

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



**ASPECTOS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS
EN LA CONSERVACIÓN DE ESPÁRRAGOS**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUÍMICO**

**POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACIÓN
DE CONOCIMIENTOS**

Presentado por:

MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ MORALES

LIMA – PERÚ

2004

ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN LA CONSERVACIÓN DE ESPÁRRAGOS

Resumen

En el presente informe se lleva a cabo una revisión de los cambios bioquímicos y fisiológicos que se dan en las hortalizas como el espárrago desde la postcosecha (la respiración, efectos del etileno, la influencia de una atmósfera acondicionada), durante el proceso de congelación (el efecto de la temperatura sobre el tejido vegetal, la concentración de solutos), el proceso de blanqueado (enzimas que intervienen, la inactivación enzimática), el efecto del procesado sobre los microorganismos (riegos y control) y la esterilización

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	DESARROLLO DE CONCEPTOS Y TECNICAS	5
2.1.	CULTIVO DE ESPÁRRAGO	5
2.2.	CONDICIONES TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN	10
2.3.	FACTORES POST-COSECHA	10
2.4.	PROCESO DE ELABORACIÓN	21
2.5.	MATERIAS PRIMAS AUXILIARES	26
3.	DESARROLLO DEL TEMA	29
3.1.	PROCESO DE REFRIGERACIÓN Y CONGELACIÓN	29
3.1.1.	CURSO DEL PROCESO DE CONGELACIÓN	30
3.1.2.	AUMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE SOLUTOS EN SOLUCIÓN	33
3.1.3.	CAMBIOS EN EL PRODUCTO	37
3.2.	EL PROCESO DEL BLANQUEADO	38
3.2.1.	EFFECTO DEL BLANQUEADO EN LAS HORTALIZAS	39
3.2.2.	INACTIVACIÓN DE ENZIMAS	40
3.3.	EFFECTO DEL PROCESADO SOBRE LOS MICROORGANISMOS	41
3.3.1.	RIESGOS MICROBIOLÓGICOS	43
3.3.2.	TIPOS DE MICROORGANISMOS INVOLUCRADOS	44
3.3.3.	CONTROL DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS	45
3.3.4.	ACCIÓN PRESERVATIVA DEL ÁCIDO ACÉTICO	53
3.4.	INFLUENCIA DEL ENVASADO SOBRE LA CALIDAD DEL ALIMENTO	54
3.4.1.	TIPOS DE MATERIALES DE ENVASADO	54
3.4.2.	INTERACCIÓN ENTRE EL ENVASE Y EL ALIMENTO	67
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
5.	BIBLIOGRAFÍA	61
	ANEXO 01. NORMA DEL CODEX PARA LAS AGUAS MINERALES NATURALES (Norma Regional Europea). CODEX STAN 108-1981 (Enmendada en 1985 y 1991)	62
	ANEXO 02. NORMA DEL CODEX PARA LOS ESPÁRRAGOS EN CONSERVA. CODEX STAN 56-1981	70
	ANEXO 03. ANTEPROYECTO DE NORMA DEL CODEX PARA LOS ESPÁRRAGOS	82

1. INTRODUCCIÓN

Los productos hortofrutícolas tienden por naturaleza a descomponerse en reacciones de fermentación y putrefacción que dependen de la evolución natural del fruto y de la intervención de microorganismos, ello hace necesario que para su conservación y distribución se deban emplear técnicas especiales como la aplicación del frío, el blanqueado y otros.

Los consumidores demandan productos que sean más saludables, nutritivos, con menos aditivos químicos y seguros desde el punto de vista higiénico.

Con la finalidad de mantener e incrementar las demandas globales del mercado, la industria de conservas de espárragos tiene como reto aumentar la seguridad, calidad y periodo de conservación de sus productos.

Por estas razones es necesario ofrecer hortalizas frescas y procesadas de alta calidad como el espárrago. El presente informe es un estudio de los efectos físico-químicos y microbiológicos involucrados desde la postcosecha, durante el procesamiento (congelación, blanqueado) hasta el envasado y la esterilización del espárrago.

2. DESARROLLO DE CONCEPTOS Y TECNICAS

2.1.CULTIVO DE ESPÁRRAGO

El espárrago es una planta herbácea de caracteres permanentes de la familia de las liliáceas. Tiene un sistema radicular de dos tipos: perennes y anuales.

Las primeras crecen casi horizontalmente a una profundidad entre los 30 y 40 cm con las características de ser suculentas, de pocos pelos reticulares, carnosas, y cumplen funciones de almacenamiento de carbohidratos. Las segundas se desarrollan hasta una profundidad cercana a los dos metros y presentan características como las de ser las más delgadas que las anteriores y con funciones de absorción de agua y nutrientes.

Entre la raíz y el tallo, la planta presenta una especie de disco llamado corona que es una estructura vegetal de tipo rizoma, una especie de tallo horizontal subterráneo del cual nacerán —cuando haya una gran acumulación de sustancias de reserva— yemas que se elongan hasta formar brotes suculentos denominados turiones.

Por lo general, al final de la cosecha a los turiones delgados y poco jugosos se les deja que continúen su vida vegetativa para dar origen a las ramas y de ellas las hojas. Estos son pequeños folículos alargados y muy subdivididos. Adicionalmente, son consideradas como hojas las escamas que cubren las yemas por que cumplen una función fotosintética.

Una característica importante en el espárrago es su naturaleza de planta dioica, porque presenta plantas masculinas con flores masculinas y plantas femeninas con flores femeninas; aunque es posible encontrar plantas hermafroditas.

El espárrago es aprovechado en su forma fresca o procesada a partir de turiones que pueden ser de color verde claro o blanco y verde oscuro. La preferencia por uno u otro color depende básicamente del país consumidor. Así, en Estados Unidos goza de mayor aceptación el turión verde oscuro; mientras que Europa se prefiere el blanco.

El turión fresco es consumido en las ensaladas y licuado en las sopas en razón de su elevado contenido de minerales y vitaminas, su bajo contenidos de calorías y grasas; y por sus propiedades diuréticas.

Los espárragos blancos y verdes pertenecen a una misma familia pero se cultivan y cosechan de forma diferente; para ambos existen variedades con una tendencia diferenciada a la producción de antocianinas (coloración de tono morado) en la cabeza del espárrago y en su parte superior.

ESPÁRRAGO BLANCO

Se corta antes de que sobresalga de la papá de tierra que lo cubre y se corta con un cuchillo especial que penetra en la tierra, el cual cuenta con aproximadamente 35 centímetros de terraza, lo cual permite cosechar espárragos con longitudes mínimas de 25 cm sin herir los retoños en mata. Para cosechar espárragos con la cabeza bien cerrada (no florecida) y que tengan color blanco o levemente morado, se debe cosechar 2 veces diarias. En el caso de hacerlo sólo una vez, puede pasar que algunas cabezas de los espárragos que quedan se abran y cambien color en muy corto tiempo.

ESPÁRRAGO VERDE

Se recorta antes de que las hojas en forma de escamas de la cabeza del espárrago se separen, pues una cabeza cerrada o sea no florecida es un signo de calidad. Los turiones deben tener una longitud máxima de 27 centímetros.

Después de la cosecha los espárragos blancos y verdes deben ponerse a la sombra inmediatamente en puntos de acopio y deben colocarse lo más rápido posible en agua fría y limpia. Si esto no fuese posible, deben ser recubiertos en el campo con trapos o sacos húmedos para protegerlos contra la deshidratación. El someterlos aún por corto tiempo al impacto directo del sol, genera grandes pérdidas en la calidad, especialmente en el espárrago verde.

COMPOSICIÓN DEL ESPÁRRAGO

En el cuadro 1 se muestra la composición química del espárrago fresco y de los turiones drenados del enlatado. Se nota contenidos apreciables de proteínas, vitamina A y ácido ascórbico (vitamina C).

El espárrago verde comparado con el blanco, posee mayor contenido de materia seca, proteínas, algunos minerales y vitaminas, en especial vitamina A.

El espárrago contiene oligosacáridos, que ayudan a prevenir el cáncer de colon, y además que por ser una de las partes más importantes del crecimiento de este vegetal, le confieren ciertos atributos buenos para la salud. El pH del espárrago esta por encima del 4,6 (6,09 para el espárrago fresco y 6,28 para el verde) razón por la cual desde el punto de vista del tratamiento térmico de alimentos, se le considera un alimento de baja acidez.

CUADRO 1. COMPOSICION DEL ESPARRAGO FRESCO Y PROCESADO POR 100 G DE PORCION COMESTIBLE

	ENLATADO		
	TURIONES	VERDE	BLANCO
	CRUDO		
1. Agua (g)	91.7	92.5	92.3
2. Energía calorífica (kcal)	31.8	26.8	27.3
3. Proteína total (g)	2.5	2.4	2.1
4. Grasa (g)	0.2	0.4	0.5
5. Carbohidratos:			
Totales (g)	5.0	3.4	3.6
Fibras (g)	0.7	0.8	0.8
6. Cenizas (g)	0.6	1.3	1.3
7. Calcio (mg)	22	19	16
8. Fósforo (mg)	62	53	41
9. Hierro (mg)	1.0	1.9	1.0
10. Sodio (mg)	2	236	236
11. Potasio (mg)	278	166	140
12. Vitamina A (U.I)	900	800	80
13. Tiamina (mg)	0.18	0.06	0.05
14. Riboflavina (mg)	0.20	0.10	0.06
15. Niacina (mg)	1.5	0.8	0.7
16. Acido Ascórbico (mg)	33	15	15

PROPIEDADES FISIOLÓGICAS DE LA FIBRA

Se define como fibra a los restos de la parte comestible de las plantas y los análogos de carbohidratos que resisten la digestión y absorción en el intestino delgado con una completa o parcial fermentación en el intestino grueso humano (esto incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas).

Según las propiedades físicas y la importancia fisiológica de los componentes de la fibra pueden clasificarse como fibras solubles e insolubles.

Fibras solubles. Estas fibras incluyen pectinas, gomas, mucílagos, oligosacáridos y algunas hemicelulosas. Las pectinas se encuentran principalmente en frutas y verduras.

Fibras insolubles. Estas fibras constan principalmente de celulosa, lignina y algunas hemicelulosas. Ayudan a la estructura de la célula y se encuentran en diferentes proporciones en los vegetales.

Propiedades fisiológicas

Volumen de las heces. Tanto por su presencia como por su capacidad de retención de agua, la fibra aumenta el volumen del contenido o residuo intestinal. Esta propiedad la hace útil contra el estreñimiento, ya que al aumentar el volumen del contenido colónico, provoca un aumento de su peristaltismo, facilitando la función evacuatoria.

Capacidad de absorber sustancias. Entre las mallas de la fibra vegetal pueden quedar retenidas algunas sustancias. De este modo quedan absorbidos el colesterol, los ácidos biliares y diversas sustancias tóxicas que se introducen en los alimentos. Con ello se evita, en parte, que entren en contacto con la mucosa intestinal, favoreciendo su eliminación. también es verdad que pueden quedar retenidas ciertas cantidades de calcio, hierro, magnesio y cinc, por lo que una parte de ellos puede eliminarse por las heces.

Velocidad del tránsito intestinal

Los componentes no hidrosolubles de la fibra como celulosa, la mayor parte de las hemicelulosas y la lignina, aumentan la velocidad del tránsito intestinal. Las fibras hidrosolubles (pectina, gomas entre otras) tienen la propiedad de disminuir la velocidad de la absorción intestinal de la glucosa, probablemente debido a que el vaciamiento gástrico resulta mas lento, así como dificultan el contacto con el epitelio intestinal absorbente.

Mantenimiento y desarrollo de la microbiota intestinal

Los fructooligosacáridos son glucidos de origen vegetal cuya estructura química corresponden a una molécula de glucosa unida a dos, tres o cuatro moléculas de fructosa. Constituyen la fibra soluble bifidogénica más utilizada en la alimentación. Se encuentran en pequeñas cantidades en muchos vegetales, como frutas (plátano), verduras (ajo, cebollas, alcachofas, espárragos, tomates, etc.) y cereales (maíz, cebada, etc.). Los fructooligosacáridos llegan íntegros al intestino grueso donde son fermentados por la flora del colon formandose gas (anhidrido carbónico e hidrógeno), ácido láctico y ácidos grasos volátiles (ácido acético, propiónico y butírico), provocando el descenso del pH en el intestino grueso. Este efecto es beneficioso para el organismo, pues constituye un

medio idóneo para el desarrollo de la flora bifidogénica, a la vez que limita el desarrollo de las bacterias consideradas patógenas.

En resumen el paso de la fibra a lo largo del aparato digestivo puede tener los siguientes efectos:

- Sensación de saciedad lo que provoca una menor ingesta de alimentos.
- Regulación intestinal.
- Disminución del tiempo de tránsito de los alimentos.
- Control del estreñimiento y aumento de la excreción .
- Retraso de la absorción de la glucosa, por lo tanto, menor índice glicémico.
- Disminución del colesterol.
- Menor contenido calórico en la dieta .
- Mantenimiento y desarrollo de la microbiota intestinal.
- Mayor excreción de grasa y proteína.
- Factor preventivo del cancer intestinal.

CUADRO N° 2. ACCIONES QUE TIENEN EN EL ORGANISMOS LOS DIFERENTES COMPONENTES DE LA FIBRA.

TIPO DE FIBRA	ACCIÓN
Celulosa	Capacidad de retención de agua, reducción de la presión colónica y reducción del tiempo de tránsito intestinal.
Hemicelulosa	Capacidad de retención de agua, incremento de la masa fecal, reducción de la presión colónica, reducción del tiempo de tránsito intestinal y puede retener ácidos biliares.
Pectina, gomas, mucilagos	Retiene ácidos biliares, reduce la evacuación gástrica e incrementa la fermentación colónica.
Lignina	Capacidad de retención de agua, ligado de minerales, aumento de excreción y puede incrementar la defecación.

2.2.CONDICIONES TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

Tipo de suelo

Prefiere los suelos franco o franco arenosos con un buen contenido materia orgánica y con un pH entre 6,2 y 7,8. Es susceptible a los suelos ácidos aunque tolera los alcalinos.

Periodo vegetativo

Es un cultivo permanente cuyo periodo de producción comercial varía de acuerdo con el número de cosechas por año. Con una cosecha anual dura entre 8 y 10 años. Con 2 cosechas su periodo se reduce a 6 años.

Periodo de siembra

Todo el año y de preferencia en los meses de verano y otoño.

Época de cosecha

La primera se realiza a los 6 o 8 meses del transplante. Las siguientes cosechas se realizan cada 5 meses. Generalmente se realiza el corte cuando los turiones verdes llegan a tener hasta 27 cm de longitud y en los blancos cuando aparecen las puntas de los mismos (longitud mínima de 25 cm).

Rendimiento

Con tecnologías avanzadas es posible alcanzar hasta 16 toneladas por hectárea aunque el rendimiento promedio nacional de 1994 sólo alcanzó 7,4 t/ha. Sin embargo, hay que considerar que en 1990 se llegó hasta un nivel de 8,84 toneladas en Ica.

Labores postcosecha

Una vez que los turiones han alcanzado la longitud adecuada se les extrae con cuchillos esparragueros o gubias de largo apropiado, los trozos son depositados en jabas cosechadoras de plástico para ser trasladados a un lugar fresco. Una vez acabada la cosecha es transportada al centro de procesamiento donde son lavados, clasificados, calibrados, enfriados, cortados y envasados.

2.3. FACTORES POST-COSECHA

En el campo de la investigación relativa a la biología y tecnología aplicada a las frutas y hortalizas frescas, una vez recolectadas, el objetivo principal es

reducir las pérdidas en cantidad y calidad en el espacio de tiempo que transcurre entre la recolección y el consumo. Entre las estrategias utilizadas para conseguir este objetivo es preciso citar en primer lugar la selección de genotipos que proporcionen una buena calidad en el momento de la recolección con un índice óptimo de madurez, así como la utilización de un sistema integrado de gestión de las cosechas que permita obtener un máximo rendimiento sin menoscabo de la calidad, además la utilización de los procedimientos óptimos de tratamientos post-cosecha con el fin de mantener la calidad y seguridad de los vegetales. La investigación y el desarrollo interdisciplinarios han generado los cambios tecnológicos más útiles en los sectores de la producción, recolección y de los tratamientos post-cosecha de los productos hortícolas.

Muy recientemente la mayoría de los agentes implicados en la comercialización de vegetales frescos, así como los investigadores, ponían el acento en el aspecto y la textura más que en "flavor" y las características nutritivas de los alimentos vegetales, el tiempo ha hecho que cambie radicalmente el concepto de calidad, por que si el sabor no es bueno el consumo de frutas y hortalizas no aumentara debemos centrarnos más en el efecto positivo que ejercen las frutas y hortalizas frescas sobre nuestra salud, gracias a sus aportaciones de vitaminas esenciales de fitonutrientes, tales como caroteneoides y flavonoides, que juegan el papel de antioxidantes, gracias a estos componentes se puede prevenir el cáncer, enfermedades cardiovasculares y otras enfermedades crónicas.

La correcta manipulación postcosecha hortalizas y frutas precisa tener en cuenta que se están tratando estructuras vivas. Las frutas y hortalizas no se encuentran vivas sólo cuando están unidas a la planta de procedencia; tras la recolección, continúan estándolo y siguen desarrollando sus procesos metabólicos y manteniendo los sistemas fisiológicos, que operaban mientras se hallaban unidas al vegetal del que proceden.

Una característica muy importante de los vegetales (y, por siguiente, de las frutas y hortalizas, en general) es el hecho de que respiran, tomando oxígeno y desprendiendo dióxido de carbono y calor. También transpiran: es decir, pierden agua. Mientras permanecen unidas a las plantas de procedencia, las pérdidas ocasionadas por la respiración y la transpirando se compensan mediante el flujo de la savia, que contiene agua, fotosintatos (especialmente

sacarosa y almidón) y minerales. Tras la recolección continua respirando y transpirando y, como han perdido contacto con la fuente de agua. Por tanto, las pérdidas de sustratos respirables no se compensan y se inicia el deterioro. En otras palabras, tanto las hortalizas como las frutas, son una vez recolectadas, productos perecederos.

La vida de las frutas y hortalizas puede dividirse en tres etapas fisiológicas fundamentales, subsiguientes a la germinación: el crecimiento, la maduración y la senescencia (Figura 01). Sin embargo no es fácil establecer una clara distinción entre ellas. El crecimiento implica la división celular y el subsiguiente crecimiento de la células, que en conjunto dan cuenta del tamaño finalmente alcanzado por el producto considerado. La maduración fisiológica suele iniciarse antes de que termine el crecimiento. Al crecimiento y la maduración fisiológica suele hacerse referencia conjunta hablando de fase de desarrollo. La senescencia como un periodo durante el cual los procesos bioquímicos anabólicos (sintéticos) dan paso a los catabólicos (degenerativos), los que conduce al envejecimiento y finalmente a la muerte tisular. El tránsito del desarrollo a la senescencia es relativamente fácil de determinar. La maduración suele describirse como el periodo que separa estas dos fases, sin que tenga una definición clara en términos bioquímicos o fisiológicos. Las hortalizas se recolectan en muy diversos estados fisiológicos, a veces en periodos muy anteriores al comienzo de la madurez y otras al inicio de la senescencia.

FISIOLOGÍA DE LA RESPIRACIÓN

La respiración es un proceso metabólico fundamental, tanto en el producto recolectado, como en cualquier producto vegetal vivo, puede describirse como la degradación oxidativa de los productos mas complejos normalmente presentes en la células, como el almidón, los azúcares y los ácidos orgánicos, a moléculas mas simples, como el dióxido de carbono y el agua, con liberación de energía y otras moléculas que pueden ser utilizadas en las reacciones sintéticas acaecidas en las células. La respiración puede tener lugar en presencia de oxígeno (respiración aeróbica) o en su ausencia (respiración anaeróbica; a veces, denominada fermentación).

La velocidad con que respira un producto constituye un índice de la actividad metabólica de sus tejidos y es una guía útil para calcular cuanto puede

ganoléptica, éstas transcurren en ellas a un ritmo mas lento. En el cuadro N° 3 se clasifican algunos frutos comunes en climatéricos y no climatéricos. Todas las hortalizas ofrecen una pauta respiratoria no climatérica.

