



14
25J
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

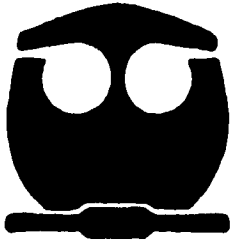
“ ELABORACION DE UN PLATILLO PREPARADO
UTILIZANDO LA TECNOLOGIA DE
MICROONDAS ”



T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICA DE ALIMENTOS

P R E S E N T A,
ALICIA GALLARDO OLMOS



MEXICO, D. F.

1995

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: Federico Galdeano Bienzobas
VOCAL: Sergio Andrés Hernández Sandoval
SECRETARIO: Marco Antonio León Felix
1er. SUPLENTE. Francisco Javier Casillas
2do.SUPLENTE Andrés Alfredo Iruegas Evaristo

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

Laboratorio 313, Cepario y Departamento de Alimentos y Biotecnología de la Facultad de Química de la UNAM; Firmenich de México S.A de C.V.

SUSTENTANTE:



Alicia Gallardo Olmos

ASESOR DEL TEMA:



Q.F.B. Sergio Andrés Hernández Sandoval

ASESOR TÉCNICO:



M. en C. Lucía Cornejo Barrera

Agradecimientos

A Sergio Hernández con gran agradecimiento por haberme brindado su apoyo en la realización de este trabajo, y por su amistad. Siendo un ejemplo de superación personal y profesional.

A Agustín Reyo por su apoyo incondicional y por compartir a cada instante esa gran calidad humana.

A Lucta Cornejo por la confianza que inspira en todo momento y por el apoyo brindado.

Al Biol. Luciano Hernández por proporcionarme las facilidades para efectuar parte del desarrollo experimental del presente trabajo.

A Marco A. León y al J.Q. Federico Galdeano por el tiempo dedicado en la revisión de esta tesis

Al panel de jueces de Tirmenich de México por el tiempo y apoyo brindados.

A la Facultad de Química.

A la UNAM

Dedicatorias

A Dios, por darme esa gran oportunidad de vivir, y por todo lo que ello ha significado.

*A mis padres Alfonso e Irene, por ser gran parte de mi formación humana y profesional, estando a mi lado en cada momento, entregándose su amor, cariño y apoyo; y por ser un ejemplo y un motivo de lucha constante.
Papá y mamá gracias.*

A mis hermanas Irene, Irma y Laura por todos los momentos compartidos y por enseñarme que cada ser humano tiene la libertad de elegir su camino para encontrar la felicidad.

A José Luis por ser esa persona tan especial, que cada momento descarga esa carga de optimismo y alegría a pesar de la adversidad.

A mis amigos por ser parte importante de esos momentos vividos, y por compartir conmigo uno de los sentimientos más grandes y duraderos ... la amistad.

ÍNDICE

| | Pág. |
|--|------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. JUSTIFICACIÓN | 2 |
| 3. OBJETIVOS | 3 |
| 4. GENERALIDADES | |
| 4.1. Energía de Microondas | |
| 4.1.1. Surgimiento de la Tecnología de calentamiento por microondas y del horno de microondas. | 4 |
| 4.1.2. Características de las microondas: Radiación y Espectro electromagnéticos. | 5 |
| 4.1.3. Horno de microondas: Descripción, componentes. | 8 |
| 4.1.4. Características de los alimentos: Propiedades eléctricas. | 10 |
| 4.1.5. Proceso de calentamiento. | 11 |
| 4.1.6. Seguridad y Regulación. | 12 |
| 4.1.7. Productos especiales para microondas. | 14 |
| 4.2. Arroz | |
| 4.2.1. Descripción. Estructura. | 15 |
| 4.2.2. Composición Química. | 15 |
| 4.2.3. Formas procesadas. | 17 |
| 4.2.4. Clasificación. | 18 |
| 4.2.5. Cocimiento: Almidón. | 19 |
| 4.2.6. Producción Nacional. | 21 |
| 4.3. Vegetales | |
| 4.3.1. Chicharo y Zanahoria: Composición Química. | 21 |
| 4.3.2. Secado: Definición y características. Mecanismo. Deshidratación por aire. | 22 |
| 4.4. Aditivos | |
| 4.4.1. Descripción. Características. | 26 |
| 4.4.2. Colorantes. Saborizantes. Edulcorantes. Acidulantes. Potenciadores de sabor. Antioxidantes. Antiaglomerantes. | 27 |

| | |
|---|----|
| 4.5. Envase | |
| 4.5.1. Características. Objetivos. | 31 |
| 4.5.2. Legislación: Envase. Etiquetado. | 33 |
| 5. METODOLOGÍA | |
| 5.1. Establecimiento del Proceso: Especificaciones de materia prima y de equipo. Variables a controlar. Tratamientos a seguir. | 35 |
| 5.2. Elaboración del Producto. | 43 |
| 5.3. Producto terminado: Costo. Evaluación Sensorial. Evaluación Físicoquímica. Evaluación Microbiológica. | 46 |
| 5.4. Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control | 50 |
| 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 54 |
| 7. CONCLUSIONES | 66 |
| 8. ANEXOS | 67 |
| 9. BIBLIOGRAFÍA | 78 |

INTRODUCCIÓN

En la industria de los alimentos, la tecnología ha contribuido de manera importante tanto en la transformación como en la conservación de los mismos. Es por esto que se han desarrollado diversos métodos que llevan a la obtención de productos con una mayor vida de anaquel, agradables sensorialmente, y más seguros. Sin embargo, esto no ha sido todo, ya que debido a las necesidades del consumidor, se han requerido otras opciones como es el caso del empleo de la energía de microondas que se adapta muy bien al actual ritmo de vida el cual es mucho más acelerado y diferente al de hace algunos años, permitiendo la preparación de platillos de manera rápida.

En los países industrializados, el horno de microondas ya no es un artículo de lujo, sino algo muy común.

En México, la situación es diferente ya que el desarrollo industrial ha sido afectado por cuestiones económicas principalmente; es por eso que se recurre a la importación de hornos de microondas y de alimentos preparados, incluyendo aquellos que son preparados por microondas.

JUSTIFICACIÓN

Hoy en día la tecnología de los alimentos se enfrenta a una gran demanda de productos que satisfagan las necesidades existentes.

El consumidor está ahora, más que nunca, conciente de aspectos tales como la nutrición, la información en etiquetas, la seguridad en los alimentos; por lo tanto exige que estos sean sanos, nutritivos y seguros.

Entre otras características que deben presentar son facilidad para ser preparados y corto tiempo.

Se han realizado grandes esfuerzos para poder cubrir éste tipo de necesidades, de modo tal, que se han hecho modificaciones en las formulaciones y en las materias primas; así como también se ha recurrido a métodos de preparación que proporcionen aún mayores ventajas. Uno de éstos es el empleo de la energía de microondas la cual puede enfrentar ésta situación.

Aunque la tecnología de microondas ya es empleada de forma cotidiana en algunos países en los cuales se han realizado investigaciones para emplearla en diferentes procesos y para generar productos preparados que sean calentados por medio de éste tipo de energía, en México el conocimiento y empleo de ésta apenas ha empezado a cobrar importancia.

Como es de suponerse las investigaciones en ésta área son muy escasas aún y por consiguiente los alimentos de éste tipo existentes en el mercado, son de importación lo cual limita su compra ya que en ocasiones presentan altos costos.

Es importante pues, conocer éste tipo de energía y conforme sea posible, irla adaptando a los requerimientos del país, elaborando productos que puedan competir con los productos existentes en el mercado tanto en calidad como en precio.

OBJETIVOS

GENERAL

- Emplear la tecnología de microondas para la elaboración de un platillo nuevo que sea aceptable para el consumidor.

PARTICULAR

- Seleccionar adecuadamente las variables que intervienen en la elaboración de un producto como son: el tiempo de proceso, la formulación y los ingredientes considerando el uso de la tecnología de microondas.
- Establecer la seguridad y el valor nutritivo del producto, llevando a cabo los análisis pertinentes.

GENERALIDADES

4.1 ENERGÍA DE MICROONDAS

SURGIMIENTO DE LA TECNOLOGÍA DE CALENTAMIENTO POR MICROONDAS

En 1864, James Clerk Maxwell planteó una hipótesis en la que predecía de manera matemática la existencia de ondas de radio. Él notó que una de las soluciones a sus ecuaciones era una onda que se propagaba en un campo magnético y eléctrico a una velocidad establecida en el vacío.

Tiempo más tarde en 1886, Heinrich Hertz, profesor de física en Karlsruhe, Alemania; comprobaba la hipótesis planteada por Maxwell. Él midió la velocidad de estas ondas y confirmó su naturaleza transversal. Creó un oscilador de alta frecuencia para experimentar los efectos de alta frecuencia (50,000-1,500,000 Hz) y bajo voltaje, aplicando corriente en animales.

Al igual que Hertz, d'Arsonval notó que el único efecto era la producción de calor, lo cual condujo a la primera aplicación de calentamiento de alta frecuencia en una terapia en un hospital de París en el año de 1895; al término empleado para ello se le llamó d'Arsonvalización, al cual posteriormente en 1920 se le llamó diatermia.

Fue hasta principios de los años 40's que se reconoció el potencial de la diatermia en el procesamiento de los alimentos.

Las microondas y muchas de sus aplicaciones fueron desarrolladas durante la Segunda Guerra Mundial. La mayoría de los trabajos iniciales fueron para requerimientos militares(21).

Raytheon, pequeña compañía electrónica en las afueras de Boston, Massachusetts, empezó a producir magnetrones. Tal vez muchos pensaron en su aplicación para alimentos durante el desarrollo del magnetrón (pequeño transistor básico para el radar) como generador de microondas sin embargo en ese momento existían otras prioridades.

Posteriormente en esta misma época, se escribieron varios artículos y dos textos en los que se hablaba de los potenciales de aplicación de las microondas en la Industria de alimentos, así como otras aplicaciones específicas como serían la destrucción de microorganismos, descongelado de los alimentos, blanqueado de vegetales, etc(16,61).

SURGIMIENTO DE LOS HORNOS DE MICROONDAS

El horno de microondas surge durante la Segunda Guerra Mundial.

Probablemente el primer anuncio de un horno de microondas apareció en un artículo en el cual se anunciaba un nuevo instrumento para cocinar alimentos involucrando el uso de energía de alta frecuencia en la región de las microondas (1946). Esta primera noticia apareció relacionada con un aparato hecho por la Compañía General Electric en el cual se calentaban salchichas, sandwiches de queso ó hamburguesas(18). El artefacto podía hornear

bizcochos en 29 segundos, hamburguesas en 35 segundos y asar salchichas de 8 a 10 segundos.

En 1947, la compañía Raytheon lanzó al mercado un horno de microondas dos años después de que Percy Spencer, un investigador de dicha empresa, enfocara las microondas hacia unos granos de maíz al estar trabajando con el radar de microondas.

Desde ese momento, la compañía pensó en desarrollar un aparato para cocinar con microondas.(21). Este modelo tenía una unidad de horno relativamente pequeña para colocar el alimento.

En ese mismo año, se hablaba del uso del "calentamiento" con radar en una cadena de restaurantes chinos en Boston, en donde lo empleaban para descongelar y calentar productos congelados que habían sido elaborados en una cocina central; surgiendo así una de las más importantes aplicaciones en energía de radio frecuencia(20).

Es difícil precisar quién realmente fué el que tuvo la visión del empleo de las microondas, pero el que sin duda vió su aplicación en alimentos fué Percy L. Spencer.

En el año de 1955 se introdujo por Tappan bajo licencia de Raytheon el primer horno de microondas. Sin embargo fué hasta principios de los años 60's que se vió una aplicación prácticamente continua para las ondas de radio, ya que ante los problemas ocasionados por el alto costo de dichos aparatos, limitaba su uso a nivel doméstico, restringiéndolo sólo a restaurantes(18,21).

La introducción del horno de microondas proporcionó la herramienta necesaria para la exploración de varias aplicaciones de la energía de microondas. Algunas de las primeras ventas fueron a laboratorios de investigación de elaboración de alimentos; a universidades y laboratorios del gobierno(21).

El horno de microondas hoy en día, es un instrumento común en los hogares.

Conforme al Instituto Campbell de Microondas (1987), el 55% de los hogares norteamericanos tiene hornos de microondas doméstico, siendo más popular que las videocaseteras (36%), procesadores de alimentos (33%) y tostadores (51%).

Basándonos en los datos anteriores, el horno de microondas ya no resulta ser un artículo de lujo como cuando se introdujo(35).

CARACTERÍSTICAS DE LAS MICROONDAS

RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Cuando una carga se mueve, el campo eléctrico que produce también se traslada con ella. Debido a ésto, a cada momento, en cada punto en el espacio va variando el campo eléctrico.

Ahora bien, un campo eléctrico que cambia con el tiempo produce un campo magnético (ley de Ampere). En forma similar, un campo magnético cambiante crea un campo eléctrico (ley de Faraday). Ambas leyes estaban incluidas en la teoría de Maxwell(33).

Por lo tanto se tiene que la radiación electromagnética está compuesta de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, perpendiculares entre sí. La oscilación de cada componente se puede representar mediante una onda sinusoidal(Fig. 1).

Se dice que la radiación electromagnética tiene una naturaleza dual ya que se comporta como una onda y como una partícula(16).

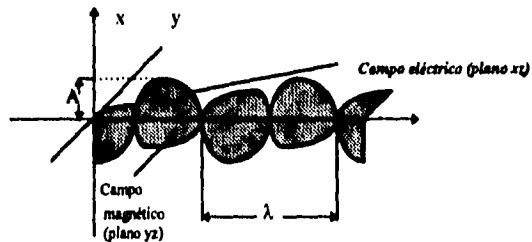


Fig. 1. Componentes magnético y eléctrico de la radiación eléctrica polarizada en un plano(25).

En la radiación polarizada, todos los componentes del campo magnético se han eliminado, excepto los del plano xz.

En general, las ondas electromagnéticas son una mezcla de distintas direcciones de polarización, es decir, son no polarizadas, con los vectores de campo eléctrico apuntando en diferentes direcciones hacia distintos puntos del espacio(18).

Una onda electromagnética consta de lo siguiente:

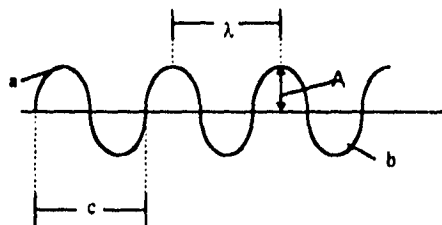


Fig. 2 Onda electromagnética(19)

A: Amplitud de la onda (valor máximo del campo eléctrico). λ : longitud de onda (distancia en la que la onda tiene una oscilación completa) a: cresta. b: valle. c: ciclo

Las ondas electromagnéticas están descritas por valores de longitud de onda (λ) y de frecuencia (f)(18).

La longitud de onda en el espacio vacío es relacionada a la frecuencia por medio de la siguiente ecuación:

$$\lambda = c / f$$

en donde:

λ es la longitud de onda en el espacio vacío y es dada en cm.

c es la velocidad de la luz (3×10^{10} cm/s) que es la misma para todas las ondas electromagnéticas en el espacio vacío.

f es la frecuencia en Hz (ciclos/s) (21)

ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Las ondas electromagnéticas cubren una amplia gama de frecuencias ó longitudes de onda, lo cual se puede observar en una representación gráfica de la radiación electromagnética llamada espectro electromagnético. La división de cada grupo no es del todo precisa y cambia ligeramente de texto a texto(33).

Tabla # 1
Espectro electromagnético(16)

| Frecuencia (Hz) | λ (cm) | Descripción | Fuente típica de oscilación |
|--|-------------------------------------|----------------|---|
| 3×10^{21} 3×10^{20} | 10^{-13} 10^{-12} | Rayos γ | Cargas nucleares |
| 3×10^{19} 3×10^{18} | 10^{-11} 10^{-10} | Rayos X | Electrones de capas atómicas internas. |
| 3×10^{17} 3×10^{16} | 10^{-9} 10^{-8} | Ultravioleta | Electrones de capas externas |
| 3×10^{15} 3×10^{14} | 10^{-7} 10^{-6} | Luz visible | Electrones de capas externas |
| 3×10^{13} 3×10^{12} 3×10^{11} | 10^{-5} 10^{-4} 10^{-3} | Infrarrojo | Vibraciones Moleculares Vibraciones y rotaciones moleculares |
| 3×10^{10} 3×10^9 | 10^{-2} 10^{-1} | Microondas | Magnetrones y Klistrones |
| 3×10^8 | 10^0 | Ondas de radio | Circuitos electrónicos |

Las microondas son parte de un amplio espectro de radiación electromagnética el cual incluye ondas de radio, microondas, radiación infrarroja, luz visible, radiación ultravioleta, rayos X, y rayos γ (16). Las microondas por lo tanto, son ondas electromagnéticas de energía radiante, con longitudes de onda entre las ondas de radio y las infrarrojas en el espectro electromagnético(35).

Esencialmente, es la cantidad de energía en el fotón (unidad de energía) y no la intensidad (número de fotones por segundo) la que produce efectos en el nivel molecular. Un efecto de la energía del fotón es el rompimiento de enlaces químicos. Para lograrlo, la energía del fotón debe ser mayor que la del enlace químico. Se ha determinado que los rayos γ y X poseen energía suficiente para romper la mayoría de los enlaces químicos. Las ondas ultravioleta, de luz visible y probablemente de infrarrojo, tienen energía suficiente para romper enlaces de hidrógeno débiles. Después del infrarrojo, ninguna onda posee energía suficiente para romper enlaces químicos. Por lo tanto, las microondas no rompen enlaces químicos(18).

Las microondas viajan en la misma forma que las ondas de luz (pueden sufrir efectos de reflexión, refracción, y polarización).

Las microondas son reflejadas por objetos metálicos (los electrones en presencia del campo eléctrico de la onda, se mueven de tal forma que reducen el campo eléctrico a cero. La respuesta de las cargas eléctricas en el metal causa una onda reflejada que parte de la superficie del metal cancelando el campo de la onda incidente en la superficie) y absorbidas por algunos materiales dieléctricos y transmitidas sin absorción significativa a través de otros materiales dieléctricos (en cualquier lugar donde exista una interfase entre materiales con propiedades eléctricas diferentes, ocurrirá una reflexión parcial) por ejemplo el agua, carbón y alimentos con un alto contenido de agua son buenos absorbentes de las microondas, (a éste tipo de materiales también se les conoce como no conductores); en cambio el vidrio, cerámicas y la mayoría de los materiales termoplásticos permiten el paso de las microondas con poca o nula absorción(21).

La intensidad de la radiación se expresa en cualquiera de las siguientes formas:

- como valor máximo de la fuerza del campo oscilante en voltios por metro ó
- como el flujo de energía en watts por metro cuadrado.

Cuando se manejan microondas, la unidad más usada es miliwatts por cm^2 (mW/cm^2)(18).

HORNO DE MICROONDAS

DESCRIPCIÓN

Según la FDA, un horno de microondas es un aparato diseñado para calentar, cocinar ó secar alimentos por medio de la aplicación de la energía electromagnética a frecuencias asignadas por la Comisión Federal de Comunicaciones en las bandas normales de calentamiento ISM (Industrial, Scientific, Medical) desde 890 MHz a 6,000 MHz(30).

COMPONENTES

En general un horno de microondas está formado por lo siguiente:

- a) Suministro de poder: se emplea principalmente para proveer el voltaje necesario para que opere el magnetrón.
- b) Tubo de poder ó generador : el más empleado es el magnetrón que es un dispositivo electrónico el cual produce un rayo de luz de ondas radiales de alta frecuencia que se esparcen en el interior del horno y se mezclan con los alimentos por varios mecanismos, (uno de ellos es el plato rotatorio). Su función es convertir la energía eléctrica a energía de microondas(60).

Los dos anteriores conforman lo que es la fuente de las microondas

- c) Sección de transmisión: es una onda guía que como su nombre lo indica guía la energía de microondas del magnetrón al horno. Esta onda guía debe estar construida por material que refleje las microondas (por ejemplo un metal).
- d) Dispositivos de acoplamiento: permiten la transferencia de energía dentro del horno.
- e) Dispositivos de distribución: permiten la distribución uniforme de la energía. Es una especie de agitador metálico que distribuye las microondas en el interior del horno a medida que son reflejadas y rebotan del agitador.
- f) Cavity u horno: es el sitio en donde se lleva a cabo el calentamiento del material.
- g) Puerta: permite el acceso al horno y restringe la energía de microondas a este.
- h) Sello de la puerta: es una estructura de "trampa" para prevenir la fuga de la energía de microondas.
- i) Controles de operación: los básicos son el enchufe, selector de tiempo y potencia(21,58). Algunos hornos poseen un sensor de humedad que indica cuando el alimento se ha cocinado.

Resumiendo lo anterior tenemos que la energía de microondas es producida por el magnetrón, propagada por el tubo guía de ondas e introducida directamente en la cavidad del horno, donde el agitador de microondas distribuye la energía en varias direcciones(21).

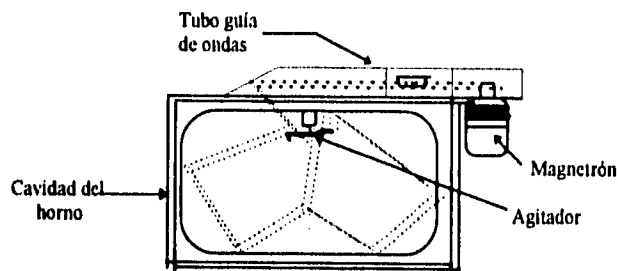


Fig.3 Principales componentes de un Horno de Microondas(21)

Cabe señalar que existen hornos domésticos e industriales en los cuales son combinadas las microondas con otras formas de calentamiento como el empleo de electricidad ó gas(22).

CARACTERÍSTICAS DE LOS ALIMENTOS

La absorción de energía a partir de un campo de microondas se ve afectada por diversos factores como son las propiedades dieléctricas, geometría y tamaño del producto, así como también por las características de operación del equipo de procesamiento.

PROPIEDADES DIELECTRICAS

Las propiedades dieléctricas de los alimentos generalmente se relacionan con la composición química y estructura física.

Las mas importantes en el procesamiento con microondas son expresadas como permitividad dieléctrica con dos componentes: la constante dieléctrica (ϵ') y el factor de pérdida (ϵ'').

La constante dieléctrica es una medida de la capacidad que tiene un material para almacenar energía eléctrica; el factor de pérdida es una medida de la capacidad de un material para disipar energía en forma de calor.

La relación entre ambos factores determina por lo tanto la capacidad del material tanto para ser penetrado por un campo eléctrico, como para disipar energía eléctrica como calor. La relación del factor de pérdida entre la constante dieléctrica es el factor de disipación ó tangente de pérdida:

$$\tan \delta = \epsilon'' / \epsilon'$$

(46)

Cuando la energía de microondas penetra una muestra, ésta absorbe energía de acuerdo a su factor de disipación. La penetración se considera infinita en materiales que son transparentes a las microondas y de cero en materiales reflejantes. Mientras mayor sea el factor de disipación, menor será la penetración de las microondas a una frecuencia determinada(21).

A una frecuencia de 915 MHz, las microondas penetran en el alimento más de 30 cm, y a 2450 MHz la penetración es de 10 cm (IFT, 1989).

La constante dieléctrica depende de la temperatura (disminuye al aumentar la temperatura); el factor de pérdida varía con la temperatura y la frecuencia (alimentos con grandes factores de pérdida son calentados más rápidamente por microondas).

Tanto la constante dieléctrica como el factor de pérdida afectan la distribución de energía dentro del material, la profundidad a la que penetra la energía en el alimento y la eficiencia con que esto se lleva a cabo.

Las propiedades dieléctricas de los alimentos dependen del contenido de humedad y sal. Las microondas tienen menor profundidad de penetración en alimentos con mayores contenidos de humedad y sal(35).

En el caso del agua las propiedades dieléctricas son funciones de la longitud de onda (frecuencia) y de la temperatura. A una temperatura determinada, la constante dieléctrica del agua será función de la frecuencia. El agua de unión, que es el agua unida a la superficie de los sólidos en el alimento en una o varias capas estructuradas, se refleja a frecuencias menores a las microondas, por ello sus efectos no son considerados en procesos con microondas, ya que no responden al campo en esta frecuencia.

Las sales disueltas, es decir, iones en solución acuosa, atraen moléculas de agua con mas fuerza por efectos de la carga nuclear (dependientes del tamaño y carga de los iones) y disminuyen los valores de la constante dieléctrica a niveles menores que los del agua pura. El factor de pérdida aumenta superando estos niveles.

Los efectos de los iones en solución se relacionan generalmente con las cenizas y con componentes proteínicos solubles. Los efectos de los componentes insolubles e inmiscibles son el de disminuir tanto la constante dieléctrica como el factor de pérdida como se observa en emulsiones aceite-agua, y se relacionan a los lípidos, proteínas y carbohidratos en suspensiones coloidales en agua. El efecto de los componentes interactivos tales como alcoholes y azúcares, se debe a la estabilización de enlaces de hidrógeno entre los grupos hidroxilo de estos compuestos y el agua cambiando la longitud de onda crítica de absorción(18).

