



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD IZTAPALAPA

Tecnologías para el procesamiento de Frutas y Hortalizas



Elsa **Bosquez Molina**

Rosa María **Galicia Cabrera**

Dulce María **Sánchez-Díaz Lima**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Dr. Salvador Vega y León
Rector General

Mtro. Norberto Manjarrez Álvarez
Secretario General

UNIDAD IZTAPALAPA

Dr. José Octavio Nateras Domínguez
Rector de Unidad

Dr. Miguel Ángel Gómez Fonseca
Secretario de Unidad

Dra. Edith Ponce Alquicira
Directora de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Dra. Milagros Huerta Coria
Coordinadora de Extensión Universitaria

Lic. Adrián Felipe Valencia Llamas
Jefe de la Sección de Producción Editorial

Primera Impresión 2014
ISBN: 978-607-28-0391-6

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD IZTAPALAPA

Av. San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina,
Del. Iztapalapa, C.P 09340, México D.F. Tel.: 5804 4600

Impreso y hecho en México/*Printed in Mexico*

Presentación

En concordancia con las Políticas Operativas de Docencia (POD-I) y con la adecuación y modificación del Plan y Programas de la Licenciatura de Ingeniería de los Alimentos, aprobadas por el Consejo Académico de la Unidad Iztapalapa en los años 2003 y 2012, respectivamente; la presente obra de tecnologías para el procesamiento de productos vegetales contiene las prácticas que se adecuaron y actualizaron para fortalecer la formación académica de los estudiantes de la licenciatura en Ingeniería de Alimentos posibilitando el ejercicio práctico de los conocimientos adquiridos mediante el desarrollo de procesos similares a los que se emplean en la industria de su especialidad, asociado a los cuatro ejes rectores del nuevo modelo educativo de la UAM-Iztapalapa: a) flexibilidad curricular, b) corresponsabilidad, c) desarrollo de habilidades básicas incluyendo la incorporación de nuevas tecnologías educativas en la formación de recursos humanos y d) vinculación entre la docencia e investigación.

Asimismo, se consideran los requisitos normativos para el uso de los servicios, instalaciones y medidas de seguridad para el cabal cumplimiento del desarrollo experimental en los laboratorios de docencia, publicados en el *"Instructivo del Funcionamiento Interno y Operativo para Regular el Uso de los Servicios e Instalaciones de los Laboratorios de Docencia de la Unidad Iztapalapa"* y sus 9 Anexos (<http://www.izt.uam.mx/conacad>), aprobado por el Consejo Académico de la Unidad Iztapalapa en la Sesión número 314, del 9 de noviembre de 2009.

Así entonces, la presente obra contiene los desarrollos experimentales que acompañan al Programa de Tecnología de Frutas y Hortalizas del nuevo Plan de estudios de la licenciatura de Ingeniería de los Alimentos, el cual se estructuró como una versión corregida, actualizada y aumentada del Manual de prácticas de laboratorio de tecnología de frutas y hortalizas, publicado en el 2004 por la UAM y cuya autora es la M. en C. Dulce Ma. Sánchez-Díaz Lima.

La nueva versión inicia con una presentación de las normas de seguridad e higiene que se deben conocer y adoptar rigurosamente tanto en los laboratorios de docencia como en las instalaciones de la planta piloto. Además, en cada práctica se contemplan las indicaciones específicas necesarias para la operación de equipos de una planta piloto, así como de los servicios auxiliares, tratamiento de emisiones contaminantes, de emisiones líquidas, gaseosas y de desechos orgánicos.

Cabe señalar que aun cuando los principios básicos del procesamiento pueden aplicarse a la gran mayoría de los alimentos, existen amplias y claras diferencias entre los distintos grupos de éstos; el caso particular del grupo de frutas y hortalizas cuyas características estructurales, físicas y químicas, incluyendo su valor funcional y nutricional, lo convierte en un grupo sumamente especial en el que los procesos de transformación deben seguir modelos específicos y muy controlados.

Con base en lo anterior, en las nueve prácticas se aplican diferentes procesos de transformación haciendo énfasis desde las características que debe reunir la materia prima utilizada para la elaboración de los diferentes productos, pasando por el tipo, fundamento y control que debe tenerse en la aplicación de las operaciones preliminares de preparación o de acondicionamiento para el proceso, siguiendo con la formulación del producto y control del proceso específico aplicado hasta el envasado, para finalmente, llegar a la evaluación de la calidad del producto terminado.

Para la evaluación de la calidad de la materia prima así como de la eficacia de las operaciones preliminares y de los diferentes procesos aplicados, en cada práctica se incluyen las técnicas y procedimientos para el análisis de las características físicas, químicas y sensoriales considerando los aspectos normativos nacionales e internacionales, así como la sugerencia de los análisis estadísticos que podrían aplicarse a los datos para validar el éxito del proceso completo o como una forma de retroalimentación para identificar la variable o etapa del proceso sujeta a corrección.

En resumen, el diseño en general del presente material está estructurado con el propósito promover y favorecer el trabajo en equipo para que el alumno complemente su aprendizaje teórico, desarrollando habilidades cualitativas y cuantitativas al familiarizarse con la aplicación de los principios de ingeniería a diferentes procesos de transformación de frutas y hortalizas orientados a la obtención de productos procesados de óptima calidad.

Elsa Bosquez Molina
Rosa María Galicia Cabrera
Dulce María Sánchez-Díaz Lima

Índice

Normas de seguridad	7
Práctica 1 Operaciones preliminares Selección / Limpieza / Pelado / Escalde	9
Práctica 2 Jarabes y Salmueras, Agotado y Engargolado	19
Práctica 3 Determinación de curvas de penetración de calor	25
Práctica 4 Tecnología para el enlatado de frutas y hortalizas. Frutas en almíbar / Hortalizas en salmuera/ Hortalizas en escabeche.....	29
Práctica 5 Tecnología para la elaboración de néctares	45
Práctica 6 Preparación y evaporación de jugo concentrado de naranja	55
Práctica 7 Tecnología para la elaboración de mermeladas	61
Práctica 8 Deshidratación de frutas	69
Práctica 9 Congelación	77
Anexo 1 Páginas electrónicas de buenas prácticas de manejo de alimentos y videos de la aplicación sistema HACCP.....	85
Anexo 2 Manual de operación del evaporador al vacío de simple efecto (Polinox Modelo EV-40)	86
Anexo 3 Formato de artículo de investigación	89
Anexo 4 Información básica para la manipulación segura de reactivos	91
Anexo 5 Información de medidas de seguridad para el manejo de utensilios, equipo de laboratorio y planta piloto.....	93

Normas de seguridad en el laboratorio y en la planta piloto de procesamiento de frutas y hortalizas

El trabajo experimental que se desarrolla en el laboratorio y en la planta piloto de frutas y hortalizas requiere disciplina en el cumplimiento de las medidas de seguridad e higiene, debido a que se trabaja con equipo especializado, así como con materiales y sustancias químicas que pueden ser potencialmente peligrosos, por lo que a continuación se describen las medidas básicas para prevenir accidentes:

1. Usar bata de algodón en el laboratorio y en la planta piloto; además, en esta última, es obligatorio el uso de cofia, cubrebocas y zapatos con suelas antiderrapantes.
2. No llevar puestos aretes, piercings, relojes, anillos, cadenas, broches, etcétera que representen una amenaza para la inocuidad del alimento y riesgo para la persona durante el manejo del equipo. Las uñas deben estar recortadas y sin esmalte.
3. Lavarse siempre las manos:
 - Antes de comenzar las actividades de procesamiento del material biológico
 - Cada cierto periodo de tiempo durante las actividades del procesamiento
 - Inmediatamente después de ir al baño
 - Después de manipular material sucio
4. Verificar la localización de las salidas, extinguidores de fuego y botiquín de primeros auxilios.
5. No colocar objetos personales sobre la mesa de trabajo. Verificar que todas las superficies que tengan contacto con las materias primas y el producto terminado, estén limpias y sanitizadas antes de su uso.
6. Está prohibido fumar, masticar chicle, escupir o ingerir alimentos.
7. Usar guantes adecuados para cada caso, cuando se manejen materiales corrosivos o tóxicos, objetos punzo-cortantes (vidrio, cuchillos, peladores, etc.), materiales calientes o muy fríos.
8. Para el manejo de reactivos considere los siguientes puntos:
 - Leer con cuidado las etiquetas en los frascos de reactivos que van a utilizarse.
 - Manipular los líquidos y sólidos de los frascos que los contienen, usando pipetas, probetas o espátulas limpias para las diferentes sustancias.
 - En el caso de los líquidos, extraerlos exclusivamente con la propipeta o perilla de extracción. Prohibido usar las pipetas succionando con la boca.
 - No regresar sobrantes de reactivos a los envases originales
 - Cuando se preparen soluciones ácidas, verter siempre el ácido al agua y nunca en forma inversa.
 - Si un ácido, base o cualquier reactivo corrosivo salpica su cuerpo, enjuáguese con abundante agua y llame al profesor.
 - Antes de encender un mechero asegurarse de que no se encuentren cerca vapores o líquidos inflamables. Todas las operaciones con sustancias volátiles deberán realizarse en la campana de extracción. Nunca calentar un líquido orgánico sobre la flama; para temperaturas menores de 95°C usar un baño de agua.
 - Seguir las instrucciones correspondientes para el manejo de los residuos.

9. Informar inmediatamente al profesor sobre cualquier accidente que suceda, sea un daño físico (quemaduras o cortaduras) o daño al equipo de la planta.
10. Usar los equipos siguiendo las instrucciones del profesor.
11. Antes de retirarse del laboratorio y planta piloto deje limpio el material utilizado y asegúrese de que no quede equipo alguno encendido o llave de agua abierta.
12. Para otras recomendaciones importantes y específicas para el buen manejo de los alimentos consultar el Anexo 1.

Práctica 1

Operaciones preliminares. Selección / Limpieza / Pelado / Escalde

1.1. Introducción

Las operaciones preliminares del procesamiento de productos vegetales son las que necesariamente se aplican antes del proceso específico de transformación de la materia prima. Estas operaciones son importantes porque contribuyen significativamente en la optimización de los procesos subsiguientes y la calidad final de los productos elaborados. El orden y método empleado en cada operación está en función de la especie vegetal, variedad o cultivar, condición estado de desarrollo o madurez, procedencia del cultivo y producto final al que será destinado.

Algunos productos requieren de una preparación previa para separar la materia prima deseada, por ejemplo la piña o los chícharos.

Selección. El objetivo de esta operación es la de separar la materia prima en grupos de acuerdo a su estado de madurez o desarrollo, tamaño, forma y color. Se realiza manual o mecánicamente.

Limpieza. Se realiza para eliminar contaminantes y reducir la carga microbiana. Puede ser en seco o húmeda, dependiendo de la materia prima que se trate.

Pelado. Consiste en la eliminación deseable o necesaria de la piel o cáscara de la materia prima para la elaboración de diversos productos. Los métodos usuales son el manual, mecánico (abrasión, cuchillas), térmico (agua o aceite caliente, vapor, flama directa) o químico. El método que se aplique está en función de las características propias de la materia prima y del proceso al que se destine.

Escalde. La materia prima se somete a un tratamiento térmico con agua caliente o vapor vivo con un control preciso de temperatura y tiempo con el propósito de inactivar la actividad enzimática; también puede realizarse mediante microondas. El método que se aplique dependerá del propósito de esta operación, la materia prima y proceso al que se destine.

1.2. Objetivos

El alumno será capaz de aplicar las operaciones de selección, limpieza, pelado y escalde en diferentes productos vegetales y, con base en la evaluación de la eficiencia y calidad de los productos obtenidos, distinguirá las características de la materia prima y factores que deben considerarse para elegir la secuencia y operaciones preliminares adecuadas.

1.3. Materiales y reactivos

1.3.1. Materia prima

Hortalizas: brócoli, coliflor, chícharo, chile poblano, chile pimiento, papa, zanahoria, ejotes, etcétera.

Frutas: manzana, guayaba, durazno, pera, mango, frutos cítricos.

Hongos: champiñón, setas.

El profesor asignará a cada equipo de trabajo las especies y cantidad requerida para la sesión experimental.

1.3.2. Reactivos

- NaClO (solución acuosa a 200 ppm de cloro activo. Preparación: emplear, 3.33 mL de cloro comercial (6% hipoclorito de sodio y aforar a 1L).
- NaOH grado industrial

- Ácido cítrico grado alimentario
- Fenolftaleína al 1% (en solución alcohólica al 50%)
- Guayacol 0.5% (colocar 0.5 ml guayacol en un matraz aforado de 100mL y completar al aforo con etanol al 96%)
- H_2O_2 0.08% (colocar 0.26 ml de H_2O_2 30 volúmenes en un matraz aforado de 100 mL y complementar el aforo con agua destilada)
- Agua potable
- Aceite vegetal comestible

1.3.3. Material de vidrio

(Por equipo de alumnos)

- 3 cristalizadores tamaño 190 mm x 90 mm
- 2 matraces aforados de 1L
- Vasos de precipitado de 1L
- Vaso de precipitados de 500 mL
- 1 probeta de 500 mL
- 1 probeta de 100 mL
- 1 piseta
- Manta de cielo
- 4 cajas Petri
- 1 par de guantes de asbesto
- 2 agitadores de vidrio
- 2 termómetros de vidrio
- Termómetro de carátula
- 6 pipetas volumétricas de 5 mL
- 2 pipetas de 1 mL
- 4 propipetas
- 20 tubos de ensaye de 20X250 mm con tapón de rosca
- 1 gradilla para 20 tubos

1.3.4. Utensilios

- Pala o cuchara de madera
- Pelador manual de papas
- Pinzas para pan
- Cuchillos para cortar
- Tablas de madera
- Cuchara grande de peltre

- Bolsas de plástico de 60x60 cm
- Bolsas de plástico 20x30 cm

1.3.5. Equipo de laboratorio

- Horno de microondas
- Freidora eléctrica
- Asador de gas con parrilla de dos plazas
- Pelador mecánico de cuchillas para papa, manzana o cítricos
- Vaporera
- Batidora de inmersión
- Parrilla eléctrica
- Balanza de precisión portátil digital
- Pinzas para crisol
- Mechero Fisher
- Cuatripié

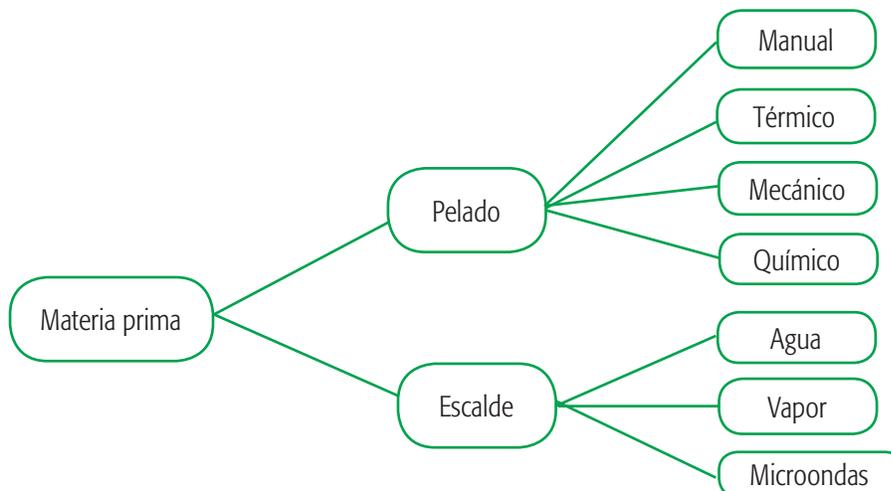
1.3.6. Equipo de planta piloto de procesamiento de frutas y hortalizas

- Pelador Abrasivo

1.4. Desarrollo experimental

1.4.1. Materia prima

1. Preseleccionar el material biológico adecuado para aplicar las operaciones preliminares.
2. Seleccionar por estado de madurez o desarrollo, tamaño, forma y color
3. Realizar la limpieza con agua clorada (200 ppm)
4. Dividir la materia prima en lotes de acuerdo a las instrucciones del (la) profesor(a).
5. Los métodos a comparar para esta sesión práctica se aplicarán a elección del profesor(a).



1.4.2. Aplicación de Métodos de Pelado

Chicharo, zanahoria, papa, manzana, mango

1. Pelado manual o con ayuda de un pelador de cocina o cuchillo
2. Registrar el tiempo requerido de todo el proceso, pesar el producto y evaluar apariencia y calidad.

1.4.2.1. Manejo de residuos

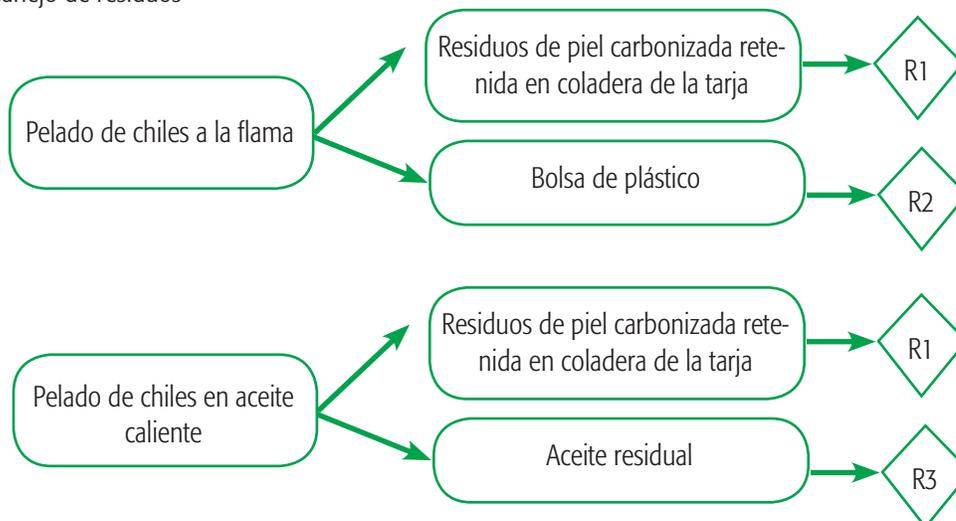


R1= Enviar a composteo

Chile poblano o chile pimienta

1. Dividir los chiles en tres lotes, marcar como lotes A, B y C, y registrar el peso correspondiente.
2. Lote A. Pelar a flama directa colocando el producto sobre la parrilla de gas, permitiendo que se produzcan ampollas y se carbonice el exocarpo, tejido conformado por la cutícula y epidermis, comúnmente llamado piel.
3. Posteriormente, eliminar la piel enjuagando al chorro de agua. Registrar el tiempo requerido de todo el proceso, pesar el producto y evaluar apariencia y calidad.
4. Lote B. Proceder de la misma forma que el lote A, con la diferencia de que, una vez carbonizada la piel, éstos se envolverán en una servilleta húmeda y se colocarán dentro de una bolsa de plástico, para permitir que “suden” y se proceda a eliminar la piel manualmente. Registrar el tiempo requerido de todo el proceso, pesar el producto y evaluar su apariencia y calidad.
5. Lote C. Pelar con aceite caliente colocando los chiles en la freidora hasta que se observe que se desintegra la piel, entonces retirarlos e inmediatamente enjuagar al chorro de agua. Registrar el tiempo requerido de todo el proceso, pesar el producto y evaluar su apariencia y calidad.

1.4.2.2. Manejo de residuos



R1= Enviar a composteo

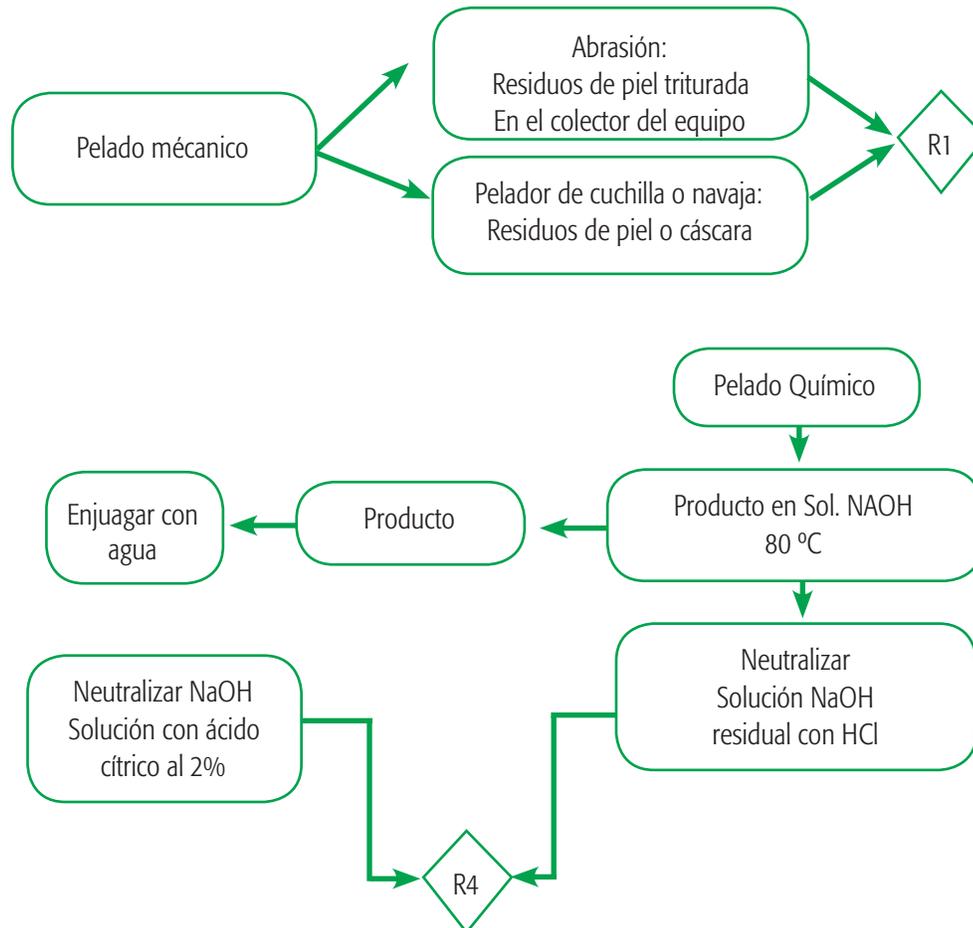
R2= Depositar en recipiente para desechos inorgánicos

R3= Reservar en un contenedor de vidrio y llevarlo a depósito de residuos para su tratamiento

Papa

1. Dividir las papas en tres lotes, marcarlos como lotes A, B y C, y pesar.
2. Lote A. Ver pelado manual.
3. Lote B. Pelado mecánico. En este caso subdividir el lote en B1 y B2; el sublote B1 se pelará utilizando el pelador por abrasión y el sublote B2 se pelará utilizando el pelador de cuchilla doméstico. Registrar el tiempo requerido de cada proceso, pesar el producto y evaluar apariencia y calidad.
4. Lote C. Pelado químico. Preparar una solución de NaOH al 8% y calentarla hasta alcanzar 80 °C, en este momento sumergir el producto y cuando se vuelva a recuperar la temperatura de 80 °C, mantenerlo sumergido durante 5 min, después de lo cual se extraerá de la solución e inmediatamente se enjuagará al chorro de agua hasta que se elimine la piel. Posteriormente, se deberán colocar las papas en una solución de ácido cítrico al 2%, se agregarán 2 gotas de fenolftaleína para verificar que no queden residuos de sosa en el producto. Registrar el tiempo requerido de cada proceso, pesar el producto y evaluar su apariencia y calidad.

1.4.2.3. Manejo de residuos



R1= Enviar a composteo

R4: Solución salina neutra, desechar en drenaje con abundante agua.

