

Universidad Politécnica de Cartagena

MÍNIMO PROCESADO EN
BRÓCOLI Y COLIFLOR.

María Luisa Fernández Talavera.
María Teresa Ruiz León

3º ITA, especialidad industrias agrarias y alimentarias.

Año académico 2007/2008

ÍNDICE

- 1.- Introducción.
- 2.- Características del brócoli y la coliflor.
 - 2.1- Características del brócoli.
 - 2.2- Características de la coliflor.
- 3.- Proceso de elaboración de brócoli y coliflor como productos mínimamente procesados.
 - 3.1- Recolección de materias primas.
 - 3.2- Transporte
 - 3.3- Prerrefrigeración y conservación frigorífica.
 - 3.4- Selección y clasificación
 - 3.5- Lavado y desinfección del material vegetal entero
 - 3.6- Eliminación del tallo y cortado.
 - 3.7- Lavado y desinfección del producto cortado
 - 3.8- Enjuagado
 - 3.9- Pesado
 - 3.10- Mezclado y secado
 - 3.11- Envasado en atmósfera modificada.
 - 3.12- Conservación frigorífica. Control de calidad.
 - 3.13- Expedición y transporte frigorífico
 - 3.14- Comercialización bajo refrigeración
 - 3.15- Consumo
- 4.- Resumen
- 5.- Bibliografía

1.- INTRODUCCIÓN

El brócoli y la coliflor, pertenecen a la especie *Brassica oleracea*.

El consumo de éstas probablemente se inició en el norte de Europa, unos 5000 años a.C. Los primeros inicios de cultivo los ofrece los Rasena o Etruscos en la península Itálica, unos 800 años a.C.

El brócoli y la coliflor actuales son unas hortalizas modernas y en plena expansión. En términos generales, tanto la superficie de brócoli cultivada como el consumo aumentan por todo el mundo. En España el consumo de productos hortícolas mínimamente procesados o frescos-cortados ha aumentado en los últimos años debido al actual ritmo de vida, la incorporación de la mujer al mercado laboral los nuevos hábitos familiares de compra, la progresiva exigencia por los consumidores de productos naturales, frescos, no tratados, sin aditivos y de elevado valor nutritivo y dispuestos para el consumo, así como el requisito de que sean higiénicos. También influye el ahorro de tiempo para la preparación doméstica y la creciente preocupación de las personas por tener una alimentación saludable. En efecto, el consumo de cantidades importantes de productos hortícolas y derivados parece ser uno de los factores más importantes que determina nuestra salud y bienestar, ejerciendo un papel beneficioso en la prevención de enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer. En particular, tanto el brócoli como la coliflor contienen sustancias anticancerígenas. (“Abances tecnológicos en el procesado mínimo hortofrutícola”2007, Alfonso A.Gradea Béjar, et al)

El procesado mínimo es un método de preparación de los alimentos vegetales frescos que sirve para facilitar su consumo, manteniendo el nivel inicial de calidad, evitando los diferentes mecanismos de alteración y prolongando su vida útil. Este proceso también es conocido con los nombres de IV gama, productos listos para consumir, pre-cortados, ligeramente procesados o recién cortados. El objetivo de esta elaboración es proporcionar al consumidor un producto frutícola u hortícola muy parecido al fresco, con una vida útil lo más prolongada posible y, al mismo tiempo, garantizar su seguridad de los mismos, manteniendo una sólida calidad nutricional y sensorial.

En España el procesado mínimo fue introducido hacia los años 80 en Navarra y ha ido adquiriendo cada vez más importancia, extendiéndose a otras zonas típicas de producción hortícola como Murcia, Comunidad Valenciana, Andalucía y Cataluña. Estos productos son muy demandados por empresas de catering y restaurantes, tanto de comidas rápidas y preparadas, como de elevada categoría, para comedores de empresas, centros de enseñanza, hospitales o cuarteles y cada vez más propio de los hogares. (Lobo et al. 2000)

Según Artés et al. (2005) la producción española está orientada en aproximadamente un 60% a lechugas de ensalada, un 17% a mezclas de lechuga y otras hortalizas para ensaladas (incluyendo col lombarda, zanahoria rallada, canónigos, escarolas, etc.), 7 % a espinaca, 3% acelga y zanahoria rallada, 1% cebolla, pimiento, puerro, mezcla para sopas, brotes, apio, coles de bruselas y brásicas (coliflor, brócoli y romanescO) y 2% otros entre los que destacan las hortalizas de pequeño tamaño y sabor intenso que se suelen denominar mini (zanahorias, rabanitos, tomate cherry,etc).