PROCESO DE CALENTAMIENTO

Los procesos de calentamiento por microondas están sujetos a los mismos mecanismos, de transferencia de calor que los procesos térmicos convencionales(18).

En un horno de gas ó eléctrico, el exterior del alimento es calentado por convección del aire caliente en el horno. Las paredes calientes y los elementos generadores de calor (resistencia o quemadores) irradian ondas infrarrojas; éstas son absorbidas y calientan una capa delgada en la superficie del alimento. El interior de este es calentado por conducción de la superficie caliente. La conductividad de los alimentos no es alta por lo cual se lleva tiempo para que el interior alcance temperaturas de cocimiento.

En el caso de las microondas, cuando el alimento es calentado, la energía se deposita en el interior, por lo tanto se reduce el tiempo de cocimiento. El aire y el recipiente que contienen el alimento se calientan por conducción del calor desde el alimento (el aire no es calentado por las microondas)(16).

Las microondas tocan la superficie del material con un nivel inicial de potencia; cuando comienzan a penetrar el material, se absorbe un poco de energía, y éstas son atenuadas desde una capa a la siguiente, el campo eléctrico disminuye hacia el centro del material exponencialmente. El incremento en la profundidad de penetración es inversamente proporcional a la frecuencia y constante eléctrica(60).

La energía de las microondas hace que las moléculas altamente polares, como el agua, giren y generen calor por fricción. Posteriormente, el calor se dispersa a través del producto por conducción, convección (migración de agua) ó difusión de gases (vapor)(8).

Las moléculas vibran a la misma frecuencia de la onda absorbida. Una frecuencia de 2450 MHz hace vibrar a las moléculas 2450 millones de veces por segundo(46).

El agua puede alcanzar temperaturas de ebullición antes de evaporar; pero si el vapor es atrapado en un envase ó producto (como las palomitas de maíz) puede producirse un sobrecalentamiento. El vapor saliente sin embargo, enfriará la superficie del producto.

Algunos ingredientes traducen la absorción de calor en aumento de temperatura más fácilmente que otros (tienen un calor específico más bajo). Los aceites por ejemplo, se calientan poco por las microondas pero absorben rápidamente el calor de otros ingredientes que sí lo hacen. En realidad, los aceites llegan muy rápidamente a muy altas temperaturas en un sistema sometido a microondas. En resumen, son buenos conductores.

Las grasas y los aceites proveen un mecanismo de calentamiento rápido debido a su bajo calor específico(8).

Para que la energía aparezca como calor, debe transferirse de la molécula que vibra hacia sus alrededores en vez de permanecer como vibración interna. A esta redistribución de energía se le conoce como "efecto de fricción molecular". Este es el efecto de las microondas sobre todas las moléculas polares.

En materiales no polares las cargas eléctricas están simétricamente distribuidas. Si un campo eléctrico se aplica a este material, las cargas positivas experimentarán una fuerza en la misma dirección que la del campo y las negativas una fuerza opuesta. Este desarreglo de la simetría original hace que la molécula se polarice; tal polarización inducida permite la interacción de la molécula con el campo eléctrico. De éste modo se logra la transferencia de energía de un campo electromagnético a moléculas de aceite y tejido graso en un horno de microondas. Algunas moléculas orgánicas tienen regiones polares y otras no polares y pueden interactuar con el campo de la radiación tanto por la polarización permanente como por la inducción.

En general, el primer paso en la conversión de microondas en energía térmica, es la absorción de las microondas por un sistema absorbente y después la degradación de ésta energía en vibraciones térmicas de las moléculas del material absorbente(16).

SEGURIDAD Y REGULACIÓN

Las microondas no rompen enlaces químicos ni siquiera al nivel de enlaces débiles como los de hidrógeno, ya que la energía que poseen sus fotones es menor que la requerida para lograr estas rupturas. Es radiación no ionizante. Por ello, la probabilidad de que las microondas induzcan reacciones que produzcan compuestos tóxicos en alimentos es muy baja. Los enlaces de hidrógeno se rompen durante el calentamiento por el efecto de fricción molecular.

Las radiaciones de microondas no son peligrosas cuando están encerradas dentro de un equipo correctamente diseñado. La ingeniería dedicada a perfeccionar la seguridad de los

hornos de microondas, ha alcanzado un alto nivel de desarrollo. Las puertas en todos los hornos domésticos, cuentan con ventanas que son opacas a la energía de microondas, pero transparentes a la vista para poder observar el contenido del horno. Dichas puertas al cerrarse se sellan. Además, todos los hornos de microondas tienen mecanismos de seguridad que interrumpen el suministro de energía en cuanto se abre la puerta del horno.

Los hornos de microondas más complejos, que tienen forma de túnel, generalmente están abiertos en sus extremos de entrada y salida a fin de recibir y descargar el producto. En este tipo de instalación se previene el escape de las microondas por los extremos abiertos mediante materiales que absorben las microondas desviadas, reflectores metálicos que las devuelven al horno, y por otros medios(35,58).

No se ha demostrado completamente lo peligroso de las microondas, pero tampoco su inocuidad. Sólo se coincide en que la única evidencia de daño radica en altos niveles de exposición(18).

Debido a que las frecuencias de las microondas son cercanas a las ondas de radio y pueden traslaparse, su uso es regulado por la Comisión Federal de Comunicaciones.

Las frecuencias de microondas aprobadas para uso en alimentos en los E.U.A. son 915 MHz (896 MHz en el Reino Unido) y 2450 MHz(35).

La decisión para usar una u otra frecuencia depende más del país donde se fabrica el equipo, que del proceso. La mayoría de los equipos provenientes de Europa trabaja a 2450 MHz; en cambio equipo fabricado en los E.U.A. opera a ambas 915 y 2450 MHz. El equipo fabricado en el Reino Unido opera a 896 y 2450 MHz.

La elección de la frecuencia parece ser una preferencia individual en lugar de consideraciones en base al tamaño del producto y/o a propiedades dieléctricas. Por ejemplo: el tamaño del producto podría sugerir 2450 MHz por encima de 915 MHz para cocinar tocino o secar pasta, sin embargo, en ambos procesos se usa una frecuencia de 915 MHz(19).

Las únicas frecuencias que son aprobadas por la Comisión Federal de Comunicaciones para usos industriales, médicos y científicos en los Estados Unidos son proporcionadas en la siguiente tabla:

Tabla # 2
Frecuencia y longitud de onda de microondas aprobadas para uso industrial, científico y médico(16)

| Banda de frecuencia (MHz) | Longitud de onda central (cm) |
|---------------------------|-------------------------------|
| 915 +/- 25 | 32.8 |
| 2450 +/- 50 | 12.2 |
| 5800 +/- 75 | 5.2 |
| 22125 +/- 125 | 1.4 |

Independientemente de lo seguro que pueda ser un horno de microondas respecto a su nivel de fugas de radiación, existen otros factores que pueden alterar la seguridad del consumidor. Estos factores se relacionan tanto con la formulación como con el empaque de un producto.

PRODUCTOS ESPECIALES PARA MICROONDAS

La demanda actual de alimentos preparados que ofrezcan comodidad y ahorro de tiempo ha influido mucho sobre el mercado de la industria de alimentos.

En el mercado actual existen cientos de productos especiales para microondas, los cuales se pueden dividir en dos grupos:

- Productos diseñados especialmente para cocinarse en hornos de microondas.
- Productos ya preparados, listos para calentarse en hornos de microondas.

En el mercado de productos alimenticios, los productos para calentar en hornos de microondas son los más abundantes.

Por otra parte, el desarrollo de productos de cocción en microondas requiere del empleo de ingredientes y aditivos que puedan ayudar a desarrollar, en el producto, las características esperadas por el consumidor, así como de reformular algunos productos para diversificar el mercado.

En el diseño de un producto especial para microondas tienen un papel fundamental los ingredientes utilizados. Si se desarrollan fórmulas adaptables a este modo de calentamiento, se pueden lograr efectos similares a los obtenidos con otros métodos(61, 18).

4.2 ARROZ

La ingestión diaria de cereales es la forma más eficaz de obtener nutrientes que cubran las necesidades de energía y de crecimiento. Más de la mitad de la población mundial tiene el arroz como alimento principal(63).

Hoy en día el arroz es uno de los ingredientes más versátiles de la Industria de alimentos(55).

DESCRIPCIÓN Y ESTRUCTURA

El arroz es la semilla de una planta semiacuática, *Oriza sativa* L; la cual es nativa de la India, Sureste de Asia y China(49).

Puede crecer en lugares excesivamente húmedos(55).

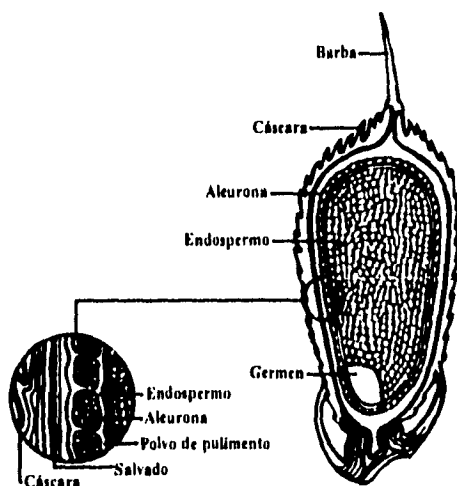


Fig. 4 Estructura del grano de arroz(55).

COMPOSICIÓN QUÍMICA

El arroz es conocido como una fuente importante de vitaminas y minerales. Tiene un contenido bajo en sodio, aproximadamente 7% de proteína de buena calidad y un bajo porcentaje de grasa(49) (Tabla 3).

Tabla # 3
Composición del arroz (en 100g de peso neto)(39)

| | |
|--------------------|------|
| Energía (kcal) | 364 |
| Proteína (g) | 7.4 |
| Grasa (g) | 1.0 |
| Carbohidratos (g) | 78.8 |
| Calcio (mg) | 10.0 |
| Hierro (mg) | 1.1 |
| Tiamina (mg) | 0.23 |
| Riboflavina (mg) | 0.03 |
| Niacina (mg) | 1.6 |
| Ac. Ascórbico (mg) | 0 |
| Retinol (mcg Eq) | 0 |

Tabla # 4
Gramos del aminoácido por 100g de Proteína en Arroz(39)

| | |
|--------------|------|
| Lisina | 3.80 |
| Isoleucina | 4.47 |
| Treonina | 3.79 |
| Valina | 6.41 |
| Leucina | 8.73 |
| Triptofano | 1.22 |
| Metionina | 2.09 |
| Fenilalanina | 5.27 |

En contraste con otros granos, las propiedades fisicoquímicas del arroz, varían bastante. Por ejemplo el contenido de amilosa del almidón de arroz varía ampliamente dependiendo de la variedad y tipo.

La composición del endospermo, parece que varía más en el endospermo de otros cereales. Harina erosionada de las capas exteriores del arroz mondado (arroz al que se le ha eliminado la cáscara), puede contener 20% de proteína, mientras que el grano entero molido, puede contener solamente 8%. Resultados similares se han registrado con los lípidos (6% en comparación con 0.3%), con las vitaminas (4 a 8 veces mayor en las capas exteriores) y en algunos minerales. La proporción de almidón, sigue la dirección opuesta a la de la proteína; es decir, el centro del endospermo es más rico en almidón que en los bordes. Cabe agregar que se podrían alterar los datos muy significativamente en caso de que quedara una pequeña cantidad de aleurona en la parte exterior del grano mondado(41).

FORMAS PROCESADAS

Dependiendo de la variedad y el clima, el grano está listo para ser cosechado sin eliminar la cáscara (*arroz vestido*) entre 100 y 180 días.

Posteriormente, el arroz es enviado a una serie de operaciones las cuales incluyen la limpieza, eliminación de cáscara (*arroz moreno*), molienda (remover salvado y germen por abrasión presurizada), pulido, empacado.

Arroz vestido: rinde 20% de cáscara, 8% de salvado y 2% de residuos del pulido. El 70% restante es de rotos ó arroz de cabezas. La cantidad de rotos varía mucho, y depende de varios factores (variedad del arroz, habilidad del operario, sistema en la molienda)

Arroz de cabeza: granos mondados sin romper.

Arroz muy brillante: arroz que después de ser pulido, se trata con una mezcla de agua, glucosa y talco (silicato magnésico), que da mucho más brillo al arroz.

Arroz moreno: es la forma menos procesada: únicamente la cascarilla ha sido eliminada. El arroz aún retiene el germen y las siete capas de salvado, rico en vitaminas y minerales, las cuales contribuyen al color café. El arroz moreno tiene una textura ligeramente pegajosa y sabor a nuez.

El arroz moreno es más nutritivo que el arroz blanco (el consumo de gran parte de la dieta individual en forma de arroz blanco mondado, puede conducir a la deficiencia de la Tiamina: Vit. B, que a su vez determina la enfermedad beri-beri), pero muy pocos consumen arroz moreno, debido a razones complejas.

La molturación del arroz moreno consiste en la eliminación del salvado (añadiendo carbonato cálcico) y perlado.

Una técnica empleada para mondar el arroz moreno y obtenerlo blanco, consiste en rociarlo con aceite de arroz caliente y mantenerlo así durante 2 a 4 horas.

Arroz de molienda regular: llamado "blanco" ó arroz pulido.

Es producido a partir de arroz moreno por máquinas que remueven por fricción los granos bajo presión (dejando el endospermo almidonado) tanto el salvado y el germen.

Arroz sancochado o "convertido": es el arroz que ha sido endurecido por un proceso especial de presión de vapor antes de la molienda. El proceso gelatiniza el almidón en el grano, protege los nutrientes y vuelve al grano más resistente para la sobrecocción.

Arroz precocido: no es lo mismo que el arroz sancochado. Es arroz de molienda regular el cual ha sido completamente cocido y secado(26,41).

CLASIFICACIÓN

El arroz se clasifica en arroz de grano largo, mediano, y corto, basado en la longitud de la semilla y la forma. La industria también reconoce cuatro categorías de "arroz especial" las cuales se distinguen por características diferentes a la dimensión y forma de la semilla tal como jasmín, basmati, etc.

Arroz de grano largo: Mide de 6 a 7 mm de longitud y tiene comparativamente un alto contenido de amilosa (23-27%), apariencia traslúcida (preferida a la apariencia yesosa). Este tiende a hincharse más que los granos cortos. Los productos cocinados con este tipo de arroz son secos y esponjosos que permanecen separados; esta variedad es la preferida para el arroz de preparación rápida, arroz en lata, sopas en bote.

Arroz de grano mediano: mide 5 a 5.9 mm de longitud; es ancho, algo redondo, y tiene un menor contenido de amilosa que el grano largo (15-21%). Son granos suaves y yesosos y cuando se cuecen, son húmedos y firmes y tienden a adherirse. Las variedades de grano mediano y corto son adecuadas para cereales para desayuno, alimentos infantiles y preparación de bebidas

Arroz de grano corto: Mide menos de 5 mm de longitud; forma ligeramente redonda y un contenido de amilosa similar a los granos medianos. Granos suaves y yesosos al igual que los granos medianos. Son granos más firmes que los largos(17,56).

En adición a lo anterior, la industria clasifica el arroz en tipo Japónica e Indica basados en características de cocimiento.

La Japónica incluye tanto arroz de grano corto como mediano; cuando es cocido, es ligeramente húmedo y adherible.

El arroz de tipo Indica es arroz de grano largo, cuando es cocido se obtiene un arroz blando y seco, y los granos permanecen separados(26).

Como ocurre con la mayoría de los productos alimenticios, la calidad del arroz es determinada por su capacidad para producir el deseado producto final. Como casi todo el arroz se consume en forma de grano entero, el rendimiento de su tratamiento en arroz de cabezas es un importante factor de calidad. La aceptación por los consumidores varía de país en país, e incluso según las regiones de un país específico (por ejemplo la mayor parte de los consumidores de los Estados Unidos prefieren el arroz que, una vez cocinado, resulte seco y esponjoso. Cada grano debe mantener su forma e identidad aislada después del cocimiento)(41).

Los cereales son cocidos para aumentar su digestibilidad y su palatabilidad por su efecto sobre el principal componente, el almidón(17).

COCIMIENTO DEL ARROZ

Se han investigado cierto número de factores que pudieran ser importantes para las diferencias en la calidad del cocimiento del arroz. Estos incluyen la cantidad de humedad que absorbe el arroz al cocerse, su temperatura de gelatinización, el contenido de amilosa del almidón y la anatomía de la semilla, particularmente la cantidad y distribución de los componentes que pudieran limitar el hinchamiento del almidón. Todos estos factores apuntan

directamente ó indirectamente hacia el almidón. En estudios realizados, al compararse siete métodos de cocimiento la calidad del arroz cocido parecía depender más de las características inherentes del arroz que del método de cocimiento probado(17).

ALMIDÓN

Es la mayor reserva alimenticia de plantas. Este carbohidrato se encuentra en los cereales, los tubérculos y en algunas frutas como polisacárido de reserva energética y su concentración varía con su estado de madurez.

Químicamente es una mezcla de dos polisacáridos muy similares, la amilosa y la amilopectina; el primero es el producto de la condensación de D-glucopiranosas por medio de enlaces glucosídicos α -(1,4), que establece largas cadenas lineales con 200-2500 unidades y pesos moleculares hasta de un millón, es decir, la amilosa es una α -D-(1,4)-glucana cuya unidad repetitiva es la α -maltosa. Tiene la facilidad de adquirir una conformación tridimensional helicoidal (Fig. 5), en la que cada vuelta de la hélice consta de seis moléculas de glucosa.

Por su parte, la amilopectina se diferencia de la amilosa en que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular similar a la de un árbol; las cuales están unidas al tronco central (semejante a la amilosa) por enlaces α -D-(1,6), localizados cada 15-25 unidades lineales de glucosa (Fig. 5). Su peso molecular es muy alto ya que algunas fracciones llegan a alcanzar hasta 200 millones de daltons.

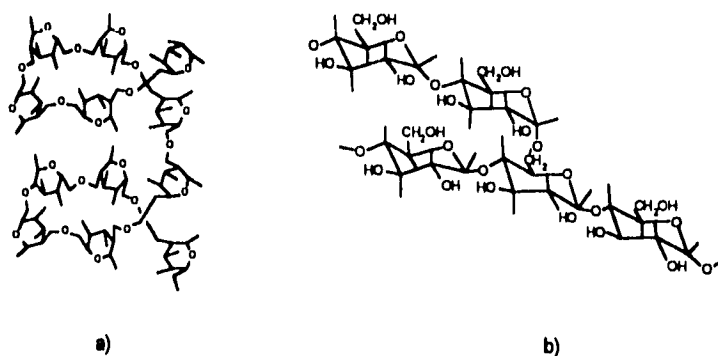


Fig.5 Estructura química del almidón(6)
(a) Enrollamiento helicoidal de la amilosa.(b) Amilopectina

En términos generales, los almidones contienen aproximadamente 17-27% de amilosa y el resto de amilopectina. El arroz por ejemplo, tiene variedades que están constituidas únicamente por amilopectina (variedad "cerea"), hay otros que tienen 90% de amilosa. La

concentración relativa de estos dos polímeros está regida por factores genéticos típicos de cada cereal.

Tanto la amilosa como la amilopectina influyen de manera determinante en las propiedades sensoriales y reológicas de los alimentos, principalmente mediante su capacidad de hidratación y gelatinización. En ciertos casos cuando una de éstas dos fracciones está en exceso puede traer consigo algunos inconvenientes, esto se observa en el arroz cocido, cuya calidad mejora cuando se reduce el contenido de amilosa pues resulta menos pegajoso.

El almidón se encuentra en pequeños corpúsculos discretos llamados gránulos; los cuales ejercen una presión osmótica muy baja, con lo que la planta almacena grandes cantidades de glucosa de una manera muy accesible sin romper el balance de agua interior. El tamaño y la forma del gránulo son característicos de cada especie botánica.

En un mismo cereal se distinguen varios tipos de gránulos: en general, los que se encuentran en la zona más exterior del endospermo son poliédricos, mientras que los del interior son redondos.

Tabla # 5
Características del almidón de arroz(6)

| Amilopectina (%) | Amilosa (%) | Temperatura de gelatinización (°C) | Tamaño del gránulo (micras) |
|------------------|-------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 83 | 17 | 62-78 | 2-5 |

La estructura rígida de los gránulos está integrada por capas concéntricas de amilosa y de amilopectina distribuidas radialmente que permanecen inalterables durante la molienda, el procesamiento y la obtención de almidones comerciales.

GELATINIZACIÓN

Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría debido a que su estructura está altamente organizada y a que presenta una gran estabilidad debido a las múltiples interacciones que existen con sus dos polisacáridos constituyentes; sin embargo, cuando se calientan empieza un proceso lento de absorción de agua en las zonas internicelares amorfas, ya que son las menos organizadas y las más accesibles, ya que los puentes de hidrógeno no son tan numerosos ni rígidos como en las áreas cristalinas. A medida que se incrementa la temperatura, se retiene más agua y el gránulo empieza a hincharse y a aumentar de volumen. Una vez que la parte amorfa se ha hinchado completamente, la cristalina inicia un proceso semejante, pero para esto se requiere más energía.

Al llegar a una cierta temperatura, el gránulo alcanza su volumen máximo y pierde tanto su patrón de difracción de rayos X como la propiedad de birrefringencia (dos índices de difracción); si se administra más calor, el gránulo hinchado, incapacitado para retener el líquido, se rompe parcialmente y la amilosa y la amilopectina, fuertemente hidratadas, se dispersan en el seno de la disolución.

A todo este proceso se le llama gelatinización y es una transición de un estado ordenado (por ejemplo estructura cristalina) a uno desordenado en el que se absorbe calor. Es decir, la gelatinización transforma los gránulos de almidón insolubles en una solución de las moléculas constituyentes en forma individual.

Cabe indicar, que al final de este fenómeno se genera una pasta en la que existen cadenas de amilosa de bajo peso molecular altamente hidratadas que rodean a los agregados, también hidratados, de los restos de los gránulos(6,32).

PRODUCCIÓN NACIONAL

Dentro de los principales cultivos agrícolas a nivel nacional, el arroz al igual que el frijol, maíz, y trigo se encuentra entre los principales granos básicos.

Tabla # 6
Superficie cosechada y Producción de Arroz en 1991 y 1992 a Nivel Nacional(12,13)

| Año | Superficie cosechada (Ha)* | Producción (Ton) |
|------|----------------------------|------------------|
| 1991 | 84 790 | 347 245 |
| 1992 | 91 000 | 260 000 |

*Ha: Hectárea

4.3 VEGETALES

COMPOSICIÓN QUÍMICA: CHÍCHARO Y ZANAHORIA

Tabla # 7
Composición Chícharo y Zanahoria (en 100g de peso neto)(39)

| | Chícharo | Zanahoria |
|------------------|----------|-----------|
| Energía (kcal) | 140 | 44 |
| Proteínas (g) | 9.0 | 0.4 |
| Grasas (g) | 0.3 | 0.3 |
| Carbohidratos(g) | 25.5 | 10.5 |
| Calcio (mg) | 37 | 26 |
| Hierro (mg) | 2.8 | 1.5 |
| Tiamina (mg) | 0.33 | 0.04 |
| Riboflavina (mg) | 0.1 | 0.04 |
| Niacina (mg) | 2.3 | 0.5 |
| Ascórbico (mg) | 60 | 19 |
| Retinol (mcg Eq) | 52 | 664 |

Tabla # 8
Gramos de aminoácido por 100g de Proteína(39)

| | Chicharo | Zanahoria |
|--------------|----------|-----------|
| Lisina | 5.7 | 3.1 |
| Isoleucina | 7.0 | 4.4 |
| Treonina | 3.9 | 4.0 |
| Valina | 4.9 | 5.7 |
| Leucina | 9.8 | 5.6 |
| Triptofano | 1.1 | 0.6 |
| Metionina | 0.3 | 1.0 |
| Fenilalanina | 4.9 | 4.1 |

Los vegetales son sometidos a diferentes procesos cuyo objetivo principal es conservarlos. Uno de estos procesos es el secado que además de cumplir con lo anterior, proporciona otras ventajas.

SECADO

DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS

La deshidratación o secado se define como la aplicación de calor bajo condiciones controladas de temperatura, humedad relativa y circulación del aire para eliminar la mayoría del agua presente en un alimento(28).

Esta definición excluye a aquellas operaciones unitarias en las que se remueve el agua del alimento por medio de separación mecánica, horneado, etc. Cabe aclarar que la evaporación puede emplearse como sinónimo de deshidratado(31).