Guayaba, durazno o pera

1. Dividir la fruta que haya elegido en 2 lotes, marcarlos como lotes A y B y pesarlos.
2. Lote A. Pelado con agua en ebullición. Colocar la fruta por el tiempo necesario hasta que la piel se afloje. Enjuagar la fruta para desprender la piel. Registrar el tiempo requerido de cada proceso, pesar el producto y evaluar apariencia y calidad.
3. Lote B. Pelado químico. Para este caso, se requiere preparar una solución de NaOH al 4% y calentarla hasta alcanzar 80 °C, en este momento se deberá sumergir el producto y cuando se vuelva a recuperar la temperatura de 80 °C hay que mantenerlo sumergido hasta que la piel se ablande y cambie de color (registrar el tiempo de esta parte del proceso en particular) e inmediatamente enjuagar al chorro de agua hasta que se elimine totalmente la piel; colocar posteriormente la fruta en una solución de ácido cítrico al 2% , agregar 2 gotas de fenoltaleína para verificar que no queden residuos de sosa en el producto. Registrar el tiempo total requerido, pesar el producto y evaluar apariencia y calidad.

1.4.2.4. Manejo de residuos



R1= Enviar a composteo

1.4.3. Aplicación de Métodos de Escalde

Para llevar a cabo esta operación unitaria se sugiere al profesor(a) escoger del material biológico, dos hortalizas y una fruta (guayaba o mango o un cítrico).

Escalde con agua a ebullición

1. Lavar cada uno de los productos de la materia prima utilizando agua clorada (200 ppm).
2. Calentar agua a ebullición en un cristalizador
3. Pesar 4 muestras de 10 g cada una para cada producto, colocando cada muestra en una gasa y sujetándola con un cordel.
4. Con excepción de la muestra control (tiempo 0 min), sumergir las muestras en el agua a ebullición durante los siguientes tiempos: 5, 10 y 15 minutos.

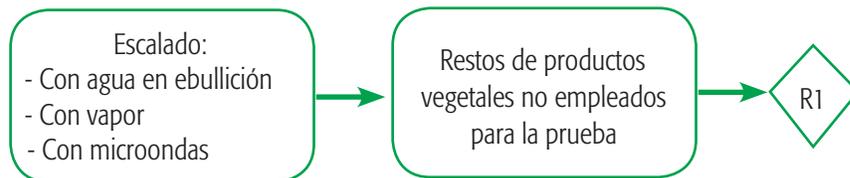
Escalde con vapor

1. Lavar cada uno de los productos de la materia prima utilizando agua clorada (200 ppm).
2. Calentar agua en la vaporera
3. Pesar 4 muestras de 10 g cada uno para cada producto, colocando cada muestra en una gasa sujetándola con un cordel.
4. Con excepción de la muestra control (tiempo 0 min), colocar las muestras en la vaporera durante los siguientes tiempos: 5, 10 y 15 minutos.

Escalde con horno microondas

1. Lavar cada uno de los productos de la materia prima utilizando agua clorada (200 ppm).
2. Pesar 4 muestras de 10 g cada una para cada producto, colocando cada muestra en una caja de Petri y taparlas
3. Con excepción de la muestra control (tiempo 0 min), colocar las muestras en el horno de microondas durante los siguientes tiempos: 15, 30 y 45 segundos.

1.4.3.1. Manejo de residuos

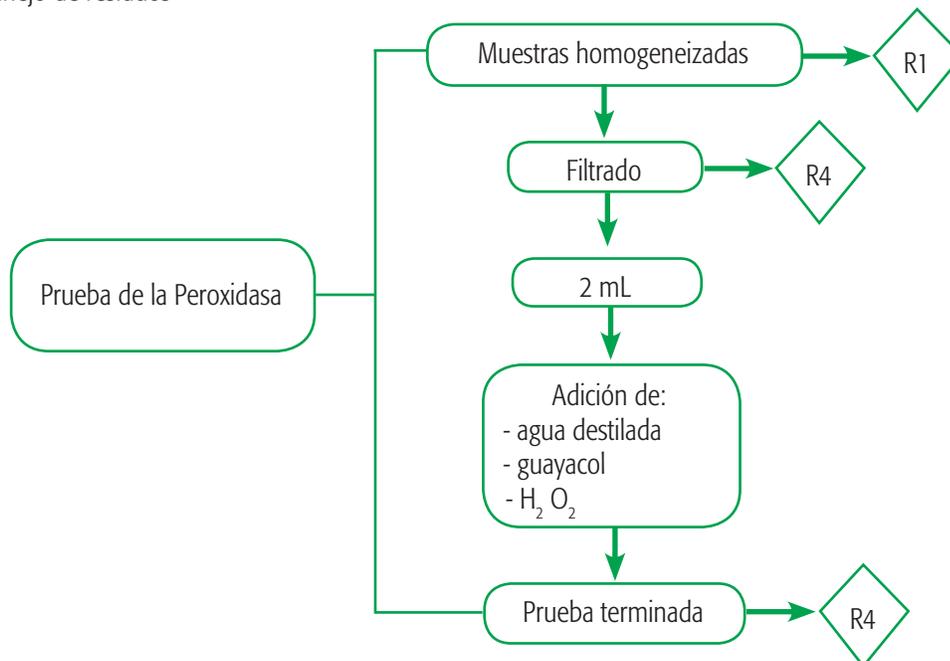


R1= Enviar a composteo

Prueba de la peroxidasa para la evaluación del escalde

1. Colocar y homogeneizar cada una de las muestras escaldadas en el vaso de la batidora de inmersión con 30 mL de agua destilada.
2. Filtrar utilizando manta de cielo o tela de organza.
3. Tomar 2 mL del filtrado y colocarlos en un tubo de ensayo, adicionar 20 mL de agua destilada, luego adicionar 1 mL de solución alcohólica de guayacol al 0.5% SIN MEZCLAR y finalmente adicionar 1 mL de H₂O₂ al 0.08%. Agitar cuidadosamente y esperar el desarrollo de color (café rojizo).
 - Si el color no aparece en 3.5 minutos, considerar la prueba como negativa, lo que indicará que la peroxidasa ha sido inactivada (Ranganna, 1977).

1.4.3.2. Manejo de residuos



R1= Enviar a composteo

R4= Desechar en drenaje con abundante agua.

1.4.4. Evaluación del efecto de los métodos de pelado y escalde en la calidad obtenida en la materia prima.

El efecto de la eficacia de las operaciones preliminares de limpieza, pelado y escalde de la materia prima debe inspeccionarse ya que afectan la calidad del producto terminado.

Para evaluar la calidad de los productos obtenidos en estas etapas proceda de la siguiente manera:

A) Califique la apariencia, color y firmeza de acuerdo con las categorías de la siguiente escala:

Muy Mala	1
Mala	2
Regular	3
Buena	4
Excelente	5

B) Marque con una X, la distancia que mejor defina la característica a evaluar

Firmeza:

Dura ----- Blanda

Color:

Pálido ----- Oscuro

Aspecto:

Desagradable ----- Agradable

Aceptación:

Inaceptable ----- Aceptable

1.5. Informe técnico

El informe de los resultados se redactará considerando un formato de artículo de investigación (Anexo 3) u otro formato de informe acorde con las indicaciones del profesor.

Considerar:

1. Para evaluar la calidad de la materia prima previo a su procesamiento, considere las especificaciones de calidad establecidas en la Norma Mexicana (NMX).
2. La evaluación del producto terminado se realizará siguiendo las instrucciones del profesor.
3. Rendimiento, calidad y tiempo empleado en los métodos de pelado integrados en un cuadro como el siguiente:

Producto	Método de pelado	Tiempo (min)	Rendimiento (%)	Calidad (escala)	Observaciones	Imagen

4. Tiempo empleado en los métodos de escalde aplicados y calidad de los productos, acorde al siguiente cuadro:

Producto	Método de escalde	Prueba peroxidasa tiempo (min ó seg)				Rendimiento (%)	Calidad (escala)	Observaciones	Imagen
		0	5	10	15				
Producto	Agua 85-90-°C								
	Vapor								
	Microondas	0	15"	30"	45"				

5. Reporte las diferencias entre los métodos de escalde mediante un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el paquete estadístico NCSS <http://www.ncss.com>).

Cuestionario

1. Haga el esquema y describa el fundamento y funcionamiento de un equipo para la selección por tamaño, estado de madurez hortícola y color para algún producto vegetal que elija como materia prima.
2. Describa dos métodos de limpieza, uno seco y uno húmedo, y fundamente el funcionamiento del equipo que se utiliza (incluya el esquema).
3. Explique el mecanismo de operación del pelador rotatorio con NaOH y mencione para qué tipo de productos hortofrutícolas se utiliza.
4. ¿Durante el escalde se tendrán pérdidas de nutrientes? Justifique su respuesta.
5. Escriba la reacción química que permite determinar la eficacia del escalde.
6. Describa un equipo industrial, con su correspondiente esquema, para realizar el escalde de productos hortofrutícolas.

Bibliografía

-  Bosquez, M.E. y Colina, I. M.L. 2010. Procesamiento térmico de frutas y hortalizas. Edit. Trillas. UAM-I. México, D.F. ISBN-978-607-17-0607-2
-  Casp, A. y J. Abril. 2003. Procesos de conservación de alimentos Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España. ISBN 84-8476-169-X.
-  Fellows, P.J. 2008. Food processing technology. Principles and practice, Second edition. Woodhead Publishing Limited. Cambridge, Reino Unido.
-  Ranganna, S. 1977. Chapter 9. Dehydrated Fruits and Vegetables. En: Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products. Ed. Mc Graw-Hill. New Delhi, India. 169-170.
-  Rutledge, P. 1992. Métodos de preparación. En: Arthey, D. y Dennis, C. Procesado de hortalizas, Ed. Acribia, Zaragoza, España. 47-76

Práctica 2

Jarabes y salmueras. Agotado y engargolado

2.1. Introducción

Jarabes y Salmueras

El líquido de cobertura o líquido de gobierno es el fluido que se añade en la elaboración de conservas, los tipos más comunes son los jarabes, las salmueras y los escabeches.

El líquido de cobertura, además de mejorar el sabor del alimento, desempeña otras funciones como la de propiciar la distribución homogénea de otros ingredientes, equilibrar el pH, conservar o potenciar el color, favorecer la transmisión del calor al producto sólido y el desplazamiento del aire de la materia prima.

El líquido de cobertura puede ser un jarabe, jugos de frutas, agua con sal, vinagre o limón, aceites y para proporcionar sabor a los alimentos se le pueden añadir especias.

Agotado y Engargolado

El agotado consiste en el calentamiento de la lata y su contenido antes de proceder a su sellado con la finalidad de remover la mayor cantidad de aire para producir un vacío final, el cual se puede generar eficazmente mediante el control o consideración de diversos factores tales como: el volumen del líquido de relleno, la temperatura de sellado, la altitud del lugar donde se lleva a cabo la operación, así como de la temperatura de enfriamiento.

El engargolado es la operación de cierre de la lata, para que éste sea eficiente se requiere que el cuerpo de las latas y tapas sean de buena calidad, así como del buen funcionamiento de la máquina engargoladora, la cual deberá realizar un doble cierre correcto para obtener la hermeticidad de la lata.

2.2. Objetivos

- El alumno será capaz de realizar los cálculos para determinar las cantidades requeridas de azúcar, jugo de frutas, sal, vinagre y agua para preparar jarabes, salmueras y escabeches, corroborando la concentración deseada mediante diferentes instrumentos de medición.
- El alumno será capaz de establecer la relación que existe entre el espacio de cabeza y la temperatura de sellado con la presión de vacío generada en el envase. Asimismo, determinará la calidad del cierre por medición de los ganchos de la tapa y cuerpo de la lata e inspección visual.

2.3. Materiales y reactivos

2.3.1. Materia prima

- Sacarosa (Azúcar)
- NaCl (sal de mesa)
- Ácido acético (vinagre)
- Ácido cítrico grado alimentario
- 4 garrafones de agua potable

2.3.2. Reactivos

- HCl
- Hielo triturado

2.3.3. Material de vidrio

(Por equipo de alumnos)

- 1 vaso de precipitados de 1 L
- 4 vasos de precipitados de 600 mL
- 2 vasos de precipitados de 250 mL
- 1 probeta de 500 mL
- 1 pipeta
- 1 propipeta
- 3 agitadores de vidrio
- 1 termómetro de 0°-110 °C
- 4 matraces volumétricos de 1 L

2.3.4. Utensilios

- Pala o cuchara de madera

2.3.5. Equipo de laboratorio

- Parrilla eléctrica
- Balanza granataria
- Refractómetro Abbe
- Refractómetro de mano escala 0-32 °Brix
- Refractómetro de mano escala 28- 62 °Brix
- Refractómetro de mano escala 58-92 °Brix
- Refractómetro para NaCl
- Micrómetro
- Vacuómetro
- Alicatas
- Abridor bacteriológico
- Abrelatas manual
- Vernier

2.3.6. Equipo de la planta piloto de procesamiento de frutas y hortalizas

- Latas sanitarias 401x 411
- Exhauster
- Engargoladora
- Autoclave

2.4. Desarrollo experimental

2.4.1. Líquidos de Cobertura

1. Disolver las siguientes cantidades de sacarosa y agua y determinar los volúmenes resultantes, la temperatura y la concentración (con los refractómetros de mano y de Abbe*).

Calibración de los refractómetros: El refractómetro de mano con escala de 0-32 °Bx y el refractómetro Abbe se calibran colocando una gota de agua destilada en el prisma ajustando con el tornillo micrométrico y observando a través del ocular hasta obtener el valor de 0 °Bx.

El refractómetro de mano de escala de 28- 62 °Bx se calibra preparando una solución al 28% de sacarosa para ajustar la escala a 28 °Bx y el refractómetro de mano de escala de 58-92 °Bx se calibra preparando una solución al 58% de sacarosa ajustando a 58 °Bx.

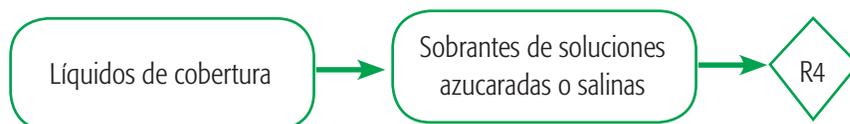
Cuadro 2.1. Soluciones de sacarosa

Sacarosa (g)	Agua (mL)	Volumen Final (mL)	Temperatura (°C)	Concentración (°Brix)	
				Refr. Mano	Abbe*
300	300				
150	300				
75	300				

* En este caso registre también el índice de refracción

2. Realizar los cálculos correspondientes para preparar 300 g de un jarabe de 35 °Brix, verificar su concentración con los refractómetros de mano y Abbe.
3. A partir del jarabe anterior realizar los cálculos para preparar 150 g de jarabe con 25 °Brix y 150 g de otro jarabe con 18 °Brix y verificar su concentración con los refractómetros de mano y Abbe.
4. Disolver 220 g de sacarosa en 80 mL de agua, calentar a 80°C para facilitar la disolución, posteriormente enfriar hasta alcanzar 20°C. Determinar los °Brix con el refractómetro de mano y Abbe. Calentar nuevamente a 80°C y adicionar 1 mL de HCl concentrado manteniendo la temperatura durante 20 minutos, enfriar con hielo a 20°C y determinar nuevamente la concentración.
5. Preparar una salmuera con 35 g de sal y 250 mL de agua, determinar su concentración con el refractómetro de NaCl.
6. Preparar 1 L de un líquido de cobertura tipo escabeche utilizando sal y vinagre, de tal manera que contenga 2% de ácido acético y 2% de sal.

2.4.1.1. Manejo de residuos



R4= Desechar en drenaje con abundante agua.

2.4.2. Agotado y Engargolado

2.4.2.1. Efecto de la Temperatura en la Generación de Vacío

1. Verter agua potable a 5 latas sanitarias (tamaño 401x 411) dejando un espacio libre de 10 mm, colocar la tapa correspondiente.
2. Acomodar las latas en el túnel del exhauster y pasarlas las veces que sea necesario para que, a la salida, alcancen las temperaturas siguientes:

Lata 1*	20 °C
Lata 2	50 °C
Lata 3	60 °C
Lata 4	70 °C
Lata 5	80 °C

* Esta lata no se hace pasar por el túnel

3. Engargolar y enfriar las latas hasta que tengan una temperatura de 20 °C.
4. Determinar la presión de vacío de cada lata con el vacuómetro.
5. Abrir las latas y medir la altura desde la superficie del líquido hasta el borde superior del envase.

2.4.2.2. Efecto del Espacio de Cabeza en la Generación de Vacío

1. Verter agua potable a 5 latas sanitarias (tamaño 401x 411) dejando los siguientes espacios libres:

Lata 1	5 mm
Lata 2	10 mm
Lata 3	20 mm
Lata 4	35 mm
Lata 5	50 mm

2. Colocar las tapas y acomodar las latas en el túnel del exhauster hasta que alcancen una temperatura de 80 °C a la salida.
3. Engargolar y enfriar las latas hasta que tengan una temperatura de 20 °C.
4. Determinar la presión de vacío de cada lata con el vacuómetro.
5. Abrir las latas y medir la altura desde la superficie del líquido hasta el borde superior del envase.

2.4.2.3. Efecto de la composición del líquido de cobertura

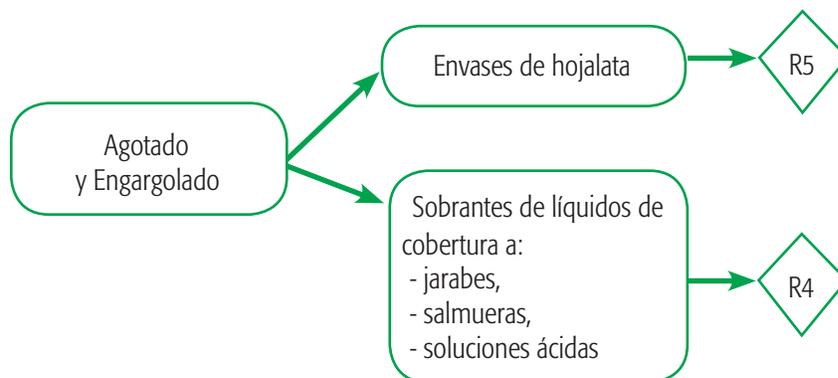
1. Utilice los líquidos de cobertura obtenidos en la sección 2.4.1 y realice los cálculos requeridos para preparar un litro de las siguientes soluciones:

Ácido acético	2%
Ácido cítrico	2%
NaCl	5%
Sacarosa	35%

2. Verter cada solución en una lata sanitaria (tamaño 401x411) dejando un espacio libre de 10 mm, colocar su tapa y marcarlas.
3. Acomodar las latas en el túnel del exhauster hasta que alcancen la temperatura de 85 °C a la salida.
4. Engargolar y colocar las latas en autoclave abierta a temperatura de ebullición durante 5 minutos.
5. Enfriar las latas hasta que tengan una temperatura de 20 °C.

6. Determinar la presión de vacío de cada lata con el vacuómetro.
7. Abrir las latas y medir la altura desde la superficie del líquido hasta el borde superior del envase.
8. Explicar a nivel demostrativo el uso del abridor bacteriológico y alicatas para separar el gancho del cuerpo de la lata y de la tapa.
9. Explicar el uso del micrómetro y realizar medidas de grosores y ancho de los cierres.

2.4.2.3.1. Manejo de residuos



R4= Desechar en drenaje con abundante agua.

R5= Colocar en el recipiente expreso de para envases de reciclaje

2.5. Informe técnico

El informe de los resultados se redactará considerando un formato de artículo de investigación (Anexo 3) u otro formato de informe acorde con las indicaciones del profesor.

Considerar:

1. Análisis y discusión de los resultados registrados en el cuadro 2.1.
2. Incluya los cálculos por balance de materia y rectángulo de Pearson realizados para la obtención de los diferentes líquidos de cobertura.
3. Construya las gráficas $P_{\text{vacío}}$ vs T, $P_{\text{vacío}}$ vs espacio de cabeza, $P_{\text{vacío}}$ vs tipo de líquido de cobertura. Discuta los comportamientos observados.

Cuestionario

1. Escriba las especificaciones físicas, químicas y microbiológicas que deben reunir el azúcar, la sal y el agua que se utilizan para la preparación de líquidos de cobertura para la conservación de frutas y hortalizas.
2. ¿La sacarosa puede ser considerada como un aditivo? ¿Por qué?
3. Escriba la reacción química de la $C_6H_{12}O_6$ con el HCl y explique.
4. Haga un esquema de los perfiles de las carretillas de la engargoladora y explique cómo se logra el sellado de las latas.
5. Explique brevemente cómo se evalúa el cierre hermético en los envases de hojalata sanitarios.

Bibliografía

-  Bosquez, M.E. y Colina, I. M.L. 2010. Procesamiento térmico de frutas y hortalizas. Edit. Trillas. UAM-I. México, D.F. ISBN-978-607-17-0607-2
-  Jeantet, R. y Croguennec T. 2010. Ciencia de los Alimentos. Tecnología de los productos alimentarios. Vol II. Edit. Acibia. Zaragoza España. ISBN-978-84200-1149-3
-  Rees, L.A.G. y Bettinson, J. 1994. Procesado Térmico y Envasado de los Alimentos. Edit. Acibia, España.

Práctica 3

Determinación de curvas de penetración de calor

3.1. Introducción

El procesamiento térmico es una de las tecnologías más ampliamente utilizadas para la conservación de alimentos, ya que asegura la destrucción de microorganismos tanto vegetativos como esporulados y detiene las reacciones metabólicas.

El proceso de calentamiento (esterilización comercial o pasteurización) se realiza aplicando condiciones determinadas de tiempo-temperatura en alimentos previamente envasados en recipientes herméticos, o en alimentos fluidos que se envasarán posteriormente bajo condiciones estériles.

En el caso de los alimentos derivados de productos vegetales, se debe prestar especial atención a la optimización de las condiciones bajo las cuales se aplica un proceso térmico para que no se alteren significativamente el valor nutricional, funcional y sensorial que poseen las frutas y hortalizas en su condición fresca.

3.2. Objetivos

El alumno será capaz de calcular el tratamiento térmico requerido para tres productos diferentes, con base en la identificación del punto frío, obtención de la historia térmica y aplicación de los métodos de la Fórmula de Ball y el General Mejorado.

3.3. Materiales y reactivos

Por equipo de alumnos

3.3.1. Materia Prima

- 3 o más latas comerciales de crema de champiñones o de espárragos o de elote (para completar 850 g)
- 3 latas comerciales de puré de tomate (de 850g cada una)
- 3 o más latas comerciales con piña o durazno u otra fruta en almíbar (para completar 850 g)
- 3 envases de jugo naranja o jugo de otra fruta (1 L)

3.3.2. Material de Vidrio

- 3 probetas de 1L

3.3.3. Utensilios

- Pala o cuchara de madera
- 1 abrelatas manual

3.3.4. Equipo de Laboratorio

- 1 Balanza granataria
- 1 Potenciómetro con soluciones buffer pH 4 y 7
- 10 termopares tipo T (cobre-constantano)
- 1 termo-registrador digital multipunto

3.3.5. Equipo de la planta piloto de procesamiento de frutas y hortalizas

- Exhauster
- Engargoladora
- Autoclave vertical

3.4. Desarrollo experimental

1. Formar 3 lotes de 3 latas 401x 411 (1 lote para cada producto).
2. Perforar la parte lateral de cada lote de latas a las siguientes alturas, partiendo de la parte superior del envase.