El consumo de coliflor y brócoli como productos mínimamente procesados se haya en un 1%, como hemos indicado, aunque se prevé un aumento considerable de estas dos tipos de Brassicas.

2.-CARACTERÍSTICAS DEL BRÓCOLI Y LA COLIFLOR

2.1 Características del brócoli.

El órgano de consumo de brócoli corresponde a la inflorescencia tipo corimbo compuesto, desarrollada a partir de la yema apical del tallo principal. El corimbo central está constituido por numerosos primordios florales sostenidos en pedicelos, que a su vez se disponen sobre pedúnculos suculentos. Estos elementos corresponden fisiológica y morfológicamente a estadios florales iniciales a diferencia de la coliflor. Su forma y tamaño son similares a la pella de la coliflor, pero su color es verde y presenta una compactación menor. (Adaptado de Gebhardt y Matthews, 1988).

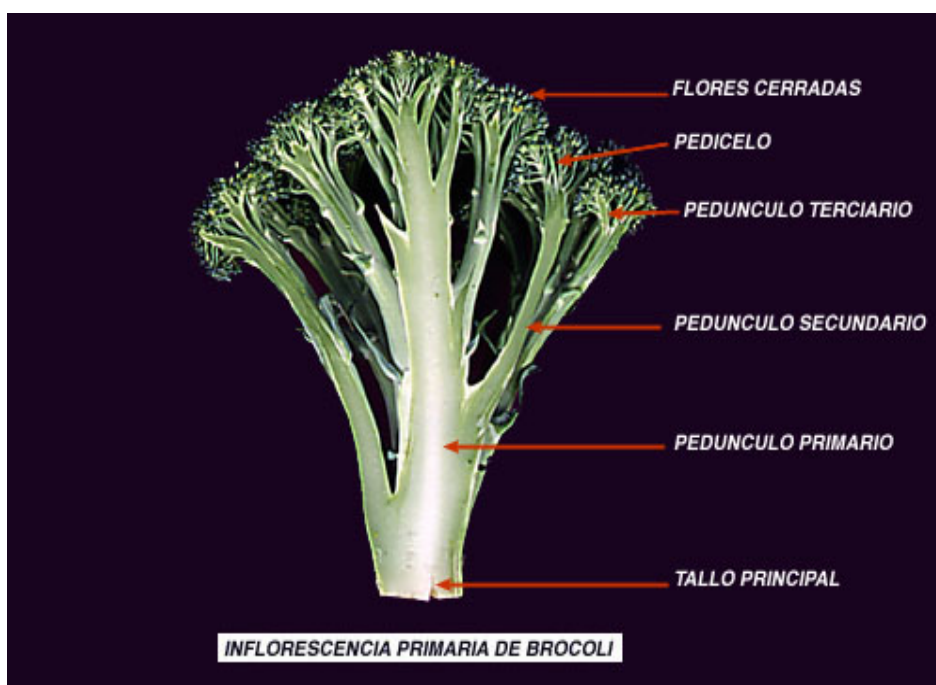


FOTO 1. Inflorescencia primaria del brócoli.
<http://www.puc.cl/>

El brócoli ha sido calificado como la hortaliza de mayor valor nutritivo por unidad de peso de producto comestible. Su aporte de vitaminas, principalmente C, B₂ (riboflavina) y provitamina A, es elevado; además suministra cantidades significativas de minerales como Ca, K y especialmente P, como se aprecia en la tabla 1. Adicionalmente, en el último tiempo se han determinado una serie de compuestos, entre los que destaca el sulforafano que se halla en el brócoli de forma natural en altas concentraciones. Según un estudio desarrollado por investigadores de la Universidad de Johns Hopkins (EE:UU.) y del Centro de Investigación y Científica Nacional de Francia la bacteria *Helicobacter* responsable de muchos cánceres de estómago y úlceras podría ser eliminada mediante la ingestión de hortalizas que contienen esta sustancia; razón que justifica el creciente interés en su consumo y cultivo, tanto como producto fresco como congelado, e incluso como deshidratado.