El propósito principal de la deshidratación es extender la vida de anaquel de los alimentos por medio de una reducción de la actividad del agua (a_w). Esto inhibe el crecimiento de microorganismos y la actividad enzimática, pero la temperatura del producto es usualmente insuficiente para causar inactivación. La reducción de peso del alimento reduce costos de transporte y almacenamiento; para algunos alimentos representa gran variedad y conveniencia al consumidor.(28)

El éxito de cualquier operación de deshidratación depende de la eliminación de suficiente humedad del alimento para conseguir una actividad de agua tan baja que impida la multiplicación microbiana (la mayoría de las bacterias no se multiplican cuando la actividad es inferior a 0.91, las levaduras por debajo de 0.88 y los mohos por debajo de 0.80. De forma excepcional, microorganismos con una tolerancia especial tales como las bacterias halofílicas y las levaduras osmofílicas pueden multiplicarse con una a_w de 0.6 aproximadamente). Esto supone a su vez que debe existir suficiente aplicación y transferencia de calor para proporcionar el necesario calor latente de evaporación, y que el agua o el vapor de agua se mueva a través del alimento y después lo abandone para lograr la separación del agua del producto alimenticio.

Como debe perderse toda la humedad de las superficies expuestas, normalmente hacia el aire, se deduce que el tamaño y la geometría de las partículas y la humedad relativa del aire usado para la deshidratación son factores críticos, así como la forma en que se mantiene el alimento durante la operación de deshidratación, es decir, la cuantía en que las posibles superficies expuestas no establecen contacto con el aire al ser cubiertas por otras partículas de alimentos, bandejas o transportadores.(5)

PROCESO DE SECADO

Cuando el aire caliente pasa sobre un alimento húmedo, el calor es transferido a la superficie, y el calor latente de vaporización causa que el agua se evapore. El vapor de agua difunde a través de una película de aire y es acarreada lejos por movimiento del aire. (Fig. 7).

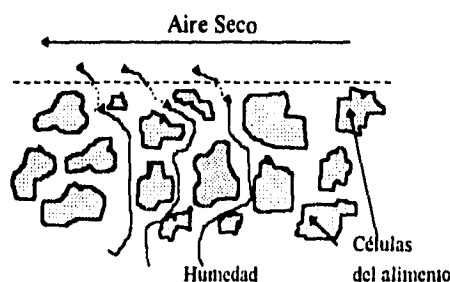


Fig. 6 Movimiento de la humedad durante el secado(28)

Esto crea una región de menor presión de vapor de agua en la superficie del alimento, y un gradiente de presión de vapor que es establecido desde el interior húmedo del alimento al aire seco. Este gradiente permite remover el agua del alimento. El agua se mueve hacia la superficie por los siguientes mecanismos:

- movimiento de líquido por fuerzas capilares
- difusión de líquidos, causada por diferencias en la concentración de solutos en diferentes regiones del alimento
- difusión de líquidos los cuales son adsorbidos en capas en las superficies de los componentes sólidos del alimento
- la difusión de vapor de agua en espacios de aire dentro del alimento causada por gradientes en la presión de vapor(28).

La compleja construcción fisiológica de la mayoría de las hortalizas (y de los productos alimenticios en general) limita la tasa de emigración del agua desde su interior hacia las superficies externas expuestas desde las que es posible su evaporación. Además, según tiene lugar la evaporación, se concentran más los fluidos tisulares en las células próximas a la superficie, creando un gradiente de humedad a través del producto. Según la difusión va siendo progresivamente más difícil, tiene lugar un fallo estructural tanto en las células

individuales como a nivel macroscópico según se evidencia por la aparición de fracturas, arrugamiento y pérdida de volumen. La eliminación excesivamente rápida de humedad de las capas externas puede provocar un endurecimiento que cierra la superficie e impide la deshidratación correcta del producto.

Resulta claro que cualquier método de agitación o volteo del producto durante el proceso favorece la eficacia y la uniformidad de la deshidratación. En la deshidratación de productos vegetales, la temperatura no debe ser superior a 65°C si se quieren evitar reacciones adversas. (5)

DESHIDRATACIÓN POR AIRE

La capacidad del aire para remover la humedad del alimento depende de la temperatura y la cantidad de vapor de agua que es tomado por el aire. El contenido de vapor de agua en aire se expresa como la humedad absoluta (masa de vapor de agua/ masa de aire seco), conocida como contenido de humedad; o como porcentaje de humedad relativa (presión parcial de vapor de agua en aire, dividida entre la presión de vapor de agua a una temperatura dada, multiplicada por 100). La Psicometría es el estudio de la relación de la temperatura y humedad del aire. Estas propiedades son representadas en la carta psicrométrica. (28)

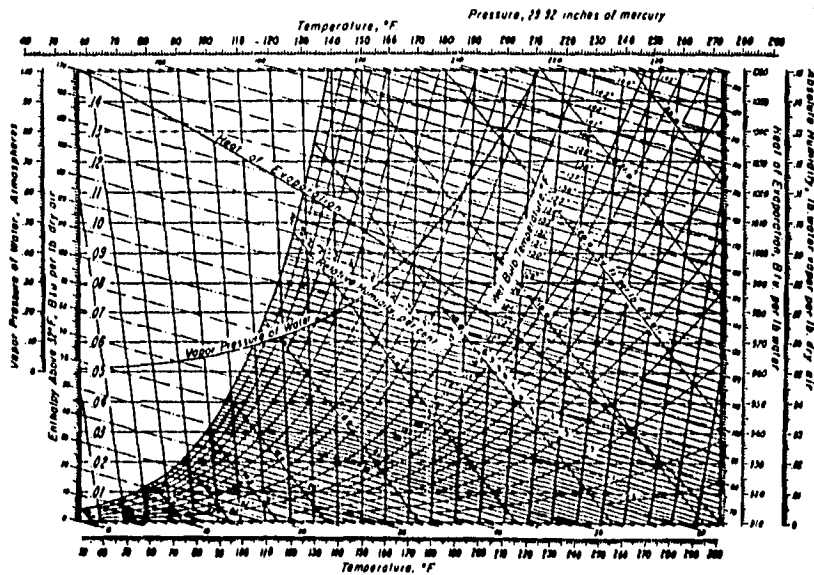


Fig.7 Carta Psicrométrica.(29)

La temperatura del aire, medida por un termómetro de bulbo es conocida como temperatura de bulbo seco. Si el bulbo del termómetro es rodeado por un algodón o tela húmeda, el calor es removido por evaporación del agua desde el algodón y la temperatura cae. Esta temperatura (que es menor) es llamada temperatura de bulbo húmedo. La diferencia entre las dos temperaturas es usada para encontrar la humedad relativa del aire en la carta psicrométrica. Un incremento en la temperatura del aire, o reducción en la humedad relativa, causa evaporación del agua desde una superficie húmeda más rápidamente y por lo tanto produce una disminución en la temperatura. (28)

La deshidratación por aire puede realizarse por partidas o ser continua y el equipo incluye túneles, desecadores de bandeja u horno, desecadores de tambor o giratorios, y desecadores neumáticos, de cinta acanalada, giratorios, de cascada, torre, espiral, lecho fluidizado, de tolva, y de cinta o banda, etc.

En general los desecadores por aire caliente están diseñados de forma que proporcionen un elevado flujo de aire en las fases iniciales del proceso aunque no tan intenso según se mueve el producto sometido a deshidratación, excepto cuando se trata de una característica precisa como sucede en los desecadores de lecho fluidizado. Típicamente, para porciones de hortalizas se aplica un flujo de aire con una velocidad de 1.5 m/s a 5 m/s. (5). Velocidades iniciales de desecación altas provocan que las capas externas de los trozos se hagan rígidas y los trocitos del vegetal adquieren el tamaño final definitivo más precozmente durante la desecación. Al continuar la desecación, los tejidos se rompen internamente dando origen a una estructura más abierta. En éstas condiciones el producto tiene poca densidad y posee buenas características para la rehidratación. Velocidades iniciales de desecación bajas ocasionan que los trocitos se retraigan más y el producto tenga mayor densidad. La retracción de los alimentos puede influir en las velocidades de desecación debido a los cambios en el área de la superficie de desecación y a la creación de gradientes de presión en el interior del producto. Algunos trabajos realizados indican que la retracción no afecta la conducta durante la desecación.

El tiempo de secado requerido depende de la temperatura del aire usado en la operación de secado. Temperaturas superiores a la temperatura crítica, provocan que el producto seco tenga apariencia quemada. Los azúcares contenidos son aparentemente caramelizados, el color, sabor y aroma son alterados.

La regulación inadecuada de estos factores puede ocasionar el endurecimiento superficial del alimento como consecuencia de que la evaporación de humedad a nivel de la superficie es más rápida que la difusión de la misma desde el interior, lo que da como resultado la formación de una película superficial dura, queratinizada e impermeable que impide que el alimento se siga desecando (11).

A las hortalizas destinadas a la deshidratación previamente se les elimina la materia extraña, se seleccionan, clasifican, limpian, pelan, cortan, y se les realizan otros tratamientos como el escaldado (5).

La rehidratabilidad de los alimentos que han sido desecados en trocitos como las verduras cortadas ó picadas, depende en gran parte de la estructura de los trozos desecados y del grado en que los componentes que retienen el agua, principalmente las proteínas y el almidón, han sido afectados por la operación de desecación (11).

4.4 ADITIVOS

La aceptación de un alimento por el consumidor depende de muchos factores entre los que resaltan el aroma (como primer contacto), el sabor, la textura, el valor nutritivo, la facilidad de preparación, la vida de anaquel y, en muchos casos, el sonido que produce al consumirse. Cada componente del producto influye en alguna medida en estas características; sin embargo, en ocasiones este efecto necesita ser reforzado con el fin de obtener mejores propiedades.

Un **aditivo**, ya sea natural o sintético, se define como una sustancia o mezcla de sustancias diferentes al alimento que se encuentran en el mismo como resultado de una adición intencional durante las etapas de producción, almacenamiento o envasado para lograr ciertos beneficios, por ejemplo, evitar su deterioro por microorganismos e insectos, conservar la frescura, mejorar el valor nutritivo, desarrollar alguna propiedad sensorial o como ayuda para el proceso, asegurando calidad del producto.

Es claro que en esta definición no se incluyen materiales contaminantes indeseables, tales como plaguicidas, fumigantes, fertilizantes, metales pesados y otros que pueden causar algún daño al hombre.

Existen más de 3500 compuestos dentro de esta categoría de aditivos; de todos ellos, la gran mayoría cabe en uno de los siguientes grupos principales: antioxidantes, potenciadores, emulsionantes, conservadores, secuestradores, agentes tensoactivos, colorantes, amortiguadores de pH, acidulantes, espesantes, álcalis, antiespumantes, clarificantes, blanqueadores, humectantes, saborizantes, enzimas, edulcorantes, vitaminas, aminoácidos y minerales.

Su empleo aumenta a medida que los países adquieren un grado tecnológico y económico más avanzado, ya que este nivel de vida requiere de un mayor número de alimentos preparados y listos para servirse; esto ha ocasionado que en muchos casos la función de los aditivos utilizados sea sólo para facilitar la preparación del alimento en el hogar.

En relación con la legislación mexicana sobre aditivos, el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios, expedido en 1988, define a los aditivos como "aquellas sustancias que se añaden a los alimentos y bebidas, con el objeto de proporcionar o intensificar aroma, color o sabor, prevenir los cambios indeseables o modificar en general su aspecto físico. Queda prohibido su uso para: a) ocultar defectos de calidad; b) encubrir alteraciones y adulteraciones en la materia prima o en el producto terminado; c) disimular materias primas no aptas para el consumo humano; d) ocultar técnicas y procesos defectuosos de elaboración, almacenamiento y transporte; e) reemplazar ingredientes en los productos que induzcan a error o engaño sobre la verdadera composición de los mismos, y f) alterar los resultados analíticos de los productos en que se agreguen

En general, las leyes sanitarias permiten usar los aditivos en determinadas concentraciones máximas que previamente se establecen, según los resultados de los análisis toxicológicos:

dichos máximos son muchas veces menores (100 o más) que las dosis que llegan a causar daños a los animales. En otras palabras, solo consumiendo una excesiva cantidad de aditivo (lo cual es difícil que suceda en condiciones normales de fabricación y de consumo del alimento) puede presentarse algún problema de toxicidad en el humano(6).

COLORANTES

Según la NOM-F-261 (Norma Oficial Mexicana), se entiende por colorante a la sustancia que al ser adicionada a los alimentos, bebidas, medicamentos y cosméticos; proporcione o acentúe alguna coloración a ellos, siempre y cuando esté autorizado por la SSA (Secretaría de Salubridad y Asistencia.)(47).

Existen en el mercado diversos agentes químicos que sirven para colorear, básicamente los hay de dos tipos: naturales y sintéticos. Los primeros pueden ser de origen vegetal, animal o mineral (los cuales fueron parte importante en el desarrollo de civilizaciones primitivas). Estos resultan ser más caros y requieren de dosis más altas y en ocasiones más inestables a la luz, oxidación, pH, etc. Algunos ejemplos son el achiote, el β -caroteno, las antocianinas, etc. Por otra parte, los sintéticos se obtienen mediante un proceso químico industrial y existe una gran cantidad de ellos (entre los que se encuentran el Amarillo Crepúsculo, el Azul Brillante, Amarillo Tartrazina etc): sin embargo, sólo algunos están aprobados en México, aunque se permitan en otros países. Esta situación es muy común con éstos aditivos, ya que las legislaciones europeas, de Estados Unidos y de Japón, por mencionar sólo algunos países, no siempre están de acuerdo en relación con la toxicidad ó inocuidad de cada uno de estos aditivos.

La calidad del alimento y el sabor son estrechamente asociados con el color. Los consumidores están condicionados a esperar alimentos de ciertos colores, y rechazan alguna desviación de sus expectativas. Las bases psicológicas en la necesidad de colores alimenticios está bien establecida(6,10).

SABORES

Según la Ley General de Salud un "sabor ó aroma"; es una sustancia o mezcla de sustancias de origen natural o sintético con o sin diluyentes inocuos, agregados o no, de otros aditivos que se utilizan para proporcionar o intensificar el sabor o el aroma de alimentos y bebidas(6). Los sabores de la actualidad no son solamente simples ingredientes, son sistemas vitales de ingredientes.

Para el procesador de alimentos latinoamericano es muy importante poder modificar el sabor de sus productos de acuerdo con las tendencias del mercado(2).

Para entender la importancia que tiene el sabor en los alimentos, primeramente hay que saber que es una sensación causada por las propiedades de una sustancia que en la boca estimula a uno o a ambos de los sentidos del gusto y el olfato, y/o también a los receptores bucales generales del dolor, el tacto y la temperatura(57).

El gusto de un alimento cambia relativamente poco durante el cocimiento. Mucho más complicado es el aroma el cual está compuesto por muchos químicos aromáticos; éstos son substancialmente cambiados por el proceso de cocción: Ya que el sabor de un alimento cocinado depende del proceso de cocción, la calidad del producto final también es diferente.

Los sabores son una mezcla compleja de químicos aromáticos con diferentes niveles en el umbral del sabor, solubilidades y volatilidades y que interactúan en forma diferente con otros ingredientes del producto alimenticio.

De acuerdo al concepto de gusto primario (ácido, amargo, salado y dulce), se podría producir cualquier sabor mezclando estos cuatro en proporciones adecuadas; sin embargo resultaría muy difícil igualar los de la carne, quesos u otros alimentos usando únicamente sabores amargos como quinina, salados como el cloruro de sodio, ácidos como el ácido cítrico y dulces como la glucosa en diferentes combinaciones. Por esto el concepto de los gustos primarios no es totalmente aceptado, por lo tanto se piensa que el sabor es un fenómeno más complejo.

La mayor parte del sabor en los alimentos cocidos se genera por reacciones químicas locales de los ingredientes cuando estos son calentados. Las reacciones particularmente importantes son las que se llevan a cabo entre azúcares, aminoácidos y grasas y las reacciones de caramelización del azúcar.

La naturaleza de los productos finales de estas reacciones depende altamente de las temperaturas y de los tiempos de escalamiento de estos procesos, y existen muchas diferencias entre un rango de temperaturas desde 100°C (temperatura de cocido al vapor) hasta 150°C (temperatura de asado). Debido a que estas temperaturas son a las que los hornos de microondas y los hornos convencionales operan usualmente, los sabores que se desarrollan son los que se asocian con los alimentos cocidos al vapor en el primer caso y con alimentos asados en el segundo caso. En un horno de microondas no hay una superficie dura que limite la pérdida de vapor y los materiales volátiles, incluyendo los componentes del sabor que se pierden conforme la temperatura se eleva.

En un mercado inundado de productos listos para consumirse y en el cual además existen alimentos para ser calentados o preparados por microondas, la demanda del consumidor se ha dirigido cada vez más a productos "instantáneos y con sabores aptos para gourmet". Se dice que este reto lo debe enfrentar la industria de sabores, aplicando soluciones creativas que satisfagan el paladar de los consumidores que es cada vez más sofisticado.

Se han diseñado sistemas de sabor que resistan la volatilización, enmascaren notas desagradables (off-notes) y eviten sabores sobrecalentados y completen reacciones dependientes del tiempo durante el breve lapso que el producto permanece en el horno de microondas.

Los sabores, que son generalmente moléculas polares se comportan de manera diferente cuando se calientan por radiaciones electromagnéticas que cuando se calientan por energía de convección y conducción. Como resultado, los sabores en un horno de microondas frecuentemente desaparecen (flash-off), se distorsionan o modifican.

Una manera de contrarrestar lo anterior es mediante el uso de sabores de reacción(61). Estos son sistemas de sabores que han pasado por reacciones químicas antes de ser agregados a los productos debido a que en el calentamiento por microondas, las reacciones que son responsables de producir aromas y sabores en un producto, no tienen tiempo suficiente para llevarse a cabo(18).

EDULCORANTES

Tanto la naturaleza como el hombre producen diversos alimentos que son aceptados por su sabor dulce; esta percepción sensorial se lleva a cabo gracias a un gran número de compuestos químicos, muchos de ellos sintetizados en el laboratorio, que dan esas propiedades sensoriales tan agradables para la mayoría de los individuos. A los agentes que producen esta sensación se les designa con el nombre de edulcorantes y en términos muy genéricos se pueden dividir en naturales (Glucosa, Fructosa, Sacarosa etc.) y sintéticos (Aspartame, Dulcina, Sacarina etc.)(6).

Las relaciones tiempo/intensidad pueden afectar el sabor percibido de los endulzantes(2).

ACIDULANTES

Los ácidos también llamados acidulantes, cumplen un gran número de funciones cuando se añaden a los alimentos, entre los que destacan las siguientes, algunas de las cuales están relacionadas con la reducción de pH: amortiguador de pH, conservador, pues evita el crecimiento microbiano; saborizante, porque produce o intensifica ciertas notas deseadas; promotor de las reacciones de curado de los derivados cárnicos; sinergista en la actividad de los antioxidantes; modificador de la viscosidad de algunos productos; coagulante de la leche; inhibidor de las reacciones de oscurecimiento; agente hidrolizante de la sacarosa y del almidón para fabricar jarabe invertido y dextrinas respectivamente; promotor, junto con la sacarosa, de la gelificación de las pectinas, etc.

En esta categoría de aditivos se encuentran varios compuestos, entre los que destacan ácidos orgánicos como ácido acético, benzoico, cítrico, fumárico, etc.

Muchos de los ácidos se encuentran de manera natural en diversos alimentos de origen vegetal, como parte del metabolismo de estos tejidos y contribuyen a la acidez y al sabor típico.

La selección de un ácido está determinada por varios factores, como es la solubilidad, la compatibilidad con los otros constituyentes de los alimentos, el costo, etc. No todos ellos llevan ni cumplen las funciones ya indicadas con los mismos resultados(6).

Los factores que pueden afectar el sabor percibido de un acidulante son:

- Relaciones tiempo/intensidad
- Efectividad del acidulante
- Solubilidad del acidulante
- Acidez
- Presencia de otros ingredientes(2).

POTENCIADORES DE SABOR

Estos compuestos, también llamados exaltadores o realzadores del sabor, intensifican y enriquecen el sabor deseado en un alimento y eliminan el indeseado, en concentraciones tan bajas que por sí solos no contribuyen al sabor global del producto; es decir, una característica de ellos es que no tienen un sabor propio y por lo tanto no ejercen ninguna influencia directa en el del alimento. Entre los más conocidos se encuentran: el glutamato monosódico (GMS), los nucleótidos de inosina y guanosina (IMP y GMP), el maltol, el eitmaltol, etc.

ANTIOXIDANTES

Según la Ley General de Salud, un antioxidante es una sustancia ó mezcla de sustancias destinadas a retardar ó impedir la oxidación y enranciamiento de los alimentos(6).

Los antioxidantes obstaculizan la ranciedad no enzimática. Además del BHA, BHT, TBHQ, propil-galato y el tocoferol, las fuentes naturales de abastecimiento de antioxidantes incluyen aislados de soya, vitamina C, E y A, humo y sabores ahumados, ciertos cultivos microbianos, grasa de leche y algunas especias como canela y extractos de romero(27).

Todos estos compuestos tienen una estructura química común en un anillo aromático insaturado y grupo hidroxilo que funcionan como donadores de electrones.

La presencia del grupo hidroxilo en el anillo aromático del fenol es necesaria para que estos compuestos tengan actividad antioxidante. Se acepta comúnmente que el antioxidante actúa como un donador de hidrógeno durante el paso de propagación de la reacción de oxidación, de tal manera que la actividad de los hidroperóxidos se nulifica(6). Ver Figura 8.

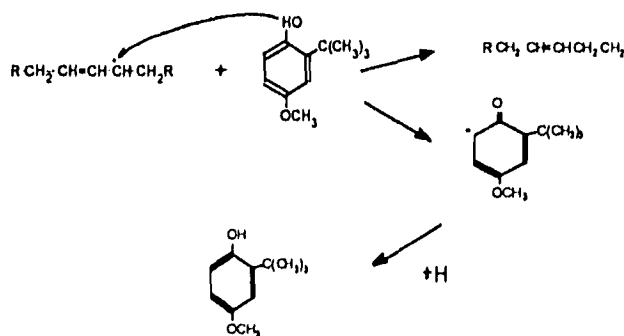


Fig.8 Mecanismo de acción de los antioxidantes.(6)

ANTIAGLOMERANTES

Según la Ley General de Salud, un antiaglomerante es una sustancia ó mezcla de sustancias que se agrega a los alimentos ó a los aditivos para evitar su cohesión.

Este grupo de aditivos tiene la función de evitar la adherencia o la aglomeración de las partículas de un producto seco en polvo, y así ayudar a que éstas fluyan fácilmente; por ésta razón, a los antiaglomerantes también se les conoce como antiapelmazantes, auxiliares de flujo y lubricantes.

La aglomeración se puede dar ya sea porque el polvo se somete a una alta presión (por ejemplo, un mal almacenamiento de las bolsas en que se encuentra), por la liberación de un líquido propio, como la grasa o agua, que sirve de agente ligante, o por la adsorción de la humedad del aire. Este último mecanismo es el más importante y el más común, y por esta razón, los polvos higroscópicos deben conservarse en empaques y embalajes adecuados, así como en lugares con una baja humedad atmosférica.

Cuando los alimentos secos se humedecen, se provoca una disolución de las sales y los azúcares superficiales alrededor de las partículas, lo que provoca la aglomeración de éstas; posteriormente, si llega a existir un aumento de temperatura o este producto apelmazado se almacena en una atmósfera de baja humedad, se induce la deshidratación y las sales y los azúcares se solidifican, y crean una unión más rígida entre las partículas aglomeradas. Además de que la apariencia y la fluidez de los alimentos en estas condiciones son malas, se presentan problemas para su manejo, envasado, etc., ya que la densidad aparente del sistema cambia.

Algunos ejemplos de antiaglomerantes son: el dióxido de Silicio, Carbonato de Magnesio, Silicato de Calcio ó Magnesio, etc. Sin embargo, hay que conocer las necesidades del proceso para escoger un antiaglomerante(6,45).

4.5 ENVASE

El envase de un alimento es siempre un componente importante del conjunto desde los puntos de vista funcional, higiénico y de imagen. El diseño debe ser funcional adecuado al tamaño y forma del alimento, ser atractivo al consumidor. Cuando se trata de alimentos especiales para microondas, se debe considerar si la comida será cocinada dentro del empaque o simplemente será recalentada(18)

Las operaciones preparatorias para obtener el producto terminado y las operaciones de envasado, deberán sincronizarse de tal forma que se logre una manipulación rápida de unidades consecutivas en la producción, en condiciones que eviten la contaminación, alteración, putrefacción ó el desarrollo de microorganismos infecciosos ó toxicogénicos(14).

El principal objetivo del envasado de alimentos consiste en mantener el producto -idealmente en las condiciones que presentaba al ser elaborado- hasta que se encuentre preparado para su consumo.