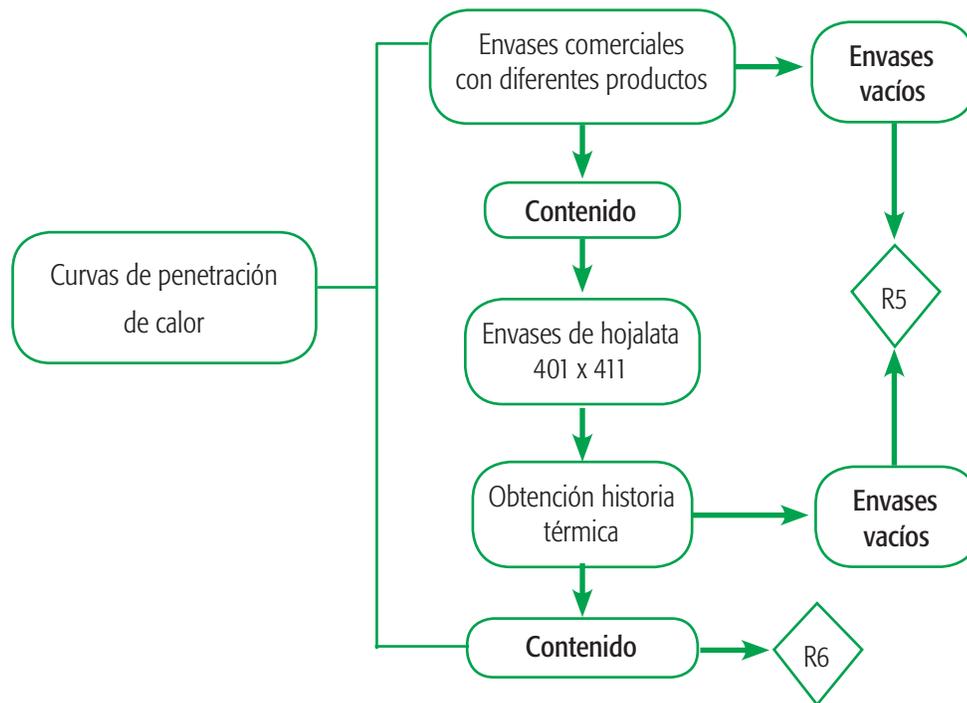
Lata 1	2.5 cm
Lata 2	3.5 cm
Lata 3	5.5 cm
3. Colocar los termopares y asegurar que queden bien ajustados en la perforación para obtener la hermeticidad del envase. Tener preparada una pequeña cantidad de resina epóxica para aplicarla en el caso de que queden orificios por donde pasan los termopares.

Nota: Sería conveniente que las latas se tuvieran preparadas previamente al desarrollo de la práctica.

4. Envasar cada tipo de producto en cada lote de latas con termopar a diferente altura, dejando un espacio de cabeza de 10 mm en todas ellas. Marcar cada lote.
5. Acomodar las latas en el túnel del exhauster; a la salida de éste, deberán tener una temperatura de 85 °C (temperatura de cierre). Engargolar.
6. Colocar las latas en la autoclave, pasar los alambres de los termopares a través del conducto de la autoclave y conectar los termopares al termo-registrador. Colocar un termopar adicional en el interior de la autoclave y conectarlo también al termo-registrador.
7. Cerrar la autoclave apretando en forma cruzada las mariposas.
8. Registrar la temperatura de cada envase con termopar y de la autoclave, ésta se considera como temperatura inicial del proceso.
9. Abrir la válvula del vapor y la válvula de venteo para eliminar el aire del interior de la autoclave.
10. Registrar las lecturas de temperatura cada 30 segundos hasta que en el interior de las latas se alcancen temperaturas cercanas a los 121 °C (temperatura de operación de la autoclave), mantenerla hasta que se obtengan 3 lecturas iguales.
11. Cerrar la válvula de vapor, eliminar el agua caliente e iniciar el enfriamiento con agua a presión (o abriendo simplemente la válvula del agua), registrando las temperaturas del enfriamiento cada minuto.
12. Terminar el enfriamiento cuando la temperatura de las latas sea de 40 °C.

Nota: La práctica puede realizarse también con autoclave abierta a temperatura de ebullición (temperatura de proceso), considerando los productos ácidos.

3.4.1. Manejo de residuos



R5= Colocar en el recipiente exprofeso para envases de reciclaje

R6= Alimentos que se pueden consumir o desechar en el recipiente de desechos orgánicos

3.5. Informe técnico

El informe de los resultados se redactará considerando un formato de artículo de investigación (Anexo 3) u otro formato de informe acorde con las indicaciones del profesor.

Considerar:

1. Gráficas Temperatura-tiempo de las tres latas de cada producto en papel milimétrico, identificando el punto frío.
2. Cuadro con los datos de la historia térmica de las latas en donde se haya determinado el punto frío de cada producto y la gráfica correspondiente en papel semilogarítmico.
3. Calcule los parámetros f_{hr} , J_{hr} , f_c , J_c
4. Justifique el microorganismo base que se considera en cada caso para el cálculo del tiempo de proceso térmico, con los valores correspondientes de D, z y Factor D.
5. Calcule el tiempo de proceso térmico por el método de la Fórmula de Ball y por el método general mejorado.
6. Modifique el proceso para, al menos, dos tamaños distintos de lata.

Cuestionario

1. ¿Cuál es el concepto de “punto frío”?
2. ¿Por qué es importante considerar la acidez de un alimento en el diseño de un tratamiento térmico?
3. ¿Cómo se realiza un estudio de resistencia térmica de un microorganismo?
4. Explique a qué se debe que las curvas de penetración de calor puedan ser simples o quebradas.

Bibliografía

-  Arthey, D. y Dennis, C. 1992. Procesado de hortalizas, Ed. Acribia. Zaragoza, España.
-  Bosquez, M.E. y Colina, I. M.L. 2012. Procesamiento térmico de frutas y hortalizas. 2a Edición. Edit. Trillas. UAM-I. México, D.F. ISBN-978-607-17-1079-6
-  Casp, A. y J. Abril. 2003. Procesos de conservación de alimentos Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España. ISBN 84-8476-169-X.
-  Rees, L.A.G. y Bettinson, J. 1994. Procesado Térmico y Envasado de los Alimentos. Edit. Acribia. España.
-  Sharma, S.K., Mulvaney, S.J. y Rizvi, S.S.H. 2003. Ingeniería de Alimentos. Operaciones Unitarias y Prácticas de Laboratorio. Edit. Limusa Wiley. México.

Práctica 4

Tecnologías para el enlatado de frutas y hortalizas. Frutas en almíbar / Hortalizas en salmuera / Hortalizas en escabeche

4.1. Introducción

Frutas en almíbar

Las frutas en almíbar son productos que se elaboran a partir de frutos enteros, mitades de frutos o segmentos en diversas formas (tiras, cubos o esferas), o bien, en cocktail (mezcla de varios frutos en diversas formas y proporciones), a los que se adiciona un jarabe de cobertura compuesto fundamentalmente por agua y azúcar (sacarosa usualmente), pero puede elaborarse combinando sacarosa con otros azúcares (glucosa, fructosa, dextrinas, etc.) en una proporción conveniente o mezclando el azúcar con jugo de frutas; este jarabe puede contener también algún ácido orgánico (cítrico, málico o tartárico) para potenciar el sabor y/o especias para dar notas de aroma y sabor específicos al producto en cuestión, y que a su vez contribuyen como conservadores naturales. La concentración de azúcar (en °Brix) y de ácido que contendrá el jarabe que se adicionará durante la preparación del producto, siempre se calcula con base en los °Brix y % de acidez que aporta la fruta fresca así como de la cantidad que de ésta se utilice para la elaboración del producto deseado.

Hortalizas en Salmuera

Las hortalizas en salmuera o ensalada de legumbres envasadas, son productos que se obtienen a partir de vegetales frescos, sanos y limpios a los que se les ha agregado un medio líquido de cobertura denominado salmuera que consiste en una solución diluida de NaCl de alta pureza y que se han procesado térmicamente para garantizar su conservación. En ocasiones las salmueras se preparan con 0.5-2.5% de NaCl y con un 5-7% de azúcar para potenciar y brillantar el color del producto (por ejemplo, chícharos, zanahorias o granos de elote); también se puede agregar aceite comestible y vinagre. El pH de estos productos oscila entre 5.5 y 6.5 (cuando no se incorpora vinagre), y esto debe tomarse en cuenta para el cálculo de su proceso térmico.

Hortalizas en Escabeche

Se denomina escabeche a la conservación de alimentos en vinagre (lo más común son productos cárnicos y vegetales). La tecnología consiste básicamente en someter al alimento (crudo, precocido o frito) en un medio líquido que contiene vinagre, sal, especias como hojas de laurel y pimienta en grano. La composición de este líquido de cobertura varía en función del producto a conservar, tipo y proporción de las especias empleadas, y puede contener también aceite y/o vino.

La palabra escabeche proviene del catalán "escabetx", que a su vez deriva del árabe-persa *sikbâg* que significa "guiso con vinagre".

Calidad de los productos enlatados

Desde un punto de vista tecnológico, la calidad final de productos hortofrutícolas procesados es de considerable importancia, ya que revela si la materia prima empleada en su elaboración, fue seleccionada con la calidad correcta o si las operaciones aplicadas durante el procesamiento se realizaron satisfactoriamente.

Las características de calidad de los productos procesados son varias e incluyen no solo el producto mismo sino también el diseño atractivo de la etiqueta y del envase.

En el caso de productos enlatados las características específicas que deben verificarse incluyen factores como el vacío existente en el espacio de cabeza, así como el cumplimiento de los estándares de llenado, aspecto del líquido de cobertura, composición, tamaño y color uniforme de la presentación del producto ausencia de defectos y sabor del producto.

4.2. Objetivos

- El alumno será capaz de aplicar las operaciones básicas involucradas en la tecnología del enlatado de productos hortofrutícolas en almíbar, salmuera o escabeche, desde la selección de la materia prima hasta la obtención del producto terminado.
- El alumno será capaz de controlar las operaciones y parámetros específicos requeridos en cada caso, para obtener un producto de calidad.
- El alumno será capaz de realizar una crítica objetiva del envasado y la calidad del producto elaborado, comparado con uno de marca comercial, y será capaz de explicar a qué se pueden atribuir dichas diferencias.

4.3. Materiales y reactivos

(Por equipo de alumnos)

TECNOLOGÍA PARA EL ENLATADO DE FRUTAS EN ALMÍBAR

4.3.1. Materia Prima e Ingredientes

Se pueden preparar envases de un solo producto o un cocktail de frutas.

- Materia prima: guayaba, mango, pera, piña, manzana, kiwi, carambola, litchi, persimonia, chicozapote, etc.
- Fruta de temporada de la variedad y estado de madurez hortícola recomendados para procesar en almíbar. La cantidad se calculará acorde con el rendimiento útil de la fruta elegida y para preparar 5 envases de hojalata 401x411, considerando un peso drenado de 450-500g en cada una.
- Para la preparación de un cocktail, se deberá considerar también la proporción en % de cada fruta por envase, y la aportación de °Brix de cada una para el cálculo del jarabe.
- 2.5 kg de azúcar refinada
- 100 g de ácido cítrico grado alimentario
- Jugo de frutas (opcional)

4.3.2. Reactivos

- Solución de NaOH 0.1N
- Buffers pH 4 y 7
- Fenoltaleína al 1% en solución alcohólica al 50%
- NaClO (200ppm de cloro activo)
- NaOH grado industrial (para el caso en que se elija un pelado químico)
- Ácido cítrico grado alimentario
- 3 Garrafrones de agua potable
- Hielo triturado

4.3.3. Material de Vidrio

- 1 Vaso de precipitados de 2000 mL
- 3 Vasos de precipitados de 100 mL
- 1 Embudo de tallo corto
- 1 Bureta de 25mL

- 3 Matraces Erlenmeyer de 125 mL
- 3 Pipetas volumétricas de 5 mL
- 2 Propipetas
- 2 Matraces volumétricos de 1000 mL
- Probeta de 1L
- Cristalizador
- Termómetro de vidrio (-10- 110 °C)
- Gasa, manta de cielo o tela de organza

4.3.4. Utensilios

- Cuchillos de acero inoxidable
- Cucharas de madera o acero inoxidable
- Cucharones
- Tabla de madera o plástico
- Pelador manual
- Jarra de plástico de 1-2 L
- Abrelatas manual

4.3.5. Equipo de Laboratorio

- Extractor de jugo de frutas
- Pelador mecánico doméstico (para manzana)
- 1 Soporte universal
- Pinzas para bureta
- Refractómetro de mano escala 0-32 °Brix
- Refractómetro de mano escala 28- 62 °Brix
- 1 vernier
- 1 vacuómetro
- Potenciómetro
- Parrilla eléctrica
- Balanza granataria
- Guantes de asbesto

4.3.6. Equipo de la Planta piloto de procesamiento de Frutas y Hortalizas

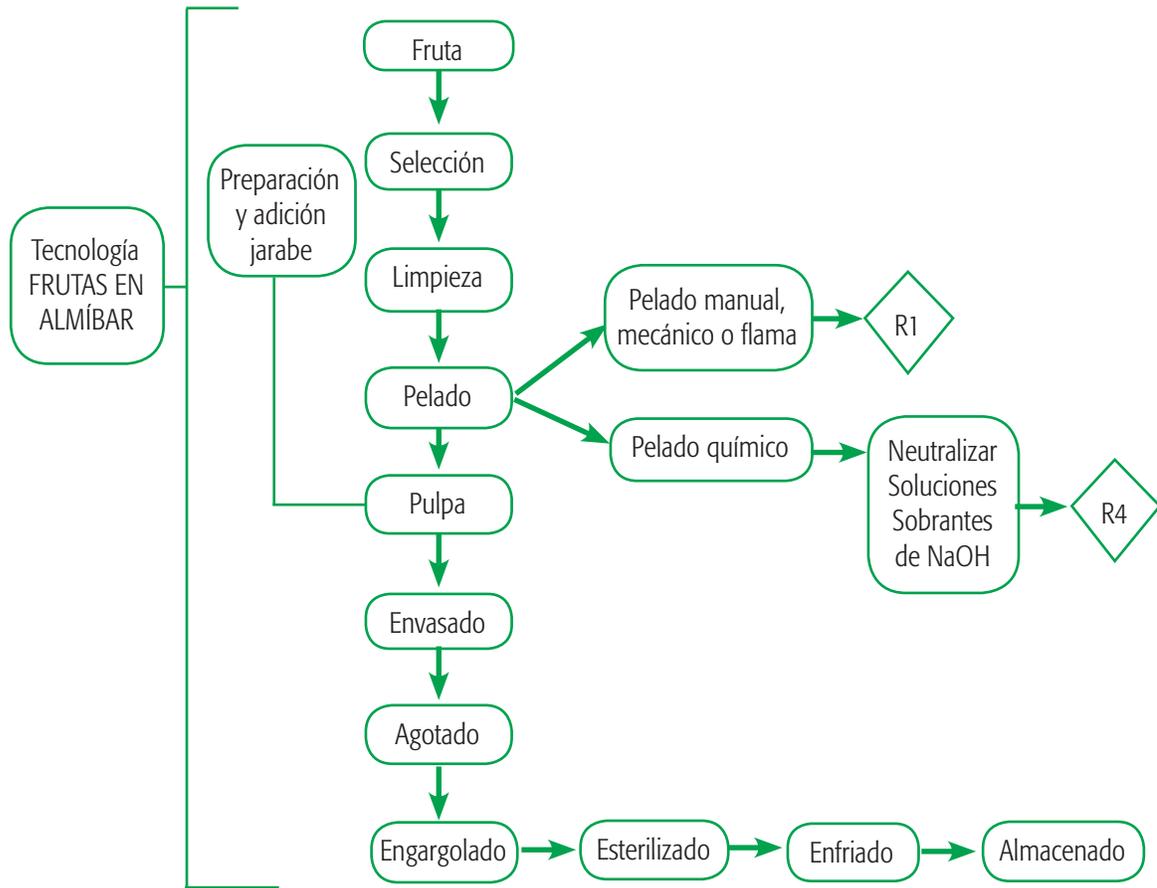
- Latas sanitarias 401x 411 (por equipo de estudiantes)
- Marmita
- Exhauster
- Engargoladora

- Autoclave
- Tina de enfriamiento

4.4. Desarrollo experimental

1. Seleccionar la fruta por estado de madurez, tamaño, forma y color uniformes y pesarla.
 2. Tomar una muestra de la materia prima y determinar el pH, firmeza, contenido de °Brix y % acidez.
 3. Realizar la limpieza de la materia prima con agua corriente y posteriormente con agua clorada (200 ppm).
 4. Realizar la limpieza de los envases.
 5. Dependiendo del tipo de fruta elegida, seleccionar el método de pelado adecuado que permita obtener un alto rendimiento y apariencia homogénea.
 6. Si el producto será descorazonado, deshuesado o reducido de tamaño (cubicado, rebanado, etc.), realizar la operación y registrar el peso del producto listo en su condición para envasar.
 7. Preparar la cantidad y composición de jarabe requerido de acuerdo al número de envases y al contenido de °Brix y % acidez determinados en la materia prima.
 8. Calentar el jarabe a ebullición.
 9. Llenar las latas colocando 475-500 g de fruta (de una sola o como cocktail). El jarabe preparado se adicionará a una temperatura de 85-90 °C, dejando un espacio de cabeza de 10 mm. Colocar las tapas sobre las latas.
 10. Acomodar las latas en el túnel del exhauster hasta que alcancen una temperatura de 80-85 °C a la salida.
- Nota:** si se logra alcanzar la temperatura con la adición del jarabe caliente, puede prescindirse de este paso.
11. Engargolar
 12. Aplicar un tratamiento térmico a temperatura de ebullición (en autoclave abierta o tanque) por el tiempo recomendado para el tipo de producto seleccionado.
 13. Enfriar y almacenar el producto terminado durante 48h.
 14. Realizar el análisis físico y químico del producto y el envase: Peso neto, presión de vacío, peso drenado, espacio de cabeza, pH, °Brix.
 15. Realizar un análisis sensorial.

4.4.1. Manejo de residuos



R1= Enviar a composteo

R4= Desechar en drenaje con abundante agua.

4.4.2. Evaluación de la calidad del producto procesado

El procedimiento que se indica a continuación es válido para los productos enlatados en almíbar, en salmuera y en escabeche, toda vez que se haya cubierto el tiempo mínimo requerido de almacenamiento después de su elaboración.

1. Emplear mínimo 3, máximo 5 latas de producto procesado en la planta piloto.
2. Determinar en cada envase los parámetros indicados en los siguientes cuadros:

Envase	Producto obtenido			Producto comercial Marca:	Observaciones
	Almíbar ()	Salmuera ()	Escabeche ()		
Etiqueta					
Peso neto (g)					

Envase	L1	L2	L3	L4	L5	Prom	Desv std	Producto comercial
Presión de vacío (in Hg)								
Espacio de cabeza (mm)								
Peso drenado (g)								
Peso líquido cobertura (g)								

L=lata

Producto	Producto obtenido							Producto comercial
	L1	L2	L3	L4	L5	Prom	Desv std	
pH								
% acidez								
°Brix o SST								
°Be o °S								

L= lata

- Para la evaluación sensorial del producto elaborado en la planta piloto y el producto comercial, se recomienda invitar entre 10 y 15 consumidores y aplicar una prueba de nivel de agrado o de desagrado para cada atributo sensorial, utilizando la escala hedónica estructurada indicada en los cuadros siguientes:

Producto elaborado:						
Núm. Participantes:						
Escala Hedónica	Apariencia		Olor	Sabor	Grado de aceptación	Frecuencia
	Líquido	Producto				
Gusta mucho						
Gusta moderadamente						
Gusta poco						
Me es indiferente						
Disgusta poco						
Disgusta moderadamente						
Disgusta mucho						

Producto comercial:						
Núm. Participantes:						
Escala Hedónica	Apariencia		Olor	Sabor	Grado de aceptación	Frecuencia
	Líquido	Pdto				
Gusta mucho						
Gusta moderadamente						
Gusta poco						
Me es indiferente						
Disgusta poco						
Disgusta moderadamente						
Disgusta mucho						

Con la información obtenida, construya un histograma de frecuencias relativas o porcentuales de acuerdo al nivel indicado por los participantes.

Para analizar y discutir la calidad comparativa entre los productos obtenidos y los productos comerciales, consulte la norma mexicana (MX) y la norma del Codex Alimentarius.

4.5. Informe técnico

El informe de los resultados se redactará considerando un formato de artículo de investigación (Anexo 3) u otro formato de informe acorde con las indicaciones del profesor.

Considerar:

1. Cálculo de los rendimientos (en porcentaje), desde la materia prima hasta el producto terminado.
2. Datos del análisis físico y químico de la materia prima, indicando el cálculo específico del % de acidez.
3. Cálculos y criterios aplicados para determinar la cantidad y composición del jarabe preparado.
4. Crítica objetiva basada en la interpretación del análisis de los datos obtenidos en los parámetros determinados en el envase y las características físicas, químicas y sensoriales del producto terminado contrastado con un producto similar de marca comercial.

Cuestionario

1. ¿Es importante la madurez hortícola para el enlatado de productos hortofrutícolas? Explique.
2. Diseñe un diagrama de bloques para un producto en almíbar de tipo light.
3. Elabore el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés) para este proceso.

Bibliografía

-  Anzaldúa, M. A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Ed. Acribia. Zaragoza España.
-  Arthey, D. y Dennis, C. 1992. Procesado de hortalizas, Ed. Acribia. Zaragoza, España.
-  Bota, S. y J. E. Castro. 2002. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Ed. Alfaomega. México.
-  Bosquez, M.E. y Colina, I. M.L. 2010. Procesamiento térmico de frutas y hortalizas. Edit. Trillas. UAM-I. México, D.F. ISBN-978-607-17-0607-2
-  Casp, A. y J. Abril. 2003. Procesos de conservación de alimentos Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España. ISBN 84-8476-169-X.
-  Fellows, P.J. 2008. Food processing technology. Principles and practice, Second edition. Woodhead Publishing Limited. Cambridge, Reino Unido.
-  Hersom, A.C. y Hulland, E.D. 1974. Conservas Alimenticias. Ed. Acribia. España
-  Wayne, W. Daniel. 2001. Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud. 8a reimp. de la 3a ed. Noriega Editores. México.

TECNOLOGÍA PARA EL ENLATADO DE HORTALIZAS EN SALMUERA

4.3.1. Materia Prima e Ingredientes

En este caso también se pueden elaborar latas conteniendo un solo producto, o bien, preparar una ensalada con 3 o 4 hortalizas.