CUADRO N° 3. CLASIFICACIÓN DE ALGUNOS FRUTOS COMESTIBLES DE ACUERDO CON EL COMPORTAMIENTO DE SU RESPIRACIÓN DURANTE LA MADURACIÓN ORGANOLÉPTICA

Frutos climatéricos	Frutos no climatéricos
Manzana (<i>malus domestica</i>)	Cereza (<i>Prunus avium</i>)
Albaricoque (<i>Prunus armeniaca</i>)	Guinda (<i>Prunus cerasus</i>)
Aguacate (<i>Persea americana</i>)	Pepino (<i>Cucumis sativus</i>)
Plátano (<i>Musa sp.</i>)	Uva (<i>Vitis vinifera</i>)
Arándono americano, vacinio (<i>Vaccinium corymbosum</i>)	Limón (<i>Citrus limon</i>)
Chirimoya (<i>Annona cherimola</i>)	Piña (<i>Ananas comosus</i>)
Feijoa (<i>Feijoa sellowiana</i>)	Mandarina satsuma (<i>Citrus unshu</i>)
Higo (<i>Ficus carica</i>)	Fresa (<i>Fragaria sp.</i>)
Kiwi (<i>Actinidia deliciosa</i>)	Naranja dulce (<i>Citrus sinensis</i>)
Mango (<i>Mangifera indica</i>)	Tamarillo o tomate de árbol (<i>Cyphomandra betacea</i>)
Melón (<i>cucumis melle</i>)	
Papaya (<i>Carica papaya</i>)	
Fruta de la pasión (<i>Passiflora edulis</i>)	
Melocotón (<i>Prunus persica</i>)	
Pera (<i>Pyrus communis</i>)	
Caqui (<i>Diospyros kaki</i>)	
Ciruella (<i>Prunus sp.</i>)	
Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	
Sandia (<i>Citrullus lanatus</i>)	

Efectos del etileno

Todos los frutos producen pequeñas cantidades de etileno a lo largo de su desarrollo. Sin embargo coincidiendo con la maduración organoléptica, los frutos climatéricos lo producen en cantidades mucho mas elevadas que los no climatéricos. La diferencia entre ambos tipos de frutos se traduce también en distintas concentraciones internas de etileno, a lo largo de diversas etapas del desarrollo y la maduración organoléptica (Cuadro N° 4). Las concentraciones de etileno varían ampliamente en los frutos climatéricos, pero no en los no climatéricos, en los que apenas se diferencian las tasas

reinantes durante el desarrollo y las alcanzadas durante la maduración organoléptica.

**CUADRO N°4. CONCENTRACIONES INTERNAS DE ETILENO
MEDIDAS EN VARIOS FRUTOS CLIMATÉRICOS Y NO CLIMATÉRICOS**

Frutos	Etileno ($\mu\text{l/l}$)
<i>Climatéricos</i>	
Manzana	25 – 2500
Pera	80
Melocotón	0,9 – 20,7
Nectarina	3,6 – 602
Aguacate	28,8 – 74,2
Plátano	0,05 – 2,1
Mango	0,04 – 3,0
Maracuyá (fruta de la pasión)	466 – 530
Ciruela	0,14 – 0,23
Tomate	3,6 – 29,8
<i>No climatéricos</i>	
Limón	0,11 – 0,17
Lima	0,30 – 1,96
Naranja	0,13 – 0,32
Piña	0,16 – 0,40

La exposición a concentraciones de etileno tan bajas como 0,1-1,0 microlitros por litro, durante un día, basta normalmente para acelerar y alcanzar la plena maduración de los frutos climatéricos (Figura N° 02), pero la magnitud del pico climatérico es relativamente independiente de la concentración de etileno aplicada. En los no climatéricos, en cambio, el etileno sólo suele acelerar la actividad respiratoria, en una cuantía que depende de la concentración de etileno a que se hayan visto expuestos (Figura N° 02) . El incremento de la actividad respiratoria en respuesta al etileno puede repetirse una y otra vez en los frutos no climatéricos, pero solo sucede una vez en los climatéricos.

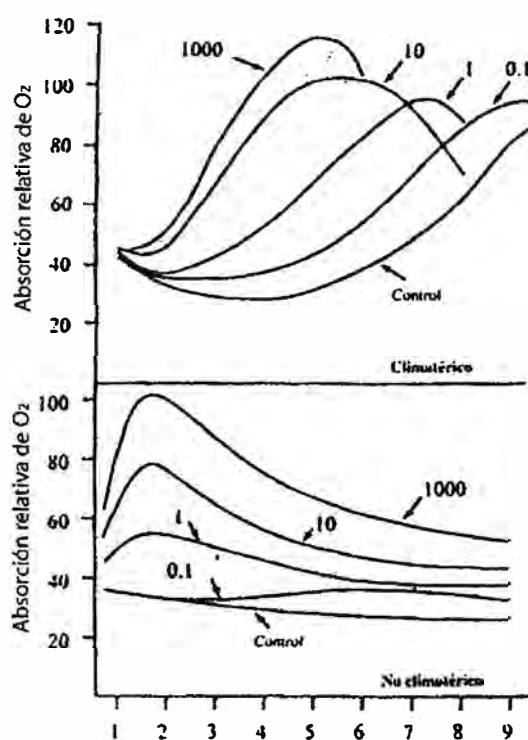


Figura 02. Efectos del etileno exógeno sobre la respiración de los frutos climatericos y no climatericos. Procedencia J.B. Biale (1964, Growth Maturation and Senescence in fruits. Science).

Influencia del etileno en el manejo postcosecha

El etileno es una sustancia que se forma a partir de la metionina y el ácido linoleico. Modifica la permeabilidad de la membrana mitocondrial, químicamente es el alqueno más simple con fórmula molecular C_2H_4 . Los tejidos vegetales lo biosintetizan al empezar a madurar, envejecer o sufrir daños.

Parece actuar estimulando la síntesis de las enzimas como las hidrolasas de la pared celular (pectinasas, celulasas, clorofilasa, proteasas, amilasas, enzimas para la síntesis del etileno), pudiendo actuar alterando la permeabilidad de la membrana. Para la síntesis del etileno se requiere oxígeno, en ausencia de este se reduce mucho o se elimina su acción.

**CUADRO N° 5. CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS HORTÍCOLAS
SEGÚN SU PRODUCCIÓN DE ETILENO**

CLASE	ETILENO ($\mu\text{l/kg/ha } 20^{\circ}\text{C}$)	PRODUCTO
Muy bajo	< 0,1	Papa, hortalizas de raíz, hortalizas de hoja, cereza, uva, cítricos, fresa, flores cortadas, alcachofa, espárrago, coliflor, granada
Bajo	0,1 - 1,0	Pepinillo, okra, pimiento, piña, kiwi, melón Casa-ba, berenjena, aceituna, sandía
Moderado	1,0 - 10,0	Melón Honey Dew, tomate, plátano, higo, mango
Alto	10,0 - 100,0	Melón reticulado, manzana, albaricoque, palta, papaya, durazno, pera, nectarina, ciruela
Muy alto	> 100,0	Chirimoya, maracuyá

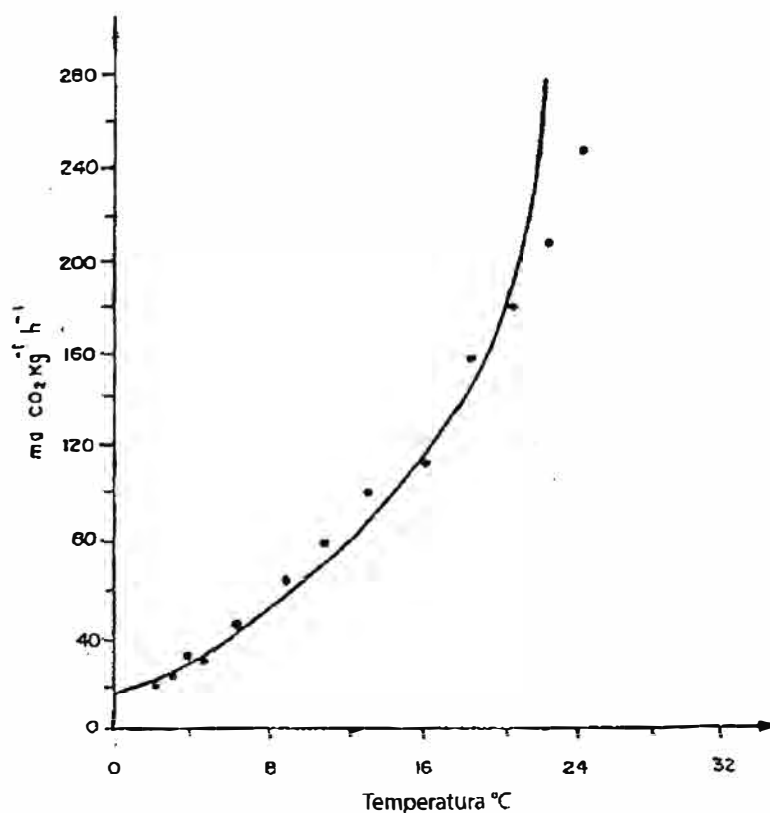


Figura 03. Ritmo respiratorio del espárrago a diferentes temperaturas de almacenamiento. Adaptado de Berger y Galleti.

El desprendimiento del dióxido de carbono por unidad de tiempo constituye un índice de la actividad metabólica de los tejidos vegetales. El espárrago

bajo la influencia de las enzimas cuya actividad se incrementa fuertemente a temperaturas superiores a 20 °C (Figura N° 3) se va volviendo leñoso por la constitución de la lignina.

Acondicionamiento de la atmósfera

La vida útil de la mayoría de los alimentos (carne, pescado, frutas y hortalizas, productos de panadería, etc.) es muy limitada en presencia de aire; ya que en presencia del oxígeno atmosférico se multiplican rápidamente los microorganismos aerobios, se producen reacciones químicas oxígeno-dependientes y progresan velozmente los fenómenos respiratorios en frutas y hortalizas.

Desde hace muchos años se sabe que disminuyendo la concentración de oxígeno y aumentando la de dióxido de carbono se consigue ampliar la vida útil de los alimentos perecederos. El cambio en la composición de la atmósfera que rodea a los alimentos conlleva el almacenamiento de los mismos en contenedores, cámaras o envases con la atmósfera seleccionada. En el pasado, las tecnologías de conservación en atmósferas distintas al aire se empleaban en grandes almacenes, para el transporte en contenedores y en la distribución en grandes volúmenes. Estas aplicaciones todavía continúan pero las tendencias actuales se dirigen hacia la adaptación de dichas tecnologías a los últimos tramos de la distribución de alimentos, como, por ejemplo, a nivel de comercio minorista o envasado en porciones para el consumo directo. Las preferencias crecientes de los consumidores hacia alimentos con una apariencia natural, frescos o mínimamente procesados unidas al gran avance experimentado por los materiales poliméricos han influido poderosamente en el desarrollo que las tecnologías de atmósferas modificadas han experimentado en las dos últimas décadas y que han posibilitado el suministro al detalle de un buen número de alimentos.

Conviene diferenciar entre envasado en atmósferas controladas, modificadas y a vacío. La atmósfera controlada consiste en el uso de una atmósfera con una mezcla de gases determinada que se mantiene constante durante todo el período de almacenamiento; se utilizan normalmente para el almacenamiento de grandes cantidades de producto, como las cámaras que se emplean para ampliar la vida útil de las manzanas y peras. La atmósfera modificada y el envasado a vacío implican el uso de envases, normalmente de

plásticos, impermeables a los gases. En el caso de la atmósfera modificada se cambia inicialmente la atmósfera gaseosa de acuerdo con las necesidades previstas para todo el almacenamiento; las actividades metabólicas del alimento y de los microorganismos presentes ocasionarán un cambio en la composición de la mezcla gaseosa original. El envasado a vacío es una modalidad de atmósfera modificada en el que se evacúa el aire del interior del envase sin que sea sustituido por otro gas.

Se han ensayado diversos gases para comprobar su capacidad de ampliar la vida útil de los alimentos perecederos, pero las atmósferas más utilizadas están compuestas por proporciones diferentes de dióxido de carbono y oxígeno que se suplementan, cuando se requiere, con nitrógeno como gas de balance.

La modificación de la atmósfera se utiliza para ampliar la vida útil tanto de alimentos de origen vegetal como de animal. No obstante, el objetivo en uno y otro caso es distinto.

En los alimentos de origen vegetal (frutas y hortalizas) la modificación de la atmósfera está destinada a inhibir los fenómenos de envejecimiento post-recolección. En presencia de aire, durante la respiración de frutas y hortalizas se consume oxígeno y se generan dióxido de carbono y pequeñas cantidades de etileno; este gas acelera los fenómenos de envejecimiento. Aunque todas las frutas y hortalizas tienen un nivel determinado de tolerancia a las bajas concentraciones de oxígeno y elevadas de dióxido de carbono, se puede decir, de forma general, que al disminuir la concentración de O_2 por debajo del 8% y hasta los límites de tolerancia (1-2%) decrece significativamente la generación de etileno. De forma similar, al aumentar la concentración de CO_2 hasta valores por debajo del nivel de tolerancia (5-15%) de cada especie hortofrutícola disminuye la velocidad de respiración. Estas condiciones provocan cambios importantes en el metabolismo que se traduce en la ampliación de la vida útil. El efecto de estas atmósferas en los microorganismos es muy reducido, salvo alguna excepción; por ejemplo, las fresas toleran cantidades elevadas de CO_2 , pudiéndose inhibir el desarrollo de mohos.

A pesar de las muchas investigaciones que se han realizado, no se ha establecido aún el mecanismo por el que el CO_2 inhibe el crecimiento de ciertos microorganismos. No obstante, se han emitido diversas hipótesis.

Una de las primeras explicaciones atribuía la acción inhibidora del CO_2 a que desplazaba todo o parte del oxígeno disponible para el metabolismo microbiano. Sin embargo, pronto se descartó al observarse que el CO_2 , inhibía también a algunas bacterias anaerobias y que en atmósferas de nitrógeno la inhibición era menor que cuando se utilizaba CO_2 .

Una segunda explicación atribuía el efecto inhibidor del CO_2 al descenso del pH en el interior de la célula microbiana al ingresar en su forma no disociada previa disolución en la fase líquida del medio. No obstante, las investigaciones realizadas en medios de cultivo con un pH normalizado (5,8) en el que se sembraron ciertas especies bacterianas (*achromobacter* sp., *pseudomonas*, sp. y *bacillus* sp.) mostraron que la inhibición era mayor en atmósferas de aire que en las de CO_2 . También se observó que otros ácidos que ocasionaban una acidificación similar eran menos eficaces o no inhibían el crecimiento en el grado en que lo hacía el CO_2 .

Una teoría alternativa defiende que el CO_2 , como los iones bicarbonato, podrían modificar las interacciones entre la célula y el entorno al afectar a la estructura de la membrana plasmática, habiéndose observado que los iones bicarbonato influían en la disposición molecular de la interfase entre los lípidos y el agua, produciéndose una hidratación de la membrana con un incremento de la permeabilidad de la misma. En consecuencia, se alteraba el balance de los procesos metabólicos entre el interior de la célula bacteriana y su entorno.

Otra hipótesis sugiere que el CO_2 , una vez en el interior de la célula, interfiere directa o indirectamente con diversos fenómenos metabólicos, como una mayor velocidad de formación de succinato, una inhibición de la actividad oxalato descarboxilasa y/o una aceleración de la actividad atpasa mitocondrial que repercute en la fosforilación oxidativa dando lugar a un menor nivel de energía disponible.

Cabe concluir, pues, que no se sabe con certeza cuál es el mecanismo de acción del CO_2 ; todas las explicaciones que se han dado podrían estar implicadas en el proceso, pero se ignora qué acción sería la de mayor trascendencia. Finalmente, los efectos citados no se presentan en todos los géneros y especies microbianas y diversas cepas de la misma especie podrían verse afectadas por diferentes condiciones del medio en que se hallen.

2.4 PROCESO DE ELABORACIÓN

En general, los turiones de espárragos se comercializan como frescos o procesados.

Los espárragos frescos son los que, después de un tratamiento primario de acondicionamiento, van directamente a los mercados, en los que están permanentemente expuestos a temperaturas menores que la ambiental, o de refrigeración, solamente los espárragos frescos que van dirigidos a los mercados locales, se expenden a temperatura ambiental.

Los espárragos procesados pueden tener diferentes presentaciones, de acuerdo al proceso que les da origen: congelados, conservas, deshidratados, entre las líneas más importantes desde el punto de vista comercial.

El proceso de elaboración de conservas de espárrago, ya sea blanco o verde, en presentaciones en envases de hojalata o de vidrio, se presenta a continuación.

Cosecha y preenfriado

Esta etapa es de suma importancia, en la cadena de transformación del producto, ya que en ella se inicia una serie de reacciones, que originan el deterioro del turión, al ser separado de la planta.

Una de las primeras reacciones es la lignificación del turión, con la formación de fibra, en contacto con el medio ambiente, favorecido por la temperatura y el tiempo de exposición. Esta lignificación es acompañada de reacciones que liberan las moléculas de azufre que tiene el turión en su composición.

Por eso es recomendable que el turión una vez cosechado, sea enfriado inmediatamente a 5° C, manteniendo esta temperatura durante el transporte a la planta de procesamiento. Esta operación se puede realizar por inmersión de los turiones en agua helada, almacenándolos en recipientes que pueden contener hielo en cubos o hielo seco.

El espárrago se va volviendo leñoso o sea se endurece por la constitución de la lignina que se va generando en el tiempo, bajo la influencia de enzimas cuya actividad se incrementa fuertemente a temperaturas superiores a 20 °C. Para evitar este fenómeno, es necesario enfriar los espárragos rápidamente después de la cosecha. Mientras que para los espárragos verdes es suficiente lavar con agua corriente, los blancos deben ser enfriados con agua fría en un

plazo no mayor de 2 horas después de ser cosechados para llegar a una temperatura de 20 °C. Debido a este enfriamiento rápido en el agua se evita un cambio de color en las cabezas. Para enfriar el agua se le agrega hielo. El primer lapso de tiempo de enfriamiento puede ser de 1 hora, durante el cual se cambia el agua como mínimo una vez. Donde sea posible se debería usar el sistema del "hydrocooling" el cual trabaja con tiempos muy cortos de enfriado y además no se presentan pérdidas de peso.

Selección

Los turiones son seleccionados, separando los que presentan defectos y los productos extraños. La clasificación y selección de los espárragos se realiza en base a las normas del (Ver ANEXO 02 y 03).

La sensibilidad del espárrago a los golpes y a la presión aumenta al ir bajando la temperatura. Por eso hay que manejarlo con mucho cuidado. Para recortar los turiones a la longitud exigida en la norma de exportación, se colocan atados suavemente de manera horizontal sobre un dispositivo y luego se corta en la punta opuesta con un instrumento afilado para que el corte sea plano y homogéneo, que puede ser con un cuchillo o sierra manual o de motor, cuidando que no se arranquen partes de la cáscara del espárrago. Debe tenerse mucho cuidado de no herir ni la cabeza ni la cáscara de los espárragos, puesto que por estas heridas se facilita el ataque de bacterias. Aquellos que no tengan el tamaño exigido sacar aparte.

Lavado

Los turiones recepcionados son lavados en agua fría, con la finalidad de eliminar las partículas de tierra o cuerpos extraños que trae adherido el turión. La operación puede realizarse por inmersión del espárrago en agua, o por chorro de agua, en el que los turiones transportados en fajas son sometidos a un chorro de agua helada, que a la vez que lava, permite mantener la temperatura baja.

Clasificación

Los turiones son clasificados por el tamaño, por el diámetro, por la forma, por la calidad de las puntas y por el color. Esta operación se puede realizar a mano en mesas de acero inoxidable, o trabajando sobre fajas transportadoras.

Pelado

La operación se realiza para eliminar la capa superficial de fibra que se forma, debido a la demora en el proceso. Esta operación se realiza a mano o mecánicamente, llegando a mermar hasta en un 30 a 49 %. Esto puede ser minimizado con un rápido transporte y un adecuado preenfriado de los turiones.

