superficie sembrada (en hectáreas)	Superficie cosechada (en hectáreas)	Producción (en toneladas)	Rendimiento (en toneladas por hectárea)	PMR* (en pesos por tonelada)	Valor de la producción (en pesos)
Chiapas	2,499.50	2,004	13,849.15	6.91	2,548.93	35,300.44
Michoacán	2,920.10	2,819.60	12,594.40	4.47	3,118.16	39,271.30
Puebla	3,561	3,537.75	12,066.38	3.41	2,235.24	26,971.27
Veracruz	882.50	882.50	6,949.30	7.88	1,577.63	10,963.43
Jalisco	1,269.25	1,252	5,958.42	4.76	4,280.08	25,502.54
Guerrero	863.50	863.50	4,416.28	5.11	2,764.87	12,210.42
México	453	453	3,415.13	7.54	3,978.48	13,587.03
Nayarit	746.20	746.20	2,931.59	3.93	2,736.38	8,021.94
Sinaloa	1,731.25	1,731.25	2,609.85	1.51	7,911.66	20,648.25
Zacatecas	136	134	1,779.40	13.28	4,209.73	7,490.80
Otros	1,165.85	1,093.35	3,454.39	3.16	5,266.63	18,193.3
Total	16,228.15	15,517.15	70,024.29	4.51	3,115.50	218,160.72

* Precio Medio Rural

Cuadro 2. Estadísticas 2007 de producción de ciruela en Sinaloa.

Estado productor	Superficie sembrada (en hectáreas)	Superficie cosechada (en hectáreas)	Producción (en toneladas)	Rendimiento (en toneladas por hectárea)	PMR* (en pesos por tonelada)	Valor de la producción (en pesos)
Concordia	1,172.25	1,172.25	1,595	1.36	9,000.00	14,355.00
Rosario	383	383	383	1	8,000.00	3,064.00
Elota	76	76	311.60	4.10	5,000.00	1,558.00
San Ignacio	62	62	272.80	4.40	5,000.00	1,364.00
Mazatlán	35	35	35	1	7,000.00	245.00
Cosalá	3	3	12.45	4.15	5,000.00	62.25
Total	1,731.25	1,731.25	2,609.85	2.66	11,333.33	3441.37

* Precio Medio Rural

Cuadro 3. Información nutrimental de ciruela por cada 100 gramos de producto fresco y seco.

Nutriente	Ciruela fresca mexicana*	Ciruela fresca mexicana**	Ciruela mexicana deshidratada amarilla	Ciruela España deshidratada
Agua (en gramos)	85.20	86.5	18	30.92
Energía(en kilocalorías)	55	48	252	240
Proteína (en gramos)	0.79	0.8	3.19	2.17
Total de lípidos (en gramos)	0.62	***	0.36	0.37
Ceniza (en gramos)	0.39	***	3.51	***
Carbohidratos (en gramos)	13.01	***	58.84	63.87
Fibra (en gramos)	1.5	1.7	16.1	7
Calcio (en miligramos)	4	15	84.95	42.5
Hierro (en miligramos)	0.10	0.8	1.54	0.92
Magnesio (en miligramos)	7	***	0.2	40
Fósforo (en miligramos)	10	***	92.48	70
Potasio (en miligramos)	172	***	467.56	723.5
Sodio (en miligramos)	0	***	2.56	2.5
Zinc (en miligramos)	0.10	***	2.43	0.45
Cobre (en miligramos)	0.043	***	0.63	0.28
Manganeso (en miligramos)	0.049	***	0.2	0.3
Vitamina C (en miligramos)	9.5	12	***	0.5
Tiamina (en miligramos)	0.043	0.1	***	0.05
Riboflavina (en miligramos)	0.096	***	***	0.185
Niacina (en miligramos)	0.500	0.9	***	1.88

*Con información tomada de www.californiadriedplums.org/Nutrition/**Con información tomada de www.bolsamza.com.ar/mercados/frutas/ciruela/pasa.pdf

***No se presenta determinado nutriente.

Cuadro 4. Resultado microbiológico en frutos de ciruela roja mexicana en madurez 4.

Estatus de la fruta	Microorganismos presentes en ciruela (en unidades formadoras de colonia por gramo)*			
	Hongos	Levaduras	Cuenta total bacteriana	Coliformes fecales
Ciruela roja fresca antes de ser lavada	428	318	102,000	0
Ciruela roja fresca después de ser lavada con agua clorada	0	0	60	0

*Valores promedio de tres repeticiones.

Cuadro 5. Características químicas de calidad de la ciruela roja mexicana deshidratada en horno y al sol.

Método de deshidratación	pH*	Acidez titulable (en porcentaje de ácido cítrico)*	Sólidos solubles totales (en °Brix)*
Fruta deshidratada en horno con calor seco	3.29	2.47	12.30 12.35
Fruta deshidratada al sol	3.25	2.51	

*Valores promedios de cinco repeticiones.

Cuadro 6. Características de la composición proximal de la ciruela roja mexicana deshidratada en horno y al sol.