- Materia prima: papas, zanahorias, chícharos, ejotes, brócoli, coliflor, granos de elote, champiñones.
- Para preparar latas con un solo producto. La cantidad de materia prima a comprar se calculará acorde con el rendimiento útil para envasar (aproximadamente del 50% en chícharo, 85-90% en zanahoria y papa, 90% en ejotes), el peso drenado de 500g (si se emplean latas de tamaño 401x411) y el número de latas a procesar.
- Para preparar envases con ensalada de 4 hortalizas, el cálculo de la cantidad de materia prima que se ocupará se hará con base en el rendimiento útil, peso drenado, número de envases y proporción de cada hortaliza que contendrá cada envase (por ejemplo, 30% papa, 30% zanahoria, 25% ejote, 15% chícharo).
- 0.5 kg de sal de mesa
- 100 g de azúcar refinada

4.3.2. Reactivos

- NaClO (solución a 200 ppm de cloro activo)
- NaOH grado industrial (para el caso en que se elija un pelado químico; preparar una solución a la concentración requerida para el producto elegido)
- Guayacol 0.5%
- H₂O₂ 0.08%
- 3 Garrafones de agua potable
- Hielo triturado

4.3.3. Material de Vidrio

- 2 Vasos de precipitados de 500 mL
- 2 Matraces volumétricos de 1000 mL
- 2 Matraces volumétricos de 100 mL
- 2 Pipetas volumétricas de 5 mL
- 2 Propipetas
- Probeta de 1L
- Cristalizador
- Tubos de ensayo de 20X250 mm con tapón de rosca
- 1 gradilla para tubos de ensayo
- 2 Termómetros de vidrio (-10 a 110 °C)
- Gasa, manta de cielo o tela de organza

4.3.4. Utensilios

- Cuchillos de acero inoxidable
- Cucharas de madera o acero inoxidable
- Tabla de madera o plástico
- Pelador manual
- Jarra de plástico de 1-2 L
- Colador de grande para ensaladas
- Abrelatas manual

4.3.5. Equipo de Laboratorio

- Balanza granataria
- Vaporera
- Pelador mecánico de cuchillas doméstico (para papa)
- 1 batidora de inmersión
- Refractómetro de mano escala 0-32 °Brix
- Refractómetro de mano de NaCl
- 1 vernier
- 1 vacuómetro
- Pinzas para crisol
- Potenciómetro
- Parrilla eléctrica
- Guantes de asbesto

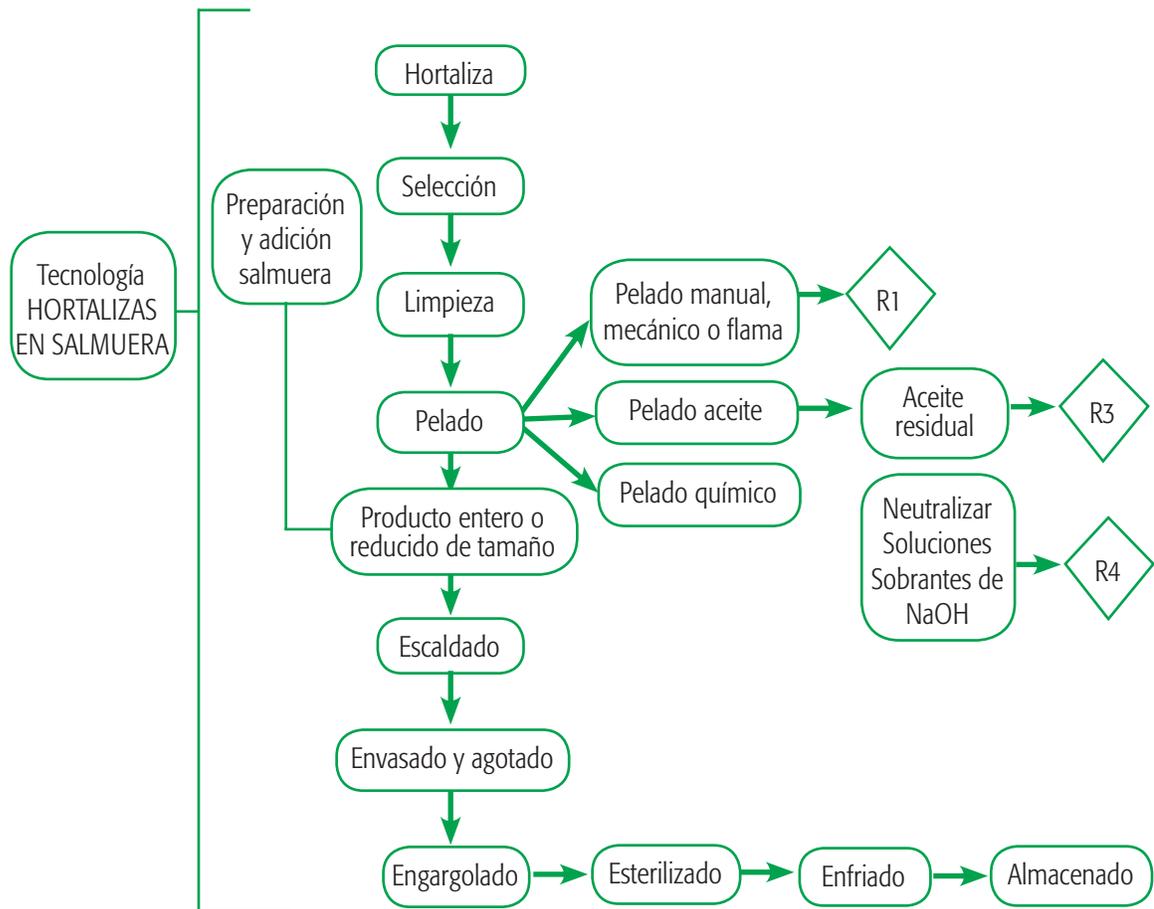
4.3.6. Equipo de la Planta piloto de procesamiento de Frutas y Hortalizas

- 3-5 latas sanitarias No. 2 ½ (401x 411) (por equipo de alumnos)
- Pelador Abrasivo
- Exhauster
- Engargoladora
- Autoclave
- Tina de enfriamiento

4.4. Desarrollo experimental

1. Seleccionar la(s) hortaliza(s) por estado de desarrollo, tamaño, forma y color uniformes. Pesar la materia prima.
 2. Realizar la limpieza de la materia prima con agua corriente y posteriormente con agua clorada (200 ppm).
 3. Realizar la limpieza de los envases.
 4. Dependiendo del tipo de hortaliza elegido para procesar, seleccionar el método de pelado recomendado, pese el producto y obtenga el rendimiento. Si la materia prima es chícharo, proceder como sigue:
 - a. Desvainar los chícharos, pesarlos y obtener un primer rendimiento.
 - b. Seleccionar los chícharos en función de su tamaño, eliminando los que estén muy grandes o muy pequeños. Obtener un segundo rendimiento.
 - c. Clasificarlos por madurez. Preparar una salmuera al 15% ($\delta = 1.12 \text{ g/cm}^3$) y sumergir los chícharos en ella. Se considera que los chícharos son de calidad aceptable cuando no más del 20% permanecen sumergidos en el fondo (éstos no son aptos para el proceso). La porción flotante es la que se utilizará para el proceso (se le considera de calidad A). Obtener un tercer rendimiento. Enjuagar con agua potable.
 5. Si el producto no es chícharo y se reducirá de tamaño (dividido, despuntado, cubicado, rebanado, etc.), realizar la operación correspondiente y registrar el peso del producto listo en su condición para envasar. Calcular los rendimientos.
 6. Escaldar cada producto por inmersión en agua en ebullición durante el tiempo indicado por los análisis de la prueba de peroxidasa correspondientes.
 7. Preparar la cantidad de salmuera requerida de acuerdo al número de envases a preparar con una composición del 2% de NaCl y 5% de azúcar. Determinar los °Baumé de la salmuera sin y con el azúcar. Calentar la salmuera a ebullición.
 8. Llenar las latas colocando 475-500 g de hortalizas (de una sola o como ensalada). La salmuera preparada se adicionará a una temperatura de 85-90 °C, dejando un espacio de cabeza de 10 mm. Colocar las tapas sobre las latas.
 9. Acomodar las latas en el túnel del exhauster hasta que alcancen una temperatura de 85 °C a la salida.
- Nota:** si se logra alcanzar la temperatura con la adición de la salmuera caliente, puede prescindirse de este paso.
10. Engargolar
 11. Aplicar un tratamiento térmico a 121 °C en autoclave por el tiempo recomendado para el tipo de producto seleccionado.
 12. Enfriar y almacenar el producto terminado durante 72h.
 13. Realizar el análisis físico y químico del producto: Peso neto, presión de vacío, peso drenado, espacio de cabeza, pH, °Be.
 14. Realizar un análisis sensorial como se indica en la sección 4.4.2 punto número 3.

4.4.1. Manejo de residuos



R1= Enviar a composteo

R3= Reservar en un contenedor de vidrio y llevarlo a depósito de residuos para su tratamiento

R4= Desechar en drenaje con abundante agua.

4.4.2. Evaluación de la calidad del producto procesado

(Ver el procedimiento indicado en la sección 4.4.2. de elaboración de frutas en almíbar).

4.5. Informe técnico

El informe de los resultados se redactará considerando un formato de artículo científico (Anexo 3) u otro formato de informe acorde con las indicaciones del profesor.

Considerar:

1. Cálculo de los rendimientos (en porcentaje), desde la materia prima hasta el producto terminado.
2. Cálculos realizados para la preparación de la salmuera.
3. Crítica objetiva basada en los análisis físicos, químicos y sensoriales del producto terminado contrastado con uno similar de marca comercial. Justifique el tipo de prueba sensorial empleada.

Cuestionario

1. ¿Porqué se consideran de calidad A los chícharos que flotan? Explique.
2. ¿El tratamiento térmico indicado en el protocolo es el adecuado? Explique.
3. Elabore el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés) para este proceso.

Bibliografía

-  Arthey, D. y Dennis, C. 1992. Procesado de hortalizas, Ed. Acribia. Zaragoza, España.
-  Bosquez, M.E. y Colina, I. M.L. 2010. Procesamiento térmico de frutas y hortalizas. Edit. Trillas. UAM-I. México, D.F. ISBN-978-607-17-0607-2
-  Casp, A. y J. Abril. 2003. Procesos de conservación de alimentos Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España. ISBN 84-8476-169-X.
-  Fellows, P.J. 2008. Food processing technology. Principles and practice, Second edition. Woodhead Publishing Limited. Cambridge, Reino Unido.
-  Hersom, A.C. y Hulland, E.D. 1974. Conservas Alimenticias. Edit. Acribia. España

TECNOLOGÍA PARA EL ENLATADO DE HORTALIZAS EN ESCABECHE

4.3.1. Materia Prima e Ingredientes

Materia prima:

- 1-1.5 kg chiles jalapeños o champiñones o nopales (como materia prima principal *), 0.5 kg zanahorias, 0.250 kg cebolla, 0.050 kg ajo, 0.020 kg de cada una de las siguientes especias: laurel, tomillo, orégano, mejorana, pimienta negra.
- 500 mL aceite vegetal
- 5 L de vinagre de manzana
- 100 g de sal de mesa

*Nota: en el presente protocolo solo se describe la tecnología para chiles jalapeños.

4.3.2. Reactivos

- NaClO (solución a 200 ppm de cloro activo)
- Guayacol 0.5%
- H₂O₂ 0.08%
- 3 Garrafones de agua potable
- Hielo triturado

4.3.3. Material de Vidrio

(Por equipo de alumnos)

- 1 Matraz volumétrico de 1000 mL
- 2 Matraces volumétricos de 100 mL
- 1 vaso de precipitados de 500 mL
- 2 Pipetas volumétricas de 5 mL

- 2 Propipetas
- Probeta de 1L
- 1 Cristalizador
- 4 tubos de ensayo de 20X250 mm con tapón de rosca
- 1 gradilla para tubos de ensayo
- 1 piseta
- 2 Termómetros de vidrio (-10- 110 °C)
- Gasa, manta de cielo o tela de organza
- cordel

4.3.4. Utensilios

- Cuchillos de acero inoxidable
- Cucharas de madera o acero inoxidable
- 1 sartén
- Tabla de madera o plástico
- Pelador manual
- Jarra de plástico de 1-2 L
- Colador grande para ensaladas
- Abrelatas manual

4.3.5. Equipo de Laboratorio

- Balanza granataria
- Vaporera
- Freidora eléctrica
- 1 batidora de inmersión
- Refractómetro de mano de NaCl
- 1 vernier
- 1 vacuómetro
- Pinzas para crisol
- Potenciómetro
- Parrilla eléctrica
- Parrilla de gas de 2 plazas
- Guantes de asbesto

4.3.6. Equipo de la Planta piloto de procesamiento de Frutas y Hortalizas

- Latas sanitarias No. 2 ½ (401x 411)
- Exhauster

- Engargoladora
- Autoclave
- Tina de enfriamiento

4.4. Desarrollo experimental

1. Seleccionar la(s) hortaliza(s) por estado de desarrollo o madurez, tamaño, forma y color uniformes. Pesar la materia prima. A los chiles eliminarles el pedúnculo, después de pesarlos.
2. Realizar la limpieza de la materia prima con agua corriente y posteriormente con agua clorada (200 ppm).
3. Realizar la limpieza de los envases.
4. La formulación de los chiles en escabeche por lata será la siguiente:

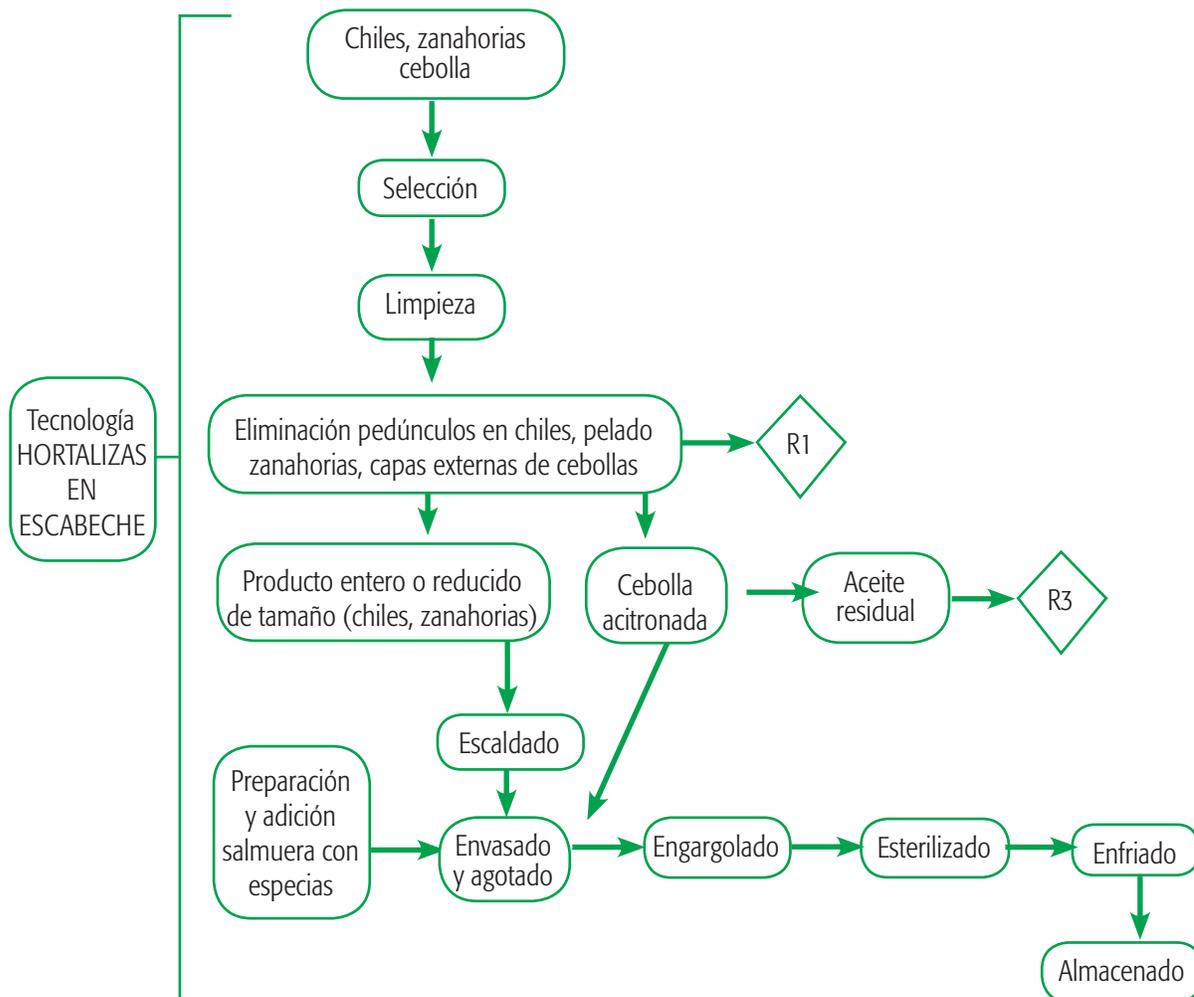
Peso drenado 58%	40% Chiles
	10% Zanahoria
	6% Cebolla
	2% Especias
Salmuera 42%	2% Sal
	20% Vinagre
	20% Agua

5. Cortar los chiles en rajadas y las zanahorias en rodajas. Calcular los rendimientos.
6. Escaldar los chiles y las zanahorias en agua a 85°C durante el tiempo indicado por los análisis de la prueba de peroxidasa.
7. Rebanar la cebolla y acitronar en aceite.
8. Preparar la cantidad de salmuera requerida de acuerdo al número de envases a procesar. Calentar la salmuera a 85°C, adicionar las especias y el ajo envueltos en una gasa y dejar ebullición por 5 minutos.

Nota: Puede omitirse la adición de las especias a ebullición en este paso y solamente incorporarse en el llenado de los envases.

9. Llenar las latas colocando las cantidades correspondientes en el orden siguiente. Primero los chiles, después la zanahoria y por último la cebolla y especias indicadas en la formulación. La salmuera preparada se adicionará en caliente, dejando un espacio de cabeza de 10 mm. Colocar las tapas sobre las latas. Verificar el peso de la salmuera añadida y el peso neto del producto.
10. Colocar las latas en el túnel del exhauster, cuando alcancen una temperatura de 85°C a la salida, proceder al engargolado.
11. Aplicar un tratamiento térmico a temperatura de ebullición en autoclave abierta por el tiempo recomendado para el tipo de producto seleccionado.
12. Enfriar y almacenar el producto terminado durante 72h.
13. Realizar el análisis físico y químico del producto, así como del envase: Peso neto, presión de vacío, peso drenado, espacio de cabeza, pH, °Be.
14. Realizar un análisis sensorial.

4.4.1. Manejo de residuos



R1= Enviar a composteo

R3= Reservar en un contenedor de vidrio y llevarlo a depósito de residuos para su tratamiento

4.4.2. Evaluación de la calidad del producto procesado

(Seguir el procedimiento indicado en la sección 4.4.2. para la elaboración de frutas en almibar)

4.5. Informe técnico

El informe de los resultados se redactará considerando un formato de artículo de investigación u otro formato de informe acorde con las indicaciones del profesor.

Considerar:

1. Cálculo de los rendimientos (en porcentaje), desde la materia prima hasta el producto terminado.
2. Cálculos realizados para la preparación de la salmuera.
3. Crítica objetiva basada en los análisis físicos, químicos y sensoriales del producto terminado contrastado con uno similar de marca comercial. Justifique el tipo de prueba sensorial empleada.

Cuestionario

1. ¿Cuál es la diferencia entre los productos en escabeche, encurtidos y fermentados?
2. ¿Cuál es el tratamiento térmico que debe aplicarse a este tipo de productos? ¿Por qué?
3. Elabore el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés) para este proceso.

Bibliografía

-  Arthey, D. y Dennis, C. 1992. Procesado de hortalizas, Ed. Acribia. Zaragoza, España.
-  Bosquez, M.E. y Colina, I. M.L. 2010. Procesamiento térmico de frutas y hortalizas. Edit. Trillas. UAM-I. México, D.F. ISBN-978-607-17-0607-2
-  Casp, A. y J. Abril. 2003. Procesos de conservación de alimentos Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España. ISBN 84-8476-169-X.
-  Fellows, P.J. 2008. Food processing technology. Principles and practice, Second edition. Woodhead Publishing Limited. Cambridge, Reino Unido.
-  Hersom, A.C. y Hulland, E.D. 1974. Conservas Alimenticias. Edit. Acribia. España
-  Sharma, S.K., Mulvaney, S.J. y Rizvi, S.S.H. 2003. Ingeniería de Alimentos. Operaciones Unitarias y Prácticas de Laboratorio. Edit. Limusa Wiley. México.

Práctica 5

Tecnología para la elaboración de néctares

5.1. Introducción

El néctar de fruta es un producto líquido que puede ser pulposo o no con un contenido de sólidos solubles totales del 14 al 15% y una acidez máxima del 0.50%. Éste se obtiene a partir del jugo o puré de la fruta y la adición de un jarabe de azúcar, la cantidad de pulpa está en una proporción de 25 a 40%, según las características de la fruta y legislación nacional o internacional. A los néctares se les puede adicionar ácido cítrico como regulador del pH, conservador (sorbato de potasio y/o benzoato de sodio) y un estabilizador (carboximetil celulosa u otra goma).

En la tecnología para la elaboración del néctar, se aplican operaciones preliminares como selección, limpieza, escalde (si lo requiere), pelado (cuando sea necesario) y reducción de tamaño. Esta última operación unitaria reduce el tamaño medio de los frutos a puré mediante fuerzas de impacto, compresión o cizalla.

Para la formulación del néctar, es necesario calcular los sólidos solubles totales y acidez titulable del jarabe a preparar. Los valores de estos parámetros se determinan por un balance de materia con base en los SST y AT del puré y del néctar. Para los valores del néctar se consideran las especificaciones físicas y químicas que establecen las normas mexicanas para estos productos.

Estos productos procesados también se pueden elaborar por dilución de purés concentrados de frutas y jarabes concentrados de diferentes azúcares como glucosa, fructosa (se obtiene de vegetales) y alta fructosa (se obtiene de la fécula de maíz sometida a un proceso con altas temperaturas).

Finalmente, para asegurar la conservación del néctar, éste es envasado en recipientes herméticamente cerrados y sometido a un proceso térmico.

5.2. Objetivos

- El alumno será capaz de seleccionar y aplicar las operaciones preliminares necesarias para elaborar el néctar de fruta. Así como, justificar la formulación del néctar.
- El alumno será capaz controlar las condiciones de operación del proceso de elaboración del néctar.
- El alumno será capaz de evaluar la calidad del néctar comparando con al menos dos productos de marca comercial con base en las especificaciones físicas, químicas y sensoriales de la norma mexicana (NMX) y norma internacional de la Comisión del Codex Alimentarius (FAO/OMS) para el producto elaborado.

5.3. Materiales y reactivos para la elaboración del néctar

Por equipo de alumnos

5.3.1. Materia prima

Fruta con madurez hortícola (también llamada de corte o comercial): durazno, guayaba, mango, manzana, pera, etcétera.

5.3.2. Reactivos

- NaClO (200ppm)
- Solución de hidróxido de sodio 0.1N
- Fenoltaleína al 1%
- Soluciones amortiguadoras de pH 4 y 7

- 2 garrafones de agua potable (grupo)
- 2 Litros de agua destilada
- Carboximetil celulosa grado alimentario (CMC)
- Sorbato de potasio grado alimentario
- Benzoato de sodio grado alimentario
- Azúcar blanca
- Ácido cítrico grado alimentario
- Hidróxido de sodio en escamas grado industrial

5.3.3. Material de vidrio

- 1 Probeta de 1L de plástico
- 3 Vasos de precipitados de 100 mL
- 3 Matraces Erlenmeyer de 125 mL
- 1 Probeta de 100 mL
- 1 Bureta de 25 mL
- 4 Pipetas de 5 mL
- 1 Piseta
- 4 m de manta de cielo o gasa
- 1 Par de guantes de asbesto

1.3.4. Utensilios

- 3 Cuchillos de acero inoxidable
- 3 Peladores manuales
- 1 Cuchara de madera grande
- 1 Cuchara de peltre
- 2 Tablas de madera

1.3.5. Equipo de laboratorio

- 1 Balanza de precisión portátil digital de $3.1 \text{ kg} \pm 0.01$
- 1 Potenciómetro
- 1 Refractómetro de 0 – 32°Bx
- 1 Termómetro de 0 – 110 °C
- 1 Termómetro de carátula
- 1 Cuatripié
- 2 Mecheros Fisher
- 3 m de manguera y una unión T
- 1 Batidora de inmersión

- 1 Soporte universal
- 1 Pinzas para bureta
- 3 Propipetas
- 1 Parrilla eléctrica con control de temperatura y agitación
- 2 Barras magnéticas

5.3.6. Equipo de planta piloto de procesado de frutas y hortalizas

- Despulpadora con un tamiz de 0.5 mm de abertura de malla
- Marmita
- Autoclave
- Engargoladora
- Báscula de 10 kg
- 40 frascos de vidrio con tapa de rosca de 250 mL (previamente esterilizados)
- 40 Envases de hojalata del no. 21/ 2 (401X411)

5.3.7. Materiales y reactivos para la evaluación de la calidad y análisis sensorial al néctar (segunda sesión).

Por equipo de alumnos

5.3.8. Materia prima

Néctar elaborado y dos productos de marca comercial

5.3.9. Reactivos

- Solución de hidróxido de sodio 0.1N
- Fenolftaleína al 1%
- Soluciones amortiguadoras de pH 4 y 7
- 2 Litros de agua destilada

5.3.10. Material de vidrio

- 3 Vasos de precipitados de 1L
- 3 Matraces Erlenmeyer de 125 mL
- 1 Probeta de 100 mL
- 1 Bureta de 25 mL
- 3 Pipetas de 5 mL
- 1 Piseta
- 2 m de manta de cielo o gasa

5.3.11. Utensilios

- 2 Cuchillos de acero inoxidable
- 2 Recipientes de plástico de 1 L
- 20 Vasos de plástico desechables

5.3.12. Equipo de laboratorio

- 1 Balanza de precisión portátil digital de $3.1\text{ kg} \pm 0.01$
- 1 Potenciómetro
- 1 Refractómetro de $0 - 32^{\circ}\text{Bx}$
- 1 Termómetro de carátula
- 1 Batidora de inmersión
- 1 Soporte universal
- 1 Pinzas para bureta
- 3 Propipetas
- 1 Parrilla eléctrica con control de temperatura y agitación
- 2 Barras magnéticas
- 1 Vernier

5.4. Desarrollo experimental

5.4.1. Aplicación de operaciones preliminares a la materia prima

- Preseleccionar la fruta adecuada para el proceso.
- Seleccionar por estado de madurez.
- Pesar la fruta.
- Lavar con agua clorada (200 ppm).
- Escaldar la fruta en agua en ebullición, si lo requiere.
- Pelado manual o con cuchillo para los frutos que lo requieran, en algunos frutos no es necesario esta operación.
- Reducción de tamaño. Depositar la fruta, pelada o no, en la despulpadora con un tamiz de 0.5 mm de abertura de malla para obtener el puré.
- Pesar el puré.