Blanqueado

Es otra de las operaciones importantes dentro de la cadena de transformación, porque en ella se inactivan las enzimas, como la esparraguina, que producen reacciones internas, que liberan iones de azufre, desarrollando sabores astringentes y de oscurecimiento. Esta operación se realiza sumergiendo los turiones en agua caliente (85 °C a 90 °C), por un periodo de 2 a 3 minutos, dependiendo del espesor del turión. También puede realizarse exponiendo los turiones al vapor por los mismos periodos. Es importante determinar la temperatura y el tiempo adecuado, para cada proceso, debido a que una sobre exposición de los turiones dará como resultado que el producto final, básicamente en frascos; tenga residuos de puntas del turión al fondo del frasco, desprendidas en el proceso, restándole calidad.

Inmediatamente después del blanqueado, es necesario enfriar los turiones con agua helada, para evitar el sobrecocimiento.

Debido a que las características del turión varían, siendo más sensibles las puntas, existen maquinarias que realizan un blanqueado diferencial, es decir que someten a mayor tiempo las partes más alejadas de la punta y a un menor tiempo a las puntas.

En algunos procesos modernos se viene realizando el blanqueado, antes del pelado, con la finalidad de inactivar las enzimas cuanto antes y que la superficie pelada no pueda reaccionar con el oxígeno del aire, produciendo las reacciones internas, mencionadas anteriormente.

Envasado o llenado

Los turiones blanqueados pasan inmediatamente a ser llenados en los envases, ya sean latas o frascos. Esta operación, por lo delicado se realiza a mano, colocando las puntas hacia arriba, en número suficiente de modo que no tengan juego posteriormente.

Adición de solución de cubierta

Sobre los espárragos ajustadamente envasados, se agrega la solución de cubierta preparada con anticipación.

La solución de cubierta es preparada con agua a 100° C, a la que se adiciona 2 a 3 % de sal (cloruro de sodio), con porcentajes variables de ácido cítrico, dependiendo de la temperatura y del tiempo que los turiones demoraron en ser procesados.

Exhausting

Operación que tiene por objeto eliminar el aire contenido en la solución de cubierta, el producto y el espacio que queda entre la tapa y la superficie de la solución de cubierta. Esto permite evitar deformaciones del envase en el esterilizado, evitar la oxidación de vitaminas A y C, reducir la corrosión del envase, produciendo el vacío necesario para una buena conservación. Esta operación se realiza en túneles saturados de vapor, por los cuales se desplazan las conservas, sobre fajas transportadoras. El tiempo recomendable es de 3 a 5 minutos, dependiendo del tamaño del envase. Un proceso alternativo es la de sumergir las conservas, hasta 3/4 partes de su altura en agua a 93 - 95 °C por 5 a 9 minutos.

Cerrado o sellado

Inmediatamente después del Exhausting los envases son sellados, en cerradoras tanto de latas como de frascos.

Esterilizado

Las conservas selladas, deben ser esterilizadas a temperaturas que oscilan entre 115 °C y 120 °C, por tiempos de 19 a 27 minutos respectivamente. Estas temperaturas y tiempos dependen del tamaño del producto y deben ser calculados con exactitud, ya que tratamientos inferiores como severos disminuirán la calidad del producto.

Esta operación se realiza en autoclaves ya sea horizontales o verticales, dentro de las cuales se colocan las conservas dentro de canastillas que facilitan su manipuleo. Estas son sometidas a presiones por encima de la atmosférica, con vapor sobrecalentado.

DIAGRAMA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CONSERVAS DE ESPÁRRAGO EN SALMUERA

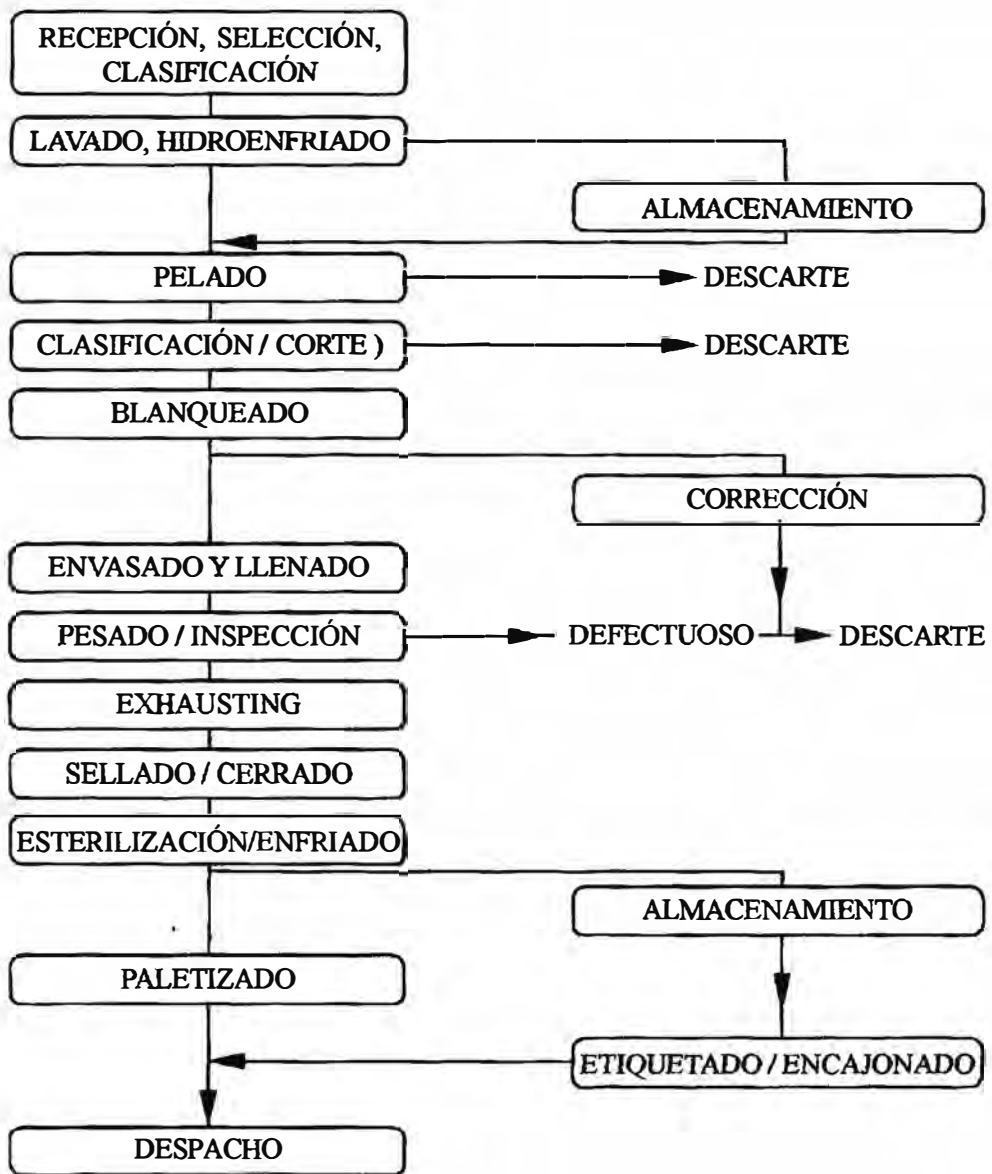


Figura N° 4.

Enfriado

Las conservas una vez esterilizadas, deben ser enfriadas inmediatamente, para evitar el sobre-cocimiento. Esta operación se realiza en la misma autoclave que tiene un mecanismo de inyección de agua fría, el que debe ser controlada, para que la presión del autoclave vaya disminuyendo paulatinamente. Una disminución brusca de la presión origina deformaciones en los envases de hojalata o roturas de frascos, según el caso.

Almacenamiento

Las conservas esterilizadas, deben ser almacenadas, para un control de calidad, por lo menos durante una semana, período suficiente para el desarrollo de anomalías que se pueden presentar, de modo que se garantice la calidad de los productos que salen de la fábrica.

Etiquetado

Las conservas que presentan buenas características son etiquetadas, utilizando etiquetas en las que se especifique el contenido, peso neto, peso escurrido, ingredientes, nombre de la Empresa productora, registro o autorización sanitaria, país de procedencia, fecha de expiración, número de lote, aditivos utilizados, marca, forma de almacenamiento y conservación y algunos otros requisitos solicitados por los países importadores.

2.5.MATERIAS PRIMAS AUXILIARES

Dentro de las materias primas auxiliares tenemos a las siguientes:

El agua potable

La calidad del agua potable se valora según sus características sensoriales, químicas y bacteriológicas. Debe estar fresca (de 5 a 12 °C), ser incolora, clara e inodora y tener un sabor neutro. En caso de contener sustancias tóxicas (Ver anexo 01) lo que se pretende es permanecer muy por debajo de los valores máximos permitidos. No puede contener agentes patógenos.

El vinagre

El vinagre se utiliza como ingrediente aromatizante en ensaladas y en otros alimentos y se utiliza también para el encurtido. Las carnes y hortalizas adecuadamente encurtidas pueden almacenarse sin refrigeración durante años.

Las bacterias del ácido acético aeróbicas son un grupo interesante de bacterias. Las bacterias del ácido acético aeróbicas difieren de la mayoría de los demás aerobios en que no oxidan completamente su fuente de energía hasta CO_2 y agua. Las bacterias del ácido acético son muy tolerantes al ácido y no son eliminados por la acidez que ellas producen.

Ácido benzoico y sus sales

Es un conservante cuya fórmula química es $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$, se encuentra en la naturaleza en diversas plantas y frutos, particularmente en las semillas del anís, canela, clavo, arándanos, ciruelas y una especie de frambuesas existentes en los países nórdicos, pero que habitualmente se obtiene de forma sintética por oxidación del tolueno.

Es eficaz contra mohos y levaduras en medios ácidos, y menos contra bacterias. Aunque su actividad va ligada a la forma ácida libre no dissociada, habitualmente se emplea el benzoato sódico, más hidrosoluble, en medios ácidos. Sus principales inconvenientes son que tienen un ligero sabor astringente y que poseen toxicidad, pudiendo causar reacciones de intolerancia en algunas personas, (la adición de un 3 % de ácido benzoico al alimento de ratones produce al cabo de 4-5 días trastornos del sistema nervioso central, ataxia y convulsiones tónica-clónicas, pero ninguna alteración orgánica detectable macroscópicamente ni síntomas anatomopatológicos en el corazón, hígado y riñones. Al cabo de 5 días murió la mitad de los ratones de experimentación y pudieron constatarse alteraciones necróticas en el cerebro). Los gatos son especialmente sensibles, siendo mortal una dosis de 0,3-0,6 g/kg. También se ha sugerido que puede producir hiperactividad en algunos niños, debido a estos efectos existe una tendencia actual a disminuir su uso y ha sido desplazado por el ácido sórbico. Actualmente se están realizando estudios acerca de la incidencia de este conservante en nuestra alimentación, especialmente en los alimentos consumidos por la población infantil. No tiene efectos acumulativos y tampoco es mutagénico o carcinogénico. Se emplea en bebidas refrescantes, zumos, mermeladas, conservas vegetales, yogures, salsas y otros productos.

Ácido sórbico y sus sales

Son compuestos químicos del tipo de ácidos monocarboxílicos que presentan una doble insaturación en una cadena alifática. El ácido sórbico y los

sorbatos tienen una marcada acción antimoho y antilevaduras, siendo irregulares frente a las bacterias. Se encuentra en algunas frutas y en las bayas del fresno salvaje (*Sorbus aucuparia*). En forma de ácido es poco soluble en agua (no así sus sales) y es más eficaz como conservante en medios ligeramente ácidos, en los que se encuentra en forma no disociada. Por tanto cuanto más elevada sea la proporción de ácido no disociado, tanto más elevado será su efecto conservador. Tiene la ventaja de carecer de sabor y de ser poco tóxico.

Es conocido el efecto antimicrobiano de los ácidos monocarboxílicos alifáticos de cadena recta, siendo superior el de los ácidos no saturados debido a una mayor afinidad por el protoplasma bacteriano. Metabólicamente se asimila en el organismo como los ácidos grasos debido a su estructura química, comportándose como una fuente de energía. Se emplea en pastelería, repostería, bebidas refrescantes, platos preparados, productos cárnicos, mermeladas, conservas y otros productos.

Ácido cítrico y sus sales

Es un aditivo de amplio espectro de fórmula química $C_6H_8O_7$ que está presente en la naturaleza en los frutos cítricos. Es inocuo y se degrada como producto energético, los iones metálicos catalizan la oxidación de las grasas y los fenoles, y para evitar esta acción se suele utilizar el ácido cítrico. El ácido cítrico y sus sales se pueden emplear en prácticamente cualquier tipo de producto alimentario elaborado, no existiendo en la mayoría de los casos más límite que el de buena práctica de fabricación.

3. DESARROLLO DEL TEMA

3.1. PROCESO DE REFRIGERACIÓN Y CONGELACIÓN

Por refrigeración se entiende la reducción y el mantenimiento de la temperatura de los alimentos por encima de su punto de congelación, siendo las temperaturas más habituales las comprendidas entre -1 y 8 °C. Es decir, la refrigeración implica tan solo cambios en el calor sensible del producto. Este descenso de la temperatura disminuye el crecimiento de los microorganismos, en los tejidos vegetales tras su recolección, disminuyen las reacciones químicas y enzimáticas y de la pérdida de humedad. Es importante señalar que, al no ser muy grande el descenso de la temperatura, todos estos fenómenos no se evitan completamente. Es decir, la refrigeración de los alimentos alarga su vida útil durante un periodo de tiempo limitado (generalmente días o semanas) que depende, entre otros factores, de las características del producto y de la temperatura de almacenamiento. Esto es, sin embargo, suficiente para que los alimentos muy perecederos lleguen a los consumidores o a las industrias de transformación.

En cambio, la congelación supone un mayor descenso de la temperatura del alimento, hasta por debajo de su punto de congelación se inicia a temperaturas inferiores a los 0 °C. Para conservación a largo plazo, los alimentos se congelan y mantienen habitualmente a -18 °C. La congelación implica no solo un cambio en el calor sensible del alimento, sino que también es necesario eliminar el calor latente asociado al cambio de fase correspondiente a la transformación de una parte del agua líquida en hielo. Este cambio de estado del agua es la principal diferencia entre la refrigeración y la congelación. Como consecuencia de la formación de cristales de hielo, gran parte del agua se inmoviliza y no está disponible ni como disolvente ni reactivo y la difusión de las especies químicas está muy limitada.

En los tejidos vegetales la respiración aeróbica continúa tras la recolección. Esto implica la transformación de carbohidratos y ácidos orgánicos en Dióxido de Carbono, agua, calor y pequeñas cantidades de compuesto volátiles y otras

sustancias. La velocidad de respiración varía mucho de unos vegetales a otros. Aquellos productos que tienen una velocidad de respiración elevada son muy perecedores. La temperatura de refrigeración mas adecuada será aquella que permita que se lleve a cabo, aunque muy lentamente, la respiración y a que al mismo tiempo impida el progreso de las principales reacciones que conducen a alteración. En cualquier caso, para determinar el equipo y el tiempo necesario para la refrigeración de este tipo de alimentos hay que tener en cuenta el calor generado por esta respiración.

3.1.1. CURSO DEL PROCESO DE CONGELACIÓN

El descenso de la temperatura durante la congelación se puede considerar en tres etapas.

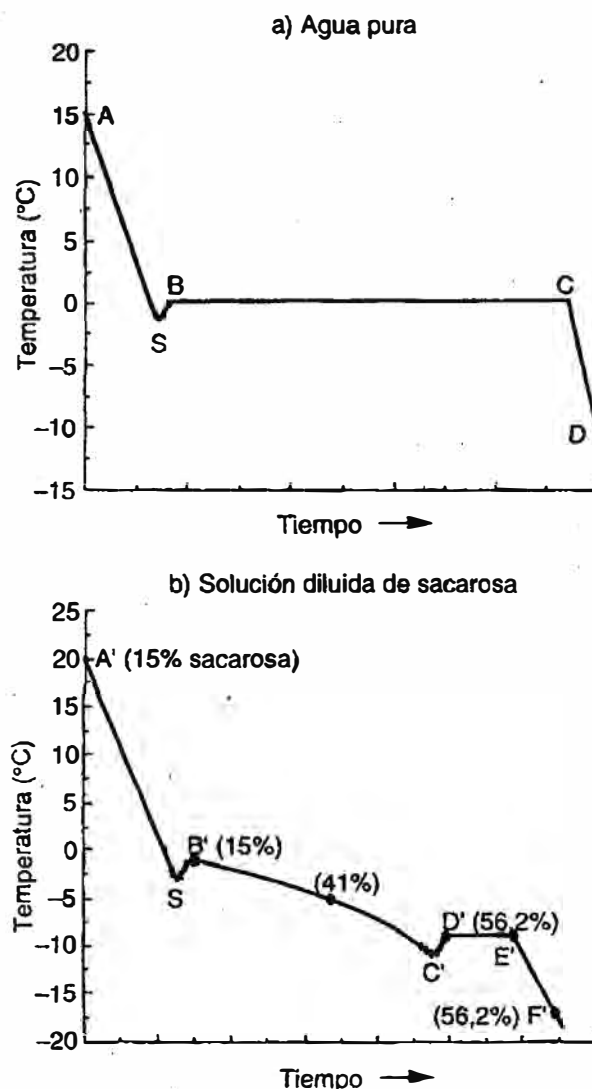


Figura 05. Curvas de congelación de: a) Agua pura y b) Solución diluida de sacarosa.

La primera etapa consiste en el enfriamiento del producto hasta la temperatura en que se inicia la congelación (eliminación de calor sensible). En la segunda etapa se produce la cristalización de la mayor parte del agua presente en el alimento (sustracción del calor latente correspondiente a la formación de cristales de hielo). Esta etapa es precisamente la de mayor requerimiento energético, por elevado calor latente de fusión del agua (335 kJ /kg, a 0 °C y presión atmosférica). En la tercera etapa tiene lugar la posterior reducción de la temperatura del producto congelado hasta la temperatura final deseada (hay que eliminar de nuevo calor sensible).

El registro de la temperatura durante la congelación lenta de una muestra de agua permite obtener una curva como la mostrada en la figura 05 a. La temperatura del agua ha de descender por debajo de los 0 °C. Para que se inicie la nucleación (sobreenfriamiento, punto S). En el momento en que los núcleos adquieren un tamaño crítico y comienza a formarse los primeros cristales de hielo, la velocidad con que se libera el calor latente debido a la cristalización es mayor que la velocidad a la que se elimina este calor de la muestra y la temperatura se eleva a 0 °C. (Temperatura de equilibrio de congelación del agua pura; punto B). La mezcla de agua y hielo se mantiene a esa temperatura mientras se esta produciendo el cambio de estado segmento BC). Sólo cuando se ha completado la transformación del agua líquida en hielo, desciende la temperatura hasta aproximarse a la del medio de enfriamiento (segmento CD). Cabe destacar que al ser el calor específico del hielo es menor a la del agua, el descenso de la temperatura es ahora mucho más rápido que en el agua antes de su congelación.

La curva de congelación de una disolución diluida de un compuesto (sacarosa en este ejemplo) es ligeramente distinta, como puede observarse en la figura 05 b. En primer lugar el sobreenfriamiento (descenso de la temperatura con respecto al punto de fusión) no es tan acusado como en el agua pura, al predominar los mecanismos de nucleación heterogénea. La temperatura se eleva al liberarse el calor latente de fusión durante la formación de hielo. En segundo lugar, la temperatura a la que comienza la congelación de la solución (B') es inferior que

para el agua pura por la depresión del punto de congelación (ley del descenso crioscópico de Raoult). Este descenso del punto de congelación depende de la concentración de solutos en solución. La formación de cristales de hielo tiene como consecuencia inmediata el aumento de la concentración del soluto en la fracción líquida restante y la consiguiente disminución de su punto de congelación. Esta es la razón por la cual el segmento B', C', tiene una ligera pendiente negativa. Durante esta etapa se forma la mayor cantidad de cristales de hielo en la solución, siendo oportuno destacar que se trata de cristales de hielo puro. No es correcto, por lo tanto, hablar de la temperatura de congelación de una solución, sino de la temperatura de inicio de la congelación para indicar que se trata del punto de fusión o congelación de la solución antes de que este se modifique por la críoconcentración.