Para alcanzar esta meta se precisa una combinación de propiedades y/o características, aunque cada material conocido que se destina para envasar alimentos posee algunas de las mismas, por desgracia ninguno posee la totalidad. A continuación se enumeran las principales propiedades deseadas:

- ◆ Debe conservar el contenido libre de alteración microbiana y en condiciones de inocuidad para su consumo.
- ◆ Debe mantener su integridad, es decir, proteger el contenido del ataque externo por microorganismos ó insectos, y resistir una manipulación defectuosa dentro de ciertos límites.
- ◆ Debe proteger el contenido, de sabotajes o la apertura no autorizada o, si es objeto de tales abusos, debe indicar tales hechos.
- ◆ Mantendrá el alimento en condiciones óptimas, evitando la entrada de malos olores, sabores o de coloraciones y conservará el valor nutritivo del producto durante el plazo de vida útil establecido para el mismo.
- ◆ De una forma ideal, el material del envase será impermeable a líquidos y gases y no será atacado por el producto que contiene.
- ◆ No resultará caro en relación con el valor del producto que contiene en su interior.
- ◆ Permitirá la exhibición del producto, bien a través de los laterales o cierre del propio recipiente o mediante ilustraciones, y quedará espacio suficiente para colocar etiquetas con información sobre aspectos nutritivos.
- ◆ Será fácil de abrir, si son seguidas las instrucciones para su apertura, y no supondrá un riesgo en relación con su destino final.
- ◆ Podrá ser reciclado o recuperado/vuelto a utilizar en alguna forma.

No obstante, el envasado de los alimentos tiene otros muchos más valores; entre los más importantes pueden ser considerados los siguientes:

- **Beneficios económicos.**

Se ha calculado que cada año se pierde el 50% de todos los alimentos producidos en el mundo; se alteran antes de que puedan llegar al consumidor. El tratamiento y envasado de los alimentos permite su conservación- de forma que puedan ser transportados a mercados lejanos donde pueden ser vendidos en tan buenas condiciones como cuando abandonaron el lugar de su producción.

- **Beneficios comerciales**

El envasado permite ampliar la vida útil del producto que contiene, permitiendo que el consumidor pueda disponer de productos alimenticios que le aporten un mayor interés y entusiasmo durante el consumo y cocinado.

Otra característica de los alimentos envasados deriva de los beneficios que puede obtener el comerciante a través del diseño o de la etiqueta del envase para vender sus productos y mejorar la imagen de su empresa.

La tendencia va hacia sistemas que facilitan la apertura los cuales constituyen una modalidad mediante la cual la industria del envasado intenta atender a las exigencias de sus consumidores. Aunque debe recordarse que cuanto más fácilmente pueda abrirse el envase, más fácil será la comisión de abusos, por lo que debe incorporarse al mismo alguna característica que sería de la evidencia de que ha sido forzado el envase o que evite este abuso.

Una característica con respecto a la comercialización es la necesidad de desarrollar, y posteriormente hacer su publicidad, de sistemas para reciclar/ volver a utilizar los materiales de los envases en interés global de la nación.

• **Beneficios a largo plazo**

El creciente interés por la ecología en nuestro mundo en vías de extinción, donde los residuos industriales, ganaderos y urbanos se convierten en una amenaza a nivel mundial, ha determinado ya avances importantes en la fabricación y empleo de materiales de envasado tales como tratamiento ultravioleta de las tintas para imprimir; aunque es importante que el conjunto de la industria alimentaria sea consciente de las iniciativas tomadas por la industria del envasado para reducir los residuos, mantener unas normas de elevada calidad y para eliminar el mal uso y la eliminación incorrecta de sus artículos una vez cubiertos sus objetivos(5).

LEGISLACIÓN

Además de considerar los aspectos anteriores, es importante conocer las leyes y/o tendencias existentes en otros países; ya que de ésta manera se puede introducir un producto a mercados internacionales.

ENVASE

Tendencias del Empaque en América Latina

Por las influencias europeas, el consumidor latinoamericano espera tener una gran variación de diseños en el empaquetado. Hay más ilustraciones y dibujos en los productos latinoamericanos que en los mismos productos norteamericanos. Los diseños gráficos son de buena calidad, utilizando entre seis a siete colores, en comparación con el mercado norteamericano que utiliza entre tres y cuatro colores(36).

Nuevas Leyes Europeas de Empaque

En Europa se pretende crear una ley de empaque en la cual se establezcan estándares que protejan al medio ambiente en toda Europa.

Como es de esperarse ésta nueva ley europea de empaque afectará a los procesadores latinoamericanos, ya que en principio, la tecnología avanzada que se requiere para cumplir con las exigencias de la ley de empaque de la Comisión Europea no está al alcance de los procesadores de productos alimenticios en México, Centro y Sudamérica. Sería un esfuerzo tremendo y una carga (económicamente hablando) para que los procesadores latinoamericanos cumplan con los requisitos de las nuevas leyes de empaque. Los países latinoamericanos no han desarrollado su propia tecnología para fabricar los materiales de empaque reciclables que satisfagan las nuevas reglas.

Este esfuerzo no implica que se resolverá el problema de los desechos, pero que sí reducirá la tendencia a utilizar innecesariamente demasiado material de empaque(7).

ETIQUETADO

En lo que respecta al etiquetado, es importante mencionar que éste tiene un papel muy importante en el producto.

Entre las funciones que tiene una etiqueta están la de llamar la atención y el interés del consumidor.

En E.U.A. la regulación del etiquetado es llevada a cabo por la FDA, y en México por la SSA. Existen algunas variaciones en la regulación de etiquetado en ambos países:

E.U.A.

Etiqueta: Cualquier exhibición de información textual ó gráfica desplegada en el envase ó paquete.

Consta de un panel principal de información (frente), y de un panel de información (situado al lado derecho del panel de información de ingredientes, información nutricional y fabricante).

Textos reglamentarios:

- Nombre o descripción del producto
- Peso neto
- Información de ingredientes (de mayor a menor). Debe incluirse el agua en el caso de haber sido utilizada. En aceites debe explicarse el origen de éstos. Nombre del aditivo. El tamaño de las letras debe ser de 1/18 de pulgada como mínimo.
- Nombre y dirección del fabricante ó distribuidor (Ciudad y C.P.)
- Información nutricional (en algunos productos)

MÉXICO

La S.de S.(Secretaría de Salud), mediante la Ley General de Salud vigente; en el artículo 210 proporciona los requisitos que deben tener las etiquetas.

Etiqueta: Rótulo ó forma descriptiva que es adherida ó pegada al envase.

Textos legales:

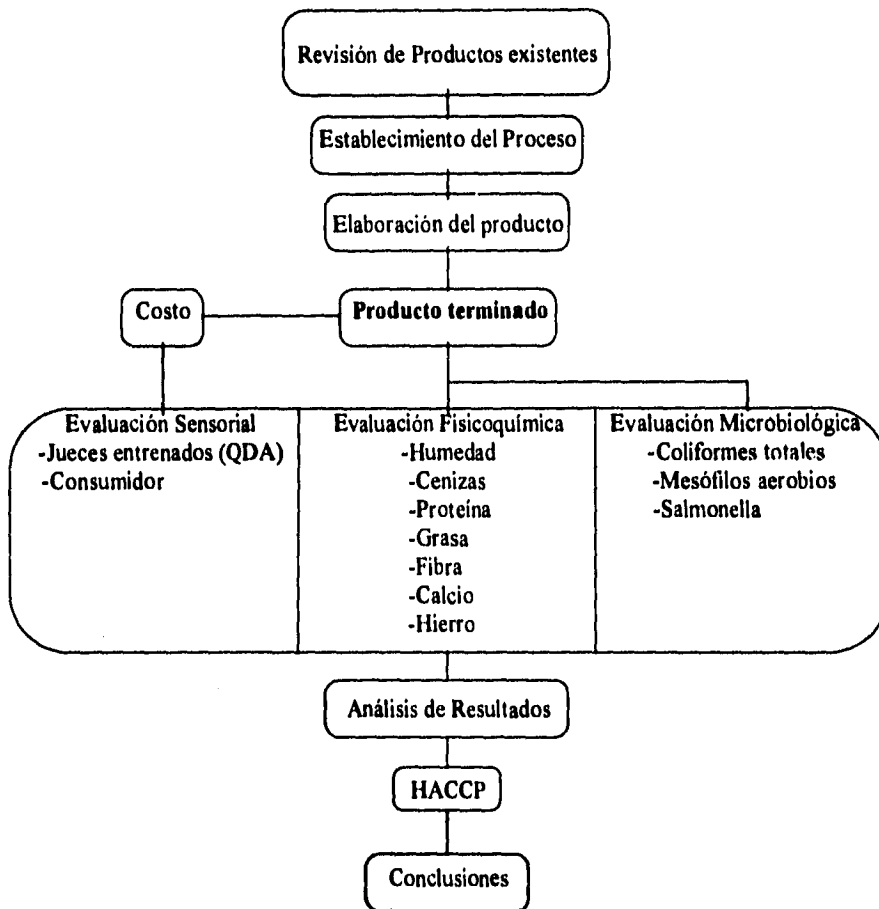
- Marca, peso neto (en Sistema Internacional de Unidades), ingredientes (de mayor a menor. No es necesario incluir el agua).
- Razón social con domicilio de elaboración completo (En caso de que el producto se maquile, debe establecerse la dirección respectiva)
- Fecha de caducidad

En general una etiqueta debe considerar los siguientes puntos:

- Descripción del producto
- Contenido neto
- Información nutricional
- Ingredientes
- Fabricante
- Lugar de fabricación
- Fecha de caducidad
- Indicaciones de uso(40)

5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El desarrollo experimental del trabajo que se presenta (sopa de arroz a la mexicana) se realizó de acuerdo a las operaciones descritas en el Esquema 1.



Esquema 1. Diagrama general del Trabajo Experimental

REVISIÓN DE PRODUCTOS EXISTENTES

Se realizó una revisión en el mercado de los productos con características semejantes al producto a desarrollar (sopas de arroz que para su preparación requirieran o no del empleo de la tecnología de microondas). Se "analizaron" sus aditivos y se investigó la función o funciones que proporcionaban al producto, y si éstos estaban permitidos en nuestro país. De aquí se generó una lista en la que se incluyeron los posibles aditivos a ser empleados.

ESTABLECIMIENTO DEL PROCESO

Especificaciones de materia prima

Arroz

El tamaño del arroz participa de manera importante en las características del producto terminado.

Se encontró que para este tipo de productos (arroz de preparación rápida) el tamaño de los granos de arroz que se emplean deben ser largos ya que tienden a hincharse más que los granos pequeños. Los productos cocinados con este tipo de arroz son secos y esponjosos que permanecen separados(53).

Aditivos

Se consideraron los aditivos que proporcionarían las características requeridas para el producto.

Algunos de éstos a pesar de cumplir con los puntos anteriores, fueron descartados ya que presentaban cierta inestabilidad y podrían ocasionar daños serios al producto (sabor desagradable por ejemplo).

Los aditivos propuestos para la formulación fueron los siguientes:

Amarillo Crepúsculo (FD&C Yellow No.6)

Colorante sintético; conocido como Amarillo crepúsculo o Sunset Yellow FCF(15). Es de la clase química monoazo(10) y su nombre químico es sal disódica del ácido 1-parasulfofenilazo-2-naftol-6-sulfónico. Fórmula condensada : $C_{16} H_{10} N_2 S_2 Na_2$ (C=42.48%, H=2.23%, N=6.19%, Na=10.16%, O= 24.76%). Peso molecular: 452.4 g/mol(49).

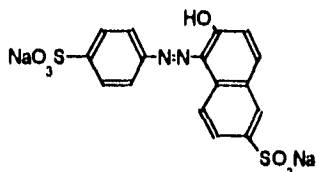


Fig.9 Estructura química del Amarillo Crepúsculo(6)

REVISIÓN DE PRODUCTOS EXISTENTES

Se realizó una revisión en el mercado de los productos con características semejantes al producto a desarrollar (sopas de arroz que para su preparación requirieran o no del empleo de la tecnología de microondas). Se "analizaron" sus aditivos y se investigó la función o funciones que proporcionaban al producto, y si éstos estaban permitidos en nuestro país. De aquí se generó una lista en la que se incluyeron los posibles aditivos a ser empleados.

ESTABLECIMIENTO DEL PROCESO

Especificaciones de materia prima

Arroz

El tamaño del arroz participa de manera importante en las características del producto terminado.

Se encontró que para este tipo de productos (arroz de preparación rápida) el tamaño de los granos de arroz que se emplean deben ser largos ya que tienden a hincharse más que los granos pequeños. Los productos cocinados con este tipo de arroz son secos y esponjosos que permanecen separados(53).

Aditivos

Se consideraron los aditivos que proporcionarían las características requeridas para el producto.

Algunos de éstos a pesar de cumplir con los puntos anteriores, fueron descartados ya que presentaban cierta inestabilidad y podrían ocasionar daños serios al producto (sabor desagradable por ejemplo).

Los aditivos propuestos para la formulación fueron los siguientes:

Amarillo Crepúsculo (FD&C Yellow No.6)

Colorante sintético; conocido como Amarillo crepúsculo o Sunset Yellow FCF(15). Es de la clase química monoazo(10) y su nombre químico es sal disódica del ácido 1-parasulfonilazo-2-naftol-6-sulfónico. Fórmula condensada : $C_{16} H_{10} N_2 S_2 Na_2$ (C=42.48%, H=2.23%, N=6.19%, Na=10.16%, O= 24.76%). Peso molecular: 452.4 g/mol(49).

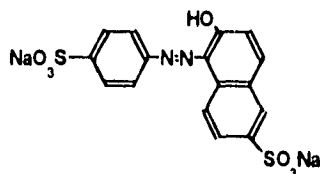


Fig.9 Estructura química del Amarillo Crepúsculo(6)

Es un polvo naranja o cristales naranja rojizos, inodoro, higroscópico, absorción máxima 480 nm en acetato de amonio ($\text{NCH}_3\text{-COONH}_4$). Solubilidad en agua excelente (19g en 100ml a 25°C), en etanol intensa. Rango de color rojizo, intensidad tintorial buena(47).

Estabilidad: buena estabilidad a los cambios de pH (muestra cambios no muy apreciables a pH de 3-8), buena estabilidad al calor y a la oxidación (sensible a los agentes reductores), y estabilidad moderada a la luz. Compatibilidad con otros componentes: moderada (muestra cambios en sistemas con 10% de azúcar).

Es empleado en alimentos como bebidas, postres, y sopas; y en fármacos y cosméticos(42).

Dosis adecuada de uso: 0.002%

La NOM F-261 requiere que este colorante cumpla con las siguientes especificaciones:

Tabla # 9
Especificaciones que debe cumplir el Amarillo Crepúsculo(49)

| Especificaciones | Valor |
|--|-------------|
| Concentración (base seca) | 85% mín |
| Plomo (expresado como Pb) | 10 ppm máx |
| Arsénico (expresado como As_2O_3) | 1.4 ppm máx |
| Material volátil a 135°C | 10% máx |
| Material insoluble en agua | 0.5% máx |
| Extractos etéreos | 0.2% máx |
| Oxidos mixtos | 1% máx |
| Metales pesados (expresados como Pb) | trazas |
| Colores subsidiarios | 5% máx |
| Cloruros y sulfatos de sodio | 5% máx |

Sabor pollo

Tiene la función de sabor de reacción. Proporciona el sabor a "cocido" que no se puede llevar a cabo en el calentamiento por microondas.

Sabor cebolla

Aditivo empleado como saborizante natural. El aceite obtenido del vegetal *Allium cepa* L es utilizado como saborizante y presenta buena estabilidad.

Comercialmente se procesa como polvo, sal y formas tostadas.

5 ml /100g de contenido de aceite volátil

Dosis Una relación general es 5mg/kg de producto
condimientos 40 ppm
sopas 0.5 ppm

Usos en carnes, sopas, y dips(42,34).

Sabor ajo

Aditivo empleado como saborizante natural. El aceite obtenido del vegetal *Allium sativum* L., presenta buena estabilidad, y se extrae del diente de este vegetal, para ser utilizado como saborizante. En forma deshidratada la enzima que interviene en el sabor es liberada únicamente cuando se combina con agua. Comercialmente puede encontrarse en forma de sal y polvo.

5ml/100g de contenido de aceite volátil.

Dosis Una relación general es 1mg/kg de producto.
condimentos 16 ppm

Usos en carnes, sopas, condimentos(42,34).

Sal

Es el intensificador de sabor más común. Su nombre químico es Cloruro de Sodio (NaCl). Es empleado como sazonador y conservador, desde hace varios siglos se emplea con la finalidad de conservar los alimentos y mejorar sus propiedades sensoriales.

Se encuentra en forma natural en muchos productos comestibles, por lo que a través de los años se ha comprobado la seguridad en su consumo.

Usos: En una amplia gama de productos como por ejemplo sopas, botanas, etc(2,42).

Sacarosa

Es un azúcar obtenido del *Saccharum officinarum* Linné, del *Beravulgaris* Linné, y otras fuentes. No contiene sustancias agregadas(2). Se encuentra en forma natural en muchos productos comestibles(6). Químicamente se le conoce con el nombre de β-D-fructofuranosil-α-D-glucopiranosido. Fórmula condensada: C₁₂ H₂₂ O₁₁. Peso molecular: 392.3g/mol.

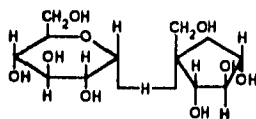


Fig.10 Estructura química de la Sacarosa(66)

Características: Cristales brillantes incoloros ó blancos, masas ó terrones blancos cristalinos ó polvo cristalino, blanco, inodoro. Estable en el aire. Soluble en agua, más en agua hirviendo, ligeramente soluble en alcohol; casi insoluble en cloroformo y éter. Funciones: se emplea desde hace mucho tiempo como conservador de alimentos y mejorador de sus propiedades sensoriales (como saborizante, para conferir al producto textura y consistencia adecuadas, para enmascarar ó reducir la percepción de ciertos sabores, una característica que aumenta con la longitud del polímero). Ensayos de identidad: Acidez ó alcalinidad, aspecto de la solución, color de la solución, rotación óptica + 66.2° a +66.8°, cloruros no más de 0.0035%, sulfatos no más de 6 ppm, calcio, sulfitos, dextrinas, azúcares extraños, azúcar invertido, materia colorante extraña(no más de 0.05%). Conservación en recipientes herméticos. Dosis: al igual que la sal, la mayoría de los países no restringe su uso, y la única

limitante que existe se relaciona con aspectos de aceptación en los productos que la incluyan(6 66)

Acido cítrico

Es un compuesto orgánico producido por la fermentación de soluciones de azúcar por hongos, por extracción de limón y jugo de lima.

Se encuentra presente en muchos frutos pero es predominante en naranjas, limón, y lima. Nombre químico: ác-2-hidroxi-1,2,3-propanetricarboxílico.

Fórmula condensada $C_6H_8O_7$, en su forma anhidra, $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ en su forma monohidratada.

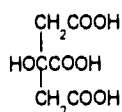


Fig.11 Estructura química del Acido cítrico(42)

Características: Se presenta en forma de cristales que llegan a fluorescer en presencia de aire seco. La forma anhidra cristaliza en soluciones calientes, la forma monohidratada cristaliza a partir de soluciones frías (abajo de 36.5°C). El ácido cítrico anhidro tiene una solubilidad de 146g y el ácido monohidratado una solubilidad de 175g/100ml de agua destilada a 20°C. Es higroscópico.

| A 25°C: | %en soln. | pH | Comentarios |
|---------|-----------|------|------------------------|
| | 0.12 | 3.2 | |
| | 0.50 | 2.35 | inmediata prueba ácida |
| | 1.00 | 2.3 | |

Funciones: Agente secuestrante de metales en mezclas con antioxidantes (por ejemplo en el procesamiento de frutas frescas congeladas para prevenir la decoloración), para acelerar el curado de los derivados cárnicos, como saborizante. Usos y dosis: en bebidas frutales y carbonatadas 0.25%-0.4%, en queso 3%-4%, en gelatinas, en base para sopas 0.0002%(6,42).

Potenciadores (GMP, IMP)

Son nucleótidos-5' de la guanosina (GMP: guanilato disódico) y de la inosina (IMP: inosinato disódico). Están integrados químicamente por una purina, que es una base nitrogenada, el azúcar ribosa de cinco átomos de carbono y el grupo fosfato.

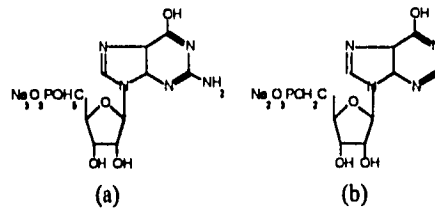


Fig. 12 Estructura química del (a) GMP y (b) IMP(6).

Tanto el guanilato disódico como el inosinato disódico son solubles en agua y se pueden obtener por una degradación química ó enzimática de los ác. nucléicos, o por diversos procesos de fermentación.

En relación con su toxicidad, solamente el consumo excesivo trae problemas de salud, ya que durante su metabolismo se genera ác. úrico en las articulaciones, lo que dá como resultado la enfermedad llamada gota.

Las células naturales de levadura y los productos de autólisis proveen todas las fuentes naturales de nucleótidos-5'.

Los ácidos nucléicos inosinatos y guanilatos están disponibles en formas purificadas(2,66).

Los niveles de uso en sopas varian de producto a producto usualmente dentro del rango de 50-200 ppm de IMP ó de 25-100 ppm de la mezcla IMP+GMP

| Tipo de alimento | Cantidad de g de IMP, GMP e IMP+GMP requeridos para 10 kg de alimento(64) | | |
|--|---|---------|---------|
| | IMP | GMP | IMP+GMP |
| Sopas deshidratadas, salsas, caldos en cubos | 20-26 | 9-11 | 12-16 |
| Alimentos enlatados | 1-1.5 | 0.4-0.7 | 0.6-1.0 |

Extracto de levadura

El extracto de levadura contribuye al sabor y lo realza. Es una combinación de ácidos nucléicos, péptidos, polipéptidos, aminoácidos y otros constituyentes.

Se obtiene a partir de células de *Saccharomyces cerevisiae*, durante la elaboración de la cerveza.

Funciones: actúa como potenciador de sabor. Se emplea como un sustituto parcial, para el extracto de carne y también para actuar con otros ingredientes que participan en el sabor.

Usos: en sopas, productos cárnicos, entre otros. Dosis: el nivel normal de uso es de 0.1%-0.5% (42)

Aceite vegetal y grasa

Los lípidos son sustancias insolubles en agua. Los compuestos básicos en la formación de los lípidos se llaman ácidos grasos que son largas cadenas de hidrocarburos sin arborescencias, de 12 a 28 átomos de carbono, con el grupo carboxílico característico de los ácidos orgánicos en un extremo. Casi todos los ácidos grasos que existen en la naturaleza, tienen un número uniforme de átomos de carbono y los hay de cadenas saturadas y no saturadas.

Los lípidos contienen ácidos grasos saturados, son sólidos, en tanto que los que contienen tres ácidos grasos no saturados son líquidos a temperatura ambiente.

Los aceites vegetales, como el aceite de olivo o el aceite de maíz, son triglicéridos insaturados líquidos. La adición de hidrógeno a los enlaces dobles de los aceites vegetales no saturados produce cadenas saturadas y en consecuencia, grasas sólidas(9).

Las grasas pueden modular ciertos componentes de sabor que no se desea sean percibidos. Al eliminar la grasa de un producto, la intensidad de percepción de los ingredientes no es igual(2).

Tenox

Es el nombre comercial de una mezcla de antioxidantes(BHA +Ac. ascórbico).

Actúan en el paso de propagación de la reacción de oxidación.

Dosis autorizada: 0.02%-0.1%

Dióxido de Silicio

Tiene función de antiaglomerante y es uno de los más empleados.Su fórmula condensada es SiO_2 .

Compuesto hidrofílico que actúa fundamentalmente como adsorbente de la humedad, de tal manera que evita que el agua llegue hasta el producto.

Tiene una densidad aparente que se encuentra entre 0.05 y 0.6 g/cm^2 . Un área específica entre los 60 y 400 m^2/g y un tamaño de partícula de 3 a 100 μ . Usos: En sal, harinas, potenciadores de sopas, en yema de huevo seca, etc. Dosis: Límite máximo 2% que es suficiente para cubrir la superficie de los sólidos que se desea proteger(6,42)

Envase

Las fuerzas químicas de los alimentos deshidratados pueden ser controladas mediante sus envases y, en algunos casos, a través de ciertos aditivos químicos. La alteración microbiana es controlada básicamente reduciendo el contenido de agua libre por debajo del preciso para la multiplicación de los microorganismos.

El envase ejerce un efecto multiprotector para los alimentos deshidratados. Dependiendo del producto que vaya a ser envasado, el envase debe proteger frente a la captación de humedad, contra la pérdida de componentes volátiles, contra la oxidación y proporcionar una protección física frente a la fragmentación del propio producto. Algunos de los productos menos complejos solamente precisan protección contra la captación de humedad

en mayor o menor medida y, para tales productos, se dispone de una amplia gama de recipientes y de materiales .

Muchos productos, con unos contenidos de humedad inferiores al 2% son sumamente higroscópicos y precisan una protección total frente a la entrada de humedad(6). Dicha protección se alcanza mediante recipientes de metal o de vidrio cerrados herméticamente y laminados metálicos cerrados térmicamente en forma de saquitos o bolsas, u otro material que no altere la calidad del producto(24).

Las sopas de hortalizas deshidratadas, por ejemplo, son envasadas frecuentemente en bolsas de papel/polietileno/lámina de aluminio/polietileno en máquinas que forman, llenan y cierran bolsas, y este material sirve también para productos liofilizados, proporcionándoles una vida útil de varios meses.