5.4.2. Formulación del néctar

- Determinar sólidos solubles totales, acidez titulable y pH al puré.
- Formular el néctar con base en las especificaciones de la NMX con un mínimo de 25% de puré de guayaba (para el caso de durazno, mango, manzana y pera es de 40%) para obtener un producto final de 15% de sólidos solubles totales y 0.2 - 0.50% de acidez.
- Elaborar el jarabe de acuerdo a la formulación del producto deseado.
- Adicionar al jarabe 0.03% de sorbato de potasio como conservador y 0.03% de CMC (opcionales).
- Incorporar el puré y el jarabe en la marmita.

5.4.3. Mezclado

- Mezclar completamente los ingredientes.
- Calentar el néctar a 91 – 93 °C por dos minutos.

5.4.4. Llenado en caliente y cerrado de envases

- Adicionar el néctar caliente (con una temperatura mínima de 86 – 87.7 °C) al envase seleccionado.
- Frascos de vidrio (precalentados a 50 – 60 °C), dejar un espacio libre del 6% y cerrar.
- Latas sanitarias, dejar un espacio libre del 10% y engargolar/ cerrar.

5.4.5. Pasteurización

El proceso térmico se efectúa en una autoclave atmosférica y con base al pH ácido del néctar, el indicador para el proceso de pasteurización es el moho *Byssoclamys fulva* o alguna de las enzimas pécticas que secreta (pectinesterasa o poligaracturonasa).

De acuerdo al material del envase, la temperatura y tiempo de pasteurización son:

- Para frascos de vidrio: 88 – 90 °C por 10 minutos.
- Para envases de hojalata: 100 °C por 20 – 30 minutos.

5.4.6. Enfriamiento

- Envases de vidrio: enfriar los envases gradualmente en un baño de agua hasta alcanzar la temperatura ambiente.
- Envases de hojalata: enfriar los envases en un baño de agua fría a temperatura ambiente.

5.4.7. Muestreo y almacenamiento

- Tomar una muestra al azar (mínimo dos frascos de vidrio o dos envases sanitarios) para almacenarla por 72 horas.

5.4.8. Evaluación de la calidad al néctar elaborado y a productos de marca comercial

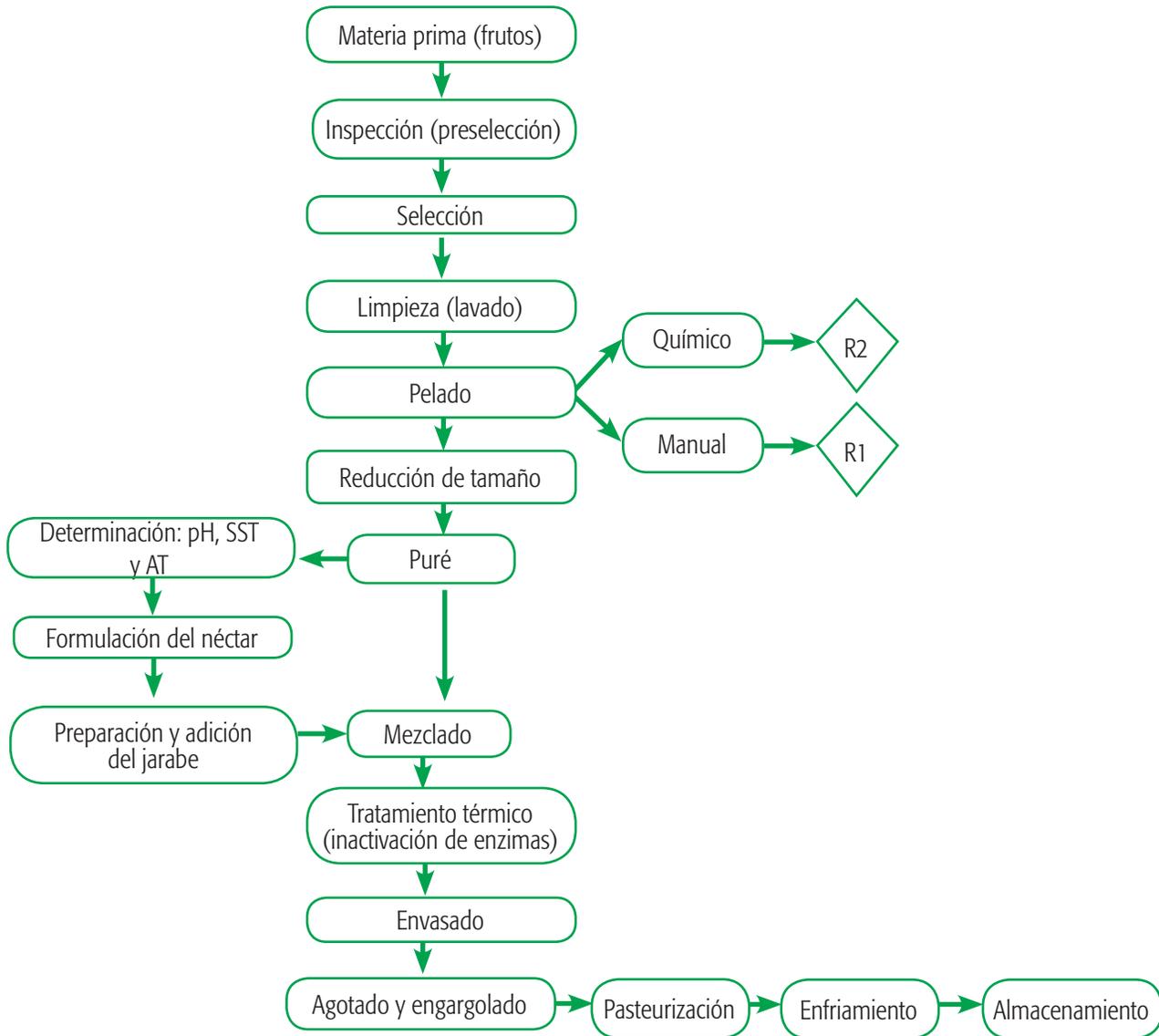
- Evaluar la calidad del néctar elaborado y de dos productos de marca comercial con base en las especificaciones físicas y químicas de la norma mexicana (MX) y la norma del Codex Alimentarius (peso bruto, vacío, peso neto, espacio de vacío, pH, sólidos solubles totales y acidez titulable).

5.4.9. Análisis sensorial al néctar elaborado y a productos de marca comercial

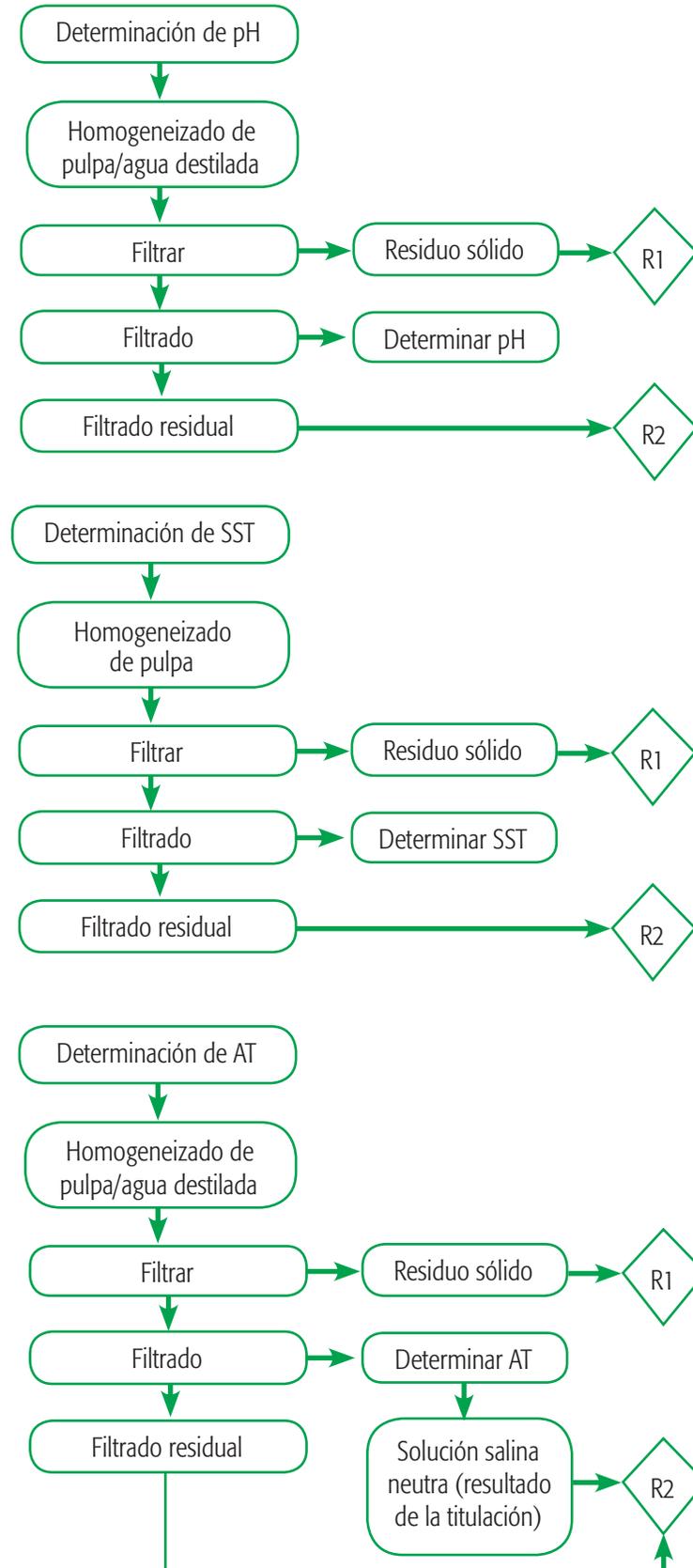
- Realizar el análisis sensorial al néctar elaborado y a dos productos de marca comercial, considerando una escala hedónica de 7 puntos y trazar la gráfica radial (véase sección 4.4.2 punto 3).

5.4.10. Manejo de residuos

Manejo de residuos durante el proceso de elaboración de néctares.



Manejo de residuos durante la determinación de pH, sólidos solubles totales y acidez titulable.



SST = Sólidos solubles totales; AT = Acidez titulable

R1: Cáscaras, semillas y/o pedúnculos (pelado) y residuo sólido (reducción de tamaño) enviar a composteo.

R2: Neutralizar sosa cáustica (pelado cáustico) y desechar en el drenaje con abundante agua; solución salina neutra resultado de la titulación y filtrado residual desechar en el drenaje con agua.

5.5. Informe técnico

El informe de los resultados se redactará considerando un formato de artículo de investigación u otro formato de informe acorde con las indicaciones del profesor.

Considerar:

1. Cálculos de rendimiento de la materia prima al producto final.
2. Cálculos del balance de materia para sólidos solubles totales y acidez titulable del jarabe elaborado.

Cuadro 5.1

Atributo de calidad	Néctar elaborado	Néctar de marca comercial	Límites permitidos NMX	Límites permitidos Norma Codex A.
Peso bruto (g)				
Vacío (kPa/mm Hg)				
Espacio de cabeza (%)				
Peso neto (g)				
Llenado mínimo (% _{v/v})				
Contenido de pulpa (%)				
pH				
Sólidos solubles totales (%)				
Acidez titulable (g/100 cm ³)				

3. Escribir los resultados de la evaluación de la calidad del néctar elaborado y de los dos productos de marca comercial en el cuadro, proponer un título y analizar los resultados.
4. Calcule la media y la desviación estándar de los factores de calidad evaluados e indique si hay diferencia significativa con los valores de la norma mexicana.
5. Incluir la gráfica radial del análisis sensorial.
6. Diseñar una etiqueta para el néctar elaborado.

Cuestionario

1. Proponga un proceso industrial para la obtención de néctar de durazno en un proceso continuo y aplicando envasado aséptico.
2. ¿En los néctares comerciales, se adicionan estabilizantes? ¿Cuál es su función?
3. Explique cuáles son las condiciones de conservación y almacenamiento de los concentrados de pulpa de frutas destinados a la elaboración de néctares.
4. Explique cuáles son las diferencias entre un jugo, un néctar y una bebida.
5. En un cuadro registre los peligros (incluya su clasificación: física, química o microbiológica) que pueden presentarse en cada etapa del proceso. Y en un diagrama de bloques del proceso marque los puntos críticos de control (PCC), los límites críticos y acción preventiva para cada uno de ellos.

Bibliografía

-  Cheftel, J. C. y Cheftel, H. 1992. Zumo de frutas. En: *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos*, Vol. I. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 184 – 213.
-  Codex Alimentarius Commission. 2005. Codex general standard for fruit juices and nectars (CODEX STAN 247-2005). FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. Roma, Italia. 19 p.
-  Codex Alimentarius Commission. 2011. Codex general standard for food additives (CODEX STAN 192-195). FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. Roma, Italia. 271p.
-  Dirección General de Normas, SE. 1980. Norma mexicana para néctar de durazno, NMX-F-072-S-1980. Secretaría de Economía, México. 5 p.
-  Dirección General de Normas, SE. 1980. Norma mexicana para néctar de guayaba, NMX-F-078-S-1980. Secretaría de Economía, México. 6 p.
-  Dirección General de Normas, SE. 1980. Norma mexicana para néctar de mango, NMX-F-057-S-1980. Secretaría de Economía, México. 6 p.
-  Dirección General de Normas, SE. 1980. Norma mexicana para néctar de manzana, NMX-F-073-S-1980. Secretaría de Economía, México. 6 p.
-  Dirección General de Normas, SE. 1980. Norma mexicana para néctar de pera, NMX-F-053-S-1980. Secretaría de Economía, México. 6 p.
-  Fellows P. J. 2008. *Food processing technology. Principles and practice*. Second edition. Woodhead Publishing Limited. Cambridge, Reino Unido. 575 p.
-  Luh B.S. y Tinay A. H. 1993. Nectars, pulpy juices and fruit juices blends. En: *Fruit juice processing technology*. Editores Nagy S., Chen C.S. y Shaw P.E. Agscience, Inc., Florida, Estados Unidos. 532 – 594.
-  UNE-EN-ISO. 2005. Sistemas de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos. Requisitos para Cualquier Organización en la Cadena Alimentaria. UNE-EN ISO 22000. AENOR (ISO 22000:2005), Madrid, España. 44 p.
-  Wu J. S., Wu M. y Wei Y. 2005. Tropic fruits. En: *Processing fruits*. Editores Barrett D.M., Somogyi L. y Ramaswamy H. CRC Press LLC, Second edition. Florida, Estados Unidos de América. 679 – 705.

Práctica 6

Preparación y evaporación de jugo concentrado de naranja

6.1. Introducción

El jugo concentrado es el producto que se obtiene por la eliminación de agua del jugo natural, en una cantidad suficiente para elevar los °Brix; para ello usualmente se emplean evaporadores al vacío para realizar el proceso a bajas temperaturas permitiendo mantener las características propias del jugo. Los jugos naturales son obtenidos por molienda y/o prensado de diversos frutos, procurando que mantengan las características físicas, químicas, sensoriales y nutricionales esenciales. Los jugos pueden ser turbios o claros y son conservados por medios físicos exclusivamente.

El jugo de naranja se concentra hasta alcanzar niveles de 65 °Brix, se congela y se comercializa como jugo de naranja concentrado y congelado (JNCC); este jugo así como el de otras frutas se utiliza para ser reconstituido como tal, o para la elaboración de otros jugos o bebidas. Los jugos reconstituidos deben tener como mínimo 50% de jugo concentrado y 10 °Brix finales.

6.2. Objetivos

El alumno será capaz de controlar las condiciones de operación del evaporador (temperatura, presión de vapor y presión de vacío) para obtener jugo concentrado de naranja.

6.3. Materiales y Reactivos

Por equipo de alumnos

6.3.1. Materia Prima

- 15 kg de naranja en el caso de llevar a cabo todo el proceso o bien
- 10 L de jugo de naranja comercial.

6.3.2. Reactivos

- NaClO preparar una solución a 200ppm de cloro activo

6.3.3. Material de Vidrio

- 5 Vasos de precipitados de 200 mL
- 1 Probeta 1L

6.3.4. Utensilios

- Extractor de jugo de naranja
- 10 Botes de plástico 1 L
- 2 Tinajas de plástico capacidad 10 L
- Cuchillos
- Vasos desechables del núm 1 los necesarios para la evaluación sensorial

6.3.5. Equipo de Laboratorio

- Refractómetro de mano escala 0-32 °Brix
- Refractómetro de mano escala 28-62 °Brix

- Refractómetro de mano escala 58-92 °Brix
- Termómetro de carátula

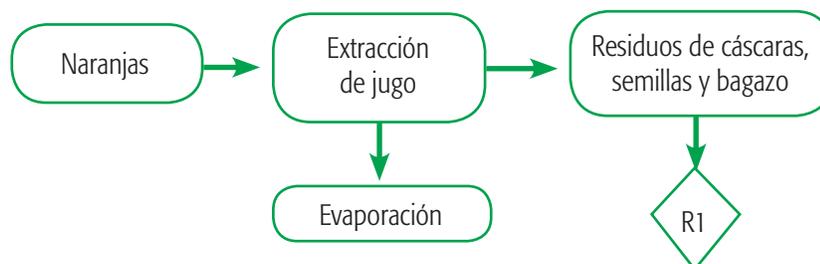
6.3.6. Equipo de la planta piloto de procesamiento de frutas y hortalizas

- Pasteurizador
- Evaporador al vacío

6. 4. Desarrollo Experimental

1. Lavar las naranjas con agua clorada a 200 ppm
 2. Cortar en mitades o bien pelar la naranja en función del extractor
 3. Extraer el jugo
 4. Pasteurizar a temperatura de 90 °C por 1 minuto en pasteurizador de placas y enfriamiento a 10 °C
- Si se utiliza jugo de naranja comercial para el proceso de concentración se omiten los puntos del 1 al 4
5. Medir el volumen del jugo y °Brix
 6. Introducir el jugo al evaporador por la válvula de alimentación.
 7. Operar el evaporador siguiendo los pasos del manual de operación (Anexo 2) y las instrucciones del profesor.
 8. Cuando se inicie el proceso de evaporación registrar la temperatura del equipo, la temperatura del jugo, la presión de vapor, la presión de vacío y el tiempo del proceso.
 9. Verificar el progreso de concentración del jugo mediante la determinación de °Brix en intervalos de tiempo de 5 minutos.
 10. Cuando el jugo haya alcanzado 50 °Brix, suspender el proceso de evaporación.
 11. Apagar el evaporador de acuerdo a las instrucciones del profesor.
 12. Descargar el jugo del equipo por la válvula de salida.
 13. Medir el volumen del jugo concentrado y determinar los °Brix finales.
 14. Envasar el jugo concentrado en los botes de plástico dejando un espacio de cabeza del 10%, congelar y almacenar por un periodo de 7 días.
 15. Reconstituir el jugo concentrado de naranja con agua potable a 10 °Brix (medir los volúmenes del jugo y agua) y evaluar su calidad comparando con dos marcas comerciales.

6.4.1. Manejo de residuos



R1= material orgánico, enviar a composteo

6.4.2. Evaluación de la calidad

1. Utilizar el jugo concentrado para preparar jugo diluido a una concentración de 10 °Brix.
2. Evaluar la calidad del producto contra dos productos comerciales mediante pruebas fisicoquímicas (% acidez y °Brix) y una evaluación sensorial mediante pruebas afectivas, que pueden realizarse aplicando una prueba de preferencia y/o de nivel de agrado.
 - a) Prueba de Preferencia

Ordenar un par o una serie de muestras iguales o diferentes de acuerdo a la apreciación personal o a una preferencia del consumidor de la siguiente manera:

 1. Ordenar de izquierda a derecha la muestra que se le presenta de mayor a menor preferencia.

O bien
 2. Indicar con secuencias numeradas del (1-4) ordenando de mayor a menor preferencia.
 - b) Prueba De Nivel de Agrado

Esta prueba tiene como objetivo localizar el nivel de agrado o de desagrado de una muestra específica. Se puede utilizar una escala hedónica estructurada o no estructurada, siendo importante los descriptores de los extremos de la escala así como el punto medio, siendo éste el punto de indiferencia de la muestra. Asignando un valor numérico a la escala, con la opción de modificar los niveles de la misma.

Escala Hedónica Estructurada

_____ Gusta muchísimo

_____ Gusta mucho

_____ Gusta moderadamente

_____ Gusta poco

_____ Me es indiferente

_____ Disgusta poco

_____ Disgusta moderadamente

_____ Disgusta mucho

_____ Disgusta muchísimo

Escala Hedónica No estructurada

Gusta

Indiferente

Disgusta

Considerar los atributos sensoriales de apariencia, sabor, color y olor.

Con los datos obtenidos realizar un análisis estadístico no paramétrico (Prueba de Friedman con un nivel de significancia de 5%) utilizando el paquete estadístico NCSS (<http://www.ncss.com>).

Con la D.M.S. construya el histograma de frecuencias.

6.5. Informe Técnico

El informe de los resultados se redactará considerando un formato de artículo de investigación (Anexo 3) u otro formato de informe acorde con las indicaciones del profesor.

Considerar:

1. Volumen y °Brix del jugo antes de concentrar.
2. Cuadro con los datos °Brix, temperatura del jugo, temperatura del evaporador, presión de vapor y presión de vacío en intervalos de 5 minutos.
3. Tiempo total del proceso, volumen y °Brix del jugo concentrado.
4. Calcular el volumen de jugo concentrado y volumen de agua potable para reconstituir jugo a 10 °Bx.

Cuestionario

1. Explique el fundamento de operación del evaporador al vacío, así como los parámetros de control que deben ser considerados para que el proceso sea eficiente.
2. Describa al menos otros dos métodos industriales para concentrar jugos.
3. Explique cuál es la importancia comercial de los jugos concentrados.
4. Haga una lista de cinco jugos y/o néctares que sean elaborados comercialmente con jugos y/o pulpas concentradas; reporte tipo de producto, ingredientes y marca.
5. Haga el diagrama del proceso de jugo concentrado de 65° Brix a partir de jugo natural.

Bibliografía

-  Brennan J.G. 2008. Manual de procesado de alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza, España. . ISBN 978-84-200-1099-1
-  Carpenter, R. y L. Hasdell. 2001. Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Segunda Edición. Ed. Acribia. Zaragoza España.
-  Cheftel J.D., H. Cheftel y P. Besacon 1992. Introducción a la bioquímica y tecnología de alimentos vol. II. Ed. Acribia. Zaragoza España.
-  Fellows, P.J. 2007. Food processing technology. Principles and practice. Second edition. Woodhead Publishing Limited. Cambridge, Reino Unido.
-  Sharma, S.K., Mulvaney, S.J. y Rizvi, S.S.H. 2003. Ingeniería de alimentos. Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio. Edit. Limusa Wiley. México.

Práctica 7

Tecnología para la elaboración de mermeladas

7.1. Introducción

La mermelada de fruta es un producto semifluido o espeso que se obtiene por la cocción y concentración de la fruta entera, troceada, pulpa o mezcla de pulpa y jugo de fruta, con la adición de azúcares y/o jarabes, ácido cítrico y pectina. La proporción mínima del contenido de fruta debe ser del 40%; de azúcar, máximo del 60% y para el producto final, el contenido de sólidos solubles totales de un mínimo de 64% según la legislación nacional o internacional. A las mermeladas también se les puede adicionar un conservador (sorbato de potasio o benzoato de sodio).