Cuando la concentración del soluto alcanza la saturación (punto eutéctico), esta comienza a cristalizar a la misma velocidad que el agua, liberando a su vez el calor latente correspondiente al cambio de estado. A partir de este punto (D'), en la mezcla eutéctica cristalizarán conjuntamente el agua y la sacarosa (segmento D', E'), sin que modifique la concentración de sacarosa en la disolución. Una vez finalizada la cristalización, a temperatura constante, continúa descendiendo la temperatura del sólido congelado (segmento E' F').

El descenso del punto de congelación por la presencia de un soluto y las condiciones en las que se forman las mezclas eutécticas se muestran, para una solución diluida de sacarosa, en el diagrama de fase representado en la figura 06. La línea aE es la curva de congelación de las disoluciones de la sacarosa en agua, es decir, los puntos en los que la disolución está en equilibrio con cristales de hielo, y la línea bE es la curva de solubilidad de la sacarosa o los puntos en los que la disolución está en equilibrio con cristales de sacarosa. Estas dos líneas se encuentran en el punto E (punto eutéctico) en la que hay en equilibrio sacarosa en disolución, cristales de hielo y cristales de sacarosa. El punto eutéctico es un punto invariable y característico de cada compuesto, siendo en este ejemplo una concentración de sacarosa de 56,2% a $-9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

condiciones en las comenzaran a formarse simultáneamente cristales de hielo y de sacarosa.

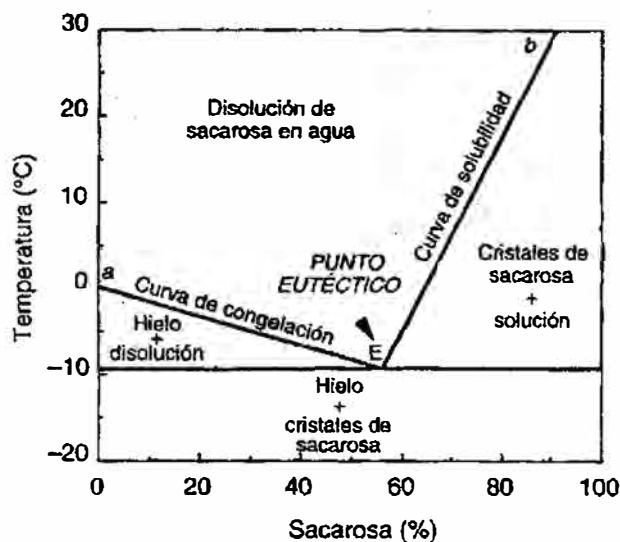


Figura 06. Diagrama de fases de una mezcla binaria (sacarosa-agua)

3.1.2. AUMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE SOLUTOS EN SOLUCIÓN

Aunque la congelación es uno de los métodos mas suaves de conservación, la formación de cristales de hielo siempre afecta en cierto grado a las características de los alimentos congelados. De hecho es ésta la principal causa de la disminución de la calidad de los productos congelados. La magnitud de este daño depende en gran medida de la velocidad de congelación y de las características del producto. Como se muestra en la figura N° 7, los alimentos que derivan de tejidos (frutas, hortalizas, carne, pescado, etc.) y tienen estructuras con paredes y membranas celulares, son los que pueden ser más afectados por la formación de cristales de hielo.

Los cambios dependen de la localización de los cristales de hielo, la cual está determinada por la velocidad de congelación y la permeabilidad del tejido. En los tejidos vegetales, cuando la temperatura disminuye lentamente, los cristales de hielo comienzan a formarse en el exterior de las células porque el punto de congelación del fluido extra-

celular es mayor que el del fluido intracelular (que tiene mas solutos en solución). Al aumentar el tamaño de estos cristales extracelulares, los solutos disueltos en el fluido extracelular se concentran y promueven la salida por ósmosis del agua intracelular. Los cristales extracelulares continuan creciendo, lesionando las membranas y provocando una intensa deshidratación de las células.

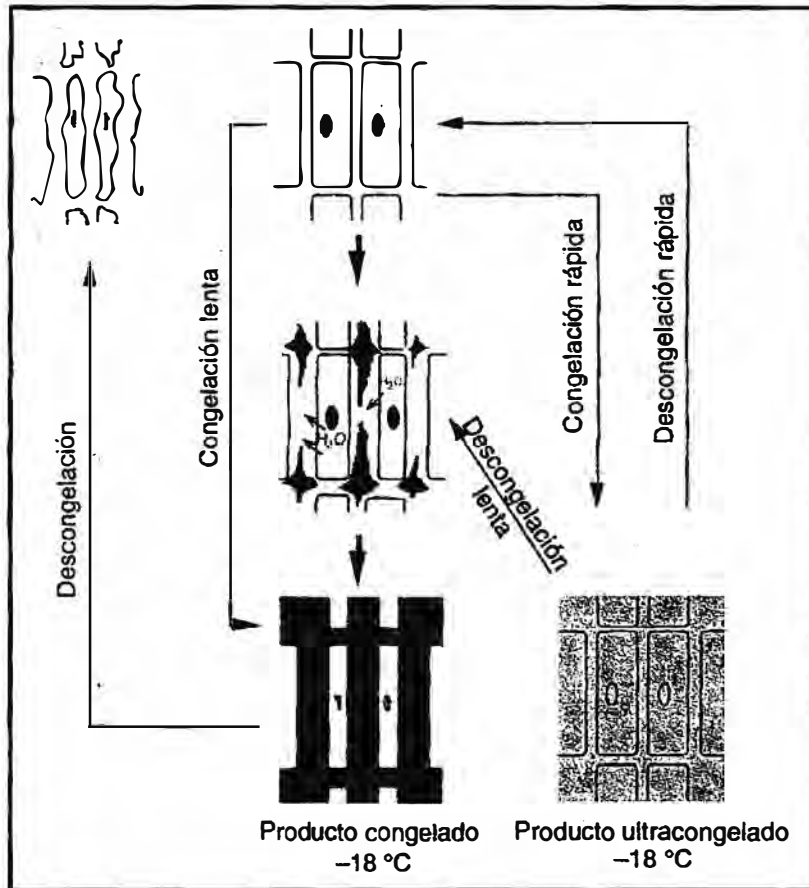


Fig. 7. Formación y localización de los cristales de hielo en los tejidos durante la congelación rápida y lenta y modificaciones que se producen durante la descongelación.

El aumento de la concentración intracelular de solutos, consecuencia de la deshidratación celular, reduce aun mas el punto de congelación y, por lo tanto, la probabilidad de que se inicie la cristalización en el interior de las células. La deshidratación llega a ser irreversible cuando sobrepasa un cierto nivel, y durante la descongelación las células no van a recuperar el nivel, de hidratación original sino que parte de su contenido, que ahora se encuentra en el exterior de la célula se va a perder. El volumen de las células disminuye considerablemente, al

mismo tiempo que se produce su separación, modificando gravemente la textura y la turgencia del producto.

En cambio, cuando la velocidad de congelación es rápida los cristales de hielo se forman prácticamente al mismo tiempo en el interior y el exterior de las células. El desplazamiento de agua si existe es mínimo, los cristales seran de pequeño tamaño y muy numerosos, por lo que la estructura de los tejidos apenas se modifica.

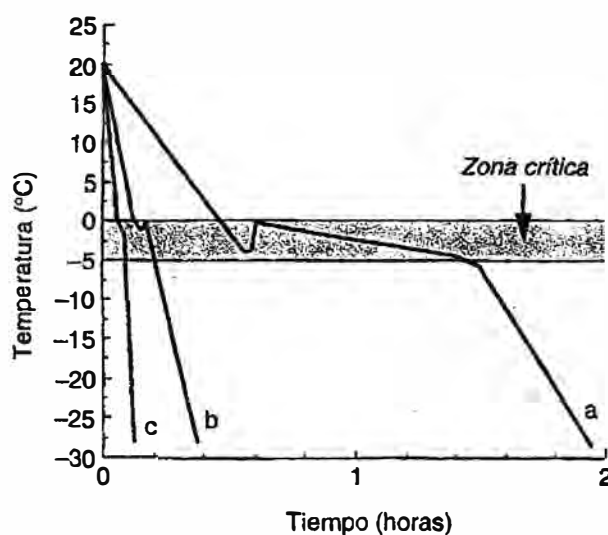


Figura 08. Evolución de la temperatura durante la congelación de un alimento con enfriamiento lento (a), rápido (b) y muy rápido (c). Fuente: Fennema (1975)

La formación de cristales de hielo puro como consecuencia del enfriamiento inmoviliza una cierta cantidad del agua del alimento. Al mismo tiempo, la concentración de los distintos solutos presentes en la fracción de agua no congelada aumenta considerablemente. Una de las consecuencias más inmediatas es la aceleración de las reacciones químicas en esa fracción de agua no congelada, especialmente en el intervalo entre -15 y -5 °C. En este rango de temperatura la velocidad de las reacciones no disminuye tanto como se podría esperar por efecto de las bajas temperaturas. La concentración de solutos produce el efecto contrario: la velocidad de las reacciones también aumenta de forma proporcional, por la ley de acción de las masas. Es decir, la congelación puede tener dos efectos opuestos sobre la velocidad de las reacciones: la disminución de la temperatura siempre ocasionará la

reducción de la velocidad de las reacciones y la concentración de solutos puede, en algunos casos, acelerarlas (como ocurre con las reacciones de oxidación, hidrólisis o desnaturalización proteica). Es importante señalar que este fenómeno es especialmente grave cuando la velocidad de la congelación es lenta, por que el alimento se mantiene en este problemático rango de temperaturas (zona crítica) durante un tiempo relativamente grande (figura 08).

El efecto de la reducción de la temperatura sobre las reacciones enzimáticas es menos marcado que en las reacciones químicas por que la energía de activación es mucho menor. Además, hay que tener en cuenta que, a diferencia de algunos tratamientos térmicos, la congelación no inactiva las enzimas irreversiblemente. El efecto de la congelación en las reacciones enzimáticas es variable y depende de las características de cada enzima. Estas pueden ser inactivadas o activadas, parcial y transitoriamente, como consecuencia de la alteración del medio en el que se desarrolla su actividad (menor cantidad de agua disponible, desviación del pH, aumento de concentración de solutos, activadores e inhibidores, etc.) y del estado de la enzima (alteraciones de su estructura). Aunque no es posible indicar unas pautas generales sobre el comportamiento de las enzimas en los alimentos congelados, cabe destacar que pueden detectarse reacciones enzimáticas a temperaturas bastante reducidas, a las que no tienen lugar ya cambios químicos. En vegetales, las Catalasas, Peroxidasas y Proteasas conservan actividad hasta $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ o $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$, las lipasas hasta -25 o $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, y la invertasa incluso a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Además, si las membranas de los orgánulos celulares (como las mitocondrias o los lisosomas) resultan dañadas durante la congelación, son liberadas las enzimas hidrolíticas lisosomales o polifenoloxidasas en vegetales.

Otra de las consecuencias derivadas del aumento de la concentración de los distintos solutos es la modificación de las características de la fracción no congelada: pH, fuerza iónica, viscosidad, propiedades coligativas, presión osmótica, potencial redox, etc. El efecto de estos cambios dependerá en gran medida de su magnitud y de la influencia específica que tengan sobre los distintos componentes de los alimentos. A modo de ejemplo pueden citarse la coagulación de las proteínas

al disminuir el pH del medio o su precipitación al aumentar la fuerza iónica, el aumento de viscosidad por concentración de coloides la precipitaciones de sales y azúcares y la desestabilización de las emulsiones. Estos efectos también están limitados cuando la congelación es rápida.

3.1.3. CAMBIOS EN EL PRODUCTO

El proceso de congelación produce los siguientes cambios en el producto.

Produce cambios físicos: densidad, viscosidad, pH, debido a la formación de hielo.

Los daños mayores son atribuidos a: congelación lenta y recongelación, fenómenos que producen rotura de células con cambios en la textura, sabor, aromas y otros en el producto.

Cambios bioquímicos: como consecuencia de la acción de electrolitos en las soluciones coloidales del producto, al incremento la concentración de ellas, por separación de agua en el proceso de congelación.

Los tomates, pepinos y espárragos logran una buena calidad con las congelaciones rápida y ultrarrápida

A pesar de las bajas temperaturas reducen notablemente la velocidad de las reacciones químicas y enzimáticas, hay que tener en cuenta que los alimentos congelados a -18 C no todo el agua del alimento esta congelada (aunque la a_w del agua sea baja), las enzimas no se han inactivado completamente y los solutos presentes en esta fase acuosa no congelada están muy concentrados, lo cual a su vez pueden modificar las características del medio (pH, fuerza iónica, potencial redox, etc.). Como consecuencia de todo ello algunas reacciones químicas y enzimáticas pueden progresar, aunque muy lentamente, durante el almacenamiento en congelación.

PERDIDAS DE VITAMINA C

Las pérdidas de vitamina C, durante el almacenado de hortalizas congeladas son con frecuencia mayores que en la fruta congelada. La conocida labilidad del ácido ascórbico frente a factores externos durante

el tratamiento y el almacenado constituyen un importante índice de la calidad de productos vegetales congelados, ya que alteraciones que van acompañadas de acusadas modificaciones de los caracteres sensoriales.

Las mermas de vitamina C, son bastante menores en las verduras escaldadas (15-27% de la cifra de partida) que en las verduras que no fueron escaldadas (40-64% del valor inicial).

Los cambios típicos que ocurren durante el almacenaje en congelación de los productos alimenticios son: degradación de la clorofila y el ácido ascórbico, y deterioro del sabor.

El almacenamiento a bajas temperaturas de hortalizas convenientemente blanqueadas y congeladas, tienen unos límites de duración que vienen marcados por las transformaciones químicas y por los cambios en el valor nutritivo y comercial provocadas por ellas; alteraciones apreciables en el sabor, de la consistencia y del color y también descenso del contenido de importantes nutrientes, como las vitaminas por ejemplo.

3.2.EL PROCESO DEL BLANQUEADO

El blanqueado se aplica antes del procesado para destruir la actividad enzimática de frutas y verduras. Esta manipulación no constituye, en sí misma, un método de conservación, sino tan solo un pretratamiento normalmente aplicado en las manipulaciones de preparación de la materia prima o previa a otras operaciones de conservación.

Algunas verduras (por ejemplo: cebollas y pimientos verdes) no requieren un tratamiento térmico de blanqueado (que evita su actividad enzimática durante el almacenamiento) pero, si no se blanquea o si el blanqueado es insuficiente, la mayor parte de ellas se deterioran considerablemente. La adecuada inactivación de los enzimas requiere un calentamiento rápido hasta una temperatura determinada, el mantenimiento a esta durante el tiempo necesario y un enfriamiento rápido hasta una temperatura próxima a la del ambiente. Los factores que determinan el tiempo de blanqueado son los siguientes:

1. El tipo de hortaliza o fruta,
2. Su tamaño,

3. La temperatura de blanqueado, y
4. El sistema de calentamiento

3.2.1. EFECTO DEL BLANQUEADO EN LAS HORTALIZAS

Este proceso tiene varias finalidades que podemos resumir en las siguientes:

1. Terminar el lavado del producto, eliminando los últimos residuos que pudieran quedar.
2. Producir un pequeño ablandamiento para facilitar su envase.
3. Inactivar las enzimas.
4. Fijar y acentuar el color especialmente de los vegetales verdes.
5. Eliminar el gusto a crudo, o gustos desagradables impropios del producto.

El espárrago como se sabe, posee una cantidad apreciable de una sustancia mucosa, y además es ligeramente amargo. El blanqueo elimina o reduce ambas sustancias.

Por otra parte reblandece los turiones, lo que facilita su mejor envase, permitiendo utilizar los turiones algo torcidos.

Durante el blanqueado se afecta en forma desfavorable la textura y se disuelven y eliminan valiosos componente solubles como minerales, vitaminas hidrosolubles, pigmentos, azúcares y otros componentes hidrosolubles. Las pérdidas vitamínicas se deben, en su mayor parte, al efecto del lavado, a la termodestrucción y en menor grado, a la oxidación. Las pérdidas vitamínicas dependen de diversos factores, como son los siguientes:

1. Grado de maduración del alimento y la variedad a que pertenece;
2. Operaciones de preparación, en especial del tamaño de corte (en cubos, rodajas, etc.)
3. La relación superficie / volumen de las piezas;
4. Sistema de blanqueado;

5. Tiempo y temperatura de blanqueado (los tratamientos a elevada temperatura durante tiempos mas cortos provocan menores perdidas vitamínicas);
6. Método de enfriamiento;
7. Relación cantidad de alimento / agua (tanto en el blanqueado como en el enfriamiento).

Un buen proceso de blanqueado previo a la congelación permitirá inactivar las enzimas lo necesario ya que estas muestran cierta actividad aun a temperaturas muy bajas ($-18\text{ }^{\circ}\text{C}$) afectando las características sensoriales sobre todo en almacenamientos prolongados. Las frutas y hortalizas tienen una estructura celular que normalmente contienen jugos lo que les da una características de turgencia.

El blanqueado mata a las células por el calor, la estructura celular de los tejidos se altera con facilidad, rompiéndose membranas y otros componentes estructurales, lo que se traduce en la pérdida de turgencia y en la liberación de líquidos (exudación) que arrastran multitud de constituyentes (pigmentos, vitaminas, carbohidratos, lípidos, etc.).

3.2.2. INACTIVACIÓN DE ENZIMAS

Entre los enzimas responsables de perdidas en el valor nutritivo y modificaciones de las características organolépticas de frutas y verduras se encuentran la Lipooxigenasa, peroxidasa, polifenoloxidasasa, poligalacturonosa, lipasa, celulasa, tiaminasa, pectinasas y la clorofilasa.

En los espárragos la peroxidasa, catalasa y lipooxigenasa aceleran los procesos oxidativos modificando el sabor, color y valor nutritivo de estos y la pectinestearasa y la poligalacturonas degradan a la pectina afectando la textura de los turiones.

Dos enzimas termorresistentes presentes en la mayor parte de las verduras son la Catalasa y la Peroxidasa se utilizan para determinar la eficacia del blanqueado. La peroxidasa es la mas termorresistente de los dos y la ausencia de actividad peroxidasa indica que otros enzimas menos termorresistentes han sido destruidos.

CUADRO N° 6. ENZIMAS Y MICROORGANISMOS INVOLUCRADOS EN EL DETERIORO DE FRUTAS Y HORTALIZAS

Agente de deterioro	Tipo de agente	Efectos	Prevención/control
Enzimas	<p>Clorofilasas</p> <p>Antocianasas Pardeamiento enzimático Polifenoloxidasas</p> <p>Peroxidasa Pectinmetilesterasa Poligalacturonasa</p> <p>Acidoascorbio-oxidasa</p>	<p>Pérdida de color</p> <p>Descenso del valor nutritivo Pérdida de calidad comercial Alteración de sabor y aroma Pardeamiento Ablandamiento de tejidos, pérdida de firmeza</p> <p>Destrucción de vit. C</p>	<p>Alta calidad materias primas</p> <p>Variedades adecuadas</p> <p>Aplicación de procesos y envases adecuados</p> <p>Mantener bajas temperaturas</p> <p>Utilización de agentes antipardeantes</p>
Microorganismos patógenos	<p>Salmonella</p> <p>E. Coli</p> <p>Y. Enterocolítica</p> <p>L. Monocytogenes</p> <p>S. Aureus</p> <p>CL Botulinum</p>	<p>Gastroenteritis</p> <p>Meningitis</p> <p>Enterotoxinas</p> <p>Botulismo</p>	<p>Mantener bajas temperaturas durante procesado</p> <p>Lavado y desinfección</p>
Otros microorganismos	<p>Pseudomonas</p> <p>Erwinia</p> <p>Bact. acidolácticas</p> <p>Levaduras</p>	<p>Podredumbre</p> <p>Producción de metabolitos</p>	<p>Uso de buenas práctica de procesado</p> <p>Evitar creación de medios</p>
Mohos	<p>Rhizopus</p> <p>Fusarium y otros</p>	<p>Podredumbre mohosa</p>	<p>Anaerobios</p>

El blanqueado es uno de los más importantes etapas en el procesamiento previo a la congelación de las legumbres u hortalizas razón por la cual se ha trabajado mucho más para seleccionar el mejor indicador enzimático de un blanqueado suficiente. La peroxidasa (POD) es considerada por algunos como la enzima constituyente de las plantas más resistente y se le considero como la enzima indicadora universal en el blanqueado ya que se encuentra en casi todas las verduras y por lo tanto se asume la inactivación de las otras enzimas. Sin embargo, se ha señalado que no es necesaria la completa inactivación de la POD, para la preservación de la calidad durante el almacenamiento de hortalizas congeladas debido a que el efecto de esta enzima es muy pequeño. Un sobre blanqueado repercute en un desmejoramiento del sabor, color, textura y valor nutritivo del producto, debido a la pérdida de vitaminas y proteínas.