Variable	Fruta deshidratada en horno con calor seco*	Fruta deshidratada al sol*
Porcentaje de humedad	17	17.30
Porcentaje de sólido totales	83	82.70
Porcentaje de cenizas	2.55	3
Porcentaje de grasa	0	0
Porcentaje de proteínas	4.81	4.80
Porcentaje de fibra cruda	3.57	4
Porcentaje de carbohidratos	72.07	70.90
Calorías (en kilocalorías)	307.5	302.8

* Valores promedio de cinco repeticiones.

Cuadro 7. Resultados del análisis microbiológico realizado en ciruela roja mexicana.

Etapas o materiales evaluados	Microorganismos presentes en ciruela (en unidades formadoras de colonia por gramo)*			
	Hongos	Levaduras	Cuenta total bacteriana	Coliformes fecales
Ciruela roja fresca antes de lavado	428	318	102,000	0
Cosecha (manos de cosechadores)	750	60	23,600	0
Malla de superficie de área de secado	50	40	51,200	0
Superficie donde se coloca la fruta para su deshidratación	10	554	32,000	0
Ciruela seca, deshidratada al sol	0	19	136,000	0
Ciruela seca, deshidratada en el CIAD	0	0	10	0

* Valores promedio de tres repeticiones.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1998. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Bourne, M. C. 1980. "Texture evaluation of horticultural crops", *HortScience*. 15(1):51-57.
- Candan, A. P. 2002. *Evaluación del efecto del 1-mcp sobre frutos de ciruela cv. Larry ann almacenados en frío convencional o alza térmica*. Área Postcosecha - INTA Alto Valle. Río Negro–Argentina. 1-12 pp.
- Crisosto, C. H.; E. J. Mitcham; y A. A. Kader. 2008. *Ciruela: Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha*.
- Díaz-Pérez, J. C.; R. Zavaleta; S. Bautista; y V. Sebastián. 1998. "Cambios físico-químicos de ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) cosechada en dos diferentes estados de madurez". *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 1(1): 22-25.
- Kingsly, R. P.; R. K. Goyal; y S. M. Manikantan Ilya. 2007. "RM, Effects of pretreatments and drying air temperature on drying behavior of peach slice", *International Journal of Food Science and Technology*. 42:65–69.
- Kitinoja, L. y A. Kader. 1993. *Manual de postcosecha para productores a pequeña escala*. López-Gálvez, Gloria (traductora). University of California. Davis CA. 85-98 pp.
- Pérez-López, A.; V. C. Saucedo; M. L. Arévalo; y A. Muratalla. 2004. "Efecto del grado de madurez en la calidad y vida poscosecha de ciruela (*Spondia purpurea* L.)", *Revista Fitotecnia Mexicana*. 27(2):133-139.
- Potter, N. N. 1978. *La ciencia de los alimentos*. Editorial Harla. México, D. F. 261-283 pp.
- SIAP. 2009. "Producción agrícola de ciruela 2007", *Anuario estadístico de la producción agrícola*. http://reportes.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp
- Sousa, R. P.; H. A. C. Filgueiras; R. E. Alves; J. T. A. Costa; y A. C. Oliveira. 1998a. "Identification of harvest stage for red mobbing (*Spondias purpurea* L.)", *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort*. 42:319.
- Thanaraj, T.; N. D. Dharmasena; y U. Samarajeewa. 2007. "Comparison of drying behavior, quality and yield of copra processed in either a solar hybrid dryer on in an improved copra kiln", *International Journal of Food Science and Technology*. 42:125–132
- USDA. 2009. Nacional nutrient data base for standar referent. www.nal.usda.gov/fnic/foodcamp/cgi-bin/nut_search_new.pl
- Valdez, A. S. 2009. *Procesos tecnológicos para deshidratar ciruela*. Residencia Profesional. Instituto Tecnológico de Los Mochis. 1-63 pp.
- Zavaleta, R. G.; J. C. Díaz-Pérez; S. B. Bautista; B. Aguilar; y V. E. Sebastián. 1998. "Cambios físicoquímicos en postcosecha de ciruela (*Spondias purpurea* L.) cosechada en diferentes estados de madurez", *Resúmenes del I Congreso Iberoamericano de Tecnología postcosecha y agro-exportaciones*. Pág. 24.



**FUNDACIÓN
PRODUCE**
Sinaloa A.C.
ENLACE, INNOVACIÓN Y PROGRESO

FUNDACIÓN PRODUCE SINALOA, A. C.

CONSEJO CONSULTIVO ZONA SUR
Carretera a Chametla, km 5.6
Rosario, Sinaloa, México.
Tel. (694) 955-00-74

OFICINAS CENTRALES
Gral. Juan Carrasco, No. 787 Nte.
Culiacán, Sinaloa, México.
Tels./Fax (667) 712-02-16 y 46
Correos electrónicos:
direcciongeneral@fps.org.mx
divulgacion@fps.org.mx
En Internet:
www.fps.org.mx



GOBIERNO
DEL ESTADO
DE SINALOA