Para aquellos productos que requieren protección física para evitar su fragmentación, puede usarse un sistema de bolsa en caja de cartón, un sistema de cartón recubierto (Hermetet), un envase con almohadillado o un recipiente de metal rígido/plástico(5).

Polietileno

Es insoluble en agua, y solo absorbe ésta en un grado muy limitado; es una barrera excelente para la mayoría de los líquidos, aunque algunos, tales como éteres, hidrocarburos e hidrocarburos clorados, pueden difundir a través de él y muy rápidamente. Algunos aceites esenciales pueden también difundir a través de la película y finalmente evaporarse en la superficie externa(61).

Especificaciones de equipo y variables a controlar.

Equipo

En general el equipo empleado consistió principalmente de balanza analítica, balanza granataria, secador (de charolas con corriente de aire modelo Apex tipo SSE-70 número de serie A 40771), horno de microondas (marca Samsung con plato giratorio; potencia máxima de 682.5 watts y frecuencia de 2450 MHz).

Variables a controlar

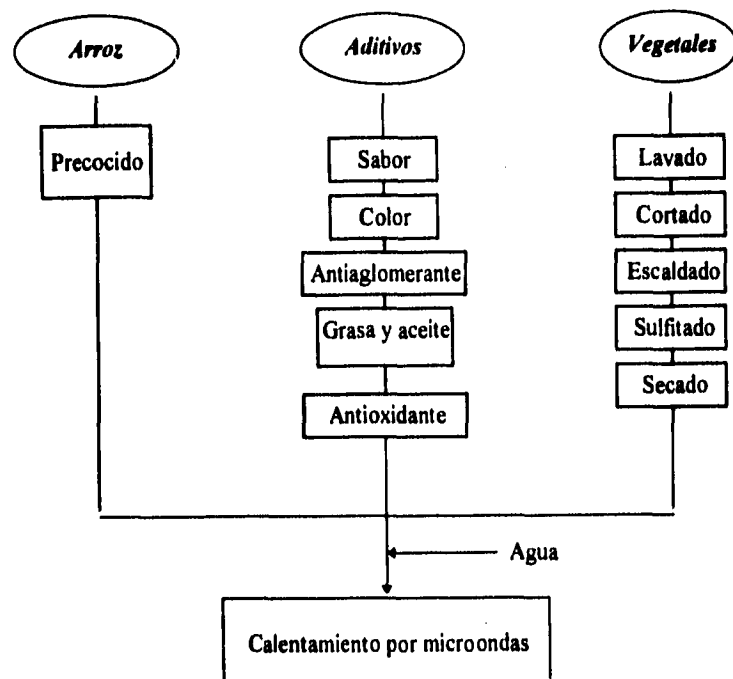
Las variables que estuvieron bajo control fueron:

Horno de microondas: potencia y tiempo.

Secador y tratamientos previos al secado: temperatura, tiempo, velocidad de flujo de aire, humedad.

Tratamientos a seguir.

El proceso de elaboración fué dividido en tres partes:



Esquema 2. Etapas principales en la elaboración del producto

ELABORACIÓN DEL PRODUCTO

Se estableció la relación entre los ingredientes del producto final (arroz, aditivos y vegetales), con el fin de que las pruebas posteriores fueran más confiables (por ejemplo en el caso de la realización de las pruebas de sabor).

Esta relación estuvo basada en la que presenta un producto comercial (80% de arroz y aproximadamente un 20% aditivos + vegetales).

Arroz

El arroz mondado necesita entre 20 y 35 minutos de cocción para que tenga una aceptabilidad culinaria; y en algunos casos es remojado, lavado y evaporado, requiriendo un tiempo total aproximado de una hora (causado por la lentitud del agua para difundirse en el grano debido a que éste es densamente embutido sin cavidades de aire u otros canales por los que pueda penetrar el agua); por lo tanto, para obtener un arroz de rápida preparación (2

a 15 minutos), se requiere suministrar canales por los que pueda penetrar el agua durante la cocción.

Existen varias técnicas para producir éste tipo de arroz:

- Una es la precocción hasta un 60% de humedad (el arroz cocido tiene 80% de humedad) seguida por una cuidadosa desecación hasta un 8% de humedad; este proceso permite que el arroz conserve una estructura porosa.
- Otro sistema consiste en el rápido calentamiento del arroz seco (10% de humedad) que provoca el agrietamiento interior. La pregelificación, y el laminado o golpeteo de los granos, seguida por desecación, produce granos relativamente planos (lo que significa que se acorta la distancia que ha de recorrer el agua difundándose durante el cocimiento). También se ha utilizado para obtener arroz de preparación rápida, la precocción seguida de congelación, descongelación y desecación ó hinchamiento por cambios rápidos de presión.
- Un método japonés patentado, implica remojar el arroz en agua caliente, cocerlo con vapor, secarlo con aire frío y finalmente tostarlo a 160°C-200°C en una cama de sal calentada.

Diferencias en niveles de humedad, tiempo y temperaturas de precocción, condiciones de secado y otras variables del proceso, pueden producir varios tipos de arroz de cocimiento rápido .

En general la mayoría de los métodos utilizados para la preparación de este tipo de arroz provocan que los granos se pongan opacos y aumenten de volumen; además permiten que el grano se abra y así penetre el agua con facilidad, disminuyendo el tiempo de cocción. (41,38,45).

En cuanto a la proporción del agua con el cereal se tiene que depende en parte del tamaño de las partículas y de su capacidad para absorber el agua. Los cereales granulares finos requieren de 5-6 veces su volumen de agua, los cereales en trozos gruesos, 4 veces y los cereales en hojuelas, 2 veces. La cantidad de agua necesaria para cocinar un cereal, es una indicación de la cantidad aproximada que se hinchará. Aunque el arroz aumenta más de dos veces su volumen, aún cuando se vaporice en solo dos veces su volumen de agua, este presenta un volumen mayor si se le cocina con una mayor proporción de agua.(17).

Aditivos

Para establecer el perfil de sabor se inició elaborando una mezcla entre los aditivos afines: saborizantes (excepto el sabor pollo), acidulante, potenciadores de sabor y tomate en polvo, considerando las dosis respectivas de cada uno.

La mezcla se probó y se le realizaron modificaciones (por ejemplo cuando algún aditivo estaba afectando al sabor total de la mezcla, se aplicó una menor cantidad de éste). Así se fueron detectando los resultados y realizando en cada ocasión las modificaciones que faltaban o debían hacerse para obtener un sabor agradable.

Teniendo ya las cantidades "óptimas" se efectuó un calentamiento con horno de microondas con el propósito de probar la mezcla ya en el componente mayoritario (arroz), y detectar los

posibles cambios en el sabor debidos al calentamiento; y así posteriormente emplear la cantidad apropiada del sabor de reacción (sabor pollo).

Debido a que todos los componentes anteriores se encuentran en forma de polvo y por lo tanto, bien pueden con el tiempo presentar formación de "grumos" debido a la captación de humedad del medio ambiente; fué conveniente adicionar antiaglomerante para evitar esta situación (la dosis empleada se basó solo en la cantidad total de estos componentes y no en la cantidad total de producto). Para llegar a una cantidad adecuada de éste se probó en diferentes cantidades en la mezcla obtenida y se observaron los resultados después de 2 semanas.

Para la grasa y el aceite (que son ingredientes empleados en cantidades muy variables ya que éstas dependen de las características que se le quiera dar al producto), se partió de una formulación en la cual solo se empleaba aceite vegetal en una cantidad determinada. Como en la formulación del producto que se desarrolló se considera grasa y aceite, se decidió probar empleando la misma cantidad de la formulación encontrada pero como la suma de ambos ingredientes. Se empleó una proporción 1:1 para obtener un sabor más homogéneo y que ninguno de los dos influyera sobre el otro.

Posteriormente se calculó la cantidad de antioxidante requerida, y se probó en el arroz.

Teniendo ya establecidas las cantidades de todos los aditivos anteriores la mezcla se adicionó al arroz y se sometió a un calentamiento por microondas, para asegurarnos de que el producto no presentara sabor desagradable.

Vegetales

Antes de realizar el proceso de secado los vegetales fueron sometidos a algunos tratamientos, que consistieron desde el lavado, pelado, cortado, sulfitado y escaldado.

El lavado de las hortalizas tuvo como finalidad eliminar la tierra y otras partículas, así como también los residuos de plaguicidas, y reducir la carga microbiana presente.

A continuación se realizó el pelado y la preparación de los vegetales; ésta última consistió en darle forma a los vegetales (zanahoria), ya que la geometría y uniformidad del producto influye de manera importante en el secado.

Las dimensiones de los cubos que se recomiendan y que se le dieron a la zanahoria fueron de 0.95 x 0.95 x 0.47 cm aproximadamente(29)

El siguiente paso fue realizar el escaldado para inactivar las enzimas (que en caso contrario alterarían el color, sabor y textura durante la deshidratación y almacenamiento posterior); para eliminar el aire de los espacios intercelulares (con lo que se reducen las reacciones de oxidación); aumentar la permeabilidad de las paredes celulares (facilitando los procesos de difusión); reducir la carga microbiana y restos de plaguicidas; y ablandar el producto.

Las condiciones a las cuales se llevó a cabo fueron las siguientes:

| Vegetal | Condiciones de escaldado |
|-----------|--------------------------|
| Chicharo | Agua hirviendo 2 min |
| Zanahoria | Vapor a 88°C 7 min |

La última etapa previa al secado fué el sulfitado el cual se aplicó solo a las zanahorias con el fin de proteger el caroteno durante la deshidratación y el almacenamiento. Se empleó una concentración de 500ppm de sulfito de sodio(29).

Para llevar a cabo el secado fue necesario conocer la humedad contenida en cada vegetal y la humedad que debían tener al finalizar el secado:

| Vegetal | Humedad inicial | | Humedad final | |
|-----------|-----------------|-----------|---------------|-----------|
| | Base húmeda | Base seca | Base húmeda | Base seca |
| Chicharo | 82% | 4.55 | 5% | 0.053 |
| Zanahoria | 88% | 7.33 | 4% | 0.042 |

Los vegetales se sometieron a proceso de secado midiendo la temperatura de bulbo húmedo y de bulbo seco a la entrada y salida para obtener así la humedad relativa del aire en ambos casos.

La velocidad de flujo de aire empleada fue de 2m/s y una temperatura del secador igual a 65°C.

A los vegetales secos se les envasó en bolsas de plástico estériles y al vacío para protegerlos en caso de no ocuparlos inmediatamente.

Teniendo ya todos los ingredientes establecidos y preparados, se realizó una última prueba llevándolos a calentamiento por microondas.

PRODUCTO TERMINADO

ANÁLISIS SENSORIAL

Se han desarrollado instrumentos y equipos que puedan distinguir diferentes aromas , o bien que determinen la textura en ciertos alimentos, pero desafortunadamente, los resultados obtenidos mediante estos sistemas aún dejan mucho que desear. Por lo tanto, es aquí donde el ser humano se convierte en un instrumento de análisis ya que éste ha llegado a aportar las decisiones de gusto de sus sentidos en una utilización amplísima.

El Análisis Sensorial ó Evaluación Sensorial, es una metodología que se ocupa de la medición y cuantificación de las características de un producto, ingrediente o modelo, las cuales son percibidas por los sentidos del ser humano. Es por ésto, que los resultados obtenidos de una evaluación sensorial son tan importantes: el consumidor es quien decide si le agrada o no.

El análisis sensorial consistió de una evaluación a nivel consumidor, y de una evaluación a nivel juez entrenado.

Antes de aplicar cada una de ellas, fué necesario saber cuál producto podría representar una competencia con el producto desarrollado (se realizó un 'target'). Para realizar ésto, se preguntó a 100 personas si habían probado ó conocían alguna marca de arroz preparado y cuál era.

Evaluación a nivel consumidor

Se efectuó en una tienda de autoservicio ya que es aquí donde se encuentra el consumidor potencial del producto.

Debido a que se trata de pruebas afectivas se aplicó a un número grande de personas para poder obtener resultados más confiables (100 personas); ya que como es de esperarse, la variación entre los consumidores es muy amplia pues sus respuestas son subjetivas o acordes con puntos de vista personales.

Las pruebas aplicadas fueron: la prueba de preferencia y la prueba hedónica. La primera tuvo como fin conocer la preferencia del consumidor hacia dos productos (una marca comercial y el producto desarrollado), y la segunda para obtener información del nivel de agrado de cada muestra.

Hoja de respuestas:

| | | |
|---|--------------------------------|----------------------------|
| NOMBRE: _____ FECHA: _____ | | |
| INSTRUCCIONES: Pruebe las muestras y marque con una "X" su nivel de agrado, de acuerdo a la escala que se presenta a continuación | | |
| MUESTRA 370 | ----- ----- ----- | Gusta Indiferente Disgusta |
| MUESTRA 520 | ----- ----- ----- | Gusta Indiferente Disgusta |
| En base a su nivel de agrado y a las siguientes características ¿Cuál producto prefiere? (Encierre en un círculo la muestra de su preferencia): | | |
| MUESTRA 370 | Tiempo de preparación 7 min | Precio N\$ 7.02 |
| MUESTRA 520 | 20 min | N\$ 3.70 |
| GRACIAS | | |

Evaluación a nivel juez entrenado

Se aplicó el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA). Este tipo de análisis descriptivo representa una herramienta valiosa en pruebas de diferenciación, y en el desarrollo de productos, ya que proporciona una completa descripción de las muestras y de sus diferencias, y ayuda a modificar el producto durante su desarrollo para que obtenga las características que el consumidor demanda; sin embargo debido a que esto último representa gran inversión de tiempo por parte de los jueces entrenados solo se empleó para establecer el perfil del producto desarrollado y del producto comercial y conjuntar los resultados con la prueba a nivel consumidor.

Respecto al número de jueces no hay un acuerdo unánime sin embargo la experiencia y publicaciones recientes indican que para pruebas analíticas es conveniente recurrir a diez jueces o más. El número de jueces que participaron fué de 12.
 Hoja de respuestas:

| | | | | | | | | |
|---|---------|--------|----------------------------|--------------------|--------|----------------------------|---------|--------|
| Nombre: _____ | | | Fecha: _____ | | | Serie: _____ | | |
| INSTRUCCIONES: Marque con una línea vertical sobre la línea horizontal, el punto que mejor describa el atributo de la muestra. | | | | | | | | |
| Muestra 376 | | | | Muestra 520 | | | | |
| Intensidad de Sabor | | | Intensidad de Sabor | | | Intensidad de Sabor | | |
| Inicial | | | Inicial | | | Inicial | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Nota Grasosa | | | Nota Grasosa | | | Nota Grasosa | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Resabido | | | Resabido | | | Resabido | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Salado | | | Salado | | | Salado | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Dulce | | | Dulce | | | Dulce | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Acido | | | Acido | | | Acido | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Color | | | Color | | | Color | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Aroma | | | Aroma | | | Aroma | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Adhesividad | | | Adhesividad | | | Adhesividad | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Masticabilidad | | | Masticabilidad | | | Masticabilidad | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Marque con una X la muestra que le gusta más: | | | | | | | | |
| Muestra 376 | | | | Muestra 520 | | | | |
| _____ | | | | | | | | |
| ¿Porqué? | | | | | | | | |
| _____ | | | | | | | | |
| _____ | | | | | | | | |
| GRACIAS | | | | | | | | |

Respecto al número de jueces no hay un acuerdo unánime sin embargo la experiencia y publicaciones recientes indican que para pruebas analíticas es conveniente recurrir a diez jueces o más. El número de jueces que participaron fué de 12.
 Hoja de respuestas:

| | | | | | | | | |
|---|---------|--------|----------------------------|--------------------|--------|----------------------------|---------|--------|
| Nombre: _____ | | | Fecha: _____ | | | Serie: _____ | | |
| INSTRUCCIONES: Marque con una línea vertical sobre la línea horizontal, el punto que mejor describa el atributo de la muestra. | | | | | | | | |
| Muestra 376 | | | | Muestra 520 | | | | |
| Intensidad de Sabor | | | Intensidad de Sabor | | | Intensidad de Sabor | | |
| ácido | | | ácido | | | ácido | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Nota Grasosa | | | Nota Grasosa | | | Nota Grasosa | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Resabido | | | Resabido | | | Resabido | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Salado | | | Salado | | | Salado | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Dulce | | | Dulce | | | Dulce | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Ácido | | | Ácido | | | Ácido | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Color | | | Color | | | Color | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Aroma | | | Aroma | | | Aroma | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Adhesividad | | | Adhesividad | | | Adhesividad | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Masticabilidad | | | Masticabilidad | | | Masticabilidad | | |
| débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte | débil | regular | fuerte |
| Marque con una X la muestra que le gusta más: | | | | | | | | |
| Muestra 376 | | | | Muestra 520 | | | | |
| ¿Porqué? _____ _____ _____ _____ | | | | | | | | |
| GRACIAS | | | | | | | | |

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Las pruebas físicoquímicas realizadas fueron: determinación de humedad, cenizas, proteína, grasa, fibra, calcio y hierro.

Determinación de humedad: Al conocer la humedad de la muestra se le puede dar un valor real a la cantidad de otros componentes; por otro lado es un factor importante que debe tomarse en cuenta ya que influye en la estabilidad del producto elaborado.

Determinación de cenizas: En esta se determinan todos los compuestos inorgánicos fijos en la muestra, lo cual incluye aquellos que se encuentran por contaminación.

Determinación de proteína, grasa, fibra, calcio y hierro: Estos componentes son considerados cuando se requiere información sobre el valor nutritivo de un alimento, al igual que ciertas vitaminas las cuales no fueron determinadas en éste trabajo. (Ver técnicas ANEXO 2)

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

No existe una norma oficial que establezca los análisis que se le deben hacer a este tipo de alimentos, sin embargo la SSA tiene una propuesta de análisis microbiológicos para ser aplicados en alimentos preparados deshidratados (caldos y consomés, sopas, guisos y aderezos), en la cual incluye como análisis microbiológicos básicos: la determinación de coliformes totales, determinación de mesófilos aerobios y determinación de Salmonella.

Basándonos en esta propuesta, se realizó el análisis microbiológico.

Determinación de microorganismos mesófilos aerobios: Se desarrollan en presencia de oxígeno y un rango de temperatura de (20-40)°C. Dentro de éste grupo se encuentran microorganismos importantes a nivel salud.

Cuando se requiere investigar el contenido de microorganismos viables en un alimento, la técnica comúnmente empleada es la de cuenta en placa.

En realidad ésta técnica no pretende poner en evidencia todos los microorganismos presentes. La variedad de especies y tipos diferenciables por sus necesidades nutricionales, temperatura requerida para su crecimiento, oxígeno disponible, etc., hacen que el número de colonias contadas constituyan una estimación de la cifra realmente presente y la misma refleja si el manejo sanitario del producto ha sido el adecuado.

Determinación de microorganismos coliformes totales: El grupo de microorganismos coliformes es el más ampliamente utilizado en la microbiología de los alimentos como indicador de prácticas higiénicas inadecuadas.

El uso de coliformes como indicador sanitario puede ser aplicado a prácticas sanitarias deficientes tanto en manejo como en la fabricación de los alimentos; la calidad microbiológica de un producto (lo que no necesariamente implica un riesgo sanitario); y para la evaluación de la eficiencia de prácticas sanitarias e higiénicas del equipo.

Determinación de Salmonella: Los miembros del género Salmonella han sido estudiados como patógenos de origen alimentario. El control de este microorganismo, tanto por parte de las autoridades sanitarias como en las plantas procesadoras de alimentos, depende en cierta medida del método analítico para su detección. (ver técnicas en ANEXO 2)

ANÁLISIS DE RIESGOS, IDENTIFICACIÓN Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS (ARICPC) PARA EL PRODUCTO TERMINADO.

El principal beneficio de la utilización de este método, es que garantiza la calidad sanitaria de los alimentos, y pone énfasis en la prevención y no en el análisis e inspección de los productos finales, además de que delega la responsabilidad de la seguridad de los productos a las empresas que los elaboran(68).

Es necesario hacer notar que aunque en un proceso sólo se identifican algunas etapas como puntos críticos, todas las etapas de éste deben estar bajo control para así obtener un producto de calidad.

Descripción y distribución:

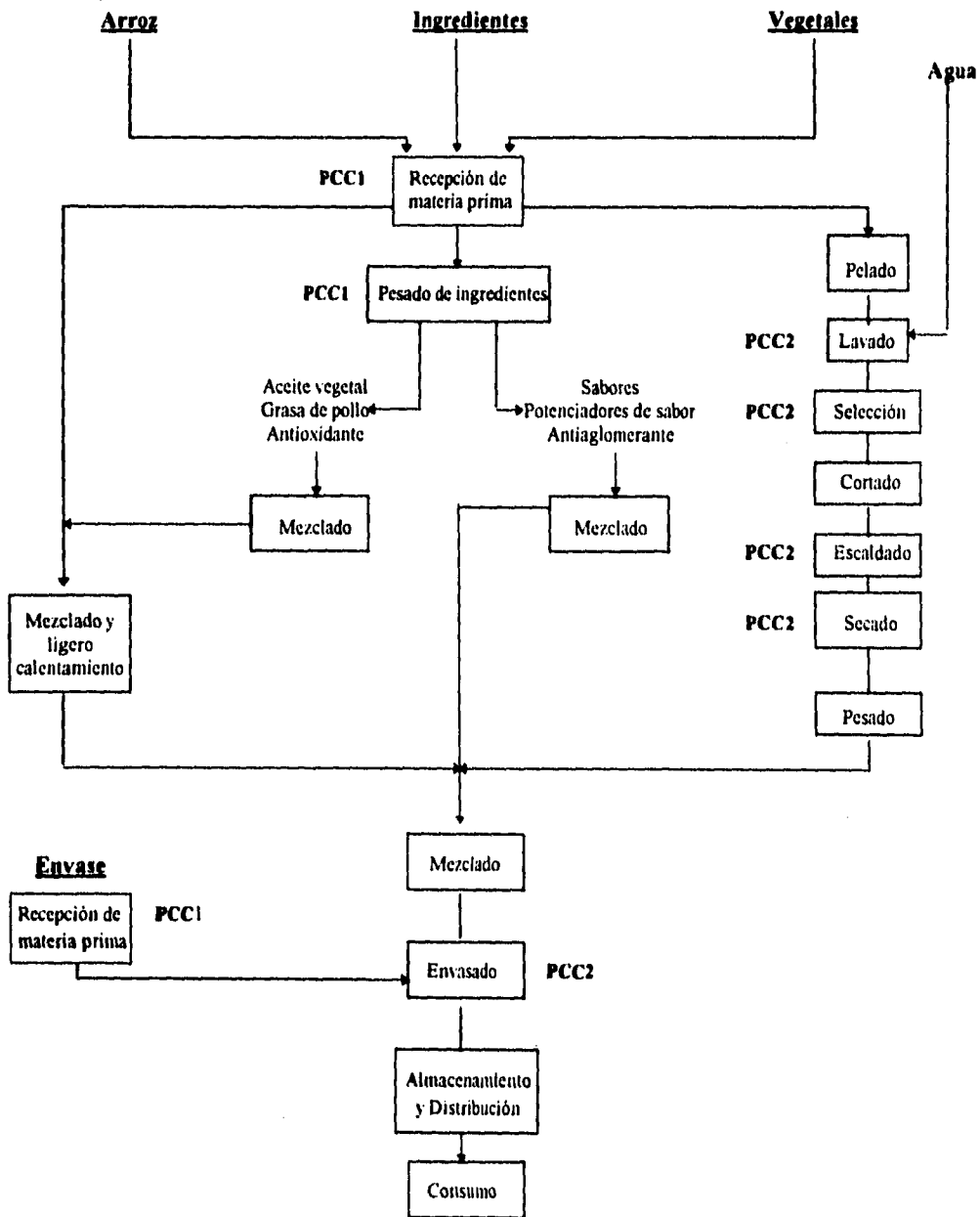
El producto en cuestión es un alimento preparado cuyos ingredientes que lo conforman son: arroz precocido, vegetales deshidratados (chicharos y zanahorias), y aditivos que le proporcionan ciertas características organolépticas (color, sabor, textura), así como también aquellos que le confieren estabilidad (antioxidante y antiaglomerante).

Para su distribución no se requieren condiciones especiales, sin embargo debe tenerse en cuenta que el abuso en su manejo puede ocasionar daños en el envase lo cual favorece su exposición con el medio.

Uso por los consumidores:

Es un producto dirigido al público en general. Para ser consumido se requiere la adición de agua y su posterior calentamiento en horno de microondas.