3.3.EFECTO DEL PROCESADO SOBRE LOS MICROORGANISMOS

El control de microorganismos causantes de alteraciones solo puede ser llevado a cabo por la higiene estricta de los equipamientos y el atento control

del ambiente (es decir, temperatura, humedad relativa y composición atmosférica) en el que se mantienen los vegetales crudos. La microflora de los vegetales después de la congelación es normalmente similar en forma cualitativa a la de los mismos productos antes de blanquear o congelar. Por un proceso de selección natural, la microflora es dominada por aquellos organismos mejor capacitados para utilizar los nutrientes que se encuentran disponibles a lo largo del proceso.

Se ejerce el control sobre el crecimiento microbiano mediante procesos de inhibición como la congelación, o bien destruyendo los microorganismos por esterilización, que es la muerte o esterilización de todos los organismos viables de un medio de cultivo. A continuación desarrollaremos ambos procesos.

Efecto de la congelación en los microorganismos. La congelación y el almacenamiento en congelación a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ no destruyen totalmente los microorganismos presentes en los alimentos, aunque estos sufran cierto daño por el choque térmico, el crecimiento de cristales de hielo intracelulares y el aumento de concentración de los solutos en la fracción no congelada. El efecto dependerá de la rapidez con que se realiza la congelación, de el medio en el que se encuentren las bacterias y de la fase de crecimiento (en fase estacionaria la supervivencia es mayor). La velocidad de congelación tiene las mismas consecuencias en las bacterias que las indicadas anteriormente para los tejidos, en cuanto al daño por los cristales de hielo y la deshidratación.

No todos los microorganismos tiene la misma sensibilidad a la congelación, dependiendo la tolerancia de la actividad de sus sistemas enzimáticos y de la composición típica de su membrana (fluidez) a bajas temperaturas. Las esporas de bacteria y mohos son muy resistentes y, entre las células vegetativas, las bacterias grampositivas, especialmente los cocos grampositivos, son más resistentes que las gramnegativas. Durante el almacenamiento en congelación las bacterias gram negativas suelen perder viabilidades progresivamente, aunque algunas de estas (por ejemplo, salmonella) y la mayoría de las gram positivas apenas se ven afectadas. Generalmente la mayor tasa de destrucción bacteriana se observa inmediatamente tras la congelación, después se reduce notablemente y llega a estabilizarse durante largos periodos de tiempo. Por esto, aunque el número de supervivientes disminuya, la congelación es también un método efectivo para mantener la viabilidad de las bacterias..

Los alimentos congelados no son un buen sustrato para el crecimiento microbiano por las bajas temperaturas, su reducida a_w y la modificación de las características de la fracción no congelada. La mayoría de las bacterias no se multiplican a temperaturas inferiores a $-8\text{ }^\circ\text{C}$, las levaduras a $-10\text{ }^\circ\text{C}$ y los mohos a $-12\text{ }^\circ\text{C}$ (en concordancia con su resistencia a a_w reducidas). Algunos autores consideran que es necesario una temperatura de $-18\text{ }^\circ\text{C}$ para el cese total de la multiplicación de microorganismos. Es conveniente señalar aunque a valores muy extremos de temperatura el crecimiento de los microorganismos es limitado, su actividad metabólica puede ser significativa.

Efecto de la esterilización. La esterilización es un proceso diseñado para hacer estables una gran variedad de productos, para conseguirlo un determinado tratamiento térmico debe destruir las formas microbianas que son capaces de crecer en las condiciones normales de almacenamiento. Las formas más resistentes al calor son los esporos de mesófilos y termófilos.

Entre los mesófilos existen numerosos organismos que causan alteraciones, así como tres patógenos capaces de crecer en productos vegetales enlatados. (*Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *C. Botulinum*). Los termófilos no son patógenos, pero son generalmente más resistentes al calor que los mesófilos. Sin embargo, los termófilos causan alteraciones sólo bajo condiciones muy específicas, concretamente a temperaturas de almacenamiento anormalmente altas. Por ello los procesos térmicos están diseñados para eliminar aquellos esporos capaces de crecer en condiciones normales de almacenamiento del producto enlatado.

3.3.1. RIESGOS MICROBIOLÓGICOS

En muchos alimentos existe una flora microbiana normal que, si dan circunstancias anómalas de acondicionamiento puede llegar a deteriorarlos. Sin embargo, es la flora microbiana extraña, es decir, la contaminante, la que determina el deterioro o simplemente la merma de calidad de los alimentos y, por lo tanto, la que afecta a su vida útil.

Los microorganismos contaminantes se pueden clasificar según confieran al alimento un efecto destructivo o un poder patógeno. En el primer caso, el germen provocada en el alimento cambios indeseables en el aroma, olor, consistencia, color o aspecto del mismo. Estas variaciones lo convierten en no apto para el consumo y son la última etapa

visible de una intensa actividad microbiana. En el segundo caso, los alimentos pueden actuar como vehículos de entrada en el organismo humano de microorganismos patógenos por ingestión directa del agente infeccioso o de sus toxinas. Entre los microorganismos patógenos más frecuentes en las frutas y hortalizas se encuentran salmonella, clostridium botulinum, escherichia coli, enterocolítica, staphylococcus aureus, y otros microorganismos como las pseudomonas erwinia y levaduras.

3.3.2. TIPOS DE MICROORGANISMOS INVOLUCRADOS

Tipos de microorganismos según la temperatura

Aunque los microorganismos constituyen algo continuo, es posible distinguir cuatro grupos microbianos en relación con su temperatura óptima de crecimiento: psicrófilos, con temperaturas óptimas bajas, mesófilos con temperaturas óptimas más altas e termófilos con temperaturas óptimas más altas e hipertermófilos con temperaturas muy altas. Los mesófilos se encuentran en animales de sangre caliente y en ambientes de latitudes templadas y tropicales. Los psicrófilos y termófilos se encuentran en ecosistemas inusualmente fríos y calientes respectivamente y los hipotermófilos se encuentran en hábitats muy concretos como géisers y fuentes hidrotermales.

El escherichia coli, un mesófilo típico. Un estudio detallado de su crecimiento con respecto a la temperatura, ha definido hace mucho tiempo las temperaturas cardinales. La temperatura óptima de E. coli en un medio rico y complejo es de 39 °C, la máxima de 48 °C y la mínima de 8 °C. Estos valores están sujetos a pequeñas diferencias según que el microorganismo crezca en medios complejos o definidos.

Los microorganismos según el grado de acidez de los alimentos

Los alimentos pueden ser poco ácidos ($4,5 < \text{pH} < 7$), ácidos ($3,7 < \text{pH} < 4,5$) o muy ácidos ($\text{pH} < 3,7$).

Si son poco ácidos (carne, lácteos, hortalizas) requieren un tratamiento térmico relativamente severo porque a pH mayores de 4,5 desarrolla el Clostridium botulinum. También hay esporas de bacterias termofílicas (Bacillus setearothermophilus), pero no desarrollan a las temperaturas normales de almacenamiento.

Los alimentos ácidos (durazno, peras, naranjas y tomates) pueden presentar bacterias acidúricas de baja resistencia térmica, y otras bacterias, levaduras y hongos. El *Cl. botulinum* no puede desarrollarse. Unos pocos microorganismos mesofílicos, anaerobios y esporulados pueden desarrollarse (*Clostridium pasteurianum*), pero tienen baja resistencia térmica, (por eso se trata este tipo de alimentos a menor temperatura), excepto el *Bacillus thermoacidurans*, que causa la descomposición ácida del jugo de tomate.

Los muy ácidos (encurtidos y fermentados, mermeladas) pueden ser atacados por bacterias acidúricas, levaduras y hongos, pero generalmente tienen baja resistencia al calor.

Los alimentos con pH menores a 4,5 ofrecen mayor seguridad aunque los hongos pueden consumir ácido durante el almacenamiento, aumentando el pH y creando condiciones para el desarrollo de los esporos del *Cl. botulinum*.

3.3.3. CONTROL DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS

En la actualidad existen numerosas técnicas para alargar la vida útil de un alimento. Dentro de las cuales la mayoría actúan previniendo o inhibiendo el crecimiento microbiano, ya sea enfriado, congelado, envasado al vacío, empaquetando bajo atmósfera modificada, mediante la adición de ácidos, y/o aditivos, que mantienen la calidad nutricional de los alimentos y alargan la vida útil de los mismos. Un grupo menos numeroso de técnicas actúan inactivando microorganismos (pasteurización, esterilización e irradiación). Otras, restringen el acceso de los microorganismos a los productos (procesado y empaquetado aséptico).

Los factores ambientales y el crecimiento microbiano

Las actividades microbianas se ven muy afectadas por las condiciones físico-químicas del ambiente. El entendimiento de la influencia medioambiental nos ayudara a explicar y a diseñar métodos para su control, así como para su destrucción si es necesario. No todos los organismos responden igualmente a un factor ambiental determinado, de hecho una condición ambiental puede ser dañina para un organismo y bene-

ficiosa para otro. El ambiente puede afectar significativamente sus capacidades metabólicas y por lo tanto su crecimiento.

Los factores mas importantes son: La temperatura, pH, disponibilidad de agua y oxígeno.

CUADRO N° 7. PRINCIPALES TECNOLOGÍAS TRADICIONALES DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

Técnicas que lentifican o previenen el crecimiento de los microorganismos
<ul style="list-style-type: none"> — Reducción de la temperatura <ul style="list-style-type: none"> • Refrigeración, congelación — Reducción de la actividad de agua <ul style="list-style-type: none"> • Secado, curado (adición de sal), adición de azúcares — Reducción del pH <ul style="list-style-type: none"> • Acidificación (ácido acético, ácido cítrico, etc.), fermentación — Eliminación de O₂ <ul style="list-style-type: none"> • Vacío — Envasado en atmósferas modificadas <ul style="list-style-type: none"> • Empleo de mezclas de CO₂, O₂ y N₂. — Adición de conservantes <ul style="list-style-type: none"> • Inorgánicos (ej. sulfito, nitrito) • Orgánicos (ej. propionato, sorbato, benzoato) • Bacteriocinas (ej. nisina) • Antimicóticos (ej. natamicina)
Técnicas que inactivan microorganismos.
<ul style="list-style-type: none"> — Calentamiento <ul style="list-style-type: none"> • Pasteurización • Esterilización
Técnicas que restringen el acceso de los microorganismos a los productos.
<ul style="list-style-type: none"> • Envasado • Procesado aséptico

El efecto de la temperatura sobre el crecimiento microbiano

La temperatura es uno de los factores ambientales más importantes que afectan al crecimiento y a la supervivencia microbiana. Puede afectar a los microorganismos vivos de dos formas muy diferentes. A medida que la temperatura sube, las reacciones enzimáticas son más rápidas y el crecimiento se hace más rápido.

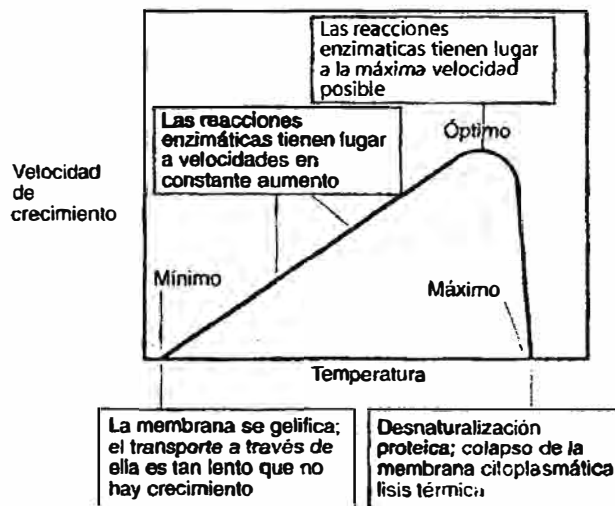


Fig. 9. Efecto de la temperatura sobre la velocidad de crecimiento y las consecuencias moleculares para la célula.

Sin embargo, por encima de una cierta temperatura, las proteínas, ácidos nucleicos u otros componentes celulares pueden dañarse irreversiblemente. Por encima de este punto las funciones celulares pararán. Por tanto, para cada microorganismo existe una temperatura mínima por debajo de la cual no existe crecimiento, una temperatura óptima a la cual el crecimiento es el más rápido posible y una temperatura máxima, rebasada la cual, no existe crecimiento (figura N 9). La temperatura óptima siempre está más cerca de la máxima que de la mínima. Estas tres temperaturas a menudo denominadas temperaturas cardinales son características de cada organismo y pueden variar ligeramente de acuerdo con la composición del medio de cultivo.

La temperatura máxima de crecimiento refleja un proceso inactivatorio, como se ha indicado. Sin embargo los factores que controlan la temperatura mínima de crecimiento no están muy claros, la membrana citoplasmática debe poseer una fluidez óptima para su funcionamiento.

to. Quizas una temperatura demasiado baja impida el transporte adecuado de los nutrientes.

El pH y el crecimiento microbiano

Cada organismo tiene un rango de pH dentro del cual es posible el crecimiento y normalmente posee un pH óptimo muy bien definido.

La mayoría de los ambientes naturales tienen valores de pH de 5,9, y los organismos con pH óptimo equivalentes son los habituales. Sólo unas pocas especies pueden crecer a pH inferior a 2 o mayor a 10. Los que crecen a pH bajos se llaman acidófilos. Los hongos, como grupo, tienden a ser más tolerantes al ácido que las bacterias. Muchos hongos crecen óptimamente a pH 5 o más bajo, pero muy pocos lo hacen a pH 2.

Independientemente de las condiciones extremas en que vivan los microorganismos (del pH del ambiente extracelular), el pH intracelular debe permanecer cercano a la neutralidad, con el objeto de impedir la destrucción de las macromoléculas hábiles en condiciones ácidas o alcalinas. En los acidófilos o alcalófilos extremos, el pH intracelular puede variar entre 1 y 1,5 unidades respecto a la neutralidad, pero para la mayoría de los microorganismos cuyo pH extremo está entre 6 y 8 (conocidos como neutrófilos), el pH del citoplasma es neutro o casi neutro.

La actividad del agua

La disponibilidad del agua se expresa generalmente en términos físicos tales como actividad del agua. La actividad del agua, abreviadamente a_w , es la razón entre la presión de vapor del aire en equilibrio con una sustancia o solución y la presión de vapor, a la misma temperatura del agua pura. Por tanto sus valores varían entre 0 y 1.

Desde el punto de vista microbiológico, la a_w refleja el agua disponible por los microorganismos para su crecimiento.

La mayoría de los microorganismos crecen óptimamente a elevados valores de a_w (0,98 -0,995) aunque hay notables excepciones. A medida que descende la a_w desde la óptima de crecimiento se observa que

se modifica la gráfica de crecimiento microbiano (figura N° 10): aumenta la fase de latencia, disminuye el tiempo de generación (fase exponencial), y la masa celular total que se alcanza es menor hasta que la fase de latencia es infinita y, entonces cesa el crecimiento. Este efecto se debe a que al disminuir la a_w los solutos e iones fijan el agua del medio y los coloides hidrófilos establecen puentes de hidrógeno con ella quedando en definitiva menos agua disponible para las actividades microbianas. Al mismo tiempo el agua interna de los microorganismos tiende a salir de sus interiores por fenómenos osmóticos, alterándose la fisiología microbiana.

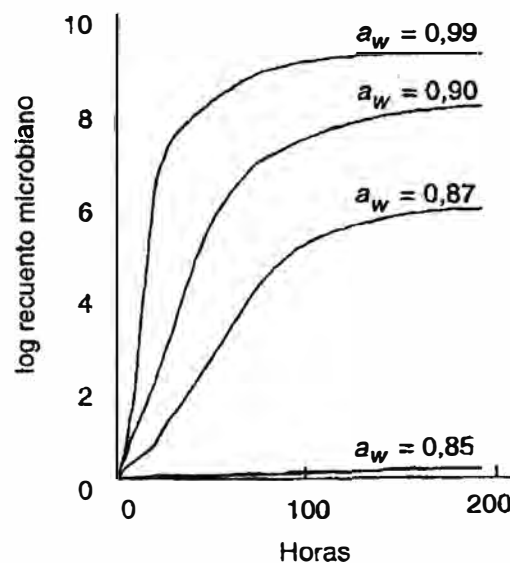


Fig. 10. Efecto de la a_w en el crecimiento de *Staphylococcus aureus*.

La mayoría de microorganismos son incapaces de prosperar en ambientes con muy baja actividad del agua, de modo que o bien simplemente mueren, o se deshidratan y pasan a condiciones durmientes durante tiempo indefinido.

El oxígeno

La vida útil de la mayoría de los alimentos es muy limitada en presencia del aire; se debe al oxígeno atmosférico, ya que en su presencia se multiplican rápidamente los microorganismos aerobios, se producen reacciones químicas oxígeno dependientes. En presencia de aire, durante la respiración de frutas y hortalizas se consume oxígeno y se generan dióxido de carbono y pequeñas cantidades de etileno; este gas

acelera los fenómenos de envejecimiento. El CO_2 inhibe en forma eficaz a las bacterias aerobias gramnegativas.

Esterilización por el calor

En esta operación unitaria los alimentos son calentados a una temperatura suficientemente elevada y durante un tiempo suficientemente largo, como para destruir en los mismos la actividad microbiana y enzimática. Los alimentos estabilizados por este método poseen una vida útil superior a seis meses. La esterilización de alimentos envasados provoca cambios sustanciales en su valor nutritivo y las características organolépticas.

El tiempo de esterilización de un alimento depende de:

1. La termorresistencia de los microorganismos y enzimas eventualmente presentes.
2. Los parámetros de la esterilización.
3. El pH del alimento.
4. El tamaño del envase.
5. El estado físico del alimento.

Cinética de la esterilización

A medida que la temperatura se eleva por encima de la temperatura máxima de crecimiento microbiano se producen efectos letales sobre estos.

Como se muestra en la figura N° 11 la muerte por calentamiento es una función exponencial (de primer orden) y se produce mas rápidamente al ir elevando la temperatura. La relación de primer orden que se muestra en esta figura significa que la tasa de muerte es proporcional es proporcional en todo momento, sólo a la concentración de organismos. En ese instante, el tiempo necesario para que muera una determinada fracción de células (por ejemplo el 90%) es independiente de la concentración inicial. Estos hechos tienen importantes consecuencias prácticas . Si se desea esterilizar una población microbiana, se tardara más a bajas temperaturas que a elevadas temperaturas. Por

ello es necesario ajustar el tiempo y la temperatura para lograr la esterilización, para cada conjunto específico de condiciones. La naturaleza del calor también es importante: el calor húmedo posee un mejor poder de penetración que el calor seco.

Para caracterizar a la resistencia de los microorganismos o esporos se determinan los parámetros D y Z:

D: Tiempo de reducción decimal, es el tiempo en minutos necesario para destruir el 90% de los microorganismos a una dada temperatura.

$$D = t / \log (N_0/N)$$

N = Número de microorganismos a tiempo t

N₀ = Número inicial de microorganismos.

La esterilización sigue en general una cinética de primer orden:
 $dN/dt = -kN$.

Integrando se obtiene:

$$\ln N_0/N = kt \text{ y } \log N_0/N = t/D$$

Por lo tanto la relación con la constante cinética es: $D = 1/(k \cdot \log e)$

Z: Variación de temperatura necesaria para una variación del 90% en D. Está relacionado con la energía de activación de la constante de velocidad de reacción.