Valor nutricional del brócoli por 100 g de producto comestible	
Proteínas (g)	5.45
Lípidos (g)	0.3
Glúcidos (g)	4.86
Vitamina A (U.I.)	3.500
Vitamina B ₁ (mg)	100
Vitamina B ₂ (mg)	210
Vitamina C (mg)	118
Calcio (mg)	130
Fósforo (mg)	76
Hierro (mg)	1.3
Calorías (cal)	42-32

www.infoagro.com

2.2. Características de la coliflor

La está compuesta por una cabeza blanca, (si tiene manchas pardas, inflorescencias separadas o partes blandas en la masa, significa que está senescente) denominada masa, que es la única parte comestible, rodeada de gruesas hojas verdes. Su tamaño puede alcanzar los 30 cm de diámetro y puede llegar a pesar más de 2 kg. El color de la masa puede ser blanco amarillento, verde o violeta según la variedad cultivada. Tiene un sabor suave y, en ocasiones, ligeramente dulzón.

El principal componente de la coliflor es el agua y es un alimento de escaso aporte calórico ya que presenta un bajo contenido de hidratos de carbono, proteínas y grasas. Sin embargo se la considera una buena fuente de fibra dietética, vitamina B₆, ácido fólico, vitamina B₅, así como pequeñas cantidades de otras vitamina del grupo B, (como la B₁, B₂ y B₃), minerales (sobre todo potasio y fósforo) y presentan elevados contenidos en glucosinolatos, especialmente isotiocianato de alilo y butilo, y/o vinil-tio-oxazilina. (Tabla 2).

La coliflor tiene propiedades diuréticas, debido a su elevado contenido en agua y K y bajo aporte de Na. El consumo de esta hortaliza favorece la eliminación del exceso de líquidos del organismo y resulta beneficiosa en caso de hipertensión, retención de líquidos y oliguria (producción escasa de orina). Uno de los principales inconvenientes de su ingesta es que provoca flatulencia. Sin embargo, la coliflor se digiere mejor que el resto de las coles, por lo que su consumo no ha de estar necesariamente restringido en aquellas personas con trastornos digestivos como gastritis, úlcera o digestiones difíciles.

Valor nutricional de la coliflor en 100 g de sustancia	
Agua (%)	92
Energía (kcal)	24
Proteína (g)	2.0
Grasa (g)	0.2
Carbohidratos (g)	4.9
Fibra (g)	0.9
Calcio (mg)	29
Fósforo (mg)	46
Hierro (mg)	0.6
Sodio (mg)	15
Potasio (mg)	355
Vitamina A (U.I.)	16
Tiamina (mg)	0.08
Riboflavina (mg)	0.06
Niacina (mg)	0.63
Ácido ascórbico (mg)	71.5
Vitamina B ₆ (mg)	0.23

www.infoagro.com



FOTO 2. Coliflor. www.wikipedia.com

3.- PROCESO DE ELABORACIÓN DE BRÓCOLI Y COLIFLOR COMO PRODUCTOS MÍNIMAMENTE PROCESADOS.

Seguidamente se presenta el diagrama de flujo para la preparación de brócoli y coliflor mínimamente procesadas en fresco.



Fuente: Artés, 2000 y Artés Hdez, 2000

3.1. Recolección de materias primas

Los brócolis deben cosecharse con el número de hojas exteriores necesario para su protección; en el caso de los brócoli y coliflores de pella conviene que estén lo más cubiertos posible. Sin embargo, actualmente la recolección se hace a pella desnuda. Ésta comienza cuando la longitud del tallo alcanza 5 ó 6 cm, posteriormente se van recolectando a medida que se van produciendo los rebrotes de inflorescencias laterales. El brócoli de buena calidad debe tener las inflorescencias cerradas y de color verde oscuro brillante, compacta (firme a la presión de la mano) y el tallo bien cortado y de la longitud requerida. (Infoagro.com).