SOPA DE ARROZ A LA MEXICANA



| ETAPA DEL PROCESO | RIESGO | | | MEDIDA(S) PREVENTIVA(S) | ESPECIFICACIONES | MONITOREO | MEDIDAS CORRECTIVAS |
|-----------------------------------|---|---|---|--|---|---|--|
| | FÍSICO | QUÍMICO | MICROBIOLÓGICO | | | | |
| RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA | <ul style="list-style-type: none"> -Daños a la superficie como magulladuras. -Presencia de materia extraña como vidrio, insectos, piedras, tierra. -Material que no cumpla con requisitos. | <ul style="list-style-type: none"> -Presencia de sustancias químicas como plaguicidas. -Contaminación por metales pesados. -Interacción del alimento con el envase | <ul style="list-style-type: none"> -Materia en mal estado (elevada carga microbiana). -Humedad alta (deficiente tratamiento de precocción). | <ul style="list-style-type: none"> -Realizar control de calidad a toda la materia prima que se recibe. -Llevar registros para seleccionar proveedores. -Requirir proveedores certificados de calidad. -Usar métodos estadísticos para el muestreo. | <ul style="list-style-type: none"> -Cuenta total de mesófilos aerobios 1000 UFC/g; colif. tot. menos de 10 UFC/g -Materia prima libre de metales pesados, plaguicidas y sustancias químicas; libre de toda materia extraña.(F.,Q.) -Emplear arroz precocido con un máximo de 10% de humedad.(M) -Material de envase: bolsas de papel/polietileno/lamina de aluminio/polietileno (F) -Emplear vegetales que tengan bajas cuentas microbianas. (M) | <ul style="list-style-type: none"> -De cada lote recibido realizar los respectivos análisis y pbs. (para el caso del análisis microbiol. realizarlo 1 vez por semana como mínimo); para llevar control de proveedores. | <ul style="list-style-type: none"> -Rechazar materia prima que no cumpla con especificaciones. -Realizar un nuevo pedido. -Amonestar al proveedor ó en su caso cambiarlo. |
| LAVADO | <ul style="list-style-type: none"> -Eliminación incompleta de materia extraña. | <ul style="list-style-type: none"> -Eliminación deficiente de sustancias químicas. | <ul style="list-style-type: none"> -Permanencia de la carga microbiana por lavado deficiente. -Contaminación por empico de agua de mala calidad microbiológica. | <ul style="list-style-type: none"> -Clorar el agua de lavado.(M) -Cambiar el agua de lavado (F.,Q.,M.) -Emplear el tiempo necesario para cada vegetal. (F.,Q.,M.) | <ul style="list-style-type: none"> -El tiempo de lavado varia dependiendo el método. -Se recomienda usar de 1 a 5 partes por millón de cloro. | <ul style="list-style-type: none"> -Continuo durante el lavado. | <ul style="list-style-type: none"> -Lavar de nuevo los vegetales. -Aumentar el tiempo de lavado. |
| SELECCIÓN | <ul style="list-style-type: none"> -Eliminación incompleta de materia extraña. | <ul style="list-style-type: none"> No existe | <ul style="list-style-type: none"> -Permanencia de materia en mal estado. | <ul style="list-style-type: none"> -Eliminar vegetales que presenten daños visibles. -Colocar personal capacitado y equipo adecuado para eliminar materia extraña defectuosa. | <ul style="list-style-type: none"> -Ausencia de vegetales que presenten manchas, flacidez, putrefacción etc. | <ul style="list-style-type: none"> -Continuo por los operarios durante la selección. | <ul style="list-style-type: none"> -Si gran porción del vegetal presenta defectos, seleccionar minuciosamente y amonestar a quien recibió el lote. |
| ESCALDADO | <ul style="list-style-type: none"> No existe | <ul style="list-style-type: none"> -Eliminación deficiente de oxígeno en el vegetal. -Rápido oscurecimiento enzimático en vegetales por proceso térmico deficiente. | <ul style="list-style-type: none"> -Desarrollo microbiano en producto final por presencia de oxígeno desprendido de vegetales. -Presencia de Salmonella debido a mal tratamiento térmico. | <ul style="list-style-type: none"> -Mantener vegetales el t y T necesarios para eliminar oxígeno ocluido, e inactivar enzimas. -Llevar registros de t y T en cada proceso. -Usar solo agua potable. -Realizar prueba de peroxidasa al término de cada proceso. | <ul style="list-style-type: none"> -El tiempo y la temperatura de escaldado varían en cada vegetal: Chicharo agua en ebullición 2'; zanahoria vapor 88°C 7'. -Prueba de peroxidasa negativa. | <ul style="list-style-type: none"> -Llevar registros de: T al inicio, en parte intermedia y al final del proceso; de t: hora en que inicia y hora en que termina; de peroxidasa: al finalizar cada proceso | <ul style="list-style-type: none"> -Si no se alcanza la temperatura aumentar el tiempo. -Prueba presuntiva de peroxidasa: volver a escaldar inmediatamente el vegetal hasta tener prueba negativa. |

| ETAPA DEL PROCESO | RIESGO | | | MEDIDA(S) PREVENTIVA(S) | ESPECIFICACIONES | MONITOREO | MEDIDAS CORRECTIVAS |
|-------------------|--|--|---|--|---|---|--|
| | FÍSICO | QUÍMICO | MICROBIOLÓGICO | | | | |
| SECADO | No existe | No existe | -Desarrollo de microorganismos por proceso deficiente y cargas no uniformes. -Contaminación por equipo. | -Establecer condiciones adecuadas para cada vegetal. -Llevar registros de T, t y velocidad de flujo de aire. -Controlar T, t y velocidad de flujo de aire. -Realizar limpieza al equipo. -Evitar contacto directo del vegetal con el equipo. | -Mantener vegetales en condiciones de t y T necesarios así como también la velocidad de flujo de aire conveniente: las cuales van a verse influidas por la humedad relativa. -Realizar las cargas de manera uniforme para evitar "puntos húmedos". | -En cada proceso llevar registros de t, T, y velocidad de flujo de aire.. | -En caso de tratamiento deficiente, sacar por más tiempo cuidando condiciones de T y flujo de aire, sin exceder el tiempo de permanencia en el secador. -En caso de tratamiento térmico excesivo: declinar materia a otros procesos o venderla. |
| PESADO | No existe | -Cantidades superiores a los límites permitidos. | -Contaminación microbiana debida a equipo y/o material. -Desarrollo microbiano por captación de humedad debida a cantidad deficiente de antiaglomerante. | -Verificar balanzas (M) -Emplear dosis permitidas (Q) -Llevar registro de ingredientes con dosis correspondientes. (Q) -Aplicar cantidades que protejan el producto. (M) -Usar material y equipo limpio. (M) | -Dosis empleadas dependerán del aditivo. | -Continuo durante toda la etapa. | -En caso de un mal pesado, volver a pesar, verificando previamente el funcionamiento de balanzas. |
| ENVASADO | -Contaminac. por presencia de materia extraña debido a sellado deficiente. | No existe | -Contaminación microbiana por sellado deficiente. | -Verificar funcionamiento de selladora. | -El tiempo de sellado debe ser el apropiado para evitar un sellado deficiente o para evitar que el envase se dañe. | -Continuo durante el envasado. | -En sellado deficiente este se puede volver a realizar. -Si hay daños en el envase eliminar éste del proceso y cambiar el producto a otro envase evitando contaminaciones. |

Q: Riesgo Químico
F: Riesgo Físico
M: Riesgo Microbiológico

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ESTABLECIMIENTO DE LA FORMULACIÓN

La operación de precocido del arroz no se llevó a cabo; se empleó un arroz precocido comercial marca Verde Valle cuyos granos son largos; precisamente lo que se requería ya que éste tipo de grano proporciona características adecuadas al producto (rápida preparación, es seco y los granos permanecen separados).

Con respecto a la cantidad de agua, en el arroz empleado se tuvo que una relación 2 a 1 agua-arroz, se obtenía un producto con buenas características.

Para el establecimiento del perfil de sabor, inicialmente las modificaciones que se realizaron fueron en las cantidades de ácido cítrico, sal y sabor tomate, ya que éstos afectaban de manera importante en el sabor de la mezcla (el ácido cítrico dejaba un resabio muy marcado; la sal y el sabor tomate, afectaban en la percepción de los demás sabores); por lo tanto las cantidades empleadas se disminuyeron. Posteriormente se hicieron más cambios con los demás aditivos, hasta lograr un sabor agradable.

Con respecto al antiaglomerante, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla # 10
Resultados obtenidos en la prueba del antiaglomerante.

| Fórmula | Cantidad de antiaglomerante (%) | Resultados obtenidos a las 2 semanas |
|---------|---------------------------------|--------------------------------------|
| A | 2.0 | Sin cambio |
| B | 1.8 | + |
| C | 1.5 | ++ |
| D | 1.3 | +++ |
| E | 1.0 | ++++ |

En base a lo anterior podemos observar que la cantidad de antiaglomerante más adecuada fué empleando 2% ya que no presentó cambios en 2 semanas. Sin embargo, es importante considerar que al ser el límite superior permitido, se debe tener cuidado en no exceder la dosis.

Para la grasa y el aceite, una relación 1:1 proporcionó buenos resultados.

En el caso del antioxidante, una dosis de 0.1% mostró que no se afectaba el sabor del producto, y lo protegía.

En lo que respecta a los vegetales, las condiciones a la entrada y salida del secador, se midieron y se obtuvo lo siguiente:

| Condición de Secado | Inicial | Final |
|---------------------|---------|--------|
| Tbs | 65°C | 40°C |
| Tbh | 31.7°C | 31.7°C |
| %Humedad relativa | 8% | 55% |
| Humedad absoluta | 0.018 | 0.027 |

El tiempo de secado que se requirió para llegar a una humedad en base seca de 0.042 y 0.053 lb de agua por lb de aire seco para zanahoria y chicharo respectivamente fué de 6 horas en ambos casos.

PRODUCTO TERMINADO

La formulación obtenida para el producto terminado es la siguiente:

| Ingrediente | Porcentaje en producto final |
|-------------------------------------|------------------------------|
| Arroz | 83.00% |
| Vegetales | 7.06% |
| GMP + IMP (1:1) | 0.06% |
| Sal yodatada | 1.80% |
| Azúcar | 0.014% |
| Ac. cítrico | 0.0002% |
| Tomate en polvo | 3.84% |
| Sabor ajo | 0.0001% |
| Sabor cebolla | 0.00005% |
| Sabor tomate | 0.0018% |
| Sabor pollo | 0.0013% |
| Extracto de levadura | 0.10% |
| Amarillo Crepúsculo | 0.001% |
| Antiaglomerante (SiO ₂) | 0.12% |
| Grasa de pollo | 2.0% |
| Aceite vegetal | 2.0% |
| Tenox | 0.004% |

Con respecto al tiempo que requerirá el consumidor para prepararlo en el horno de microondas es de 7 min a máxima potencia.

COSTO

El costo económicamente hablando, representa en términos generales, toda la inversión necesaria para producir o vender un artículo. Puede darnos una idea de la viabilidad del producto, ya que podemos conocer cuánto costará, además de que nos proporciona un panorama de su posible posición con respecto a productos semejantes existentes ya en el mercado.

El costo total de un producto se puede dividir en costos de producción, de distribución y administrativos, pero además, se pueden tener otros costos, que también participan en este los cuales involucran aspectos que no son propios ni indispensables para el desarrollo de las actividades de la Empresa las cuales no pueden preverse, ya que no se sabe cuándo sucederán pero una vez ocurridas sí forman parte del costo total (por ejemplo una huelga). Debido a que el objetivo de este trabajo no es involucrarnos en aspectos tan detallados, se consideró calcular su costo directo el cual implica sólo los costos primos o directos y los gastos variables de fabricación los cuales nos proporcionan una aproximación al valor del producto.

| MATERIA PRIMA | CANTIDAD PARA OBTENER 1 kg DE PRODUCTO | PRECIO POR kg (NS) | COSTO PARA 250g DE PRODUCTO TERMINADO (NS) |
|-------------------------------|--|--------------------|--|
| ARROZ | 830.00 | 6.36 | 1.32 |
| ZANAHORIA | 35.3 | 2.00 | 0.58 |
| CHÍCHARO | 35.3 | 3.50 | 0.69 |
| GMP | 0.32 | 5.00 | 0.08 |
| IMP | 0.32 | 270.00 | 0.02 |
| SAL YODATADA | 18.00 | 1.25 | 0.006 |
| AZÚCAR | 0.14 | 2.40 | 0.0001 |
| ÁCIDO CÍTRICO | 0.002 | 10.00 | 5×10^{-4} |
| TOMATE EN POLVO | 38.40 | 3.00 | 0.0288 |
| SABOR AJO | 0.001 | 20.00 | 5×10^{-4} |
| SABOR CEBOLLA | 0.0005 | 10.00 | 1.25×10^{-4} |
| SABOR TOMATE | 0.018 | 60.00 | 0.0003 |
| SABOR POLLO | 0.013 | 20.00 | 6.4×10^{-5} |
| EXTRACTO DE LEVADURA | 1.00 | 10.00 | 0.0025 |
| AMARILLO 6 | 0.01 | 80.00 | 0.0003 |
| ANTIAGLOMERANTE | 1.20 | 20.00 | 0.0058 |
| GRASA DE POLLO | 20.00 | 86.00 | 0.43 |
| ACEITE VEGETAL | 20.00 | 5.00 | 0.025 |
| TENOX | 0.04 | 438.00 | 0.0043 |
| ENVASE (# DE BOLSAS) | 4 | 16.00 | 4 |
| COSTO DE MATERIA PRIMA | | | NS 7.16 |

COSTO ENERGÉTICO

Para calcular este costo, se tomó en cuenta la energía necesaria para llevar a cabo el secado de los vegetales empleados en el producto terminado, para lo cual fué necesario conocer la energía requerida para evaporar la cantidad de agua de los mismos. Conociendo esta energía (Btu) y el costo del kw/h se calculó el costo de energía para obtener 250g de producto terminado:

El costo total de un producto se puede dividir en costos de producción, de distribución y administrativos, pero además, se pueden tener otros costos, que también participan en este los cuales involucran aspectos que no son propios ni indispensables para el desarrollo de las actividades de la Empresa las cuales no pueden preverse, ya que no se sabe cuándo sucederán pero una vez ocurridas sí forman parte del costo total (por ejemplo una huelga). Debido a que el objetivo de este trabajo no es involucrarnos en aspectos tan detallados; se consideró calcular su costo directo el cual implica sólo los costos primos o directos y los gastos variables de fabricación los cuales nos proporcionan una aproximación al valor del producto.

| MATERIA PRIMA | CANTIDAD PARA OBTENER 1 kg DE PRODUCTO | PRECIO POR kg (N\$) | COSTO PARA 250g DE PRODUCTO TERMINADO (N\$) |
|-------------------------------|--|---------------------|---|
| ARROZ | 830.00 | 6.36 | 1.32 |
| ZANAHORIA | 35.3 | 2.00 | 0.58 |
| CHÍCHARO | 35.3 | 3.50 | 0.69 |
| GMP | 0.32 | 5.00 | 0.08 |
| IMP | 0.32 | 270.00 | 0.02 |
| SAL YODATADA | 18.00 | 1.25 | 0.006 |
| AZÚCAR | 0.14 | 2.40 | 0.0001 |
| ÁCIDO CÍTRICO | 0.002 | 10.00 | 5×10^{-6} |
| TOMATE EN POLVO | 38.40 | 3.00 | 0.0288 |
| SABOR AJO | 0.001 | 20.00 | 5×10^{-6} |
| SABOR CEBOLLA | 0.0005 | 10.00 | 1.25×10^{-6} |
| SABOR TOMATE | 0.018 | 60.00 | 0.0003 |
| SABOR POLLO | 0.013 | 20.00 | 6.4×10^{-5} |
| EXTRACTO DE LEVADURA | 1.00 | 10.00 | 0.0025 |
| AMARILLO 6 | 0.01 | 80.00 | 0.0003 |
| ANTIAGLOMERANTE | 1.20 | 20.00 | 0.0058 |
| GRASA DE POLLO | 20.00 | 86.00 | 0.43 |
| ACEITE VEGETAL | 20.00 | 5.00 | 0.025 |
| TENOX | 0.04 | 438.00 | 0.0043 |
| ENVASE (# DE BOLSAS) | 4 | 16.00 | 4 |
| COSTO DE MATERIA PRIMA | | | N\$ 7.16 |

COSTO ENERGÉTICO

Para calcular este costo, se tomó en cuenta la energía necesaria para llevar a cabo el secado de los vegetales empleados en el producto terminado, para lo cual fué necesario conocer la energía requerida para evaporar la cantidad de agua de los mismos. Conociendo esta energía (Btu) y el costo del kWh se calculó el costo de energía para obtener 250g de producto terminado:

| | |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Energía necesaria durante el proceso | 1715.6 BTU/ 250g de producto. |
| Costo del kw/h | N\$ 0.3648 |
| COSTO ENERGÉTICO DEL PROCESO | N\$ 0.1832 |

COSTO DE MANO DE OBRA

Para este costo se supuso una producción mensual de 1000 kg. Si el proceso se efectúa en un día, a la semana se procesarían 250 kg (1000 bolsas con un contenido de 250 g c/u). Por otro lado se consideró un salario para 2 obreros y con esto se tiene el costo de mano de obra/ 250 g de producto.

| | |
|---|------------------|
| 1 semana de sueldo para dos obreros: | N\$ 276 |
| COSTO DE MANO DE OBRA/ 250 g DE PRODUCTO | N\$ 0.276 |

COSTO INTEGRADO

| | |
|------------------------|-----------------|
| COSTO DE MATERIA PRIMA | N\$ 7.16 |
| COSTO ENERGÉTICO | N\$ 0.1832 |
| COSTO DE MANO DE OBRA | N\$ 0.276 |
| COSTO TOTAL | N\$ 7.62 |

Como podemos ver, el costo calculado del producto desarrollado no es tan elevado como el de los productos comerciales encontrados, los cuales presentan precios desde los N\$9.00 hasta los N\$12.00 aproximadamente. Sin embargo, como se señaló anteriormente, el costo total de un producto se determina considerando varios puntos; por lo tanto, el valor obtenido solo es una aproximación de éste.

Cabe aclararse además, que el precio de venta se determina agregándole o restándole al costo total el porcentaje de utilidad o pérdida probable. Por otro lado, el precio de venta de un artículo no siempre lo puede fijar el industrial, sino más bien está supeditado a la oferta y la demanda, salvo en el caso de productos sin competencia o especiales.

ANÁLISIS SENSORIAL

Los resultados del target mostraron que el arroz marca Knorr podría presentar competencia con el producto elaborado (72 de 100 lo conocían ya sea que lo habían probado o únicamente sabían de su existencia).

La evaluación sensorial con consumidores se realizó en la Tienda De Todo. Universidad, y los resultados fueron los siguientes:

- Muestra 376: arroz elaborado
- Muestra 520: arroz marca comercial

Tabla # 11
Resultados de la Evaluación Sensorial a nivel consumidor (Prueba de preferencia y prueba de nivel de agrado)

| Juez | Muestra | | Juez | Muestra | | Juez | Muestra | | Juez | Muestra | | Juez | Muestra | |
|-----------|---------|-----|------|---------|-----|---------------------------|---------|-----|------|---------|-----|-------|---------|-----|
| | 376 | 520 | | 376 | 520 | | 376 | 520 | | 376 | 520 | | 376 | 520 |
| 1 | 7.9 | 7.6 | 21 | 8.9 | 7.1 | 41 | 9.7 | 7.1 | 61 | 7.0 | 6.8 | 81 | 6.1 | 6.9 |
| 2 | 8.3 | 7.5 | 22 | 5.4 | 4.9 | 42 | 5.3 | 8.9 | 62 | 8.8 | 8.5 | 82 | 9.6 | 7.5 |
| 3 | 5.5 | 5.3 | 23 | 9.7 | 9.6 | 43 | 9.7 | 9.7 | 63 | 9.7 | 9.7 | 83 | 8.7 | 9.0 |
| 4 | 7.6 | 8.0 | 24 | 9.1 | 9.5 | 44 | 7.8 | 6.3 | 64 | 5.6 | 5.4 | 84 | 5.2 | 5.9 |
| 5 | 8.7 | 8.5 | 25 | 8.4 | 9.7 | 45 | 9.6 | 9.7 | 65 | 4.8 | 4.5 | 85 | 9.7 | 9.2 |
| 6 | 9.6 | 9.3 | 26 | 8.8 | 9.0 | 46 | 7.4 | 9.6 | 66 | 9.1 | 9.7 | 86 | 8.9 | 8.4 |
| 7 | 9.3 | 9.6 | 27 | 9.7 | 7.9 | 47 | 9.1 | 9.3 | 67 | 6.6 | 7.2 | 87 | 9.7 | 7.8 |
| 8 | 8.5 | 9.0 | 28 | 8.4 | 7.7 | 48 | 8.9 | 9.7 | 68 | 8.3 | 9.6 | 88 | 8.2 | 9.6 |
| 9 | 7.8 | 8.7 | 29 | 9.1 | 8.8 | 49 | 6.3 | 9.4 | 69 | 8.6 | 8.7 | 89 | 6.8 | 6.3 |
| 10 | 9.5 | 7.2 | 30 | 6.5 | 6.2 | 50 | 5.3 | 7.9 | 70 | 9.4 | 8.5 | 90 | 8.8 | 9.3 |
| 11 | 9.4 | 9.5 | 31 | 9.2 | 8.5 | 51 | 6.1 | 6.6 | 71 | 3.9 | 4.3 | 91 | 6.7 | 5.1 |
| 12 | 5.9 | 5.0 | 32 | 9.7 | 9.1 | 52 | 5.8 | 5.9 | 72 | 8.8 | 9.0 | 92 | 5.8 | 5.5 |
| 13 | 9.2 | 9.4 | 33 | 7.8 | 8.1 | 53 | 9.7 | 9.5 | 73 | 8.2 | 8.9 | 93 | 9.0 | 8.9 |
| 14 | 7.1 | 7.8 | 34 | 5.9 | 5.2 | 54 | 9.5 | 9.6 | 74 | 9.6 | 9.4 | 94 | 8.5 | 8.8 |
| 15 | 6.3 | 5.7 | 35 | 6.1 | 7.0 | 55 | 8.2 | 8.7 | 75 | 8.9 | 8.5 | 95 | 9.7 | 9.6 |
| 16 | 5.8 | 5.1 | 36 | 9.7 | 9.7 | 56 | 9.4 | 9.6 | 76 | 8.6 | 8.5 | 96 | 9.7 | 9.3 |
| 17 | 9.3 | 9.7 | 37 | 6.9 | 6.4 | 57 | 6.3 | 8.0 | 77 | 9.4 | 9.7 | 97 | 8.9 | 9.1 |
| 18 | 5.9 | 6.4 | 38 | 9.2 | 9.6 | 58 | 8.5 | 8.9 | 78 | 7.8 | 7.6 | 98 | 8.0 | 7.6 |
| 19 | 9.0 | 8.9 | 39 | 7.7 | 7.0 | 59 | 8.1 | 9.2 | 79 | 8.4 | 8.3 | 99 | 9.5 | 9.7 |
| 20 | 5.0 | 8.8 | 40 | 8.5 | 8.4 | 60 | 9.0 | 9.6 | 80 | 9.6 | 9.4 | 100 | 8.7 | 8.9 |
| Sumatoria | | | | | | | | | | | | 807.3 | 814.2 | |
| Media | | | | | | | | | | | | 8.07 | 8.14 | |
| •SD = 7.4 | | | | | | •SD ² = 100.95 | | | | | | | | |

• Ver ANEXO I

Antes de efectuar el análisis estadístico de los datos anteriores, se formularon las siguientes hipótesis:

H_0 : "No hay diferencia entre el producto desarrollado y el producto comercial"

H_A : "Si hay diferencia entre el producto desarrollado y el producto comercial"

En la prueba hedónica (prueba de nivel de agrado), se obtuvo primeramente que las medias de las calificaciones para el producto desarrollado y el producto comercial fueron 8.07 y 8.14 respectivamente. Como podemos ver ambos datos no presentan gran diferencia; sin embargo, para determinar si había o no diferencia significativa en las calificaciones obtenidas para cada muestra, se empleó la t de student.

El valor de tablas ("Valores críticos para t de student") para una t con grados de libertad igual a 99, dos colas y una probabilidad de 0.05, es equivalente a 1.987. Ahora bien, si este se compara con el valor calculado (0.735), resulta ser mayor; por lo tanto, la hipótesis nula (H_0) no se rechaza, es decir que las muestras no presentan diferencia significativa entre sí.

Para la prueba de preferencia (datos sombreados) se obtuvo que el 40% de los consumidores prefirió el producto desarrollado.

Empleando el estadístico Ji-cuadrada se obtuvo un valor de 4.41, a diferencia del valor de tablas ("Valores críticos para Ji-cuadrada) para X^2 a dos colas, un grado de libertad, y una probabilidad del 5% (0.05) que es de 3.841.

Observamos que la X^2 calculada es mayor que la X^2 de tablas por lo que se rechaza H_0 y se acepta H_A con un nivel de seguridad de fallar en esta aseveración menos de 5 veces en 100.

Si analizamos la Tabla # 11 encontramos que el resultado anterior se vió influido por las características que mostraban cada uno de los productos en la hoja de respuestas (precio y tiempo de preparación), ya que en algunos casos se encontró que el tiempo de preparación del producto influyó en la decisión del consumidor; y en otros se prefirió aquel producto que costara menos aunque su nivel de agrado fuera mas bajo que el del producto desarrollado.