La tecnología de elaboración de mermeladas se fundamenta en la formación de un gel mediante la relación pectina-ácido-azúcar a un pH de 3.0 a 3.5 y al menos el 55% de azúcar. En condiciones ácidas, la gelificación de pectinas de alto metoxilo (más de 50 a 80% de grado de esterificación) se efectúa al formar zonas de unión por puentes de hidrógeno e interacciones hidrofóbicas entre grupos metil éster de dos cadenas de unidades de ácido galacturónico adyacentes (pectinas). Estas zonas de unión son reforzadas por los puentes de hidrógeno que forma la sacarosa con las unidades de ácido galacturónico.

Para la gelificación de las pectinas de bajo metoxilo (20 a 50% de grado de esterificación) se requiere de iones divalentes como el calcio y valores de pH cercanos a la neutralidad (6.5). Los grupos carboxilo libres de dos cadenas de unidades de ácido galacturónico adyacentes (pectinas) forman uniones electrostáticas con los iones calcio. Se forma una red de gel fuerte y estructura firme, y con menos posibilidad de que se presente la sinéresis (extracción o expulsión de un líquido de un gel).

Durante el proceso de elaboración de la mermelada es importante el control de la temperatura y el tiempo para evitar defectos en el producto como consistencia poco firme, cambio de color y cristalización.

7.2. Objetivos

- El alumno será capaz de seleccionar y aplicar las operaciones preliminares necesarias para elaborar la mermelada.
- El alumno será capaz de formular y controlar las condiciones de operación del proceso de elaboración de la mermelada.
- El alumno será capaz de evaluar la calidad de la mermelada comparando con al menos dos productos de marca comercial con base en las especificaciones físicas, químicas y sensoriales de la norma mexicana (NMX) y norma internacional de la Comisión del Codex Alimentarius (FAO/OMS) para el producto elaborado.

7.3. Materiales y reactivos

Por equipo de alumnos

7.3.1. Materia prima

Fruta con madurez hortícola (también llamada de corte o comercial): durazno, fresa, naranja, piña, etcétera.

7.3.2. Reactivos

- NaClO (200ppm)
- Solución de hidróxido de sodio 0.1N
- Fenoltaleína al 1%
- Soluciones amortiguadoras de pH 4 y 7
- 2 Garrafones de agua potable (grupo)
- 2 Litros de agua destilada

- Sorbato de potasio o benzoato de sodio grado alimentario
- Ácido cítrico grado alimentario
- Pectina de alto metoxilo (rapid set)
- Azúcar refinada

7.3.3. Material de vidrio

- 1 Probeta de 1L de plástico
- 3 Vasos de precipitados de 100 mL
- 3 Matraces Erlenmeyer de 125 mL
- 1 Probeta de 100 mL
- 1 Bureta de 25 mL
- 4 Pipetas de 5 mL
- 1 Piseta
- 4 m de manta de cielo o gasa
- 1 Par de guantes de asbesto
- 40 Frascos de vidrio de 500 g con tapa

7.3.4. Utensilios

- 3 Cuchillos de acero inoxidable
- 3 Peladores manuales
- 1 Cuchara de madera grande
- 1 Cuchara de peltre
- 2 Tablas de madera

7.3.5. Equipo de laboratorio

- 1 Balanza de precisión portátil digital de 3.1kg \pm 0.01
- 1 Potenciómetro
- 2 Refractómetros de 0 – 32 °Bx y 58 – 92 °Bx
- 2 Termómetros de 0 – 110 °C
- 1 Termómetro de carátula
- 1 Cuatripié
- 2 Mecheros Fisher
- 3 m de manguera y una unión T
- 1 Batidora de inmersión
- 1 Soporte universal
- 1 Pinzas para bureta
- 2 Propipetas
- 1 Parrilla eléctrica con control de temperatura y agitación
- 2 Barras magnéticas

7.3.6. Equipo de planta piloto de procesamiento de frutas y hortalizas

- Despulpadora con un tamiz de 0.5 mm de abertura de malla
- Marmita
- Báscula de 10 kg

7.3.7. Materiales y reactivos para la evaluación de la calidad y análisis sensorial a la mermelada (segunda sesión).

Por equipo de alumnos

7.3.8. Materia prima

Mermelada elaborada y dos productos de marca comercial

7.3.9. Reactivos

- Solución de hidróxido de sodio 0.1N
- Fenolftaleína al 1%
- Soluciones amortiguadoras de pH 4 y 7
- 2 Litros de agua destilada

7.3.10. Material de vidrio

- 3 Vasos de precipitados de 1L
- 3 Matraces Erlenmeyer de 125 mL
- 1 Probeta de 100 mL
- 1 Bureta de 25 mL
- 3 Pipetas de 5 mL
- 1 Piseta
- 2 m de manta de cielo o gasa

7.3.11. Utensilios

- 20 Platos de plástico desechables
- 20 Cucharas de plástico desechables

7.3.12. Equipo de laboratorio

- 1 Balanza de precisión portátil digital de 3.1kg \pm 0.01
- 1 Potenciómetro
- 1 Refractómetro de 58 -92°Bx
- 1 Termómetro de carátula
- 1 Batidora de inmersión
- 1 Soporte universal
- 1 Pinzas para bureta

- 3 Propipetas
- 1 Parrilla eléctrica con control de temperatura y agitación
- 2 Barras magnéticas
- 1 Vernier

7.4. Desarrollo experimental

7.4.1. Aplicación de operaciones preliminares a la materia prima

- Preseleccionar la fruta adecuada para el proceso.
- Seleccionar por estado de madurez comercial.
- Pesar la fruta.
- Lavar con agua clorada (200 ppm).

Con base en las características de la fruta:

- Escaldar (si es necesario), pelar, reducir de tamaño y despulpar.
- Pesar la pulpa.

7.4.2. Preparación de la fruta para la presentación final

- Trozos de pulpa

Si la mermelada es con trozos de pulpa, éstos se someten a cocción en un jarabe de sacarosa de 70% de sólidos solubles totales, se escurren y se adicionan a la mermelada.

- Tirillas de cáscaras de cítricos

Para la mermelada de naranja, ésta se escalda en agua en ebullición hasta que la cáscara presente una consistencia esponjosa. El cítrico se pela y la cáscara se corta en tirillas y éstas se sumergen en agua en ebullición por 30 minutos para eliminar aceites esenciales y glucósidos amargos. Las tirillas se enjuagan con agua potable, se escurren y se adicionan a la mermelada.

7.4.3. Formulación de la mermelada

- Determinar sólidos solubles totales, acidez titulable y pH a la pulpa o jugo.
- Formular la mermelada con base en las especificaciones de la NMX con un mínimo de 40% de pulpa o jugo para obtener un producto final con un mínimo de 64% de sólidos solubles totales (para fresa, durazno, naranja y piña).

7.4.4. Cocción, pasteurización y concentración de la pulpa o jugo

La concentración de sólidos por ebullición se realiza a temperaturas de 85 a 92 °C durante periodos de 20 a 30 minutos.

- Adicionar a la marmita la pulpa y la mitad del azúcar, mezclar e iniciar el calentamiento.
- Al inicio de la etapa de ebullición, adicionar la mitad de azúcar restante mezclada con la pectina (1.0%).
- Adicionar el resto del azúcar con el ácido cítrico (si es necesario, máximo 0.20% de ácido cítrico) hasta su completa disolución.
- Adición de tirillas de cáscaras de cítrico o trozos de pulpa según el caso (opcional).
- Continuar la ebullición hasta que la mermelada tenga 64% de sólidos solubles totales y un pH de 3.0 a 3.5.
- Adicionar 0.02% de sorbato de potasio o benzoato de sodio como conservador (opcional) y mezclar completamente.

7.4.5. Llenado y cerrado

- Inmediatamente después de la concentración, adicionar la mermelada a los frascos de vidrio, llenar dejando un espacio libre del 6% y tapar.
- Dejar enfriar los frascos a temperatura ambiente para favorecer la formación del gel.

7.4.6. Muestreo y almacenamiento

- Tomar una muestra al azar (mínimo dos frascos de vidrio) para almacenarla por 72 horas.

7.4.7. Evaluación de la calidad a la mermelada elaborada y a productos de marca comercial

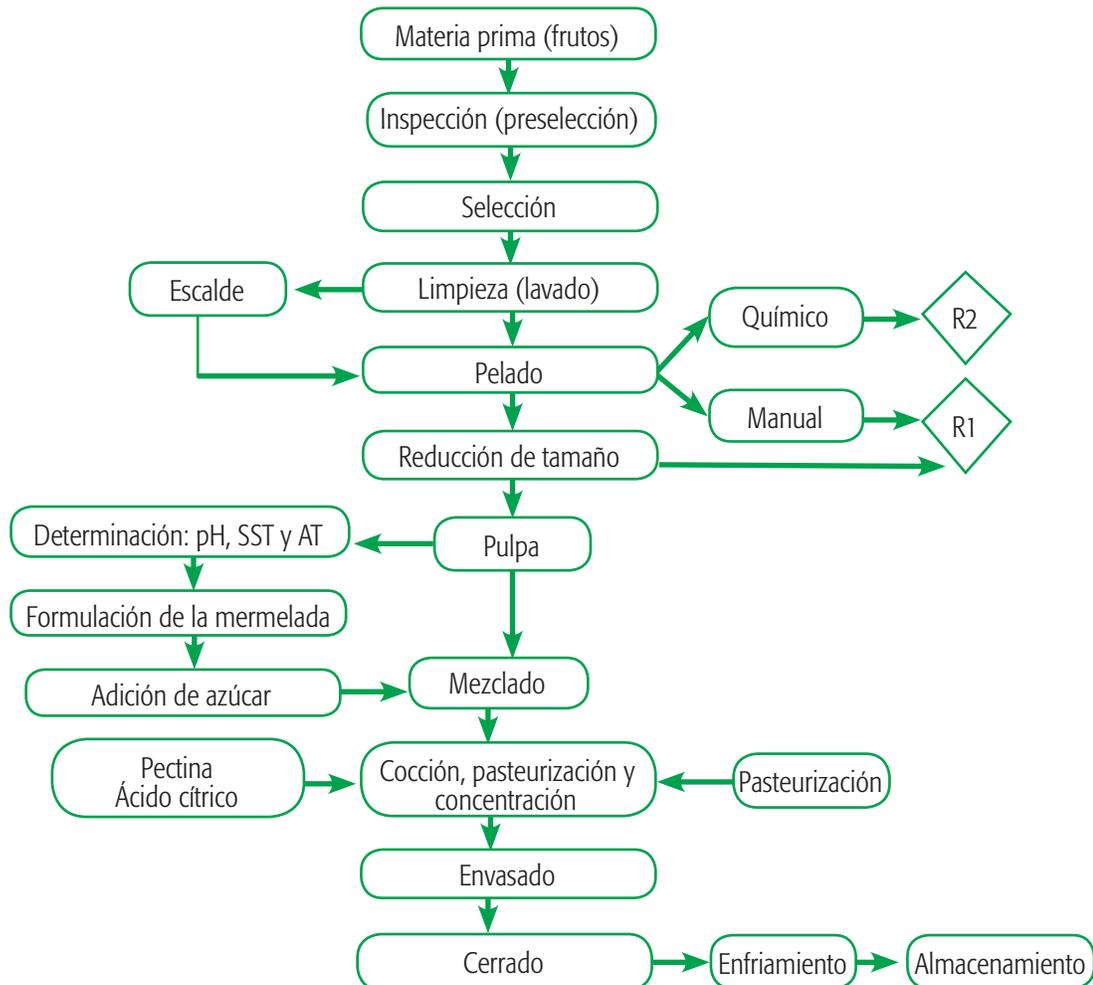
- Evaluar la calidad de la mermelada elaborada y de dos productos de marca comercial con base en las especificaciones físicas y químicas de la norma mexicana (MXN) y la norma del Codex Alimentarius (peso bruto, vacío, peso neto, espacio de vacío, pH, sólidos solubles totales y acidez titulable).

7.4.8. Análisis sensorial a la mermelada elaborada y a productos de marca comercial

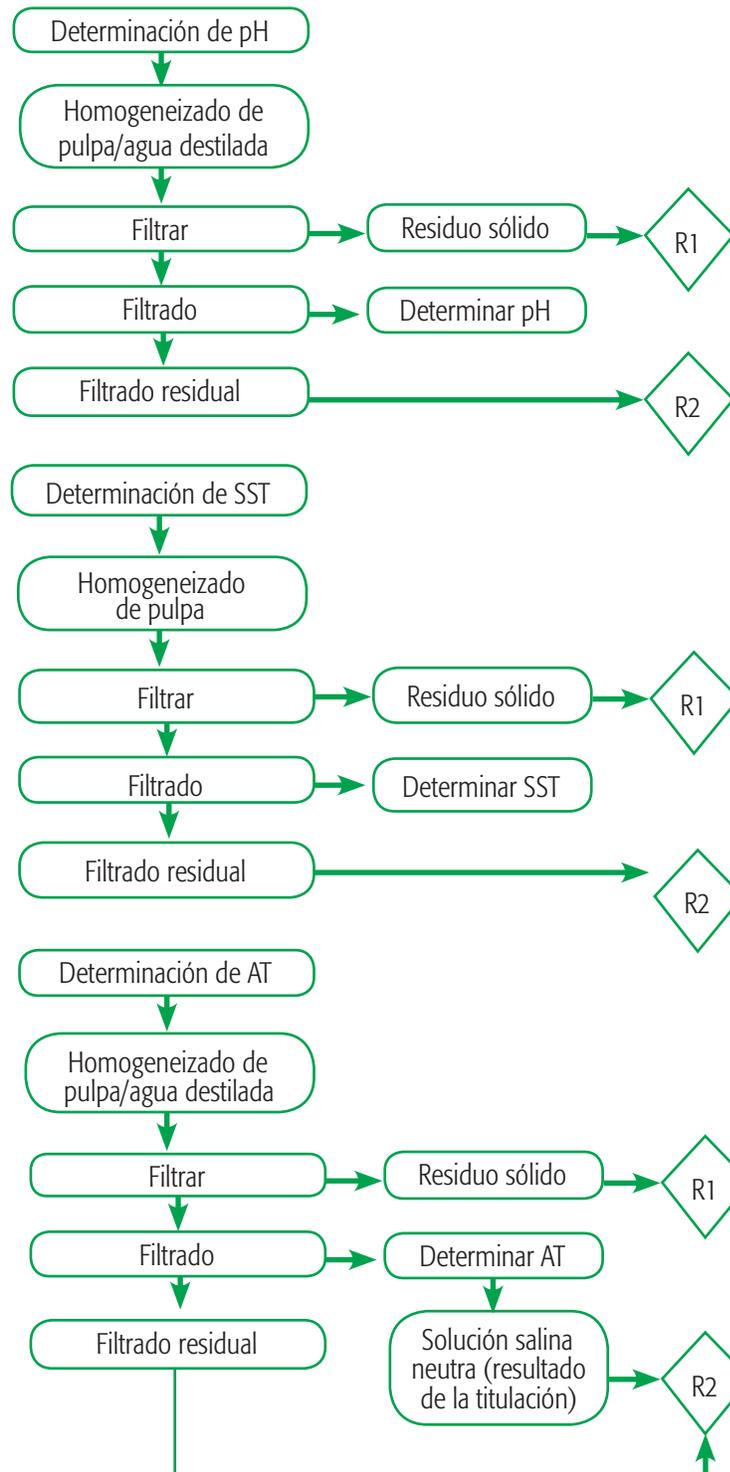
- Realizar el análisis sensorial a la mermelada elaborada y a dos productos de marca comercial, considerando una escala hedónica de 7 puntos y trazar la gráfica radial (véase sección 4.4.2 punto 3).

7.4.9. Manejo de residuos

Manejo de residuos durante la elaboración de mermeladas.



Manejo de residuos durante la determinación de pH, sólidos solubles totales y acidez titulable.



SST= Sólidos solubles totales; AT= Acidez titulable

R1: Cáscaras, semillas y/o pedúnculos (pelado) y residuo sólido (reducción de tamaño) enviar a composteo.

R2: Neutralizar sosa cáustica (pelado cáustico) y desechar en el drenaje con abundante agua; solución salina neutra resultado de la titulación y filtrado residual desechar en el drenaje con agua.

7.5. Informe técnico

El informe de los resultados se redactará considerando un formato de artículo de investigación u otro formato de informe acorde con las indicaciones del profesor.

Considerar:

1. Cálculos de rendimiento de la materia prima al producto final.
2. Cálculos del balance de materia para la formulación de la mermelada y agua evaporada.
3. Escribir los resultados de la evaluación de la calidad de la mermelada elaborada y de los dos productos de marca comercial en el cuadro siguiente, proponer un título y analizar los resultados.

Cuadro 7.1

Atributo de calidad	Mermelada elaborada	Mermelada de marca comercial	Límites permitidos NMX	Límites permitidos Norma Codex A.
Peso bruto (g)				
Vacío (kPa/mm Hg)				
Espacio de cabeza (%)				
Peso neto (g)				
Contenido de pulpa (%)				
Contenido de azúcar (%)				
pH				
Sólidos solubles totales (%)				
Acidez titulable (%)				

4. Incluir la gráfica radial del análisis sensorial.
5. Diseñar una etiqueta para la mermelada elaborada.

Cuestionario

1. Explique las diferencias que hay entre una mermelada, jalea y ate.
2. Durante la elaboración de la mermelada, en qué momento se forma el gel y cuáles son las condiciones necesarias para que se forme.
3. Escriba la clasificación de las pectinas y su aplicación.
4. Proponga un diagrama de bloques para la elaboración de una mermelada baja en calorías.
5. Explique la causa de los siguientes defectos: sinéresis, cristalización, cambio de color y mermelada poco firme.
6. En un cuadro registre los peligros (incluya su clasificación: física, química o microbiológica) que pueden presentarse en cada etapa del proceso. Y en un diagrama de bloques del proceso marque los puntos críticos de control (PCC), los límites críticos y acción preventiva para cada uno de ellos.

Bibliografía

-  Baker R. A., Berry N., Hui Y.H. y Barrett D. M. 2005. Fruit preserves and jams. En: *Processing fruits*. Editores Barrett D.M, Somogyi L., Ramaswamy H. Segunda edición CRC Press, LLC. Nueva York, E.U. 113-125.
-  Codex Alimentarius Commission. 2009. Codex standard for jams, jellies and marmalades (CODEX STAN 296-2009). FAO/WHO. Roma, Italia. 10 p.
-  Dirección General de Normas, SE. 1982. Alimentos para humanos. Frutas y derivados. Norma mexicana para mermelada de fresa, NMX-F-131-1982. Secretaría de Economía. México. 6 p.
-  Dirección General de Normas, SE. 1982. Alimentos para humanos. Frutas y derivados. Norma mexicana para mermelada de durazno, NMX-F-130-1982. Secretaría de Economía. México. 6 p.
-  Dirección General de Normas, SE. 1982. Alimentos para humanos. Frutas y derivados. Norma mexicana para mermelada de naranja, NMX-F-128-1982. Secretaría de Economía. México. 9 p.
-  Dirección General de Normas, SE. 1982. Alimentos para humanos. Frutas y derivados. Norma mexicana para mermelada de piña, NMX-F-127-1982. Secretaría de Economía. México. 9 p.
-  Fellows P. J. 2008. *Food processing technology. Principles and practice*. Segunda edición. Woodhead Publishing Limited. Cambridge, Reino Unido. 575 p.
-  Levaj B., Bunić N., Dragović-Uzelac V., y Kováček D. B. 2010. Gel strength and sensory attributes of fig (*Ficus carica*) jams and preserves as influenced by ripeness. *Journal of Food Science* 75(2):120-124.
-  Lopes da Silva J.A. y Rao M.A. 2006. Pectin: Structure, functionality, and uses. En: *Food polysaccharides and their applications*. Editor Stephen A. M. Segunda edición. Edition, Marcel Dekker, Inc. New York, E.U. 351-389.
-  Rauch, G. H. 1987. Fabricación de mermelada. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 199 p.
-  UNE-EN-ISO. 2005. Sistemas de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos. Requisitos para Cualquier Organización en la Cadena Alimentaria. UNE-EN ISO 22000. AENOR (ISO 22000:2005), Madrid, España. 44 p.

Práctica 8

Deshidratación de frutas

8.1. Introducción

La deshidratación es la operación unitaria mediante la cual se elimina la mayor parte del agua de los alimentos. El objetivo principal de esta operación es prolongar la vida útil de los alimentos por reducción de su actividad de agua, lo que permite la inhibición del crecimiento microbiano y de la actividad enzimática.

Con base en el método aplicado para remover el agua del alimento, los procesos de deshidratación se pueden clasificar en: 1) deshidratación térmica, 2) deshidratación osmótica y 3) eliminación mecánica del agua. En la deshidratación térmica, el proceso más común es la deshidratación con aire caliente, mientras que en la deshidratación osmótica se aplica una solución hipertónica (jarabes, salmueras u otros agentes osmóticos). En la eliminación mecánica del agua, se aplican fuerzas de compresión al producto (prensado).-

En la deshidratación con aire caliente existen cuatro factores interrelacionados que controlan la capacidad del aire para eliminar agua de un vegetal: 1) cantidad de vapor de agua que contiene el aire, 2) temperatura del aire, 3) velocidad de aire que pasa sobre el alimento y 4) cantidad o volumen de éste. Durante la deshidratación de un vegetal con aire caliente (temperatura y humedad relativa constante), el contenido de humedad del vegetal cambia con el tiempo de secado hasta que alcanza el contenido de humedad en equilibrio. Con los datos de variación del contenido de humedad del producto con respecto al tiempo de deshidratación, se construye la gráfica que representa la curva de deshidratación.

En la deshidratación con aire caliente, se puede aplicar previamente la deshidratación osmótica a la fruta u hortaliza con el propósito de reducir el consumo de energía y tiempo de proceso, así como mejorar el sabor, color y textura de los productos deshidratados.

8.2. Objetivos

- El alumno será capaz de seleccionar y aplicar las operaciones preliminares necesarias para deshidratar frutas. Así como, justificar los procesos de deshidratación seleccionados.
- El alumno será capaz de construir e interpretar la curva de deshidratación de la fruta seleccionada.
- El alumno será capaz de identificar los atributos físicos y químicos de calidad para el producto deshidratado y con base en éstos comparar con al menos dos productos de marca comercial.

8.3. Materiales y reactivos

Por equipo de alumnos

8.3.1. materia prima

Fruta con madurez hortícola (también llamada de corte o comercial): manzana, piña, mango, plátano, etcétera.

8.3.2. Reactivos

- NaClO (200ppm)
- 1 garrafón de agua potable (grupo)
- 2 Litros de agua destilada
- Ácido cítrico grado alimentario
- Ácido ascórbico grado alimentario

- Metabisulfito de sodio grado alimentario
- Azúcar refinada

8.3.3. Material de vidrio

- 1 probeta de 1L de plástico
- 1 vaso de precipitados de 1 L
- 1 matraz aforado de 1 L
- 1 probeta de 100 mL
- 1 piseta
- 4 m de manta de cielo o gasa
- 1 par de guantes de asbesto

8.3.4. Utensilios

- 3 cuchillos de acero inoxidable
- 3 peladores manuales
- 1 cuchara de madera grande
- 2 tablas de madera
- 10 bolsas de celofán de 100 g de capacidad
- 1 rollo de papel aluminio

8.3.5. Equipo de laboratorio

- 1 Balanza de precisión portátil digital de $3.1\text{ kg} \pm 0.01$
- 2 Desecadores de 240 mm de diámetro (grupo)
- 2 Termómetros de 0 – 110°C
- 1 Refractómetro de 58 – 92°Bx
- 1 Termómetro de carátula
- 1 Cuatripié
- 2 Mecheros Fisher
- 3 m de manguera y una unión T
- 4 Pinzas para pan
- 30 charolas de 12 cmX12 cm a peso constante

8.3.6. Equipo de planta piloto de procesamiento de frutas y hortalizas

- Deshidratador de charolas o de armario
- Estufa
- Báscula de 10kg

8.3.7. Materiales y reactivos para la evaluación de la calidad y análisis sensorial a la fruta deshidratada (segunda sesión).