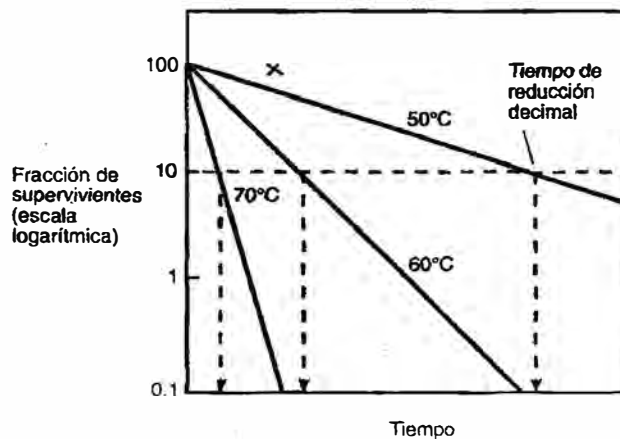


Figura N° 11. El efecto de la temperatura sobre la viabilidad de una bacteria mesófila.

El tiempo requerido para reducir a la décima parte la densidad de la población a una determinada temperatura, el llamado tiempo de re-

ducción decimal o D, es el mejor modo de caracterizar la esterilización por calor. A lo largo de la gama de temperaturas que se utilizan habitualmente para la esterilización de alimentos, la relación entre D y la temperatura es esencialmente exponencial. Por ello, cuando el logaritmo D se representa frente a la temperatura se obtiene una recta figura N° 12. La pendiente de esta línea proporciona una medida cuantitativa de la sensibilidad del organismo al calor, bajo las condiciones empleadas, y puede utilizarse la gráfica para calcular tiempos de duración del proceso de enlatado.

La determinación de los tiempos de reducción decimal es un procedimiento bastante largo porque es preciso hacer recuentos del número de organismos viables.

Una manera más fácil de caracterizar la sensibilidad al calor de un organismo es determinar el tiempo de muerte térmica, es decir el tiempo en el cuál mueren todas las células a una temperatura dada. Esto se hace calentando simplemente muestras de esta suspensión durante diferentes tiempos, mezclando las suspensiones calentadas con medio de cultivo e incubando.

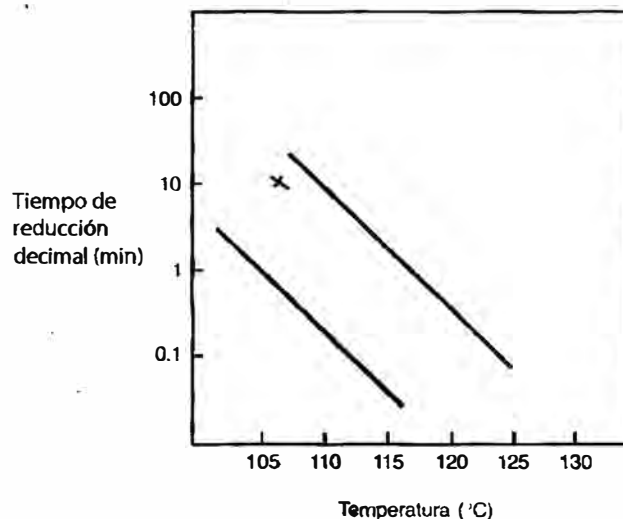


Figura N° 12. Relación entre la temperatura y la tasa de mortalidad, tal como indica el tiempo de reducción decimal, para dos organismos diferentes.

Cuando todas las células han muerto, en las muestras no se aprecia crecimiento evidente. Por ello el tiempo de muerte térmica depende del tamaño de la población ensayada, porque se necesita más tiempo para

matar a todas las células de una gran población, que de una pequeña. Cuando se estandariza el número de células, es posible comparar las sensibilidades al calor de diferentes organismos comparando sus respectivos tiempos de muerte térmica. Cuando se representan en una gráfica el logaritmo del tiempo de muerte térmica frente a la temperatura, se obtiene una recta similar a la que se muestra en la figura N° 12

Las células vegetativas y las endosporas bacterianas de un mismo organismo poseen muy diferente resistencia al calor. Por ejemplo en autoclave se alcanza normalmente una temperatura de 121 °C. Bajo estas condiciones las endosporas pueden necesitar 4 - 5 minutos para reducirse a la décima parte, en tanto que las células vegetativas pueden necesitar sólo 0,1 - 0,5 minutos, a 65 °C, para una reducción decimal. Por ello, desde el punto de vista práctico, la esterilización por calor supone la utilización de procedimientos que maten las endosporas.

La naturaleza del medio en el cual tiene lugar el calentamiento también influye sobre la muerte, tanto de las células vegetativas como de las endosporas. La muerte de los microorganismos es más rápida a pH ácido y por ello los alimentos ácidos tales como tomates, frutas, y encurtidos son más fáciles de esterilizar que los alimentos neutros tales como el maíz o las judías. Las concentraciones elevadas de azúcares proteínas o grasas disminuyen la penetración del calor y habitualmente aumentan la resistencia de los organismos al calor, mientras que las elevadas concentraciones de sal pueden incrementar o bien reducir la resistencia al calor dependiendo del organismo.

3.3.4 Acción preservativa del ácido acético

Otro factor importante que afecta el crecimiento microbiano es el pH o acidez. Los alimentos varían ampliamente en cuanto a su pH pero la mayoría son neutros o ácidos. Como ya mencionamos, los microorganismos difieren en su capacidad para crecer bajo condiciones ácidas: la mayoría de las bacterias causantes del deterioro de los alimentos no crecen a valores de pH por debajo de 5. Por ello con frecuencia se usa el ácido para la conservación de alimentos en el proceso denominado encurtido. Los alimentos normalmente encurtidos son pepinos, el espárrago, el repollo y algunas carnes y frutas. El alimento puede vol-

verse ácido bien añadiéndole vinagre o bien dejando que la acidez se desarrolle directamente en el alimento a través de la acción microbiana, en cuyo caso el producto se denomina alimento fermentado. El vinagre, frecuentemente añadido al alimento para bajar el pH es esencialmente ácido acético diluido. El propio vinagre es un producto de la acción de las bacterias del ácido acético.

3.4. INFLUENCIA DEL ENVASADO SOBRE LA CALIDAD DEL ALIMENTO

El envasado es una parte integrante del proceso de elaboración. Cumple dos misiones importantes que son: anunciar el producto y protegerlo adecuadamente para que se conserve durante un periodo de tiempo determinado. Los principales agentes de alteración de los alimentos durante su almacenamiento son:

1. Fuerza mecánica (de impacto, compresión o abrasión),
2. Condiciones ambientales, que pueden provocar transformaciones químicas y físicas (luz ultravioleta, humedad, oxígeno, fluctuaciones de temperatura),
3. Contaminación (por microorganismos)
4. Manipulación de envases.

El envasado no debe afectar a las características del producto por migración de compuestos tóxicos o por interacciones entre el alimento y el envase.

En resumen pues: el envase debe ser estético y agradable; su forma y tamaño deben ser funcionales; debe ser de fácil reutilización o eliminación. Debe además cumplir con toda la reglamentación vigente sobre etiquetado.

3.4.1. TIPOS DE MATERIALES DE ENVASADO

Pueden ser de distintos materiales:

Acero estañado (con 0,25 a 2% de Sn)

Es el más usado. El Sn tiene cualidades protectoras para el alimento, aunque blanquea los colores de las frutas, por lo que suele recubrirse con barniz.

Vidrio: Es inerte, pero transparente (no impide el daño por la luz).

Aluminio.

Plástico.

Flexibles. Tienen la ventaja de ser livianos.

EL ENLATADO

El enlatado es un proceso en que el alimento se cierra herméticamente y se calienta de manera que mueran todos los organismos o al menos para asegurar que no crecerán los organismos que queden en la lata. El enlatado es un tipo de esterilización al calor. Cuando la lata está correctamente cerrada herméticamente y se calienta, el alimento debe permanecer estable y sin deteriorarse indefinidamente, incluso almacenado en ausencia de refrigeración. En algunos procesos de enlatado, el cierre hermético de la lata es la parte más crítica. El proceso de calentamiento propiamente se hace sumergiendo el envase en agua generalmente a presión.

La relación tiempo-temperatura de enlatado depende del tipo de alimento, de su pH, del tamaño del envase y del volumen del alimento. Como el calor debe penetrar completamente hasta el centro del alimento que está en el recipiente, los tiempos de calentamiento deben ser más largos cuando se trata de recipientes grandes. Los alimentos ácidos, con frecuencia pueden enlatarse eficazmente calentando justo hasta el punto de ebullición del agua, 100 °C, mientras que los alimentos que no son ácidos deben calentarse a las temperaturas del autoclave. El proceso del enlatado no puede esterilizar al alimento. Sin embargo el número de organismos se ha reducido grandemente durante el proceso de calentamiento y el producto esta probablemente estéril, pero si la carga inicial de organismos en el alimento es alta, puede ser que no todas las células hayan muerto. Los tiempos de calentamiento suficientemente largos para garantizar la absoluta esterilidad de cada envase cambiarían tanto el alimento que probablemente tendría mal sabor y estaría nutricionalmente alterado.

El espárrago se comercializa tanto en latas como en tarros de vidrio. Las ventas de espárragos en envases de vidrio están limitadas a un

segmento muy pequeño del mercado. Esta forma de envasado la utilizan primordialmente los productores que obtienen precios mas elevados por sus productos.

CUADRO N° 8. TAMAÑO DE ENVASES PARA LA COMERCIALIZACIÓN

Tipo de envase	Número de envases por caja y peso neto	Forma de presentación
No 1 New	(6x 2 870 g) A10	Puntas y trozos
N° 2	(24x800 g) 850 ml	Turiones Puntas y trozos
N° 3	(24x540 g) 580 ml	Turiones
N° 4	(24x415 g) 460 ml	Turiones Puntas y trozos
N° Tall 205 Tarro de vidrio	(24x420 g) 1/2 DIN (12x410 g) 460 ml 470 ml	Turiones Turiones Puntas y trozos
N° 7	(24x280 g) 315 ml	Puntas de espárragos Puntas y trozos
N° 250 6	(24x250 g)	Turiones
N° A3	(12x800 g) 840 ml	Turiones
N° Tall 200	(14x290 g) 1/3 DIN	Turiones

En el grueso del comercio de espárragos en conserva se efectúa en latas, las cuales constituyen el envase mas adecuado para los exportadores. Se comercializan muchos tamaños diferentes de envases pero unas cuantas variantes bastan para responder a los requisitos de los mercados: El envase de 280 g para puntas y trozos, el A3(800 g) y el de 250 g para turiones.

VIDRIO

Indudablemente el vidrio se presenta a primera vista como el envase ideal, frente a los demás envases para conserva. Sin embargo tiene inconvenientes grandes que mostramos seguidamente.

Ventajas

1. Son impermeables al agua, los gases, los olores y los microorganismos.

2. Son inertes y no reaccionan con los alimentos ni se producen migraciones.
3. Pueden someterse a tratamiento térmico.
4. Son transparentes a las microondas.
5. Permiten ver el contenido.

Desventajas

1. Son más pesados que otros tipos de envases, lo que hace que su transporte sea más caro.
2. Son menos resistentes que otros materiales al shock térmico, la abrasión y la rotura.

3.4.2 INTERACCIÓN ENTRE EL ENVASE Y EL ALIMENTO

La principal alteración que sufren las conservas de espárragos es la formación de componentes sulfúricos, por lo que trataremos de explicar esta formación relacionada con el proceso de producción y el tiempo de almacenamiento.

Como se mencionó anteriormente el espárrago tiene moléculas de azufre en su composición, las que se hallan ligadas cuando la planta está viva, pero que se desprenden a partir del momento que se separa el turión de la planta madre. Favorece este desprendimiento la temperatura a la que es expuesta el turión cosechado y el tiempo que permanece en este estado. Es por esta razón que es importante enfriar el producto después de la cosecha y procesarlo lo más rápido posible.

Los radicales de azufre que se liberan, reaccionan con el hidrógeno del agua de la solución de cubierta, para formar hidrógeno sulfurado o ácido sulfhídrico, que tiene un olor a huevo podrido característico, que se siente al momento de abrirse la conserva, ocasionando el rechazo del público. En latas que tienen en su composición hierro, el radical de azufre reacciona con el hierro, para formar sulfuro de hierro, produciendo una coloración oscura, marrón, en la lata, o parte de la lata que no es barnizada. Tanto la formación de ácido sulfhídrico, como sulfuro de hierro en el envase, producen rechazo del producto, por lo que es necesario evitar su presencia

Para solucionar este problema, lo mejor es reducir al mínimo la formación de radicales de azufre en el espárrago, con un inmediato enfriamiento y procesamiento del espárrago congelado, controlando el blanqueado y tratamiento térmico.

Sin embargo, cuando no se pueda realizar lo anterior, o se quiera prolongar el tiempo de vida de la conserva de espárrago, la Federal Standard of Identity de Estados Unidos, permite para estos casos, la adición de 20 partes por millón de cloruro de estaño, con 400 partes por millón de ácido cítrico. Con esto se logra la formación de sulfuro de estaño en la solución de cubierta, en lugar de que se forme ácido sulfhídrico (olor a huevo podrido) o color marrón en el envase (por la formación de sulfuro de hierro).

Antiguamente dentro de las alteraciones más comunes se encontraba el ennegrecimiento de los espárragos verdes. Cuando se abría una lata de espárragos verdes y se dejaba abierta durante treinta a sesenta minutos, se observaba a veces un ennegrecimiento de la salmuera y en algunas ocasiones de los turiones, debido a la formación de tanato férrico. Esto se debe a que el hierro disuelto en forma ferrosa pasa por oxidación a la forma férrica, dando con el tanino, tanato férrico de color oscuro. Esta alteración era menos perceptible cuando los turiones no estaban demasiado maduros.

Para evitar esto se agrega una pequeña cantidad de ácido cítrico, a la salmuera lo que impide el ennegrecimiento.

También la alteración de los alimentos enlatados puede deberse a grandes cargas iniciales de microorganismos, un inadecuado tiempo de procesado o a una contaminación posterior al tratamiento térmico.

Según las causas, las descomposiciones pueden ser:

1. Descomposición ácida plana: hay producción de ácido y no de gas, generalmente por bacterias termofílicas y debido a una mala esterilización o latas agrietadas.
2. Descomposición ácida y gas: hay producción de ácido y gas por bacterias mesófilas.
3. Hinchazón química: es como resultado de la producción de gas

debido a la acción del contenido de la lata sobre el Sn, o debido a la liberación de CO₂ por la descomposición química.

4. Descomposición fotoquímica (por la luz): la luz cataliza reacciones que pueden causar blanqueo, ligeros malos sabores en el aceite, destrucción de vitaminas y pérdida de ciertos nutrientes.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

-Hasta hace no mucho tiempo, los esfuerzos se centraban en la inspección y el análisis de los productos finales, los alimentos elaborados, pero no se corregían en el origen los defectos o fallos responsables de las deficiencias detectadas. En la actualidad el aseguramiento de la calidad sanitaria e higiénica de los alimentos obligan a vigilar o comprobar desde atrás hacia delante todas y cada una de las operaciones o procesos comenzando por las materias primas e ingredientes y terminando por los productos elaborados, con mayor atención a los que son más críticos o inciden más en su inocuidad y calidad higiénica.

-Obtendremos espárragos procesados de mejor calidad teniendo en cuenta la minimización del tiempo transcurrido entre la cosecha y el procesamiento.

-La elección de una variedad genéticamente adecuada y el conocimiento de las prácticas agronómicas y de post- recolección de la materia prima utilizada para el procesamiento es crucial para asegurar su calidad.

-Se recomienda hacer un estudio de los métodos combinados que busquen la conservación de alimentos a través de la unión de factores conjuntos de control como pueden ser la reducción del pH y la a_w , el empleo de agentes antimicrobianos, el uso de envases o envolturas apropiadas y el mantenimiento a bajas temperaturas durante el almacenamiento (atmósferas modificadas y atmósferas controladas).

-Cuando el agua entra en contacto con las hortalizas, la calidad de esta agua determina su potencial de contaminación. Se deben minimizar los riesgos de contaminación microbiana debido al agua que se utiliza en el cultivo y en la elaboración de los productos.

-Se recomienda realizar estudios sobre la acción de las concentraciones de O_2 y CO_2 , concentración de etileno sobre los microorganismos patógenos.

-La inactivación enzimática es esencial para evitar el deterioro de los espárragos procesados (la pérdida de nutrientes, la pérdida de colores originales, alteración del sabor, aroma, textura y alteraciones microbiológicas por acción de las enzimas).

-El blanqueo conviene hacerlo a altas temperaturas y cortos tiempos.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. A. A. Kader. Fruit maturity, ripening and quality relationship. *Acta Hort.* 485: pag: 203-208 (1999a.).
2. Gunther Muller. *Microbiología de los alimentos vegetales*. Editorial Acribia. Zaragoza (España). 1981.
3. T. Fuleki. Rutin, The main component of surface deposits on pickled green asparagus. *Journal of food science*. vol.64, n: 2, p. 252- 253. 1999.
4. Guevara Pérez, Américo. *Guía de tecnología de frutas y hortalizas*. Universidad Nacional Agraria La Molina. 2001.
5. L. Pérez, C. González-Martínez, M. Chafer; A Chiralt. *Calidad de Frutas mínimamente procesadas. Pardeamiento enzimático*. Alimentación, equipos y tecnología. 2000.
6. Brock. T. D. *Microbiología*. editorial Prentice Hall. 1995.
7. Vollmer Gunter. *Elementos de bromatología descriptiva*. Editorial Acribia. p.118-137.
8. P. Fellows. *Tecnología del procesado de alimentos*. Editorial Acribia. Principios y prácticas.
9. G. Ros, M. A. Pelazar, P. Abellan: Revisión: Cinética de los procesos de deterioro de alimentos. *Rev. Alimentación, equipos y tecnología*. p.61 al 66.2001
10. J. H. Silliker. *Ecología microbiana de los alimentos*. Editorial Acribia. Vol. 2. p. 87 - 90. 1980.
11. Gruda Z. Postolsky (1987) *Tecnología de la congelación de los alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza España.
12. UNCTAD/GATT. *Principales mercados de los espárragos en conserva* p. 12 -16. 1989.
13. P.M Fernández San Juan. *Aditivos alimentarios, evaluación de su inocuidad y aspectos nutricionales*. Alimentación, equipos y tecnología.

ANEXO 01

NORMA DEL CODEX PARA LAS AGUAS MINERALES NATURALES

(Norma Regional Europea)

CODEX STAN 108-1981 (Enmendada en 1985 y 1991)

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Esta norma se aplica a todas las aguas minerales naturales embotelladas que se ofrecen a la venta como alimento. No se aplica a las aguas minerales naturales que se venden o utilizan para otros fines.

2. DESCRIPCIÓN

2.1. Definición de agua mineral natural

El agua mineral natural es un agua que se diferencia claramente del agua potable ordinaria porque:

- a) Se caracteriza por su contenido de determinadas sales minerales y sus proporciones relativas, así como por la presencia de oligoelementos o de otros constituyentes;
- b) se obtiene directamente de fuentes naturales o perforadas de agua subterránea procedente de estratos acuíferos;
- c) su composición y la estabilidad de su flujo y temperatura son constantes, teniendo en cuenta los ciclos de las fluctuaciones naturales;
- d) se recoge en condiciones que garantizan la pureza bacteriológica original;
- e) se embotella cerca del punto de emergencia de la fuente, adoptando precauciones higiénicas especiales;
- f) no se somete a otros tratamientos que los permitidos por esta norma;
- g) está en conformidad con todas las disposiciones establecidas en esta norma.

2.2. Definiciones adicionales

2.2.1. Agua mineral natural carbonatada naturalmente

Por "agua mineral natural carbonatada naturalmente" se entiende

un agua mineral que, después de un posible tratamiento de conformidad con la Sección 3.1.1, de la reposición de gas y del envasado, contiene la misma cantidad de gas procedente de la fuente que al surgir de la fuente de agua mineral natural, teniendo en cuenta la tolerancia técnica normal.

2.2.2. Agua mineral natural no carbonatada

Por "agua mineral natural no carbonatada" se entiende un agua mineral natural que por su naturaleza y después de un posible tratamiento de conformidad con la Sección 3.1.1 y de su envasado, no contiene dióxido de carbono libre en una medida que exceda de la cantidad necesaria para mantener presentes los hidrogenocarbonatos disueltos en el agua.

2.2.3. Agua mineral natural descarbonatada y agua mineral natural reforzada con dióxido de carbono de la fuente

Por "agua mineral natural descarbonatada" o "agua mineral natural reforzada con dióxido de carbono de la fuente" se entiende el agua mineral natural que, después de un posible tratamiento de conformidad con la Sección 3.1.1 y de su envasado no tiene el mismo contenido de dióxido de carbono que al surgir de la fuente.