En el caso de la evaluación a nivel juez entrenado, se realizó con la colaboración de jueces entrenados de Firmenich de Mexico.

.Los resultados que se obtuvieron se muestran a continuación:

Tabla # 12
Calificaciones de los jueces para cada atributo de Arroz estilo a la Mexicana (QDA)

| Atributo | Intensidad de sabor | | Nota grasosa | | Resabio | | Salado | | Dulce | | Acido | | Color | | Aroma | | Adhesividad | | Masticabilidad | |
|------------------|---------------------|-------|--------------|-------|---------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|----------------|-------|
| | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B |
| Juez 1 | 6,6 | 6,8 | 3,0 | 2,9 | 0,1 | 0,2 | 4,0 | 3,8 | 0,1 | 0,8 | 2,2 | 0,1 | 7,1 | 6,8 | 6,1 | 5,9 | 7,1 | 6,8 | 4,0 | 3,9 |
| 2 | 6,3 | 7,9 | 6,1 | 3,9 | 1,0 | 0,0 | 7,6 | 6,9 | 0,9 | 1,6 | 0,9 | 2,1 | 5,4 | 5,6 | 1,9 | 1,3 | 6,8 | 2,9 | 7,0 | 6,3 |
| 3 | 6,1 | 7,8 | 6,0 | 4,0 | 5,0 | 0,0 | 7,8 | 2,0 | 5,9 | 0,1 | 2,2 | 0,1 | 5,0 | 5,9 | 4,0 | 1,6 | 4,0 | 4,8 | 6,2 | 2,3 |
| 4 | 6,4 | 6,4 | 6,4 | 2,4 | 5,5 | 0,7 | 2,6 | 7,4 | 0,2 | 1,5 | 1,2 | 5,5 | 7,4 | 2,3 | 1,2 | 5,0 | 5,2 | 5,4 | 5,3 | 5,5 |
| 5 | 6,6 | 5,1 | 5,3 | 1,5 | 0,8 | 1,7 | 5,3 | 4,8 | 3,3 | 3,2 | 3,5 | 2,4 | 6,3 | 5,5 | 2,4 | 1,8 | 5,9 | 3,9 | 2,2 | 3,2 |
| 6 | 7,7 | 0,8 | 6,6 | 6,3 | 2,0 | 0,2 | 7,8 | 5,1 | 0,2 | 0,1 | 3,9 | 0,2 | 4,9 | 3,3 | 1,6 | 4,8 | 3,3 | 6,0 | 3,6 | 6,0 |
| 7 | 6,3 | 3,9 | 2,3 | 1,3 | 1,3 | 2,5 | 5,7 | 7,1 | 0,0 | 0,2 | 4,8 | 2,2 | 3,4 | 0,8 | 5,1 | 5,8 | 2,4 | 1,8 | 5,1 | 6,8 |
| 8 | 6,7 | 4,9 | 6,5 | 4,0 | 0,5 | 0,2 | 5,2 | 2,3 | 0,9 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 4,4 | 2,4 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 2,3 | 2,1 |
| 9 | 4,0 | 3,9 | 7,9 | 7,9 | 0,1 | 0,1 | 7,9 | 4,1 | 0,0 | 0,1 | 4,0 | 4,0 | 3,9 | 7,8 | 0,0 | 0,1 | 3,9 | 3,9 | 3,9 | 3,9 |
| 10 | 1,6 | 1,7 | 5,4 | 3,9 | 0,0 | 2,1 | 5,6 | 1,9 | 1,5 | 2,0 | 5,4 | 5,3 | 5,5 | 5,5 | 1,3 | 2,5 | 2,1 | 2,3 | 2,3 | 2,1 |
| 11 | 6,2 | 7,8 | 6,1 | 2,1 | 1,8 | 0,7 | 5,9 | 6,0 | 0,1 | 4,5 | 5,9 | 2,0 | 4,2 | 4,7 | 5,8 | 5,3 | 5,9 | 5,3 | 5,8 | 2,8 |
| 12 | 7,9 | 7,9 | 5,7 | 5,8 | 2,3 | 5,8 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 5,5 | 2,7 | 2,2 | 5,9 | 5,8 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 4,0 | 2,7 | 4,0 |
| SUMA | 72,40 | 64,90 | 67,30 | 46,00 | 20,40 | 14,20 | 69,40 | 55,40 | 17,10 | 19,60 | 38,20 | 26,10 | 63,40 | 56,40 | 29,40 | 34,40 | 46,70 | 47,20 | 50,40 | 48,90 |
| MEDIA | 6,03 | 5,41 | 5,61 | 3,83 | 1,70 | 1,18 | 5,78 | 4,62 | 1,43 | 1,63 | 3,18 | 2,18 | 5,28 | 4,70 | 2,45 | 2,87 | 3,89 | 3,93 | 4,20 | 4,08 |
| DESV. STD | 1,69 | 2,46 | 1,54 | 2,01 | 1,83 | 1,69 | 1,73 | 1,96 | 1,94 | 1,86 | 1,66 | 1,94 | 1,24 | 2,07 | 2,25 | 2,33 | 2,41 | 1,91 | 1,66 | 1,69 |

A: Arroz desarrollado
 B: Arroz comercial

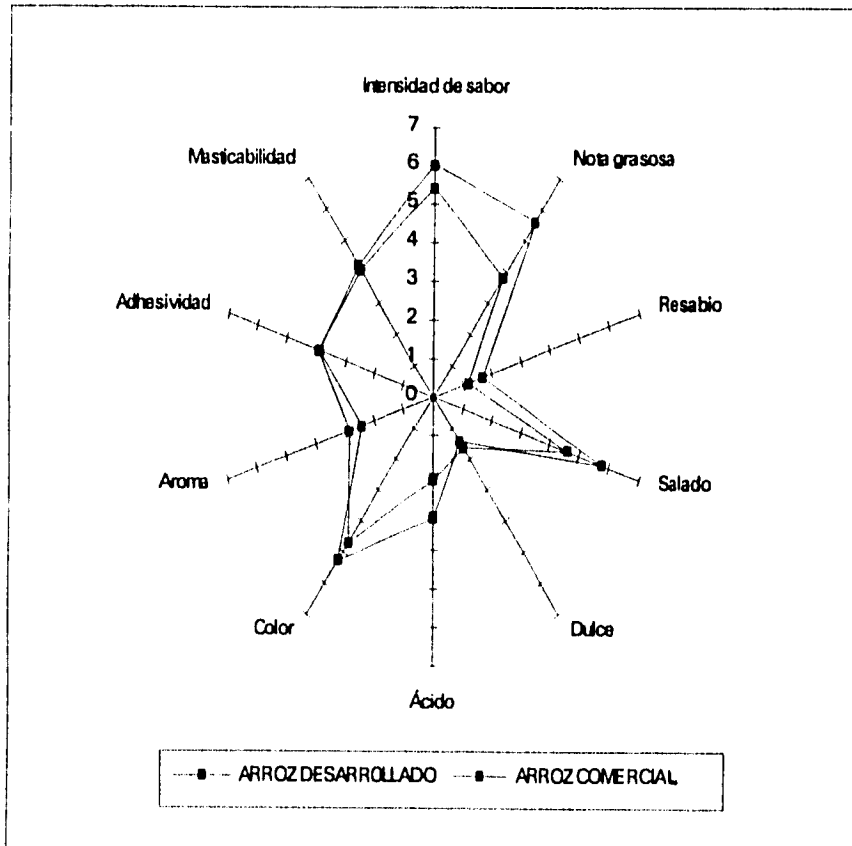
Tabla # 13
Análisis de Varianza de Arroz estilo a la Mexicana.

| Atributo | Intensidad de sabor | Nota grasosa | Resabio | Salado | Dulce | Acido | Color | Aroma | Adhesividad | Masticabilidad |
|--------------|---------------------|--------------|---------|--------|-------|-------|-------|--------|-------------|----------------|
| S.C.m | 2.34 | 18.90 | 1.60 | 8.17 | 0.26 | 6.10 | 2.04 | 1.04 | 0.01 | 0.09 |
| G.L.m | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| S.C.t | 100.45 | 89.44 | 69.79 | 83.42 | 79.81 | 77.92 | 65.92 | 116.70 | 104.11 | 61.99 |
| G.L.t | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| S.C.e | 31.12 | 13.54 | 34.65 | 43.46 | 29.26 | 27.96 | 26.15 | 15.68 | 22.00 | 17.99 |
| G.L.e | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| N.S | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Tabla F | 4.84 | 4.84 | 4.84 | 4.84 | 4.84 | 4.84 | 4.84 | 4.84 | 4.84 | 4.84 |
| F calculada | 0.828 | 15.37 | 0.508 | 2.067 | 0.098 | 2.40 | 0.859 | 0.731 | 0.005 | 0.057 |
| Dif. Signif. | No | Si | No | No | No | No | No | No | No | No |

S.C.m= Suma de Cuadrados de las muestras.
 G.L.m= Grados de Libertad de la muestra
 S.C.t= Suma de Cuadrados totales.
 G.L.t= Grados de Libertad totales.
 S.C.e=Suma de Cuadrados del error.
 G.L.e=Grados de Libertad del error.

N.S= Nivel de Significancia.

Fig. 13 Perfil obtenido del QDA para Arroz estilo a la mexicana



ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Tabla # 14
Resultados físicoquímicos en 100g de producto terminado.

| Humedad (%) | Cenizas (g) | Proteína (g) | Grasa (g) | Fibra (g) | CHO's asimilables (g) | Calcio (mg) | Hierro (mg) |
|-------------|-------------|--------------|-----------|-----------|-----------------------|-------------|-------------|
| 10.23 | 1.18 | 7.59 | 5.20 | 1.28 | 84.76 | 25.89 | 1.68 |

El producto elaborado corresponde a un alimento formado tanto por vegetales, arroz y diferentes aditivos. Es por esto, que no se puede encontrar en tablas los valores de sus componentes (grasa, proteína, etc). Sin embargo basándonos en los valores correspondientes para el arroz (que es el componente principal), podemos tener una idea de la calidad nutricional del producto.

Por la humedad que presenta el producto elaborado se puede clasificar como alimento de baja humedad (menor al 15% de humedad). Este tipo de alimentos presenta una mayor estabilidad microbiológica ya que sus valores de a_w son bajos (por ejemplo un contenido de humedad del 10% equivale aproximadamente a un valor de a_w igual a 0.1), en los cuales hay una menor probabilidad de desarrollo microbiano.

Ahora bien si comparamos el valor obtenido con el valor reportado para arroz (12%), y además suponemos que el método empleado para precocer el arroz consistió en obtener un producto final (arroz precocido) con una humedad del 10% se tiene que el valor de humedad del producto elaborado no difiere mucho.

En el caso de las cenizas, tenemos que para arroz se reporta un valor de 1% como máximo y arriba de éste se puede pensar en cierta contaminación por componentes inorgánicos diferentes a los de la muestra. El valor obtenido resultó superior lo cual no necesariamente puede indicar contaminación ya que recordemos que el producto elaborado está constituido también por aditivos que aumentan el valor de cenizas.

Con respecto al contenido de proteína, grasa, fibra cruda, y carbohidratos, los valores obtenidos son superiores a los reportados (7.4, 1.0, 0.8 y 78.8 respectivamente).

En las determinaciones de calcio y hierro se obtuvieron valores superiores a los que presenta el cereal solo (10 y 1.1 mg respectivamente).

Con todo lo anterior podemos ver que el producto desarrollado tiene un alto valor nutritivo si se compara con los valores de cada uno de los componentes en el arroz solo, esto se debe en gran parte, a la presencia de vegetales en el producto.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Los resultados obtenidos del análisis microbiológico al producto terminado se muestran en la siguiente tabla.

Tabla # 15
Resultados microbiológicos en el producto terminado

| Mesófilos Aerobios | | | Coliformes Totales | | | Salmonella |
|--|------------------|------------------|--|------------------|------------------|---|
| Colonias contadas | | | | | | |
| 10 ⁻² | 10 ⁻³ | 10 ⁻⁴ | 10 ⁻² | 10 ⁻³ | 10 ⁻⁴ | Ausencia de Salmonella en 25 g de muestra |
| 25 | 11 | 0 | 2 | 0 | 0 | |
| 28 | 17 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 2650 UFC/g de bacterias aerobias en placa agar soya tripticosa, incubadas 48h a 35°C | | | 150 UFC/g de coliformes en agar rojo violeta bilis, incubados 24h a 35°C | | | |

No existe una norma que establezca los límites máximos permitidos de los microorganismos anteriores, sin embargo se encontró una propuesta en la que se establece para este tipo de productos lo siguiente:

- Mesófilos aerobios: Máximo $1 \times 10^3/g$
- Coliformes totales: Máximo $1 \times 10^3/g$
- Salmonella: Ausencia en 25 g de alimento(57)

Comparando con los datos anteriores, las cuentas obtenidas tanto para mesófilos aerobios como para coliformes totales resultaron estar muy por debajo; lo cual indica que las prácticas sanitarias fueron buenas tanto en el manejo como en la fabricación del producto; a sí como también nos dan idea de la buena realización de los tratamientos a los cuales fueron sometidos los ingredientes empleados. Por ejemplo, en el caso de los vegetales tenemos que la flora microbiana depende en un grado considerable de si la flora del vegetal crudo y lavado ha sido o no en gran parte destruido por el blanqueado. Además los vegetales que van a ser desecados pueden ser sustrato para el crecimiento de microorganismos si se mantienen demasiado tiempo y temperatura, o pueden ser contaminados por un equipo poco limpio.

Debido a la evaporación del agua durante la desecación, la temperatura del producto raramente excede de (35-45)°C, aún cuando la temperatura del aire es de (80-100)°C; el proceso de secado no suele reducir el número de microorganismos y puede, aparentemente incrementarlo, ya que los mismos están concentrados en un volumen menor.

En el caso del arroz podemos deducir que los procesos a los cuales fue sometido previamente o durante la etapa de precocción fueron buenos, al igual que las condiciones higiénicas ya que si éstas no se hubieran seguido, el producto hubiera presentado mayores niveles de contaminación.

La mezcla de los aditivos en condiciones higiénicas al igual que el envasado bien elaborado no ejercen ningún efecto sobre la flora.

En el caso de Salmonella, el resultado de la determinación mostró ausencia de éste en 25g de alimento; lo que cumple con lo establecido en la propuesta y también nos indica buenas condiciones sanitarias así como también un buen proceso de escaldado ya que microorganismos no esporulados como Salmonella son destruidos durante este.

CONCLUSIONES

- El producto desarrollado fué aceptado por el consumidor en igual grado que el producto comercial con el que fué comparado; sin embargo, la preferencia entre ambos productos se inclinó más hacia éste último. Pudiera ser que uno de los factores que influyó de manera importante en este resultado fué el precio a pesar de que este producto requiere un mayor tiempo de preparación comparado con el que se requiere para el producto desarrollado.
- Los perfiles sensoriales para ambos productos son muy semejantes lo cual explica los resultados con los consumidores. Los atributos de intensidad de sabor, nota grasosa, salado, ácido y color para el caso del producto desarrollado, presentan valores más altos pero no son detectados por el consumidor. En el caso de los jueces analíticos solo se detectó diferencia en el atributo de nota grasosa.
- El costo estimado del producto es alto; pero si se compara con el precio de productos semejantes existentes en el mercado, resulta ser inferior. Aunque es importante considerar que éste solo es un valor aproximado ya que puede verse modificado por diversos factores no considerados en el presente trabajo.
- Al no existir una norma que establezca los niveles microbiológicos para éste tipo de productos, los resultados fueron comparados con una propuesta, encontrándose que el producto tiene una buena calidad microbiológica.
- El valor nutritivo del producto desarrollado es mayor al del cereal solo. Este aumento significativo se vé afectado por la adición de vegetales.

ANEXO 1

PRUEBAS DE EVALUACIÓN SENSORIAL

PRUEBA DE PREFERENCIA (Preference Test)

Es un método afectivo en el que se ordena, según las opiniones de un grupo de consumidores, un par o una serie de muestras de acuerdo con un aprecio personal o una preferencia.

La población elegida para la evaluación debe corresponder a los consumidores potenciales o habituales del producto en estudio y no deben conocer la problemática del estudio.

Análisis de datos

Los datos se tabulan y analizan de acuerdo con el análisis estadístico de Ji-cuadrada.

$$\chi^2 = \frac{([X] - np) - 0.5)^2}{np(1-p)}$$

donde:

X = número de opiniones acertadas

n = número total de ensayos practicados o número de jueces por repeticiones efectuadas

p = probabilidad del éxito en un ensayo único

q = (1-p) = probabilidad de la falla en un ensayo único

0.5 = factor de corrección por continuidad para la Ji-cuadrada ajustada para un grado de libertad (59).

PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO (Hedonic Test)

Método afectivo que permite localizar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica. Se utiliza una escala no estructurada (también llamada escala hedónica), sin mayores descriptores que los extremos de la escala, en los cuales se puntualiza la característica de agrado. Esta escala debe contar con un indicador del punto medio, a fin de facilitar al juez consumidor la localización de un punto de referencia.

Las características que deben cumplir los jueces son las mismas que para la anterior prueba.

Análisis de datos

La escala hedónica se convierte en numérica transformando a centímetros la distancia entre los dos extremos del continuo, y midiendo el punto de respuesta indicado por el consumidor. Cuando se trate de dos o más productos, las calificaciones de la prueba se tabulan por juez-consumidor (filas) y por producto (columnas), totalizando la sumatoria de cada columna y

cada fila para obtener un gran total. Para analizar (comparar) dos productos se recomienda utilizar la t de Student.

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

donde:

D= X-Y (que son las calificaciones de dos muestras)

n-1 = grados de libertad (59)

PRUEBA DE ANÁLISIS DESCRIPTIVO CUANTITATIVO (QDA)

Método cuantitativo que permite identificar y cuantificar las características sensoriales de un producto. Con la información generada se construye un modelo multidimensional cuantitativo que perfila los parámetros que definen o describen a uno o varios productos.

En esta prueba el grupo de jueces genera y acuerda en sesión abierta una serie de términos que definen al producto en estudio, y en sesión privada califica (asigna un valor) cada parámetro (jueces aislados).

Para calificar cada parámetro los jueces utilizan una escala de intensidad no estructurada para cada descriptor.

El grupo de jueces seleccionados y entrenados debe constar de entre 10 y 12 individuos como mínimo para obtener resultados confiables.

Análisis de datos

Las marcas en la escala no estructurada se traducen en calificaciones numéricas midiendo en cm la distancia que hay entre el extremo izquierdo y la marca indicada por el juez. Estas calificaciones se procesan a través de análisis estadísticos (Análisis de varianza), para comprender las discrepancias que se observan entre los productos en estudio.

Por otra parte, con las calificaciones generadas para cada descriptor es posible construir un sistema de coordenadas concéntricas (coordenadas polares). En cada escala y de acuerdo con su descriptor correspondiente, se localiza al punto equivalente al valor medio que el grupo de jueces registre. Una vez que se terminen de localizar los valores medios en cada escala, se une el punto de un eje con el del eje contiguo. Esta representación gráfica tipifica el perfil de un producto. Sobre estos ejes es posible localizar más de un producto, lo cual permite apreciar las diferencias prevaletentes entre productos por descriptor. (59)

ANEXO 2

TECNICAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Material y equipo

- | | |
|-------------------------------------|--------------------|
| -Frasco de vidrio con tapa de rosca | -Desecador |
| -Pesafiltro | -Estufa 130°±3°C |
| -Pinzas para crisol | -Balanza analítica |
| -Espátula | |

Preparación de la muestra

Moler la muestra para homogenizarla y guardarla en un frasco de vidrio, perfectamente limpio y seco, con tapa que cierre perfectamente para evitar que la muestra adquiera más humedad así como una posible contaminación.

Procedimiento

Pesar de 2 a 3 g de muestra preparada en un pesafiltro con tapa, que ha sido previamente pesado después de ponerlo a peso constante 2 horas a 130°C±3°C. Secar la muestra 1 hora a la estufa a 130°C±3°C con la tapa del pesafiltro a un lado. Retirar de la estufa, tapar, dejar enfriar en desecador y pesar tan pronto como se equilibre con la temperatura ambiente.

Expresión de resultados

Se calcula el porcentaje de humedad, reportándolo como pérdida por secado a 130°C.

$$\% \text{Humedad} = \frac{(A - B) \times 100}{M}$$

Donde:

A= peso pesafiltro más muestra

B= peso pesafiltro más muestra después de secar a la estufa

M= peso de muestra en gramos es mayor (3)

DETERMINACIÓN DE CENIZAS

Material y equipo

- | | |
|------------------------------------|--------------------|
| -Espátula | -Piseta |
| -Crisol | -Campana |
| -Mufla | -Desecador |
| -Mechero, tela de asbesto y tripié | -Balanza analítica |
| -Pinzas para crisol | |

Procedimiento

Pesar aproximadamente de 3 a 5 g de muestra en un crisol previamente pesado después de meterlo a la mufla 2 h a 600°C. Calcinar la muestra, para ello carbonizar primero con mechero hasta que no se desprendan humos y meter a la mufla cuidando que la temperatura no pase de 550°C para evitar que los cloruros se volatilicen. Se suspende el calentamiento cuando las cenizas estén blancas o grises, aproximadamente 2 a 3 h. Enfriar en desecador y pesar.

Expresión de resultados

Se calcula el porcentaje de cenizas.

$$\% \text{Cenizas} = \frac{(\text{Peso crisol con cenizas} - \text{Peso crisol vacío}) \times 100}{\text{Peso de muestra en g}}$$

DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA

Material y equipo

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| -Matraces Kjeldahl de 800 ml | -Balanza analítica |
| -Matraces Erlenmeyer de 500 ml | -Pipetas volumétricas de 50 ml |
| -Espátula | -Bureta de 50 ml |
| -Probeta de 100 ml | |

Procedimiento

Pesar 0.5-1 g de muestra en papel delgado blanco, y con todo y papel introducir en el matraz Kjeldahl; agregar 0.3 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 5 g de K_2SO_4 o Na_2SO_4 , 15 ml de H_2SO_4 conc. y añadir perlas de ebullición. Colocar el matraz en el digestor del aparato Kjeldahl, abrir el extractor del vacío y calentar hasta la destrucción total de la materia orgánica, la solución debe quedar completamente cristalina. Enfriar, y diluir con 350 ml de agua destilada y enfriar sobre hielo.

Añadir 40 ml de una sol. conc. de NaOH previamente enfriada sobre hielo, sin agitar. Adicionar 0.2 g de polvo de zinc y antiespumante, y conectar inmediatamente el matraz a la trampa Kjeldahl, unida al refrigerante que a su vez está conectado a una alargadera que va introducida en 50 ml de HCl 0.1 N, contenidos en un matraz Erlenmeyer de 500 ml y adicionados con 3 gotas de indicador rojo de metilo 0.1% en alcohol.

Destilar aproximadamente hasta un volumen de 250 ml, y titular el exceso de ácido con solución valorada de NaOH 0.1N hasta vire amarillo del indicador.

Corregir mediante una determinación en blanco de los reactivos usados, empleando la misma cantidad de papel.

Expresión de resultados

Calcular el porcentaje de Proteína cruda.

$$\% \text{Nitrógeno} = \frac{(\text{ml blanco} - \text{ml problema}) \times (\text{Normalidad del NaOH}) \times 0.014 \times 100}{\text{peso muestra en g}}$$

$$\% \text{Proteína Cruda} = \% \text{Nitrógeno} \times \text{Factor de conversión}$$

$$0.014 = \text{meq. Nitrógeno}$$

DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO

Material y equipo

- | | |
|-------------------------|---|
| -Cartucho de extracción | -Parrilla eléctrica de placa con termostato |
| -Extractor Soxhlet | -Estufa (100-110)°C con termostato y |
| -Balanza analítica | termómetro |
| -Desecador | |

Procedimiento

Se pesa la muestra en un cartucho especial de celulosa o bien en papel filtro; se pesa primero el cartucho, después se coloca la muestra (4 a 5g) dentro del mismo y se vuelve a pesar.

Tapar la muestra con algodón y colocar el cartucho en el extractor.

Por otro lado el matraz con unas piedras porosas ó perlas de vidrio para regular la ebullición, se lleva a la estufa a 100°C durante 2 h, se enfría y se pesa.

Se conecta el matraz extractor y éste al refrigerante. Se agrega éter etílico por el refrigerante en cantidad de dos cargas y se calienta el matraz en la parrilla. Generalmente son suficientes 4 h para extraer toda la grasa, puede hacerse una prueba dejando caer las últimas gotas de la descarga sobre un vidrio de reloj o sobre un papel filtro, al evaporarse el éter no debe dejar residuo de grasa.

Se saca el cartucho con la muestra desengrasada y se guarda en un frasco, se sigue calentando hasta la casi total eliminación del éter, recuperándolo antes de que se descargue. Se quita el matraz y se calienta bajo la campana hasta la total evaporación del éter. Sacar el extracto a 100°C por 30 min., enfriar y pesar.