Por equipo de alumnos

8.3.8. Materia prima

Fruta deshidratada y dos productos de marca comercial

8.3.9. Reactivos

- 2 Litros de agua destilada

8.3.10. Utensilios

- 10 platos de plástico desechables
- 10 tenedores de plástico desechables

8.3.11. Equipo de laboratorio

- 1 Balanza de precisión portátil digital de 3.1kg \pm 0.01

8.4. Desarrollo experimental

8.4.1. Aplicación de operaciones preliminares a la materia prima

- Preseleccionar la fruta adecuada para el proceso.
- Seleccionar por estado de madurez de acuerdo a las instrucciones del profesor.
- Pesar la fruta.
- Lavar con agua clorada (200 ppm).

8.4.2. Curva de deshidratación

- Preparar 30 charolas de aluminio a peso constante y numerarlas.
- Pelar, cortar la fruta y obtener 30 rodajas de aproximadamente 20 g y 1 cm de grosor.
- Colocar las rodajas en las charolas de aluminio y registrar el peso.
- Colocar las charolas con las rodajas en el deshidratador a la temperatura recomendada para cada fruto, acorde a las instrucciones del profesor.
- Durante la deshidratación, retirar las muestras numeradas en los tiempos indicados en el cuadro 8.1 y colocarlas en el desecador por 30 minutos, inmediatamente después pesarlas y, depositarlas en una estufa a la temperatura del deshidratador por 24 horas, después de ese tiempo se vuelve a determinar el peso.
- Registrar la temperatura de bulbo seco y de bulbo húmedo del deshidratador cada vez que se retiren las muestras.
- Construir la curva de secado con los datos del contenido de humedad de las rodajas de manzana a los tiempos de deshidratación establecidos.

Cuadro 8.1. Tiempos de deshidratación

Tiempo min	Muestras	Tiempo (horas)	Muestras
0	1, 2, 3	3	16, 17 y 18
30	4, 5, 6	4	19, 20 y 21
60	7, 8, 9	5	22, 23 y 24
90	10, 11, 12	6	25, 26 y 27
120	13, 14, 15	7	28, 29 y 30

8.4.3. Preparación y tratamiento químico de las rodajas de fruta

- Pelar y cortar la fruta en rodajas de aproximadamente 1 cm de grosor.
- Pesar las rodajas.
- Tratamiento químico: Sumergir las rodajas en una solución con ácido cítrico al 1%, ácido ascórbico al 0.2% y 0.600 g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ (para generar 202 ppm de SO_2) por 10 minutos y escurrirlas.

8.4.4. Deshidratación osmótica

- Cubrir completamente las rodajas de fruta con azúcar en una relación 1:2 (p/p). El tiempo de deshidratación osmótica es el recomendado para el producto hortofrutícola en particular.
- Retirar las rodajas del medio osmótico, colocarlas en un colador, enjuagar con agua y escurrir.

8.4.5. Deshidratación con aire caliente

- Colocar las rodajas en las charolas del deshidratador a la temperatura y por el tiempo necesario para que las rodajas tengan una humedad final acorde a la curva de secado.
- Dejar enfriar las rodajas a temperatura ambiente.
- Pesar el producto deshidratado.

8.4.6. Envasado

- Envasar las rodajas deshidratadas en bolsas de celofán de 100 g de capacidad.

8.4.7. Muestreo y almacenamiento

- Tomar una muestra al azar (mínimo dos bolsas) para almacenarla por 72 horas.

8.4.8. Evaluación de la calidad a las rodajas deshidratadas y a productos de marca comercial

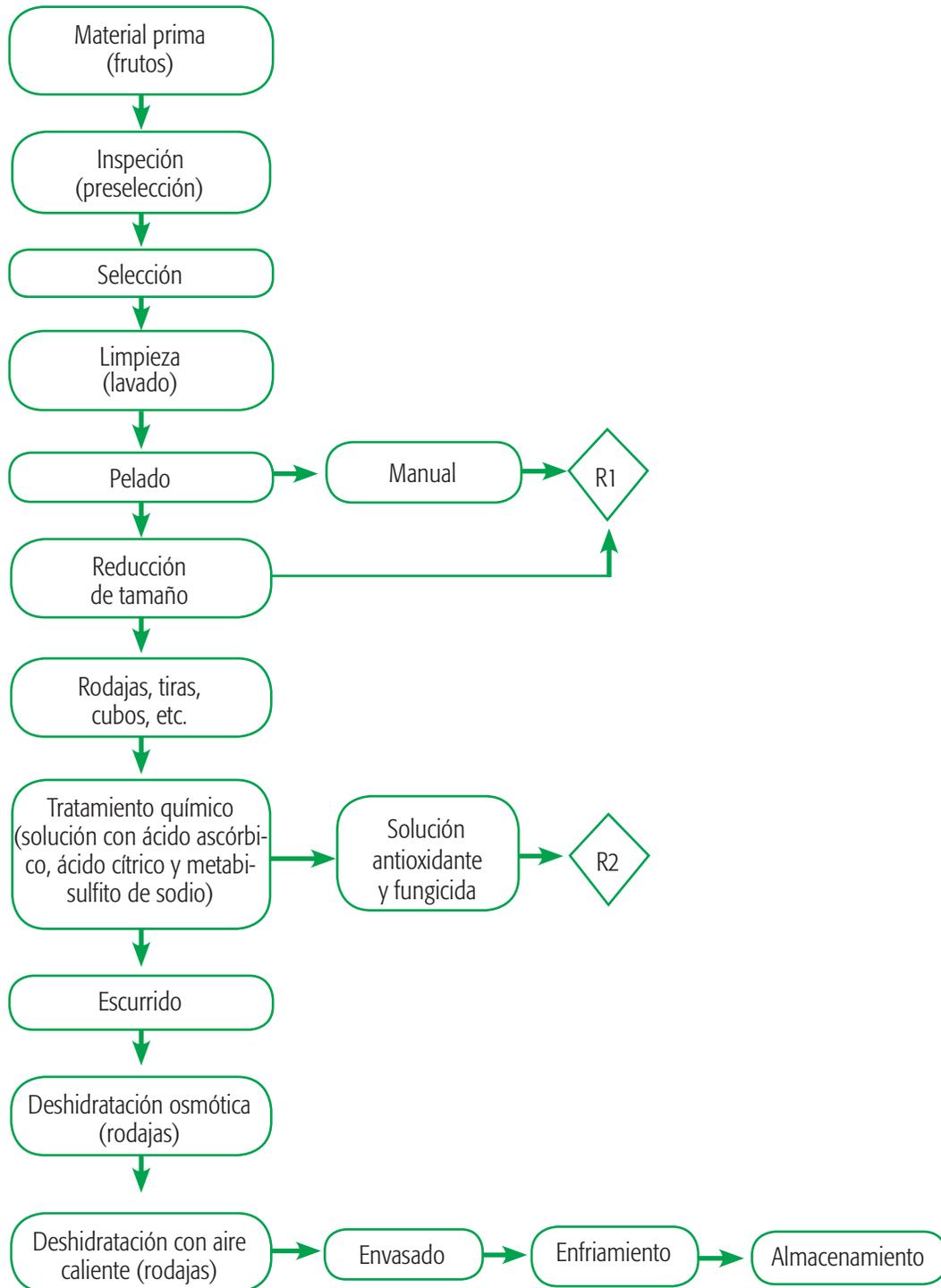
- Evaluar la calidad de las rodajas deshidratadas y de dos productos de marca comercial con base en los factores de calidad físicos y químicos identificados en el producto final de acuerdo a las indicaciones del profesor.

8.4.9. Análisis sensorial a las rodajas deshidratadas y a productos de marca comercial.

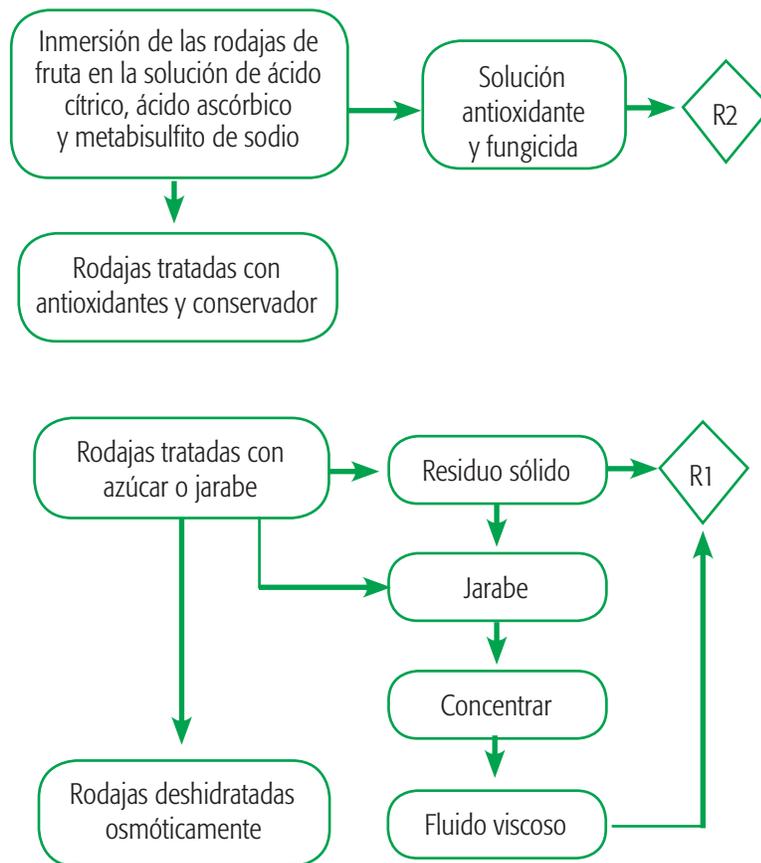
- Realizar el análisis sensorial a las rodajas de fruta deshidratada y a dos productos de marca comercial, considerando una escala hedónica de 7 puntos y trazar la gráfica radial (véase sección 4.4.2 punto 3).

8.4.10. Manejo de residuos

Manejo de residuos durante el proceso de deshidratación de frutas.



Manejo de residuos durante el tratamiento químico de las rodajas de fruta y deshidratación osmótica de las mismas.



R1: Cáscaras, semillas y/o pedúnculos (pelado), residuo sólido y fluido viscoso de azúcar enviar a composteo.

R2: Solución antioxidante y fungicida (concentración muy baja) depositarla en un recipiente adecuado para su tratamiento posterior.

8.5. Informe técnico

El informe de los resultados se redactará considerando un formato de artículo de investigación u otro formato de informe acorde con las indicaciones del profesor.

Considerar:

1. Cálculo de rendimiento de la materia prima al producto final (fruta/producto deshidratado).
2. Cálculo del contenido de humedad en las muestras a los diferentes tiempos de deshidratación, en base húmeda (b_h) y en base seca (b_s).

$$CH_{bh} = \frac{\text{masa de agua en la muestra (g agua)}}{\text{masa total de la muestra húmeda (g muestra húmeda)}}$$

Donde:

CH_{bh} = Contenido de humedad de la muestra en base húmeda, expresado en g de agua/g de muestra húmeda

$$CH_{bs} = \frac{\text{masa de agua en la muestra (g agua)}}{\text{masa de sólidos secos (g sólidos secos)}}$$

Donde:

CH_{bs} = Contenido de humedad de la muestra en base seca, expresado en g de agua/g de sólidos secos

3. Cálculo del porcentaje de humedad para cada muestra a los diferentes tiempos de deshidratación.
4. Escribir la media de los valores de los resultados para cada parámetro en el siguiente cuadro, proponer un título y analizar los resultados.

Cuadro 8.2.

Tiempo de deshidratación (min)	Peso muestra al tiempo de deshidratación (g)	Contenido de humedad Base húmeda (g agua/g muestra húmeda)	Contenido de humedad Base seca (g agua/g sólidos secos)	Porcentaje de humedad %

5. Construir la curva de secado con los datos de: g de agua/ g de sólidos secos con respecto a los tiempos de secado (min).
6. Escribir los resultados de la evaluación de la calidad y análisis sensorial de las rodajas de fruta deshidratada y de los productos de marca comercial en el siguiente cuadro, proponer un título y analizar los resultados.
7. Con los resultados obtenidos en las curvas de deshidratación (testigos y muestras con azúcar) aplique "T de student" para muestras independientes y analice si hay diferencia significativa entre ambos tratamientos.

Cuadro 8.3

Atributo de calidad	Producto deshidratado	Producto deshidratado de marca comercial
Humedad (%)		
Apariencia visual		
Color		
Olor		
Sabor		
Ausencia/presencia de carga microbiana		

8. Incluir la gráfica radial del análisis sensorial.
9. Diseñar una etiqueta para el producto deshidratado.

Cuestionario

1. Explique la importancia de la determinación de la temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo en el deshidratador.
2. Explique para qué se utilizan las curvas de sorción en los procesos de deshidratación.
3. Escriba los factores que influyen en el tiempo de secado.
4. Escriba la clasificación de los métodos de deshidratación con aire caliente y equipo que se utiliza.
5. Proponga un diagrama de bloques para la deshidratación del chile poblano a nivel comercial.
6. En un cuadro registre los peligros (incluya su clasificación: física, química o microbiológica) que pueden presentarse en cada etapa del proceso. Y en un diagrama de bloques del proceso marque los puntos críticos de control (PCC), los límites críticos y acción preventiva para cada uno de ellos.

Bibliografía

-  Brennan, J. G., Butters, J. R., Cowell, N.D. y Lilley, A. E. V. 1998. Deshidratación. En: *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*, tercera edición, Editorial Acribia, Zaragoza, España. 377- 423.
-  Doymaz I. e Ismail O. 2010. Drying and Rehydration Behaviors of Green Bell Peppers. *Food Science and Biotechnology* 19(6): 1449-1455.
-  Fellows P. J. 2008. Food processing technology. Principles and practice. Segunda edición. Woodhead Publishing Limited. Cambridge, Reino Unido. 575 p.
-  Hui, Y.H, Clary, C., Farid, M. M., Fasina, O. O., Noomhorm, A. y Welti-Chanes, J. 2008. *Food drying: Science and technology (Microbiology, Chemistry, Applications)*. DEStech Publications, Inc., Pennsylvania, Estados Unidos de América. 792 p.
-  Tang, J. y Yang, T. 2004. Dehydrated vegetables. En: *Handbook of vegetable preservation and processing*. Editores Hui, Y.H, Ghazala, S. Graham. D.M., Murrell, K.D., Nip, W. K. Marcel Dekker. Nueva York, Estados Unidos de América. 335-393.
-  UNE-EN-ISO. 2005. Sistemas de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos. Requisitos para Cualquier Organización en la Cadena Alimentaria. UNE-EN ISO 22000. AENOR (ISO 22000:2005), Madrid, España. 44 p.

Práctica 9

Congelación

9.1. Introducción

La congelación es una tecnología de conservación de los alimentos que permite mantener casi inalteradas las características originales de los alimentos por periodos prolongados de tres meses a dos años en función de la temperatura de almacenamiento.

El valor nutricional de las frutas y hortalizas congeladas está en función de la temperatura de almacenamiento y de las operaciones previas a la congelación tales como el escalde en las hortalizas en la que se afectan principalmente las vitaminas B y C con una disminución del 10 al 30% dependiendo del producto, del método y el tiempo del escalde. Durante el almacenamiento congelado la retención de vitamina C en frutas y hortalizas es estable en condiciones de almacenamiento de -10°C a -20°C , siendo aun más estables las vitaminas del complejo B.

La congelación es un proceso que consta de tres etapas; el enfriamiento del alimento desde la temperatura de ingreso al congelador hasta alcanzar el punto de congelación, extracción del calor latente y enfriamiento del producto hasta la temperatura final. La nucleación y formación de los cristales de hielo, el crecimiento y la dimensión de los mismos dependerá de la velocidad de congelación.

Durante el almacenamiento de los alimentos congelados la calidad se modifica gradualmente, estos cambios están en función de la naturaleza del alimento y su calidad en el momento de la congelación, de las operaciones preliminares, el método de congelación (lento o rápido), el material del envase, la temperatura de almacenamiento así como sus fluctuaciones y la duración del almacenamiento.

Las frutas se congelan de diversas formas ya sea enteras, en mitades o en rodajas con otros ingredientes, con azúcar o en jarabe. La mayor parte de la fruta congelada es utilizada en la industria de la transformación para productos tales como conservas, pulpa de frutas, jugos y bebidas, así como fruta para la preparación de yogurts.

La mayoría de las hortalizas pueden ser congeladas exitosamente tales como los chícharos, ejotes, espinacas coles de bruse-las, coliflores, brócoli y maíz dulce, así como las papas siendo éstas las de mayor comercialización.

9.2. Objetivos

El alumno será capaz de aplicar y comparar la velocidad de congelación del método lento y rápido en la calidad final del producto congelado.

9.3. Materiales y Reactivos

Por equipo de alumnos

9.3.1. Materia prima

Materia prima. 2 kg de los siguientes frutos con los que se desee trabajar: chabacano, durazno, fresa, guayaba, mango, manzana, plátano.

1 kg de azúcar refinada por especie de fruta a congelar.

9.3.2. Reactivos

- NaClO a 200ppm de cloro activo
- 20 g de ácido ascórbico grado alimentario
- 1 Garrafón de 20 L de agua potable

9.3.3 Material de Vidrio

- 1 Vaso de precipitados de 1000 mL
- 1 Matraz aforado de 1000 mL

9.3.4. Utensilios

- Coladores de plástico
- Cuchillos de acero inoxidable
- Cucharas de madera o acero inoxidable
- Tabla de madera o plástico
- Pelador manual
- Tinas de plástico
- 6 botes de plástico de 500 mL con tapa

9.3.5. Equipo de Laboratorio

- Tanque con nitrógeno líquido
- Contenedores Nalgene de 4 L
- Refractómetro de mano escala de 0-32 °Brix
- Refractómetro de mano escala de 58-92 °Brix
- Balanza de precisión portátil digital 3.1 kg \pm 0.01
- Termómetro de carátula

9.3.6. Equipo de la planta piloto de procesamiento de frutas y hortalizas

Congelador a temperatura de -5° C

9.4. Desarrollo Experimental

Operaciones Preliminares

1. Seleccionar la fruta por estado de madurez, tamaño, forma y color uniformes y pesarla.
2. Lavar la fruta con agua clorada 200 ppm.
3. Pelar las frutas que así lo requieran.
4. Descorazonar o deshuesar aquellas frutas que lo requieran.
5. Reducir de tamaño de acuerdo a la presentación deseada.
6. Sumergir las frutas con actividad de polifenoloxidasas en una solución de ácido ascórbico al 0.2% por tres minutos. Escurrir eliminando el exceso de agua.

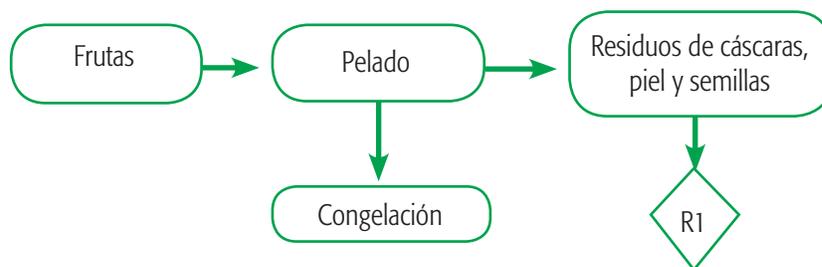
9.4.1. Congelación de fruta con sacarosa

1. Colocar en un recipiente 1 kg de fruta y espolvorear 250 g de sacarosa.
2. Mezclar y permitir que el jugo propio de la fruta se libere.
3. Colocar la fruta en las cubetas térmicas nalgene y adicionar nitrógeno líquido hasta congelar la fruta.
4. Envasar en botes de plástico de 500 mL dejando un espacio de cabeza de 15%, marcar el nivel del volumen del producto y cerrar herméticamente.
5. Colocar los envases en el congelador y registrar la temperatura.
6. Almacenar durante 7 días.
7. Determinar el aumento de volumen inmediatamente antes de descongelar.
8. Descongelar de acuerdo al método de elección: temperatura ambiente, refrigeración o microondas.
9. Determinar los °Brix de la fruta y el jarabe descongelado.
10. Pesar la fruta descongelada; pesar y medir el volumen del jarabe descongelado.

9.4.2. Congelación de fruta en almibar

1. Preparar un litro de jarabe de 25°Bx.
2. Pesar 300 g de fruta, adicionar el jarabe, envasar en los botes de plástico con 200 g de jarabe dejando un espacio de cabeza de 15%, cerrar herméticamente. Realizar por duplicado.
3. Congelar y registrar la temperatura del congelador.
4. Almacenar durante 7 días.
5. Descongelar de acuerdo al método de elección: temperatura ambiente, refrigeración o microondas.
6. Determinar los °Brix de la fruta y del jarabe descongelado.
7. Pesar la fruta descongelada; pesar y medir el volumen del jarabe descongelado.

9.4.3 Manejo de residuos



R1= Enviar a composteo

9.4.4. Evaluación de la calidad

La calidad de las frutas y hortalizas congeladas se evalúa por pruebas sensoriales comparando la fruta congelada con sacarosa y fruta congelada en almíbar con una marca comercial. Aplicar la prueba de nivel de agrado utilizando una escala hedónica estructurada, teniendo como ejemplo la siguiente escala, asignando un valor numérico con la opción de modificar los niveles de la misma. Evaluar atributos de apariencia, color, textura y olor.

Escala Hedónica Estructurada

_____ Gusta muchísimo

_____ Gusta mucho

_____ Gusta moderadamente

_____ Gusta Poco

_____ Me es Indiferente

_____ Disgusta poco

_____ Disgusta moderadamente

_____ Disgusta mucho

_____ Disgusta muchísimo

Los resultados se evalúan mediante un análisis estadístico no paramétrico como la Prueba de Friedman con un nivel de significancia de 5% utilizando el paquete estadístico NCSS (<http://www.ncss.com>). La prueba permite determinar las significancia de las diferencias entre tres o más muestras.

Teniéndose como hipótesis

H_0 = No hay diferencia entre los productos

H_i = Hay diferencia entre los productos

Con la D.M.S. construya el histograma de frecuencias.

9.4.5. Congelación de hortalizas

9.4.5.1. Materiales y Reactivos

Por equipo de alumnos

9.4.5.2. Materia prima

2 kg de las siguientes hortalizas: brócoli, chícharo, coliflor, ejote, zanahoria.

9.4.5.3. Reactivos

- NaClO a 200 ppm de cloro activo
- Ácido cítrico grado alimentario 2%
- Guayacol 0.5%
- H_2O_2 0.08%
- Agua potable

9.4.5.4. Material de Vidrio

- 2 Vasos de precipitados de 500 mL
- 2 Vasos precipitados de 1 L
- Matraces volumétricos de 100 mL
- Pipetas de 1 mL
- Pipetas de 5 mL
- 2 Probetas de 100 mL
- 20 Tubos de ensaye de 20X250 mm con tapón de rosca
- Gradilla para tubos de ensaye para 20 tubos
- Gasa

9.4.5.5. Utensilios

- Cuchillos de acero inoxidable
- Cucharas de madera o acero inoxidable
- Tabla de madera o plástico
- Pelador manual
- Tinajas de plástico
- 6 bolsas de polietileno de 17.7 X 19.5 cm para congelar

9.4.5.6. Equipo de Laboratorio

- Tanque con nitrógeno líquido
- Contenedores Nalgene de 4 L
- Balanza de precisión portátil digital 3.1kg \pm 0.01l
- Termómetro de carátula
- Parrilla
- Horno de microondas

9.4.5.7. Equipo de la planta piloto de procesamiento de frutas y hortalizas

- Congelador a temperatura de -5°C

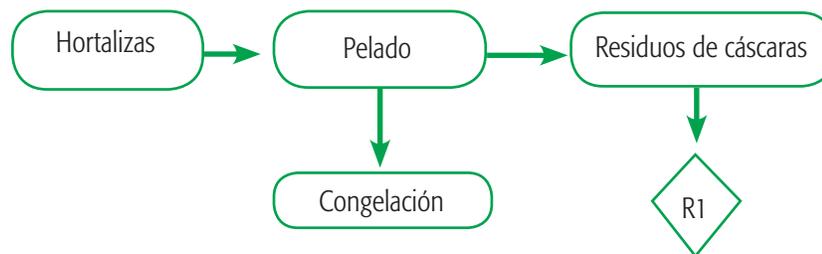
9.4.6. Desarrollo Experimental

Operaciones Preliminares

1. Seleccionar la hortaliza
2. Lavar con agua clorada 200 ppm.
3. Pelar las hortalizas que así lo requieran.
4. Reducir de tamaño de acuerdo a la presentación deseada
5. Escaldar en agua a ebullición acidificada con ácido cítrico al 0.2% por el tiempo necesario.