2.2.4. Agua mineral natural carbonatada

Por "agua mineral natural carbonatada" se entiende un agua mineral natural que, después de un posible tratamiento de conformidad con la Sección 3.1.1 y de su envasado, se la ha hecho efervescente mediante la adición de dióxido de carbono no procedente de la fuente.

3. FACTORES DE COMPOSICIÓN Y CALIDAD

3.1. Tratamiento y manipulación

3.1.1. Entre los tratamientos permitidos se incluye la separación de los constituyentes inestables por decantación o filtración, acelerada mediante previa aireación, si fuera necesario.

3.1.2. Los tratamientos enunciados en las Secciones 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3, 2.2.4 y 3.1.1 sólo pueden efectuarse a condición de que el contenido mineral del agua no sufra modificaciones en sus constituyentes esenciales que confieren al agua sus propiedades.

3.1.3. Se prohíbe el tratamiento de aguas minerales naturales en recipientes grandes, para su envasado o para cualquier otra elaboración previa al envasado.

3.2. Límites de determinadas sustancias

El agua mineral natural embotellada no deberá contener, de las sustancias que se indican a continuación, cantidades superiores a las siguientes:

3.2.1	Cobre	1	mg/l
3.2.2	Manganeso	2	mg/l
3.2.3	Cinc	5	mg/l
3.2.4	Borato	30	mg/l, calculado como H_3BO_3
3.2.5	Materia orgánica	3	mg/l, calculado como O_2
3.2.6	Arsénico	0,05	mg/l
3.2.7	Bario	1,0	mg/l
3.2.8	Cadmio	0,01	mg/l
3.2.9	Cromo (VI)	0,05	mg/l
3.2.10	Plomo	0,05	mg/l
3.2.11	Mercurio	0,001	mg/l
3.2.12	Setenio	0,01	mg/l
3.2.13	Fluoruro	2	mg/l, calculado como F
3.2.14	Nitrato	45	mg/l, calculado como NO_3
3.2.15	Sulfuro	0,05	mg/l, calculado como H_2S

4.. CONTAMINANTES

4.1. La presencia de los siguientes contaminantes no deberá ser discernible cuando se hagan ensayos de conformidad con los métodos que se prescriben en la Sección 8:

4.1.1. Compuestos fenólicos¹

4.1.2. Agentes tensioactivos¹

4.1.3. Plaguicidas y bifenilos policlorados¹

4.1.4. Aceite mineral1

4.1.5. Hidrocarburos aromáticos polinucleares1

4.2. Cianuro:

0,01 mg/l como máximo, calculado como CN⁻.

4.3. Nitritos:

0,005 mg/l como máximo, calculados como NO₂.

5.. HIGIENE

5.1. Se recomienda que los productos a los cuales se aplican las disposiciones de esta norma sean preparados de conformidad con las secciones pertinentes del Código Internacional de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969, Rev. 2 (1985), Volumen 1 del Codex Alimentarius, y de conformidad con el Código Internacional de Prácticas para la Captación, Elaboración y Comercialización de las Aguas Minerales Naturales (Ref. CAC/RCP 33-1985).

5.2. La fuente o el punto de emergencia deberá estar protegida contra los riesgos de contaminación.

5.3. Las instalaciones destinadas a la producción de aguas minerales naturales deberán ser apropiadas para excluir toda posibilidad de contaminación. Con este objeto y en particular:

- a) Las instalaciones de captación, las tuberías y los depósitos deberán estar contruidos con materiales idóneos para el agua y de modo tal que impidan la penetración de sustancias extrañas en el agua;
- b) las instalaciones y su utilización para la producción, sobre todo las destinadas al lavado y embotellado, deberán satisfacer los requisitos de higiene;
- c) si durante la producción se comprueba que el agua está contaminada, el productor deberá suspender todas las operaciones hasta que se haya eliminado la causa de la contaminación;
- d) la observancia de las disposiciones que preceden será objeto de controles periódicos de conformidad con las exigencias del país de origen.

5.4. Requisitos microbiológicos

Durante la comercialización, el agua mineral natural:

- a) deberá ser de calidad tal que no represente un riesgo para la salud del consumidor (ausencia de microorganismos patógenos);
- b) además, deberá ajustarse a las siguientes especificaciones microbiológicas:

Primer Examen		Decisión	
Coliformes ² :	1 x 250 ml }	si exento	se acepta
Estreptococos del Grupo D:	1 x 250 ml }	si ≥ 1 ó ≤ 2	se realiza un segundo examen ³
		si > 2	se rechaza
Pseudomonas aeruginosa:	1 x 250 ml }	si exento	se acepta
		si ≥ 1	se rechaza

Segundo Examen (4 x 250 ml)				
	C ⁴	m	M	
Coliformes	1	0	2	} Métodos ISO
Estreptococos del Grupo D	1	0	2	} " "
Pseudomonas aeruginosa	0	0	0	} ⁵

6. ENVASADO

Las aguas minerales naturales deberán ser envasadas en recipientes de venta al por menor cerrados herméticamente y de una capacidad máxima de dos litros, que sean adecuados para impedir la posibilidad de adulteración o contaminación del agua.

7. ETIQUETADO

Además de las disposiciones de la Norma General para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985) Rev. 1-1991), Volumen 1 del Codex Alimentarius, se aplicarán las siguientes disposiciones:

7.1. Nombre del producto

- 7.1.1. El nombre del producto deberá ser "agua mineral natural". Sin embargo, los productos que contengan menos de 1 000 mg/l de sólidos totales disueltos (sales) y menos de 250 mg/l de dióxido de carbono libre podrán ser denominados:
- a) "agua minera/ natural", acompañado de un término descriptivo apropiado muy cerca del nombre del producto, que permita distinguirlo de los otros que contengan más de 1 000 mg/l de sólidos totales disueltos o más de 250 mg/l de dióxido de carbono libre; ó
 - b) "agua de manantial" o cualquier otro nombre apropiado, que refleje la verdadera naturaleza del producto.
- 7.1.2. La denominación "agua mineral natural carbonatada naturalmente" sólo podrá usarse si el contenido de dióxido de carbono libre procedente de la fuente es el mismo que en el punto de emergencia de conformidad con la Sección 2.2.1.
- 7.1.3. La denominación "agua mineral natural no carbonatada" podrá usarse únicamente si, por su naturaleza, el agua mineral natural no contiene dióxido de carbono libre de conformidad con la Sección 2.2.2.
- 7.1.4. La denominación "agua mineral natural descarbonatada" deberá usarse si el contenido de dióxido de carbono del agua mineral natural es inferior al del punto de emergencia de conformidad con la Sección 2.2.3.
- 7.1.5. La denominación "agua mineral natural reforzada con dióxido de carbono de la fuente" deberá usarse si el contenido de dióxido de carbono es superior al del punto de emergencia de conformidad con la Sección 2.2.3.
- 7.1.6. La denominación "agua mineral natural carbonatada" deberá usarse si se ha añadido dióxido de carbono no procedente de la fuente de conformidad con la Sección 2.2.4.

7.2. Contenido neto

El contenido neto deberá declararse en volumen en el sistema métrico (unidades del "Système International") o en el sistema "avoirdupois" o en ambos sistemas, según se exija en el país en que se venda el producto.

7.3. Requisitos adicionales de etiquetado

7.3.1. Deberán figurar en la etiqueta como parte del nombre del producto, o muy cerca de éste, o en cualquier otro lugar visible las palabras: "puede ser laxante" cuando el producto contenga más de 600 mg/l de sulfato que no sea sulfato de calcio.

7.3.2. Si se ha sometido un agua mineral natural a tratamiento de acuerdo con la Sección 3.1.1, se indicará dicho tratamiento en la etiqueta.

7.4. Prohibiciones relativas al etiquetado

7.4.1. No se hará ninguna declaración de propiedades sobre efectos medicinales (para prevenir, curar o aliviar enfermedades) o de alguna otra forma beneficiosa a la salud del consumidor en lo que respecta a las propiedades del producto regulado por la norma.

7.4.2. No deberá formar parte del nombre comercial el nombre de una localidad ni lugar especificado, a menos que se refiera a agua mineral natural extraída en el lugar designado por ese nombre comercial.

7.4.3. Está prohibida la utilización de toda indicación o imagen que pueda resultar equívoca para el consumidor, o que en cualquier otra forma pueda ser engañosa para éste, con respecto a la naturaleza, origen, composición y propiedades de las aguas minerales naturales puestas en venta.

7.5. Etiquetado facultativo

7.5.1. Podrán aparecer en la etiqueta los siguientes términos, que describen las propiedades particulares del producto, como parte del nombre del producto, o muy cerca de éste o en cualquier otro lugar visible, a condición de que se cumplan las siguientes condiciones especificadas:

- a) "Alcalina" - cuando el producto contiene más de 600 mg/l de HCO_3 ;
- b) "Acidulada" - cuando el producto contiene más de 250 mg/l de dióxido de carbono libre;
- c) "Salina" - cuando el producto contiene más de 1 000 mg/l de NaCl;
- d) "Contiene flúor" - cuando el producto contiene más de 1 mg/ de F;
- e) "Contiene hierro" - cuando el producto contiene más de 5 mg/l de Fe;
- f) "Contiene yodo" - cuando el producto contiene más de 1 mg/l de I;
- g) "Puede ser diurética" - cuando el producto contiene más de 1 000 mg/l de sólidos totales disueltos ó 600 mg/l. de HCO_3 .

7.5.2. Otros ejemplos también de etiquetado facultativo pueden ser los siguientes:

- a) nombre comercial;
- b) la fecha de la autorización para comenzar la extracción y producción;
- c) los resultados de los análisis del agua, ya sea como mana e de la fuente con la mención de cualquier tratamiento que haya sido sometida, o resultados de los análisis del agua contenida en el recipiente.

- 1 Aprobado temporalmente en espera de la elaboración de métodos apropiados de análisis.
2. No deberán ser E. Coli.
3. El segundo examen comprenderá la detección de coliforme, de estreptococos del Grupo D y P aeruginosa.
4. Métodos por elaborar.
5. Métodos por elaborar.

ANEXO 02

NORMA DEL CODEX PARA LOS ESPÁRRAGOS EN CONSERVA¹ CODEX STAN 56-1981

1. DESCRIPCIÓN

1.1. Definición del producto

Se entiende por espárragos en conserva el producto (a) preparado con la porción comestible de tallos, pelados o sin pelar, de variedades de espárragos que reúnan las características del *Asparagus officinalis* L; (b) envasado en agua u otro medio de cobertura líquido apropiado, con o sin otros ingredientes adecuados al producto; y (c) tratado térmicamente en forma adecuada, antes o después de ser encerrado herméticamente en un recipiente, para impedir su alteración.

1.2 Formas de presentación

1.2.1. Tallos o lanzas largos - cabeza y parte adyacente del tallo, de longitud no superior a 18 cm ni inferior a 15 cm.

1.2.2. Tallos o lanzas - cabeza y parte adyacente del tallo de longitud no superior a 15 cm ni inferior a 10,5 cm.

1.2.3. Puntas - cabeza y parte adyacente del tallo de longitud no superior a 10,5 cm ni inferior a 4 cm.

1.2.4. Trozos y puntas, o lanzas cortadas - tallos cortados transversalmente en trozos, con o sin puntas, de longitud no superior a 6 cm ni inferior a 2 cm. Los trozos con cabeza deberán representar al menos el 20 por ciento, en número, excepto cuando las lanzas estén cortadas en trozos de 3 cm o menos de longitud, en cuyo caso el número de trozos con cabeza deberá ser por lo menos del 10 por ciento.

1.2.5. Trozos- tallos cortados transversalmente en pedazos de longitud no superior a 6 cm. Puede haber trozos con cabeza.

1.3. Otras formas de presentación

Se permitirá cualquier otra forma de presentación del producto a condición de que:

- a) se distinga suficientemente de las otras formas de presentación establecidas en esta norma;
- b) reúna todos los demás requisitos de esta norma, incluidos los correspondientes a las tolerancias para defectos, peso escurrido, y cualquier otro requisito de esta norma que sea aplicable a la forma de presentación estipulada en la norma que más se acerque a la forma o formas de presentación que han de estipularse en el ámbito de la presente disposición;
- c) esté descrita debidamente en la etiqueta para evitar errores o confusión por parte del consumidor.

Anteriormente CAC/RS 56-1972, según se ha enmendado.

1.4. Tolerancias para las formas de presentación

1.4.1. Se considerará que se cumplen los requisitos de longitud de las formas de presentación citadas en el párrafo 1.2 cuando:

- a) la longitud predominante de las unidades de la muestra se ajuste al tipo de forma de presentación designado; y
- b) la longitud de las unidades sea razonablemente uniforme.

1.4.2. "Razonablemente uniforme", sobre la base del promedio de la muestra, significa:

- i) Tallos largos, tallos o puntas - que al menos el 75 por ciento, en número, de las unidades no difieren en más de 1 cm, por exceso o por defecto, de la longitud predominante y que al menos el 95 por ciento, en número, de las unidades no difieren en más de 2 cm, por exceso o por defecto, de la longitud predominante;
- ii) Trozos con puntas, o trozos - que al menos el 75 por ciento, en número, de las unidades no difieren en más de 1 cm, por exceso o por defecto, de la longitud predominante y que al menos el 90 por ciento, en número, de las unidades no difieren en más de 2 cm, por exceso o por defecto, de la longitud predominante.

1.5 Tipos de color

- 1.5.1. Blanco - unidades de color blanco, crema o blanco amarillento; no más del 20 por ciento, en número, podrán tener puntas de color azul, verde, verde claro o verde amarillento.
- 1.5.2. Blanco con cabeza azul, blanco con cabeza verde - los "tallos largos", "tallos" y "puntas" de color blanco, crema o blanco amarillento pueden tener las cabezas y zonas adyacentes de color azul, verde, verde claro o verde amarillento, pero sólo en el 25 por ciento, en número, podrá extenderse ese color por más de la mitad de la longitud de la unidad.
- 1.5.3. Verde - unidades de color verde, verde claro o verde amarillento; no más del 20 por ciento, en número, de las piezas, podrán tener color blanco, crema o blanco amarillento en la parte inferior del tallo, pero dicho color no deberá ocupar más de la mitad de la longitud de la unidad en cuestión.
- 1.5.4. Mixto - mezcla de unidades de color blanco, crema, blanco amarillento, azul, verde, verde claro o verde amarillento.

1.6. Denominación según el tamaño

Tallos largos, tallos, puntas, podrán designarse según su tamaño en la forma siguiente:

Tamaño	Espárragos pelados	Espárragos sin pelar
"Pequeño"	hasta 8 mm inclusive	hasta 10 mm inclusive
"Mediano"	más de 8 mm hasta 13 mm inclusive	más de 10 mm hasta 15 mm inclusive
"Grande"	más de 13 mm hasta 18 mm inclusive	más de 15 mm hasta 20 mm inclusive
"Extra grande"	más de 18 mm	más de 20 mm

Tamaños varios o tamaños surtidos - mezcla de dos o más tamaños distintos.

1.6.1. Definición de "diámetro"

Por diámetro de un tallo largo, tallo o punta se entiende el diámetro máximo de la parte más gruesa de la unidad, medido en ángulo

recto respecto al eje longitudinal de la misma.

1.6.2. Conformidad con la denominación por tamaño

1.6.2.1. Cuando se declare que el producto se ajusta a las condiciones de tamaño citadas en la subsección 1.6 (a no ser que se trate de "tamaño varios" o "tamaños surtidos") o que el producto se presenta u ofrece de esa forma, la unidad de muestra deberá ajustarse al diámetro especificado para cada tamaño, con la salvedad de que no más del 25 por ciento, en número, de todas las unidades del envase podrán pertenecer al grupo o grupos adyacentes de tamaños.

1.6.2.2. Toda unidad de muestra o envase que supere la tolerancia del 25 por ciento prevista en el párrafo 1.6.2.1 precedente se considerará "defectuosa" desde el punto de vista de la clasificación por tamaño.

1.6.2.3. Se considerará que un lote cumpla con los criterios establecidos para una denominación por tamaño cuando el número de "defectuosos", tal como se definen en el párrafo 1.6.2.2, no sea superior al número de aceptación (c) del correspondiente plan de muestreo (NCA 6,5) que figura en los Planes de Muestreo para Alimentos Preenvasados del Codex Alimentarius FAO/OMS (CAC/RM 42-1969). (Véase el Volumen 13 del Codex Alimentarius).

2. FACTORES ESENCIALES DE COMPOSICIÓN Y CALIDAD

2.1 Ingredientes básicos

Espárragos y un medio de cobertura líquido apropiado para el producto y otros de los ingredientes facultativos que se indican a continuación:

2.1.1. Otros ingredientes permitidos

2.1.1.1. Sal, vinagre.

2.1.1.2. Sacarosa, azúcar invertido, dextrosa, jarabe de glucosa, jarabe de glucosa deshidratada.

2.1.1.3. Mantequilla u otros aceites y grasas animales o vegetales

comestibles. Si se añade mantequilla, la cantidad no deberá ser menor del tres por ciento del producto final.

2.1.1.4. Almidones: naturales (nativos), modificados física o enzimáticamente, únicamente cuando intervienen como ingredientes mantequilla u otras grasas o aceites animales o vegetales comestibles.

2.2. Criterios de calidad

2.2.1. Color

El color del producto deberá ser el normal para el tipo de color en cuestión.

2.2.2. Medio de cobertura

El medio de cobertura líquido deberá ser prácticamente claro, excepto en el caso en que pueda resultar afectado por otros ingredientes, y sólo podrá contener una pequeña cantidad de sedimentos o partes de espárragos.

2.2.3. Sabor

Los espárragos en conserva deberán tener sabor y olor normales, exentos de sabores y olores extraños al producto.

Los espárragos en conserva con ingredientes especiales deberán tener el sabor característico de los espárragos y las demás sustancias empleadas.

2.2.4. Textura

Los espárragos deberán estar prácticamente libres de unidades excesivamente fibrosas o duras.

2.2.5. Defectos y tolerancias

Limitaciones

- | | |
|--|--|
| a) Puntas desmenuzadas y otras porciones de espárragos desmenuzados (trozos rotos o desmenuzados hasta el punto de que el aspecto del producto resulte seriamente perjudicado; se incluyen los trozos de longitud menor de 1 cm) | El producto deberá estar razonablemente exento de dicho material |
| b) Materias extrañas (arena, cascajo o material terroso) | El producto deberá estar prácticamente exento de dicho material |
| c) Unidades con piel (en los espárragos pelados únicamente) (unidades con zonas sin pelar que influyan gravemente en el aspecto o la comestibilidad del producto) | 10 por ciento, en número |
| d) Unidades huecas (hasta el punto de que el aspecto del producto resulte seriamente perjudicado) | 10 por ciento, en número |
| e) Unidades malogradas (tallos o puntas muy torcidas o cualquier unidad seriamente perjudicada en su aspecto por pliegues u otras malformaciones) | 10 por ciento, en número |
| f) Unidades dañadas (alteraciones del color, daños mecánicos, enfermedades o daños causados por cualquier otra razón en la medida en que resulten seriamente perjudicados el aspecto o la comestibilidad del producto) | 10 por ciento, en número |

Total de todos los defectos de (d), (e) y (f) para las siguientes formas de presentación:

Tallos largos	15 por ciento, en numero
Tallos	15 por ciento, en número
Puntas	15 por ciento, en número
Trozos con punta	20 por ciento, en número
Trozos	25 por ciento, en número

2.2.6. Clasificación de "defectuosos"

Los recipientes que no satisfagan uno o más de los requisitos pertinentes de calidad que se especifican en los párrafos 2.2.1 a 2.2.5 se considerarán "defectuosos".

2.2.7. Aceptación

Se considerará que un lote satisface los requisitos de calidad aplicables que se especifican en el párrafo 2.2.6 cuando el número de recipientes "defectuosos", tal como se definen en el párrafo 2.2.6, no sea mayor que el número de aceptación (c) del correspondiente plan de muestreo (NCA 6,5) que figura en los Planes de Muestreo para Alimentos Preenvasados del Codex Alimentarius FAO/OMS (CAC/RM 42-1969). (Véase el Volumen 13 del Codex Alimentarius).