Expresión de resultados

Se calcula el porcentaje de Grasa cruda.

$$\% \text{Grasa cruda} = \frac{(\text{Peso matraz con extracto} - \text{Peso matraz vacío}) \times 100}{\text{Peso muestra en g}}$$

DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA

Material y equipo

- | | |
|------------------------|--|
| -Desecador | -Matraz Kitasato |
| -Crisoles de porcelana | -Aparato de digestión para fibra cruda |
| -Pinzas para crisol | -Vaso digestor |
| -Parrilla | -Vasos de precipitado de 250 ml |
| -Embudo Buckner | -Embudo de vidrio |
| -Espátula | -Estufa y mufla |

Procedimiento

Pesar 2 g de muestra desengrasada y seca (se utiliza la muestra que quedó en el cartucho de la determinación de grasa cruda). Colocar la muestra en el vaso digestor, añadir 1 g de asbesto preparado, 200 ml de solución de H₂SO₄ al 1.25% (0.255 N) hirviendo y antiespumante.

Calentar de inmediato (debe empezar a hervir antes de 1 min), reflujar durante 30 min., rotando el vaso de vez en cuando para incorporar las partículas que se pegan en la pared del vaso. Filtrar a través de papel seda especial, usando vacío y lavar con cuatro porciones de 50 ml de agua de la llave caliente hasta que no dé reacción ácida al rojo de metilo. El residuo que quedó en el filtro se pasa por medio de una espátula al vaso digestor ya limpio y se repite la operación con 200 ml de NaOH al 1.25% (0.313 N) hirviendo y antiespumante. Después de reflujar los 30 min, se filtra sobre el mismo papel seda, se lava con 25 ml de H₂SO₄ al 1.25% y con tres porciones de 50 ml de agua de la llave caliente y finalmente con 25 ml de alcohol.

Pasar cuantitativamente el residuo a un vaso de precipitados lavando con agua y se filtra sobre un crisol gooch que lleva una delgada capa de asbesto y que ha sido calcinado durante 1 h a 600°C. El crisol gooch con el residuo se lleva a la estufa 130°C ± 2°C, enfriar y pesar. Llevar a la mufla y calcinar a 600°C durante 30 min., enfriar y pesar.

Expresión de resultados

Se calcula el porcentaje de Fibra cruda.

$$\% \text{Fibra cruda} = \frac{(A - B) \times 100}{M}$$

Donde:

A= Peso del gooch después de 2 h a 130°C

B= Peso del gooch después de calcinar 30 min. a 600°C

M= Peso de muestra original en g (corregir el peso de la muestra desengrasada de acuerdo al % de grasa cruda encontrada) (3).

DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS ASIMILABLES

Son los carbohidratos no fibrosos como los almidones y los azúcares.

Expresión de resultados

Se calcula el porcentaje de Carbohidratos asimilables.

$$\% \text{Carbohidratos asimilables} = 100 - (\% \text{Humedad} + \% \text{Cenizas} + \% \text{Proteínas} + \% \text{Grasa cruda} + \% \text{Fibra cruda})$$

*Se puede suponer que esta diferencia son los carbohidratos asimilables (NIFEXT según la terminología sajona) (3)

DETERMINACIÓN DE CALCIO

Es un mineral esencial en muchos fenómenos vitales como: coagulación sanguínea, funcionamiento del corazón, de los músculos y de los nervios; y en la permeabilidad de la membrana celular.

Su contenido en la dieta puede ser escaso en relación con la cantidad que el organismo requiere.

Material y equipo

- Crisoles de porcelana
- Pinzas para crisol
- Pipetas de 10 ml
- Piseta
- Probeta de 50 ml
- Bureta de 50 ml
- Recipiente para B.M
- Mechero, tela de asbesto y tripié
- Vasos de precipitados de 50 y 250 ml
- Matraces aforados de 50 ml
- Embudo de vidrio
- Matraz Kitasato
- Mufla

Procedimiento

Calcinar 5-10g de muestra a 500-550°C hasta obtener cenizas blancas. Humedecer con 5-10 ml de HCl conc. hervir 2 min, evaporar a sequedad en B.M. y dejarlo en éste 1 h. Humedecer el residuo con 5 ml de HCl conc., hervir 2 min, adicionar 25 ml de agua, calentar en B.M. por 15 min, filtrar recibiendo en un matraz aforado, lavar cuantitativamente y aforar (Sol. "A"). Transferir 25 ml de ésta sol. a un vaso de precipitados y adicionar agua hasta tener un volumen de 50 ml, calentar a ebullición y adicionar 10 ml de sol. saturada de oxalato de amonio y unas gotas de rojo de metilo, adicionar amoniaco gota a gota hasta llegar cerca del punto de neutralización y hervir hasta que precipite el oxalato de calcio. Enfriar y adicionar HCl dil. hasta pH de 5 y dejar en reposo como mínimo 4 h. Filtrar y lavar con NH₄OH (1:50) hasta que los últimos 50 ml de filtrado adicionados de 5 ml de H₂SO₄ (1:4) y calentando hasta que inicie la ebullición y no decolore una gota de sol. de KMnO₄ 0.05 N. Lavar perfectamente el matraz kitasato y proceder a la disolución de precipitado con H₂SO₄ dil (10ml de éste + 250 ml de agua), calentar y titular en caliente, con la solución de KMnO₄ 0.05 N hasta coloración rosa permanente.

Expresión de resultados

Calcular el % de Calcio en el alimento (g Calcio/ 100 g de alimento).

1 ml de sol. de KMnO₄ 0.05 N equivale a 1 mg de Calcio (4)

DETERMINACIÓN DE HIERRO

Es un mineral que se halla casi exclusivamente confinado a los procesos de respiración celular cuyo contenido en la dieta puede ser escaso en relación con la cantidad que el organismo requiere. (4)

Material y equipo

- Matraces aforados de 100 ml
- Tubos de ensaye de de 13 x 100 ml
- Pipetas de 1, 5 y 10 ml
- Espectrofotómetro

Procedimiento

En matraces aforados agregar las siguientes cantidades de sol. estandar de fierro 0, 5, 10, 20, 30, 40, y 50 ml, adicionar a cada matraz 2 ml de HCl conc. y aforar con agua destilada. Colocar en tubos de ensaye 10 ml de cada dilución y proceder a desarrollar color.

A cada tubo se adiciona 1 ml de sol. de clorhidrato de hidroxilamina, 5 ml de buffer de acetato y 1 ml de O-fenantrolina mezclando después de cada adición de reactivos. Dejar reposar por aproximadamente 15 min y después leer a 530 nm.

Con la Sol. "A" (preparada para la determinación de calcio) tomar 25 ml, y pasarlos a un matraz de 100 ml, adicionar 2 ml de HCl y aforar con agua. Tomar 10 ml y llevarlos a un tubo de ensaye y desarrollar color de la misma manera que los estandares y leer a 530 nm.

MÉTODO PARA LA CUENTA DE MICROORGANISMOS COLIFORMES TOTALES EN PLACA

Material y equipo

- Pipetas de 1 ml
- Horno (170-175)°C
- Matraces Erlenmeyer de 250 y 500ml
- Baño de agua (45°C_±0.5°C)
- Cajas Petri
- Contador de colonias
- Probeta de 100 ml
- Balanza granataria
- Tubos de ensaye de 16 x 150 con tapón de rosca.
- Potenciómetro
- Licuadora
- Autoclave
- Mechero, tela de asbesto y tripié
- Incubadora con termostato a 35°C

Preparación de la muestra

Pesar 10 g de muestra y homogenizarla(en un vaso de licuadora estéril) con 90 ml de agua peptonada. A partir de esta dilución (10^{-1}) preparar diluciones 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , y más si es necesario, con pipetas individuales y estériles para cada dilución, tomando 1 ml de la dilución mayor y colocarla en 9 ml de buffer de fosfatos, y así consecutivamente.

Procedimiento

Tomar 1 ml de cada dilución (por duplicado), y colocarlo en cajas petri debidamente rotuladas.

Verter de 15 a 20 ml del medio RVBA (Agar rojo violeta bilis) fundido y mantenido a 45°C_± 1 °C en baño de agua (el tiempo transcurrido entre la preparación de la dilución primaria y el momento en que es vertido el medio de cultivo, no debe exceder de 20 min). Mezclar cuidadosa y uniformemente mediante rotación alternada y movimientos de atrás hacia adelante sobre una superficie lisa. Una vez solidificado el medio invertir las cajas petri e

incubar a 35°C, durante 24 h \pm 2 h. Preparar una caja control con 15 ml de medio para verificar la esterilidad.

Expresión de resultados

Contar colonias características (colonias de color rojo oscuro, generalmente se encuentran rodeadas de un halo de precipitación debido a las sales biliares, el cual es de color rojo claro o rosa, la morfología es semejante a lentes biconvexas con un diámetro de 0.5 a 2 mm). Calcular el número de coliformes por ml o por gramo de producto multiplicando el número de colonias por el inverso de la dilución correspondiente.(53)

MÉTODO PARA LA CUENTA DE BACTERIAS AEROBIAS EN PLACA

El equipo y la preparación de la muestra para ésta técnica es básicamente el mismo que el de la anterior técnica.

Procedimiento

Tomar 1 ml de cada dilución (por duplicado), y colocarlo en cajas petri debidamente rotuladas. Agregar de 12 a 15 ml del medio preparado (Agar Soya Trypticasa), mezclarlo de manera uniforme mediante rotación alternada y movimientos de atrás hacia adelante sobre una superficie lisa. Una vez solidificado el medio invertir las cajas petri e incubar a 35°C \pm 2°C, durante 48 \pm 2 h. Preparar una caja control con 15 ml de medio para verificar la esterilidad.

Expresión de resultados

Contar todas las colonias desarrolladas en las placas seleccionadas (excepto las de mohos y levaduras), incluyendo las colonias puntiformes. Después de contabilizar las colonias, multiplicar por el inverso de la dilución para obtener el número de UFC (Unidades Formadoras de Colonias) por ml o por g de la muestra.(53)

MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE SALMONELLA EN ALIMENTOS

La presente técnica, describe un esquema general que consiste en 5 pasos básicos:

Preenriquecimiento; la muestra es enriquecida en un medio nutritivo no selectivo que permite restaurar las células de Salmonella dañadas a una condición fisiológicamente estable.

Enriquecimiento selectivo; empleado con el propósito de incrementar las poblaciones de Salmonella e inhibir otros microorganismos presentes en la muestra.

Selección en medias sólidas; aquí se emplean medios selectivos que restringen el crecimiento de otros géneros diferentes a Salmonella y permite el reconocimiento visual de colonias sospechosas.

Identificación bioquímica; permite la identificación genérica de los cultivos de Salmonella y la eliminación de cultivos sospechosos falsos

Serotipificación; técnica serológica que permite la identificación específica de un cultivo.

Material y equipo

- | | |
|--|---------------------|
| -Matraces Erlenmeyer de 500 ml | -Pipetas |
| -Frasco de boca ancha con tapón de rosca | -Balanza granataria |
| -Tubos de ensaye de 16 x150 | -Potenciómetro |
| -Gradilla | -Incubadora ·5°C |
| -Mechero, tela de asbesto y tripié | -Horno |
| -Cajas Petri | -Autoclave |

Procedimiento

Preenriquecimiento

Pesar asépticamente 25 g de la muestra (cantidad recomendable) en un vaso estéril de licuadora. Adicionar 225 ml del Caldo lactosado estéril como método de preenriquecimiento y licuar 1 min. Transferir asépticamente la mezcla homogenizada a un recipiente estéril de boca ancha con tapa de rosca y dejar reposar 60 min a T ambiente con la tapa bien enroscada. Mezclar bien y determinar pH. Ajustar si es necesario a un pH de 6.8 ± 0.2 con NaOH ó HCl 1N estériles. Mezclar y cerrar el recipiente. Incubar 24 ± 2 h a 35°C.

Enriquecimiento

Transferir 1 ml del medio de la mezcla a un tubo que contenga 10 ml de caldo selenita y a otro con 10 ml de caldo tetrionato. Incubar de 18 a 24 h a 35°C

Selección

Mezclar el tubo con caldo selenita y estriar en agar xilosa desoxicolato (XLD), agar verde brillante (VB) y una tercera caja en agar Salmonella-Shigella (SS). Efectuar el mismo procedimiento para el caldo tetrionato e incubar 24 ± 2 h a 35°C.

Examinar las placas para investigar la presencia de colonias típicas de Salmonella, de acuerdo con las siguientes características:

Agar XLD: colonias rosas o rojas con o sin centro negro. En algunos casos las colonias pueden aparecer completamente negras.

Agar VB: colonias rojas o rosas rodeadas por medio enrojecido; las bacterias fermentadoras de la lactosa dan colonias amarillas.

Agar SS: colonias translúcidas, ocasionalmente opacas. Algunas colonias dan centro negro. Las colonias fermentadoras de la lactosa son rojas.

Mas adelante se presenta el Diagrama general de la metodología a seguir para la determinación de Salmonella.

Expresión de resultados

Reportar como presencia o ausencia de Salmonella en g o ml de muestra.

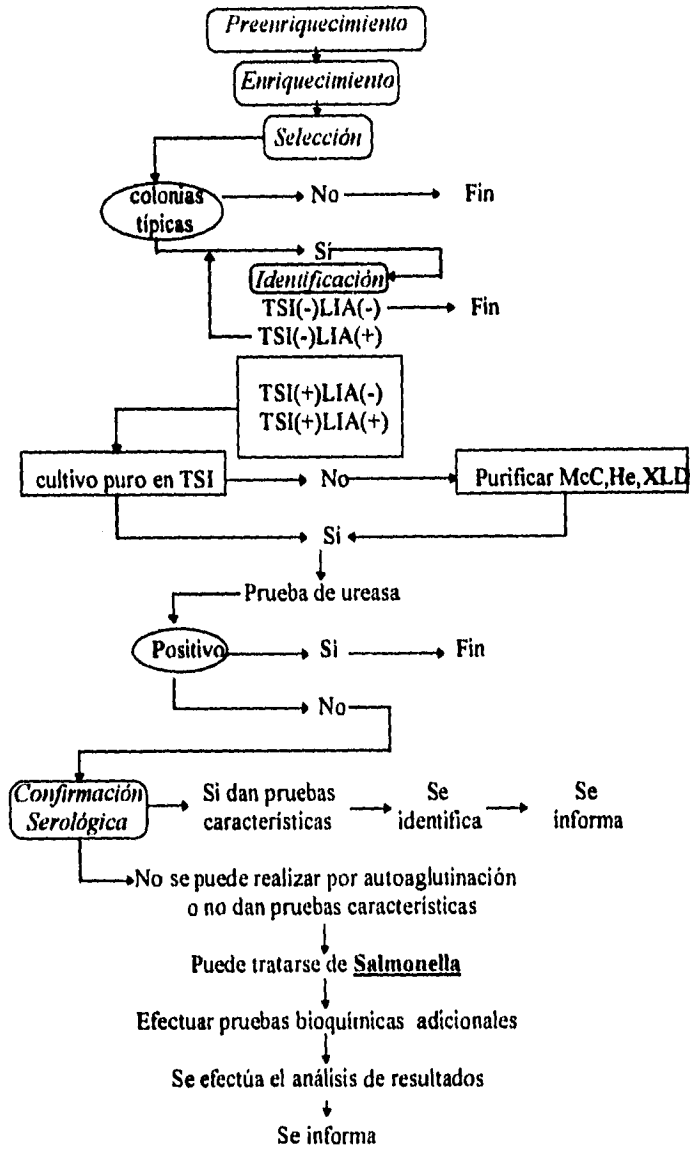


Diagrama General para la Determinación de Salmonella (55)

BIBLIOGRAFIA

1. ANONIMO. "Alimentos sanos y seguros". Alim. Procesados. 9 (4) : pp. 37-40. (1990).
2. ANONIMO. "Modificaciones de los Sabores". Alim. Procesados. 12 (2): pp.47, 48. (1993)
3. ARAGÓN, M. ELENA. Manual de Prácticas de Prácticas de Laboratorio de Análisis de Alimentos. Departamento de Alimentos y Biotecnología. Facultad de Química.
4. ARAGÓN, M. ELENA. Manual de Prácticas de Prácticas de Laboratorio de Nutrición I. Departamento de Alimentos y Biotecnología. Facultad de Química.
5. ARTHEY, DAVID; DENNIS, COLIN. 1991 Procesado de Hortalizas. Acibia S.A., Zaragoza, España pp.67,68,175-177,183,185, 186, 214-217, 257-259.
6. BADUI DERGAL, SALVADOR. 1990. Química de los Alimentos. Alhambra Mexicana S.A de C.V. México. Segunda edición pp. 455-459, 462, 477-481, 483-490, 492
7. BENVENUTO NICHELE, VIRGINIA "Las Nuevas Leyes Europeas de Empaque". Alim. Procesados. 13 (3): pp. 57-61 (1994).
8. BEST, DANIEL (1993) "Formulaciones para las Microondas" Alimentos. Mayo.
9. BRADY, JAMES E. 1983. Química Básica. Principios y Estructura. Limusa S.A, México (2a. Edición, 1973) pp. 91, 912-914.
10. BRANEN, A. LARRY. (1990) Food Additives. Marcel Dekker, Inc. New York pp. 327, 328.
11. BRENNAN, J.G. (1980) Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. Edit. Acibia 2a. edición. Zaragoza, España pp 327,361
12. CENSOS ECONOMICOS. INEGI. 1992
13. CENSOS INDUSTRIALES. INEGI. 1993 -
14. CODEX ALIMENTARIUS Carpeta 7 Suplemento 1. Código Internacional Recomendado de Prácticas para las frutas desecadas" pp. 7
15. CODEX ALIMENTARIUS. 1992. Volume one. General Requirements. Food and Agriculture Organization of de United Nations. World Health Organization. Rome
16. CURNUTTE, B. "Principles of Microwave Radiation". J. of Food Protection. (8): 618-624 (1980).
17. CHARLEY, HELEN (1987). Tecnología de Alimentos. Edit. Limusa. México pp. 201, 203
18. CHAVEZ LOPEZ MONICA. Trabajo monográfico de actualización. "Aplicación de la Energía de Microondas en la Industria de Alimentos". UNAM. 1990.
19. DECAREAU, R.V. "Equipment Available for Industrial uses of Microowaves". Microwave Consulting Services. United States of America.
20. DECAREAU, R.V. "Microwaves in the Food Processing Industry". Food Science and Technol. (1983).
21. DECAREAU, R.V. 1986. Microwave Processing and Engineering. Ellis Horwood Ltd. Chichester, England.
22. DECAREAU. Conferencia. México 1982 "Microwaves in Food Processing"
23. DEL RIO GONZALEZ CRISTOBAL (1985) Costos para administradores y dirigentes. Edit. ECASA. México D.F. pp 11-15.
24. D.G.N-F-58-1968."Norma de Calidad para sopas deshidratadas"

25. DRAGO S., RUSSELL. 1981. Introducción a la estructura molecular. Limusa S.A. México. pp.9,10.
26. DZIEZAK, JUDIE D. (1991). 'Romancing the Kernel: A Salute to Rice Varieties'. Food Tech. June: 74-79.
27. DZIUK O'DONELL, CLAUDIA. 'El reto de la formulación'. Alim. Procesados. 13 (2): pp 56.
28. FELLOWS, P (1990). Food Processing Technology. Ellis Horwood, N.Y. Second edition pp.281-311.
29. FIELDS, MARION L. (1977) Manual de laboratorio en la conservación de los alimentos. AVI. Westport, Connecticut. pp 49
30. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. 1980 Code of Federal Regulations (CFR). Partes 1-99, 1030.
31. FRAZIER, W.C. (1993) Microbiología de los alimentos. Edit. Acribia, S.A. Zaragoza, España pp. 179
32. GAMAN, P.M. (1990) The Science of Food Pergamon Press. Gran Bretaña.
33. GARRITZ, ANDONI; CHAMIZO, J.A. 1986. Estructura Atómica. SITESA, México. pp 81-92.
34. GERHARDT, ULRICH Aditivos e Ingredientes. Edit. Acribia, España IGCE, ROBERT S. (1989) Dictionary of Food Ingredients. Van Nostrand Reinhold, New York pp. 35,58,63,91,96,99,119,150,162.
35. GIESE, JAMES. "Advances in Microwave Food Processing". Food Technol. September: 118-122 (1992).
36. GINSBERG, ROBERT. "Tendencias del Empaque en América Latina". Alim. Procesados. 13 (3) : pp 48-53 (1994).
37. GRANADOS MIGUEL. Tesis. "Potenciadores de sabor en la Industria Alimentaria". UNAM. 1987
38. GRIST, D.H (1982) Arroz. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México. pp. 560
39. HERNADEZ, MERCEDES (1989). Valor Nutritivo de los alimentos mexicanos. Instituto Nacional de la Nutrición. México, D.F. pp 6
40. HIDALGO, MIGUEL ANGEL, ISCOA LOPERELA ADOLFO Conferencia: Etiquetado en Alimentos Centro de Control Total de Calidades (CENCON)
41. México D.F. Col. Roma. 1993
42. HOSENEY, R. CARL (1991). Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales. Edit. Acribia. S. a. Zaragoza, España. pp 163-167, 170-173.
43. IGCE, ROBERT S. (1989) Dictionary of Food Ingredients. Van Nostrand Reinhold, New York pp. 35,58,63,91,96,99,119,150,162
44. INGRAM, MAURICE. (1980) Ecología Microbiana de los Alimentos. Vol. II Productos Alimenticios. Edit. Acribia, S.A. Zaragoza, España. pp 678
45. JULIANO, BENVENOTO O. (1985) Rice. Chemistry and Technology. The American Association of Cereal Chemistry Inc. Minnesota, U.S.A. pp 1
46. LUH, BOR S. (1980) Rice: Production and Utilization AVI pp. 501, 566 MERCK AND CO. (1983) The Merck Index. New York, U.S.A. pp 8888,8948.
47. MANUEL CASTELLANOS, JOSE Conferencia: Antiaglomerantes. XXV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. ATAM. 13-16 Abril de 1994. Acapulco, Gro.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

48. MERCK AND CO. (1983) The Merck Index. New York, U.S.A. pp.8888,8948.
49. MUDGETT, RICHARD.E. "Electrical Propierties of Food in Microwave Processing". Food Tech. 36 (2): 109-115 (1982)
50. NOM-F-61-1975 "Amarillo 6"
51. NOM-F-83-1977. "Determinación de Humedad en productos alimenticios"
52. NOM-F-89-S-1978. "Determinación de Extracto Etéreo (Método Soxhlet) en alimentos"
53. NOM-F-90-1978. "Determinación de Fibra cruda en alimentos"
54. NOM-92-SSA1-1994. Proyecto de Norma. "Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa"
55. NOM-110-SSA1-1994. "Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico"
56. NOM-114-SSA1-1994. Proyecto de Norma. "Método para la determinación de Salmonella en alimentos"
57. NOM-133-SSA1-1994. Proyecto de Norma. "Método ROSENBERG, BOGL. "Microwave Thawing, Drying, and Baking in the Food Industry". Food Technol. June: 85-89 (1987).
58. PASCUAL, ANDERSON MA. DEL ROSARIO (1992) Microbiología Alimentaria Edit. Díaz de Santos S.A. Madrid, España. pp 326
59. PECKHAM, GLADYS C. Foundations of Food Preparation: A Beginning College Text. Edit. The Macmilan Company. New York pp. 200,203
60. PEDRERO, F. DANIEL. (1989). Evaluación sensorial de los alimentos. Alhambra Mexicana. pp 9,10,15,33,37-40,42,43,53-56,65,97-99,103,104,159.SANCHEZ
61. POTTER, NORMAN N. (1986) La Ciencia de los Alimentos. EDUTEX. México, D.F. pp 351, 353-356.
62. REAL LIRA, LOURDES M. Tesis "Películas plásticas utilizadas como envase en la Industria Alimentaria" pp. 81 UNAM 1980.
63. ROSENBERG, BOGL. "Microwaves Thawing, Drying, and Baking in the Food Industry". Food Tech. June: 85-89 (1987).
64. SCHLEGEL, WILFRIED "Commercial Pasteurization and Sterilization of Food Products Using Microwave Technology". Food Technol. December: 62,63 (1992).
65. SÁNCHEZ GRANADOS, MIGUEL. Tesis. "Potenciadores de sabor en la Industria Alimentaria". UNAM. 1987
66. SILVA RODRIGUEZ EDITH. Trabajo monográfico de actualización. "Desarrollo de materias primas para los alimentos que se preparan por microondas". UNAM. 1992.
67. SSA Comisión Permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. 1988. Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. Quinta edición. México pp. 476, 866, 867.
68. SSA "Nivel de análisis solicitado al Laboratorio Nacional de Salud Pública para alimentos preparados deshidratados (caldos y consomés, sopas, guisos, salsas y aderezos"
69. SSA.(1993) Manual de aplicación del Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos. México, D.F.
70. VARGAS QUEZADA, N. et al. "Aditivos Prohibidos por la Ley General de Salud de los Estados Unidos Mexicanos" Tecnol. Alimentos. 27 (4,5,6): pp: 5-12 (1992).