6. Verificar la eficiencia del escalde.
7. Enfriar las hortalizas con agua fría.
8. Dividir las hortalizas en dos partes iguales para congelar por dos métodos. La mitad de las hortalizas se colocan en las cubetas térmicas nalgene, adicionar el nitrógeno líquido hasta congelación.
9. Envasar en bolsas de polietileno para congelar, eliminar el aire, cerrar herméticamente y almacenar en el congelador.
10. Envasar la otra mitad de las hortalizas en las bolsas de polietileno, eliminar el aire y cerrar herméticamente.
11. Colocar en el congelador y registrar la temperatura del congelador.
12. Almacenar durante 7 días.
13. Descongelar de acuerdo al método de elección: agua caliente o microondas.
14. Pesar las hortalizas descongeladas. Pesar y medir el volumen del agua descongelada.

9.4.7. Manejo de residuos:



R1= Enviar a composteo

9.4.8. Evaluación de calidad

Evaluar la calidad sensorial de las hortalizas congeladas comparando al menos con una marca comercial. Aplicar la prueba de nivel de agrado descrita para frutas.

9.5. Informe Técnico

El informe de los resultados se redactará considerando un formato de artículo de investigación (Anexo 3) u otro formato de informe acorde con las indicaciones del profesor.

Considerar:

1. El aumento del volumen del producto en el envase.
2. Registro del peso de la fruta y/u hortaliza descongelada (a). El peso y volumen del jarabe en las frutas y el agua liberada en hortalizas (b). Registro de la diferencia (a-b) y reportarla como % de exudado.
3. Hacer una tabla comparativa de los dos métodos de congelación y al menos una marca comercial. Analizar y discutir los resultados
4. El análisis estadístico para la evaluación sensorial de los diferentes productos congelados.

Cuestionario

1. ¿Cuáles son los cambios físicos, químicos, microbiológicos y bioquímicos que se presentan en los alimentos congelados?
2. Diseñe un diagrama de bloques para una mezcla de hortalizas (chicharo/zanahoria) congelada. Incluya el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (*HACCP*) para este proceso.
3. Diseñe un diagrama de bloques para plátano congelado con crema chantilly. Realice el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (*HACCP*) para este proceso.

Bibliografía

-  Carpenter, R. y L. Hasdell. 2001. Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Segunda edición. Ed. Acribia. Zaragoza España.
-  Evans J. 2010. Ciencia y tecnología de la congelación de los alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza España..
-  Fellows, P. J. 2008. Food processing technology. Principles and practice, Second edition. Woodhead Publishing Limited. Cambridge, Reino Unido.
-  Gruda Z., Postolski J. 2002. Tecnología de la congelación de alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza España.
-  Madrid A. et al, 2003. Refrigeración, congelación y envasado de los alimentos. Ed. Mundi-Prensa. Madrid España
-  Rodríguez F. (editor) et al, 2002. Ingeniería de la industria alimentaria, vol. III. Operaciones de conservación de alimentos. Ed. Síntesis S.A. Madrid España.

Revistas científicas recomendadas:

Journal of Food Science and Technology

Journal of Food Science

Food Technology

Journal of Food Process Engineering

International Journal of Food Engineering

Food Science and Technology

Anexo 1

Buenas Prácticas de Manejo de Alimentos

<http://www.youtube.com/watch?v=ZfR2a51ivk>

HACCP- OMS

<http://www.youtube.com/watch?v=iYnlunoZ934&feature=related>

HACCP English Part 1 & Part 2

http://www.youtube.com/watch?v=7nbd_TnU8o&feature=related

http://www.youtube.com/watch?v=gRJ7q_2VkrC&feature=endscreen&NR=1

Anexo 2

Manual de operación del evaporador al vacío de simple efecto (Polinox Modelo EV-40)

El evaporador opera con una capacidad mínima de 25 L y máxima de 75 L

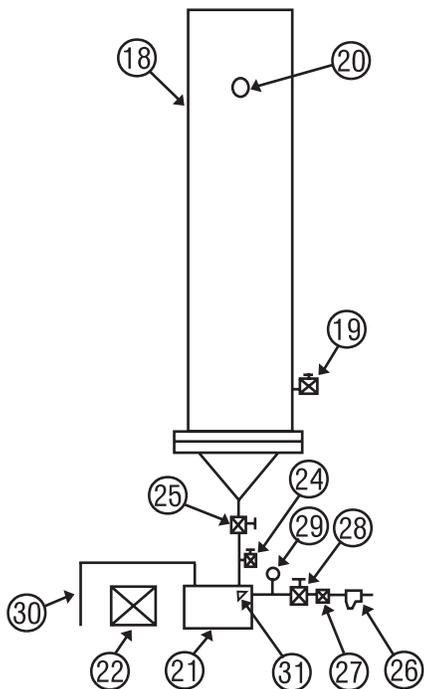
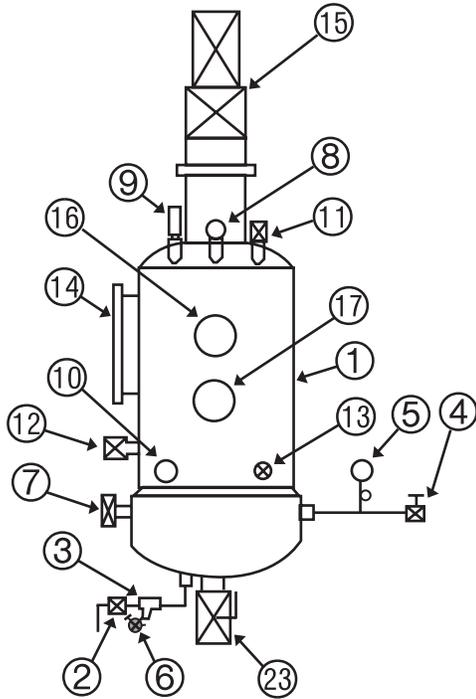
1. Verificar que todas las válvulas estén cerradas.
2. Abrir la válvula **28** para la alimentación del agua a la bomba **21** (consumo de agua 200 L/hr, presión máxima de 0.5 kg/cm²) ver manómetro **29** y verificar que tire agua la bomba por la descarga **30**.
3. Encender el motor **22** cerciorándose que el giro sea en sentido de la flecha que está en la carcasa de la bomba.
4. Abrir las válvulas **25** y **11** una vez operando la bomba **21** cerrar la válvula **11** hasta que el vacío alcance de 40 a 50 cm Hg, abrir la válvula **19** para alimentar de agua el condensador **18** hasta que el agua tenga salida por **20**.
5. Cuando el equipo está bajo vacío y en las condiciones arriba mencionadas, abrir la válvula **12** conectada por medio de tubos al tanque del jugo y llenar el evaporador **1** hasta el centro de la mirilla de inspección **17**. Asegurarse que la tubería de succión de la válvula **12** este siempre sumergida en el jugo para evitar que entre aire al evaporador **1**, en este punto arrancar el motorreductor agitador **15**, cerciorarse que el sentido de rotación sea el indicado en la flecha que se encuentra en el soporte del motorreductor.
6. Abrir la válvula de purga del condensador **6** y dejarla ligeramente abierta, una vez purgada la chaqueta de vapor.
7. Abrir lentamente la válvula de entrada de vapor **4** y fijar una presión leyendo en el manómetro **5** de 1.5 kg/cm² como máximo, asegurándose que esté operando la trampa dinámica de descarga del condensador **2**.
8. Tomar muestras durante el proceso por **13**.

Importante: Cuando el vacío es muy alto, utilizar la válvula **11** para nivelarlo entre 40-60 cm Hg

Descarga

1. Cerrar la válvula de vapor **4**
2. Cerrar la válvula de regulación **28**
3. Parar el motor **22** de la bomba **21**
4. Cerrar la válvula **19** de entrada de agua al condensador
5. Abrir la válvula **11** para romper el vacío lentamente
6. Abrir la válvula de salida del jugo concentrado **23**
7. Parar el motorreductor **15** del agitador.

Partes del evaporador al vacío



1. Evaporador
2. Trampa termodinámica
3. Filtro para agua condensada
4. Válvula para entrada de vapor
5. Manómetro entrada de vapor
6. Válvula de purga del condensado
7. Válvula de seguridad calibrada 3.5 Kg/cm²
8. Vacuómetro
9. Termómetro de evaporación
10. Termómetro del producto
11. Válvula para romper el vacío
12. Válvula de alimentación del producto
13. Saca-muestras
14. Registro de limpieza
15. Motorreductor agitador
16. Mirilla
17. Mirilla de inspección
18. Condensador
19. Válvula de entrada de agua de condensador
20. Salida de agua condensada
21. Bomba de vacío
22. Motor
23. Válvula de salida del concentrado
24. Válvula de alivio de la bomba de vacío
25. Válvula de retención del vacío
26. Filtro para agua en la entrada de la bomba
27. Válvula de la retención entrada agua en la bomba
28. Válvula de regulación
29. Manómetro para entrada de agua en la bomba
30. Descarga de agua de la bomba de vacío
31. Válvula de alivio de la bomba de vacío

Anexo 3

Formato de artículo de investigación

1. Estructura

El reporte deberá entregarse en **6 cuartillas** como **máximo**, a doble columna, con letra de tamaño 11. Deberá contener las siguientes secciones:

a) Título. En inglés y español.

Nombre de los autores (integrantes del equipo)

b) Resumen. En español (opcional en inglés)

Indicando importancia del estudio, objetivo, metodología y la relación entre los resultados y objetivos. No mayor de 150 palabras.

c) Introducción

Información que se proporciona al lector para que comprenda de manera general el tema, señalando la importancia del estudio y lo que se abordará en el reporte. En esta sección también se presenta información directamente relacionada con lo que se conoce sobre el tema central, qué se ha publicado al respecto (propiedades de la materia prima, efectos reportados de las operaciones de proceso aplicadas, etc.). Permite comprender y justificar el fundamento de los métodos y procedimientos del trabajo experimental que se sigue para plantear la hipótesis de trabajo en términos de lo que se espera del trabajo experimental y, de no encontrarse, entonces contribuye a explicar las causas de los resultados obtenidos. También se plantean los objetivos (usualmente en el último párrafo), los cuales deben responder a las preguntas: ¿Por qué se hace el trabajo experimental? ¿Para qué se hace el trabajo experimental? En algunos casos se formula una hipótesis, dependiendo del tipo de trabajo, la cual se expresa en términos de una aseveración directa que debe demostrarse experimentalmente; debe ser una expresión que responda a la pregunta ¿Qué se espera probar?

Cómo citar en el texto: (Aspinall, 1980), (Angulo & Espinoza, 2001), (Grant et al., 2003)

d) Materiales y métodos.

- Descripción de las características del material experimental: materia prima; incluye información de la especie con su nombre científico y común, variedad, fecha de corte, condiciones sanitarias, aspecto (sano, color, frescura, defectos, etc.)
- Tamaño de la muestra y núm. de repeticiones.
- Métodos Analíticos utilizados (cualitativos, cuantitativos). Fundamento de las técnicas*.
- Procedimiento (esquemático en diagrama de bloques)
- Cálculos realizados*

* Estos puntos deberán reportarse en la bitácora.

e) Resultados.

- Presentados en orden a la metodología utilizada.
- Cuadros con núm. arábigo consecutivo y con título en la parte superior. Datos de promedios y desv. estándar. Análisis estadístico.
- Figuras con núm. arábigo consecutivo y descripción en la parte inferior.
- Fotografías, identificadas.
- Gráficas, con núm. arábigo consecutivo y con título en la parte superior.

f) Discusión.

- Análisis de los resultados con base a las hipótesis planteadas y apoyo de la bibliografía consultada.

g) **Conclusiones.**

- Presentados en orden de importancia.

h) **Referencias.**

Se enlistarán en orden alfabético y con el formato siguiente:

Artículos: Autor(es). Año. Título. Nombre Revista. Vol. No. pp

Ejemplo:

Watada, A.E., Herner, R.C., Kader, A.A., Romani, R.J. and Staby, G.L. 1984. Terminology for the description of developmental of horticultural crops. *HortScience* 19:20-21

Libros: Autor(es). Año. Título. Edición. Editorial. Lugar de Publicación. Vol. pp.

Ejemplo:

Casp. A, Abril, J. 2003. Procesos de conservación de alimentos. 2ª. Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp.494

Direcciones de internet:

Indicar la URL completa

Anexo 4

Información básica para la manipulación segura de reactivos

Para el manejo de reactivos y preparación de soluciones es necesario utilizar bata, anteojos de seguridad, cubrebocas y guantes adecuados a las características del reactivo.

Reactivo	Características del reactivo	Acciones en caso de derrame y tratamiento de desechos
Ácido ascórbico grado alimentario	Polvo blanco cristalino, Antioxidante.	No hay problemas de salud a dosis bajas. En caso de derrame limpiar los restos con bastante agua. La solución sobrante (concentración muy baja) diluirla con bastante agua y desecharla en el drenaje.
Ácido cítrico anhidro grado alimentario	Cristales blancos, acidulante, antioxidante.	En caso de contacto con la piel lavar con agua. En caso de derrame limpiar los restos con bastante agua. La solución sobrante (concentración muy baja) diluirla con bastante agua y desecharla en el drenaje.
Benzoato de sodio grado alimentario	Polvo blanco granular. En condiciones ácidas es bactericida y fungistático. Límite máx. 0.1 % (Comisión del Codex Alimentarius y FDA).	Sustancia no peligrosa. En caso de derrame, lavar con agua. La solución sobrante (concentración muy baja) diluirla con bastante agua y desecharla en el drenaje.
Carboximetil celulosa (CMC) grado alimentario	Polvo blanco o amarillento, inodoro, soluble en agua. Aditivo alimentario con efecto estabilizador por su propiedad hidrofílica. Es un producto biodegradable.	En caso de derrame como polvo barrerlo, no moler. La solución sobrante (concentración muy baja) diluirla con bastante agua y desechar en el drenaje.
Cloro comercial (Hipoclorito de sodio al 5-6%)	No corrosivo, elimina gérmenes, hongos y bacterias. Irritante, evitar contacto con piel y ojos.	Se puede desechar al drenaje. No mezclar con limpiadores que contengan amoníaco, no mezclar con ácidos, produce cloro tóxico. No calentar.
Guayacol al 25%	Corrosivo, irritación cutánea y ojos	Eliminar al drenaje en concentraciones bajas.
Hidróxido de sodio	Corrosivo, causa quemaduras en piel, irritante severo	Diluir con agua y neutralizar con HCl para desechar al drenaje.

Hidróxido de sodio 0.1N	Disolución de hidróxido de sodio, se utiliza para análisis, investigación y química fina.	En caso de contacto con la piel, lavar con agua. En caso de derrame, lavar con agua. La solución sobrante (concentración muy baja) neutralizar con ácido clorhídrico para formar una sal y desechar en el drenaje.
Metabisulfito de sodio grado alimentario (E223) (Na ₂ S ₂ O ₅)	Polvo blanco ligeramente picante. Desinfectante, antioxidante, conservador. Ingrediente activo en contacto con la humedad. Generador de SO ₂ en medio ácido. Límite máximo 1000 mg/kg como SO ₂ (Comisión del Codex Alimentarius).	Si hay contacto con la piel lavar con agua y jabón. En caso de derrame utilizar arena o material absorbente inflamable y depositarlo en un recipiente adecuado para su posterior tratamiento. La solución sobrante (concentración muy baja) depositarla en un recipiente adecuado para su posterior tratamiento.
Nitrógeno líquido	Gas licuado, atóxico, inerte, inflamable, desplaza O ₂ , extremadamente frío -196 °C	Únicamente el proveedor está autorizado para eliminar residuos
Pectina (E-440i pectina)	Polvo amarillo claro, agente gelificante, espesante. Polisacárido natural, los niveles de concentración que se utilizan en alimentos no es perjudicial para la salud. Soluble en agua.	En caso de contacto con la piel lavar con agua. En caso de derrame limpiar los restos con bastante agua. La solución sobrante (concentración muy baja) diluirla con bastante agua y desecharla en el drenaje.
Peróxido de hidrógeno	Corrosivo en concentraciones mayores al 10%, causa quemaduras e irritación.	Eliminar al drenaje cuando la concentración del reactivo preparado es muy baja (0.08%).
Sorbato de potasio grado alimentario. (E,E)-hexa-2,4-dienoato de potasio).	Polvo blanco granular. Conservador GRAS (FDA, 182.3640 1994) con efecto antimicrobiano, inhibe el crecimiento de hongos y bacterias. Soluble en agua. Límite máx. 0.1 % (Comisión del Codex Alimentarius).	Sustancia no peligrosa. En caso de derrame, lavar con agua. La solución sobrante (concentración muy baja) diluirla con bastante agua y desecharla en el drenaje.

Anexo 5

Información de medidas de seguridad para el manejo de utensilios, equipo de laboratorio y planta piloto

Utensilios	Características y Medidas de seguridad
Cuchillos	Instrumentos punzo-cortantes. Utilizarlos únicamente en el área asignada y concentrarse en la actividad a realizar. Evitar desplazarse en el laboratorio o planta piloto llevando cuchillos en la mano. Después de haberlos utilizado, lavarlos y colocarlos en el portacuchillos.

Equipo de Laboratorio	Características y Medidas de seguridad
Horno de microondas	Este equipo requiere que se opere en la potencia y tiempo recomendado para el calentamiento o cocción del alimento o muestras de alimentos. Evitar introducir material metálico o plástico no recomendado para hornos de microondas. Se debe verificar que la puerta se cierre apropiadamente y que los dispositivos del cerrojo de seguridad trabajen correctamente. El sello de la puerta deberá mantenerse limpio y no debe haber signo visible de daño en los sellos o el exterior del revestimiento del horno, ya que podrían ocurrir fugas alrededor de hornos microondas dañados, sucios o modificados. Si algunas fallas se encuentran o partes del horno están dañados no se debería de usar hasta que haya sido reparado por un ingeniero de servicio calificado.
Vaporera	Utilizar guantes de tela gruesa o asbesto para manipularla. Al levantar la tapa, tener cuidado de no acercarse al rostro.
Freidora eléctrica	Operarla a la temperatura recomendada con el termostato de seguridad, una vez introducidos los alimentos a freír, colocar la cubierta. Utilizar únicamente la cesta de la freidora para extraer los alimentos del aceite y escurrirlos, evitar usar otro tipo de instrumento.
Asador de gas	Asegurarse de que la conexión de la manguera a la llave de gas esté bien ajustada y en el caso de que se usen tanques de gas portátiles, que éstos queden bien colocados a presión. Verificar que no haya fugas de gas en ninguno de los casos, antes de usar el asador.
Batidora de inmersión	Accionarlas únicamente dentro del vaso contenedor y desconectarlas cuando se proceda a su lavado. Lavar con cuidado la base de las cuchillas.
Parrilla eléctrica	Operar teniendo cuidado de no tocar la superficie cuando esté en funcionamiento; al terminar de utilizarla, tomarla por las partes laterales con ayuda de guantes de asbesto.
Pinzas para crisol	Utilizar únicamente en el área asignada ya que sirven para sujetar crisoles o materiales muy calientes. Evitar desplazarse con las pinzas en el laboratorio y planta piloto. Se debe emplear guantes protectores durante su uso.
Mechero Fisher	Asegurarse que la conexión de la manguera a la llave esté bien ajustada, abrir la llave suministradora de gas y la válvula reguladora de gas del mechero, aproximar la flama de un cerillo en el quemador para encendido del mechero, regulando la intensidad y altura de la flama con la válvula de aire, se tendrá una flama correcta cuando ésta sea azulada.
Alicatas	Herramienta manual diseñada en forma de pinza o tenaza con puntas curvas que se emplea para sujetar, doblar e incluso cortar lámina en el caso de evaluación de cierres de latas sanitarias; no debe utilizarse para aflojar o apretar tornillos o tuercas.

Equipo de Laboratorio	Características y Medidas de seguridad
Abridor bacteriológico	Herramienta que consiste de una varilla con empuñadura (mango) que termina en una punta acodada en ángulo recto; sobre la varilla se desliza una cuchilla de filo agudo terminada en punta que permite cortar el metal. Debe operarse con extrema precaución y con guantes de carnaza o asbesto y únicamente en el área asignada.
Extractor de jugo de frutas	Asegurarse de que el equipo esté limpio y seco antes de colocar sus accesorios y de conectar. No utilizar accesorios diferentes al equipo, no exceder la capacidad; cuide de no tocar con las manos las cuchillas y centrifuga. Al terminar su uso desconectar y desarmar para su limpieza.

Equipo de Planta Piloto	Características y Medidas de seguridad
Pelador de abrasión	Eléctrico, mecánico con un disco abrasivo de carborundo, puede o no utilizarse agua Colocar la materia prima asegurando la puerta lateral, no introducir las manos cuando esté girando el disco abrasivo.
Latas sanitarias	Envases de hojalata revestida de estaño. Manipular cuidadosamente para evitar cortaduras, sobre todo al abrirlas..
Exhauster	Caja de vapor con controles eléctrico, mecánico y de calentamiento con vapor suministrado por medio de caldera. Utilizar guantes de asbesto a la entrada y salida. No tocar y no abrir la caja.
Marmita	Equipo con control eléctrico, mecánico con agitación y calentamiento con vapor suministrado por medio de caldera. Controlar la presión de vapor mediante la válvula de suministro. Utilizar guantes de asbesto, evitar tocar el área de calentamiento y no exponer el rostro directamente en el equipo.
Engargoladora	Equipo con control eléctrico, mecánico y manual. Se debe asegurar que la colocación de las latas se ajuste en la ranura correspondiente a su diámetro en la base del equipo y verificar la correcta posición de los rodillos antes de proceder a operar la palanca para el engargolado. Retirar la lata engargolada únicamente cuando haya terminado de girar.
Autoclave	Calentamiento con vapor. Verificar el nivel de agua y colocar ordenadamente las latas. Asegurar y verificar el cerrado cruzado de las mariposas de la autoclave. Alimentación del vapor con la válvula de control, verificando la presión de operación y de la temperatura durante el calentamiento y enfriamiento.
Despulpadora	Equipo que opera con corriente eléctrica, para reducir el tamaño de las frutas/hortalizas a purés por fuerzas de compresión y cizalla. Cuenta con tolva para adicionar la fruta, salidas para puré y para desechos. Verificar la correcta colocación del tamiz y el cerrado de la tapa, si es necesario, impulsar la pulpa de la fruta al interior del cilindro (tamiz) con una pala o cuchara de madera.
Evaporador	Eléctrico, con agitación mecánica y calentamiento con vapor suministrado por medio de caldera. Controlar la presión de vapor mediante la válvula de suministro, control de la presión de vacío por medio de la válvula de escape. Utilizar guantes de asbesto y gafas de seguridad.
Deshidratador de charolas	Equipo con termostato y ventilador eléctrico. Utilizar guantes de asbesto para el manejo de las charolas y pinzas para las muestras
Tanque de Nitrógeno líquido	Mantener en posición vertical durante el transporte y almacenamiento. Almacenarse y utilizar en lugares ventilados y lejos de fuentes de calor. Abrir con precaución. Utilizar gafas y guantes criogénicos.

Tecnologías para el Procesamiento de Frutas y Hortalizas

Se terminó de imprimir en noviembre de 2014,
con un tiraje de 200 ejemplares, más sobrantes para reposición.



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIDAD IZTAPALAPA

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Av. San Rafael Atlixco No.186, Col. Vicentina
C.P. 09340, Del. Iztapalapa, México D.F.
Tel.: (01) 58044600