3. ADITIVOS ALIMENTARIOS

Dosis máxima

3.1. Glutamato monosódico	Limitada por las BPF
3.2. Cloruro estánnico ¹	25 mg/kg, calculado como Sn
3.3. Acido L-ascórbico	Limitada por las BPF
3.4. Acidificantes	
3.4.1. Acido acético)	
3.4.2. Acido cítrico)	
3.4.3. Acido málico)	Limitada por las BPF
3.4.4. Acido L-tartárico)	

3.5 Gomas vegetales		
3.5.1. Goma arábica)	
3.5.2. Carragenina)	
3.5.3. Goma guar)	
3.6. Pectinas)	
3.7. Alginatos (Ca, K, Na, NH ₄))	
3.7.1. Alginato de propilenglicol)	
3.8. Almidones modificados) ²	1 % m/m de los aditivos
3.8.1. Almidones tratados con ácidos)	especificados en 3.5 a 3.8,
3.8.2. Almidones tratados con álcalis)	inclusive, solos o en com-
3.8.3. Almidones blanqueados)	binación
3.8.4. Fosfato de dialmidón (tratado con trimetafosfato sódico))	
3.8.5. Fosfato de dialmidón, fosfatado)	
3.8.6. Fosfato de monoalmidón)	
3.8.7. Acetato de almidón)	
3.8.8. Hidroxipropil-almidón)	
3.8.9. Adipato de dialmidón, acetilado)	
3.8.10. Glicerol-hidroxipropil-dialmidón)	
3.8.11. Almidones oxidados)	
3.8.12. Fosfato de dialmidón (tratado con oxiclورو de fósforo))	
3.8.13. Fosfato de dialmidón, acetilado)	
3.8.14. Glicerol-dialmidón, acetilado)	
3.8.15. Glicerol-dialmidón)	

-
1. Podrá utilizarse sólo con los espárragos en recipientes de vidrio o en latas totalmente esmaltadas (lacadas).
 2. Sólo puede usarse cuando son ingredientes la mantequilla u otros aceites y grasas animales o vegetales comestibles.

4. CONTAMINANTES

Plomo (Pb)	1 mg/kg
Estaño (Sn) en envases metálicos en que el estaño está al descubierto	250 mg/kg, calculado como Sn total

5. HIGIENE

- 5.1. Se recomienda que el producto a que se refieren las disposiciones de esta norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones correspondientes del Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969, Rev. 2 (1985), Volumen 1 del Codex Alimentarius), y con los demás Códigos de Prácticas recomendados por la Comisión del Codex Alimentarius que sean aplicables para este producto.
- 5.2. En la medida compatible con las buenas prácticas de fabricación, el producto estará exento de materias objetables.
- 5.3. Analizado con métodos adecuados de muestreo y examen, el producto:
 - deberá estar exento de microorganismos en cantidades que puedan constituir un peligro para la salud;
 - deberá estar exento de parásitos que puedan representar un peligro para la salud; y
 - no deberá contener, en cantidades que puedan representar un peligro para la salud, ninguna sustancia originada por microorganismos.
- 5.4. El producto habrá recibido en su elaboración un tratamiento capaz de destruir todas las esporas de *Clostridium botulinum*.

6. PESOS Y MEDIDAS

6.1. Llenado de los recipientes

6.1.1. Llenado mínimo

Los recipientes deberán llenarse bien de espárragos, y el producto (incluido el medio de cobertura) ocupará no menos del 90 por ciento de la capacidad de agua del recipiente. La capacidad de agua del recipiente es el volumen del agua destilada, a 20°C, que cabe en el

recipiente cerrado herméticamente cuando está completamente lleno.

6.1.2. Clasificación de "defectuosos"

Los recipientes que no satisfagan los requisitos de llenado mínimo (90 por ciento de la capacidad del recipiente) del párrafo 6.1.1 se considerarán "defectuosos"

6.1.3. Aceptación

Se considerará que un lote satisface los requisitos relativos a las características que se especifican en 6.1.1 cuando el número de recipientes "defectuosos", según se definen en la subsección 6.1.2, no sea mayor que el número de aceptación (c) del correspondiente plan de muestreo (NCA 6,5) que figura en los Planes de Muestreo para Alimentos Preenvasados del Codex Alimentarius FAO/OMS (CAC/RM 42-1969). (Véase el Volumen 13 del Codex Alimentarius).

6.1.4. Peso escurrido mínimo

6.1.4.1. El peso del producto escurrido no será inferior a los porcentajes siguientes, calculados con relación al peso de la agua destilada, a 20 °C, que cabe en el recipiente cerrado herméticamente cuando está totalmente lleno.

	Espárragos pelados
Tallos largos	60%
Todas las demás formas de presentación	58%
	Espárragos sin pelar
Tallos largos y Tallos	57%
Todas las demás formas de presentación	55%

6.1.4.2. Se considerará que se cumplen los requisitos relativos al peso escurrido mínimo cuando el peso escurrido medio de todos los recipientes examinados no sea inferior al mínimo requerido, siempre que no haya una falta exagerada en ningún recipiente.

7. ETIQUETADO

Además de los requisitos que figuran en la Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985 (Rev. 1-1991), Volumen 1 del Codex Alimentarius), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

7.1 Nombre del alimento

7.1.1. La designación deberá ser "Espárragos"; y deberá indicarse "pelados" o "sin pelar", según los casos, si la legislación nacional lo exige.

7.1.2. Como parte del nombre o cerca de éste, deberá declararse lo siguiente, según los casos:

7.1.2.1. La forma de presentación:

"Tallos largos" o "Lanzas largas";

"Tallos" o "Lanzas";

"Puntas";

"Trozos y puntas" o "Lanzas cortadas";

"Trozos".

7.1.2.2. Si el producto se presenta de conformidad con las disposiciones previstas para las otras formas de presentación (subsección 1.3), la etiqueta deberá contener muy cerca del nombre del producto, las palabras o frases necesarias para evitar error o confusión por parte del consumidor.

7.1.2.3. El color:

"Blanco";

"Blanco con punta azul";

"Blanco con punta verde";

"Verde";

"Mixto".

7.1.2.4. Una declaración de cualquier salsa y/o aderezo que caracterice al producto p. ej. "Con x" o "En x", según sea apropiado. Si la declaración es "Con (o "En") salsa de mantequilla", la grasa empleada deberá ser únicamente mantequilla.

7.2 Declaraciones facultativas

7.2.1 Representación de los tamaños - En las formas de presentación de tallos largos, tallos y puntas

7.2.1.1. Si se cumplen los requisitos aplicables de esta norma, podrá indicarse el tamaño con los términos: "Pequeño", "Mediano", "Grande", "Extragrande", "Tamaños varios" o "Tamaños surtidos", según los casos.

7.2.1.2. El número de unidades presentes en el envase puede indicarse declarando las cantidades mínima y máxima aproximadas, p.ej.: "De a lanzas, aproximadamente".

8. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y MUESTREO

Véase el Volumen 13 del Codex Alimentarius.

ANEXO O3

ANTEPROYECTO DE NORMA DEL CODEX PARA LOS ESPÁRRAGOS

Siendo el Codex Alimentarius el organismo de referencia con relación a la inocuidad de alimentos se presenta a continuación el anteproyecto de la Norma del Codex para los espárragos que se encuentra en trámite (proceso de revisión) con el fin de que los exportadores, puedan cumplir con estas exigencias internacionales.

1. Definición del Producto

Esta norma se aplica a los turiones de las variedades obtenidas de *Asparagus officinalis* L., que habrán de suministrarse frescos al consumidor después de su acondicionamiento y envasado. Se excluyen los espárragos destinados a la elaboración industrial

Los turiones de espárragos se clasifican en cuatro grupos según el color:

- espárragos blancos;
- espárragos violetas, que tienen puntas de un color entre rosado y violeta o púrpura y una parte del turión blanca;
- espárragos violetas/verdes, parte de los cuales es de color violeta y verde;
- espárragos verdes que tienen la punta y la mayor parte del turión de color verde.

Esta norma no se aplica a los espárragos de color verde y violeta/verde con un diámetro inferior a 3 mm ni a los espárragos blancos y violetas con un diámetro inferior a 8 mm, presentados en manojos uniformes o en envases unitarios.

2. Disposiciones Relativas a la Calidad

2.1. Requisitos Mínimos

En todas las categorías, de conformidad con las disposiciones especiales establecidas para cada categoría y las tolerancias permitidas, los espárragos deberán ser:

enteros;

- de aspecto y olor frescos;
- sanos y exentos de podredumbre o deterioro que haya que no sean aptos para el consumo;
- exentos de daños causados por un lavado inadecuado (los turiones podrán haberse lavado pero no "remojado")
- limpios y prácticamente exentos de cualquier materia extraña visible;
- prácticamente exentos de plagas que afecten al aspecto general del producto;
- prácticamente exentos de daños causados por plagas;
- prácticamente exentos de magulladuras;
- exentos de humedad externa anormal; es decir, suficientemente "secados" si se han lavado o refrigerado con agua fría;
- exentos de cualquier olor y/o sabor extraños.

El corte en la base de los turiones deberá ser lo más neto posible.

Además, los turiones no deberán estar huecos, partidos, pelados ni quebrados. Se permiten, sin embargo, pequeñas grietas que hayan aparecido después de la recolección, siempre que no superen los límites que se establecen en la Sección 4.1 Tolerancias de Calidad.

2.1.1. El desarrollo y condición de los espárragos deberán ser tales que les permitan:

- o soportar el transporte y la manipulación; y,
- o llegar en estado satisfactorio al lugar de destino.

2.2. Clasificación

Los espárragos se clasifican en tres categorías, según se definen a continuación:

2.2.1. Categoría "Extra":

Los turiones de esta categoría deberán ser de calidad superior, muy bien formados y prácticamente rectos. Teniendo en cuenta las características normales del grupo al que perteneces, sus puntas de-

berán ser muy compactas. Para los espárragos verdes cultivados bajo condiciones que estimulen crecimiento rápido, la punta deberá ser compacta.

Sólo se permitirán unos pocos indicios muy lávese de manchas de color herrumbre causadas por agentes no patógenos en los turiones, que puedan ser eliminados por el consumidor mediante un pelado normal.

En lo que respecta al grupo de los espárragos blancos, las puntas y turiones deberán ser de color blanco; sólo se permite un matiz ligeramente rosado en los turiones.

Los espárragos verdes deberán ser completamente verdes. No se permiten indicios de fibrosidad en los turiones de esta categoría.

El corte en la base de los turiones deberá ser lo más perpendicular posible. No obstante, para mejorar la presentación cuando los espárragos se envasan en manojos, los que se encuentran en la parte externa podrán ser ligeramente biselados, siempre que el biselado no supere 1 cm.

2.2.2. Categoría I

Los turiones de esta categoría deberán ser de buena calidad y estar bien formados. Podrán ser ligeramente curvados. Teniendo en cuenta las características normales del grupo al que pertenecen, sus puntas deberán ser compactas. Para los espárragos verdes cultivados bajo condiciones que estimulen un crecimiento rápido, la punta deberá ser ligeramente abierta.

Se permiten ligeros indicios de manchas de color herrumbre causadas por agentes no patógenos que puedan ser eliminados por el consumidor mediante un pelado normal.

En lo que respecta al grupo de los espárragos blancos, podrán presentar un matiz ligeramente rosado en las puntas y los turiones.

Los espárragos verdes deberán ser de ese color por lo menos en el 80% de su longitud.

En el grupo de los espárragos blancos no se permitirán turiones

fibrosos. Por lo que respecta a otros grupos, es admisible una leve fibrosidad en la parte inferior siempre que tal fibrosidad desaparezca mediante un pelado normal por el consumidor.

El corte en la base de los turiones deberá ser lo más perpendicular posible.

2.2.3. Categoría II

Esta categoría comprende los turiones que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados en la sección 2.1. Para los espárragos verdes cultivados bajo condiciones que estimulen un crecimiento rápido, la punta deberá ser moderadamente abierta.

En comparación con la Categoría I. Puede que los turiones no estén tan bien formados y sean más curvos y que, teniendo en cuenta las características normales del grupo al que pertenecen, sus puntas estén ligeramente abiertas.

Se permiten indicios de manchas de color herrumbre causadas por agentes no patógenos que pueden ser eliminados por el consumidor mediante un pelado normal.

Las puntas de los espárragos blancos podrán tener una coloración que incluya un matiz verde.

Los espárragos verdes deberán ser de ese color al menos en el 60% de su longitud.

Los turiones podrán ser ligeramente fibrosos.

El corte en la base de los turiones podrá ser ligeramente oblicuo.

3. Disposiciones sobre la Clasificación por Calibres

El calibre se determina por la longitud y el diámetro de los turiones. 3.9.3.1. Determinación del Calibre por la Longitud:

La longitud de los turiones deberá ser:

- superior a 17 cm para los espárragos largos;
- de 12 a 17 cm para los espárragos cortos;

- para los espárragos de la Categoría II dispuestos ordenadamente, pero no presentados en manojos:
 - a) blancos y violetas: de 12 a 22 cm;
 - b) violetas/verdes y verdes : de 12 a 27 cm;
- inferior a 12 cm. Para las puntas de espárragos.

La longitud máxima permitida para los espárragos blancos y violetas es de 22 cm, y para los espárragos violetas/verdes y verdes de 27 cm.

La diferencia máxima de longitud de los turiones presentados en manojos firmemente sujetos no deberá ser superior a 5 cm.

3.2 Determinación del Calibre por el Diámetro

El diámetro de los turiones se mide en el punto medio de su longitud. Para los espárragos verdes de espesor uniforme (inferior a 8 mm de diámetro), la medición podrá hacerse en el extremo del corte. El diámetro mínimo y el calibre serán los siguientes:

Categoría de calidad	Grupo de Color	Diámetro Mínimo	Disposiciones de Homogeneidad	
"Extra"	Blanco y violeta	12 mm	12a16	16 mm o más con una variación máxima de 8 mm en un solo envase o manojos
	Violeta/verde y verde	3 mm	Variación máxima de 8 mm en un solo envase o manojos sencillos	
I	Blanco y violeta	10 mm	10 a 16	16 mm o más con una variación máxima de 10 mm en un solo envase o manojos
	Violeta/verde y verde	3 mm	Variación máxima de 8 mm en un solo envase o manojos sencillos	
II	Blanco y violeta	8 mm	No existen disposiciones en cuanto a la homogeneidad	
	Violeta/verde y verde	3 mm	No existen disposiciones en cuanto a la homogeneidad	

4. Disposiciones sobre Tolerancias

En cada envase se permitirán tolerancias de calidad y calibre para los productos que no satisfagan los requisitos de la categoría indicada.

4.1 Tolerancia de Calidad

4.1.1. Categoría "Extran"

El cinco por ciento en un número o en peso de los turiones que no satisfagan los requisitos de esa categoría, pero que satisfaga los de la Categoría I o, excepcionalmente, que o superen las tolerancias establecidas para esta última, o que tengan ligeras grietas no cicatrizadas posteriores a la recolección.

4.1.2. Categoría I

El diez por ciento en número o en peso de los turiones que no satisfagan los requisitos de esta categoría, pero que satisfagan los de la categoría II o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta óptima, o que tengan ligeras grietas no cicatrizadas posteriores a la recolección.

4.1.3. Categoría II

El diez por ciento en número o en peso de los turiones que no satisfagan los requisitos de esa categoría no los requisitos mínimos, a excepción de los turiones afectados por podredumbre o cualquier otra alteración que haga que no sean aptos para el consumo.

Además, podrá permitirse el diez por ciento en número o en peso de turiones huecos o turiones que presenten grietas muy ligeras debidas al lavado. En ningún caso podrá haber más del 15 por ciento de turiones huecos en cada envase o manajo.

4.2. Tolerancias de Calibre

Para todas las categorías, el diez por ciento en número o en peso de los turiones que no correspondan al calibre indicado ni a los límites de longitud especificados, con una desviación máxima de 41 cm de longitud y de 2 mm de diámetro.

5. Disposiciones sobre la Presentación

5.1. Homogeneidad

El contenido de cada envase o de cada manajo de un mismo envase deberá ser homogéneo y estar constituido únicamente por espárragos del mismo origen, calidad, grupo de color y calibre (si están clasificados por calibre).

No obstante, por lo que respecta al color, podrán permitirse turiones de un grupo de color diferente dentro de los límites siguientes:

- a) espárragos blancos: 10 por ciento en número o en peso de espárragos violetas en las categorías "Extra" y I, y 15 por ciento en la Categoría II;
- b) espárragos violetas, violetas/verdes y verdes: 10 por ciento en número o en peso de espárragos de otro grupo de color.

En el caso de la Categoría II se permite una mezcla de espárragos blancos y violetas, siempre que se indique adecuadamente. La parte visible del contenido del envase o manojos deberá ser representativa de todo el contenido.

5.2. Envasado.

Los espárragos deberán envasarse de manera que el producto quede debidamente protegido.

El material utilizado en el interior de los envases deberá ser nuevo, estar limpio y ser de calidad tal que impida que se provoquen daños internos o externos al producto. Se permite el uso de materiales, en particular papel y sellos con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxicos. Los envases deberán estar exentos de toda materia extraña.

Los espárragos deberán comercializarse en envases que se ajusten al Código Internacional de Prácticas Recomendado para el Envasado y Transporte de Frutas y Hortalizas Frescas (CAC/RCP 44-1995).

5.3. Formas de Presentación

Los espárragos podrán presentarse:

- i) En manojos firmemente sujetos.

Los turiones de la parte externa de cada manojos deberán corresponder, en cuanto al aspecto y diámetro, al promedio de todo el manojos.

En la categoría "Extra", los turiones de espárragos presentados en manojos deberán ser de la misma longitud.

Los manojos deberán disponerse uniformemente en el envase, y cada manojos podrá estar protegido por un papel.

Los manojos de un mismo envase deberán ser del mismo peso.

- ii) Dispuestos ordenadamente, pero no presentados en manojos en el envase.

6. Marcado y Etiquetado

6.1. Envases destinados al Consumidor Final

Para fines de esta Norma, esto incluye el material recuperado de calidad alimentaria

Además de los requisitos especificados en la Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985, Rev. 1-1991), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

6.1.1. Naturaleza del Producto

Si el producto no es visible desde el exterior, cada envase deberá etiquetarse con el nombre del producto y, facultativamente, con el de la variedad.

6.2. Envases no destinados a la Venta al por Menor

Cada envase deberá llevar la información que se indica a continuación, agrupada en el mismo lado, marcada de forma legible e indeleble y visible desde el exterior, o bien en los documentos que acompañen al envío

6.2.1. Identificación

Nombre y dirección del exportador, envasador y/o expedidor. Código de identificación (facultativo) 12.

6.2.2. Naturaleza del Producto

El término "Espárragos", seguido de la indicación "blancos", "verdes", "violetas", o "violetas/verdes" si el contenido del envase no es visible desde el exterior y, cuando proceda, la indicación "cortos" o "puntas" o "mezcla de blancos y violetas".

6.2.3. Origen del Producto

País de origen y, facultativamente, nombre del lugar, distrito o región de producción.

6.2.4. Descripción Comercial

Categoría

Calibre

- a) expresado en diámetros mínimo y máximo para los espárrago sujetos a normas de homogeneidad;
- b) expresado en diámetro mínimo, seguido del diámetro máximo o de la expresión "o más" para os espárragos no sujetos a normas de homogeneidad.

Para los espárragos presentados en manojos o en envase unitarios, número de manojos o de envases unitarios.

6.2.4. Marca de Inspección Oficial (facultativo)

7. Contaminantes

7.1. Metales Pesados

Los espárragos no deberán exceder los niveles máximos para metales pesados establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

7.2. Residuos de Plaguicidas

Los espárragos no deberán exceder los límites máximos para residuos de plaguicidas establecidos pro la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

8. Higiene

- 8.1. Se recomienda que los productos regulados por las disposiciones de la presente norma se preparen y manipulen de conformidad con las secciones apropiadas del Código Internacional Recomendado del Prácticas -Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969, Rev. 3-1997), y otros textos del Codex pertinentes, como los Códigos de Prácticas y Códigos de Prácticas de Higiene.

Los productos deberán cumplir los requisitos microbiológicos establecidos de acuerdo con los Principios para el Establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos a los Alimentos. (CAC/GL 21-1997).