Las producciones varían según se trate de brócolis ahijados o de pella, además del tipo de variedad.

La recolección se debe efectuar rápidamente y en las horas más frescas de la mañana, para evitar la deshidratación; el período ideal de cosecha de las inflorescencias con condiciones óptimas de calidad es muy breve (2 días), después del cual la calidad se reduce, las yemas florales se abren mostrando pétalos de color amarillo y se aflojan las cabezas. Para mantener la calidad de cosecha se pueden sumergir las cabezas en agua bien fría mezclada con hielo o colocar hielo en escamas sobre las pellas. Se debe almacenar a 0° y a una humedad relativa entre 90-98%. (Infoagro.com e Hispbista.com)

3.2. Transporte

El método para el transporte de los productos está determinado por la distancia, la perecibilidad y el valor del producto. Cualquiera que sea el método de transporte utilizado, hay que seguir unos pasos comunes a todas las hortalizas: La carga y descarga deben ser cuidadosas; la duración del viaje debe ser lo más corta posible; el producto debe protegerse bien en relación a su susceptibilidad al daño físico; debe evitarse el sobrecalentamiento y movimientos bruscos; debe evitarse la pérdida de agua del producto; una vez alcanzadas las condiciones de conservación requeridas, éstas deben mantenerse constantes, en particular en lo referente a la temperatura, humedad relativa y circulación de aire. (Artes 2007 y página Infoagro.com)

3.3. Prerrefrigeración y conservación frigorífica.

Antes del transporte se realiza una prerrefrigeración de los productos para disminuir la actividad fisiológica de los órganos vegetales y prolongar su vida útil. La técnica más apropiada para las hortalizas que nos ocupan es mediante hielo troceado; normalmente con hielo en escamas del 30-50% del producto a refrigerar. Estas escamas se depositan en la parte superior del embalaje o por capas. (Artés 2007).

Además otras técnicas de prerrefrigeración sugeridas son:

- Por aire frío: Consiste en hacer circular aire frío a gran velocidad, en una cámara especialmente diseñada y adaptada para ello que contiene los productos.
- Agua fría o hidrogenfriamiento: Aplicación mediante aspersion o inundación o inmersión de agua normalmente próxima a los 0°C.

- bajo vacío (para coliflor especialmente): Consiste en aprovechar el enfriamiento producido por la evaporación de una pequeña proporción del agua de constitución del producto. Tiene lugar a una bajas temperatura y presión.

La refrigeración es muy importante para conservar el producto en óptimas condiciones de calidad. Como se ha dicho, se requiere 0°C y una humedad relativa del 90 al 98% para optimizar la vida de almacenamiento. El brócoli almacenado a 5°C puede tener una vida útil de 14 días, pero sólo se conserva 5 días si se almacena a 10°C. (F. Artés Hernández, 2000).

3.4. Selección y clasificación

Para poder seguir en forma óptima con los distintos procesos del brócoli y la coliflor, se llevará a cabo una selección donde se descarten las unidades con anomalías y se agrupen las piezas aptas comercialmente por criterios de homogeneidad.

Para el brócoli, se elegirán las cabezas compactas, firmes formadas por floretes pequeños, donde ninguno se encuentre abierto deje ver la flor amarilla. Evitar cabezas con racimos de floretes hinchados o abiertos, color verde amarillento o con signos de sobremadurez. (nfoagro.com)

En cuanto a la coliflor estas se seleccionan por tamaños y grado de compactación de la cabeza o inflorescencia. Cabezas maduras tienen al menos 15 cm de diámetro. Las partes florales protuberantes o sueltas crean una apariencia granulosa y son señal de sobremadurez. (Infoagro.com)

3.5. Lavado y desinfección del material vegetal entero.

Este lavado se realizará para quitar la suciedad que pueda traer de los procesos anteriores, sobre todo de la recolección y porque esta suciedad también puede tener consecuencias en el proceso de cortado. Este lavado no hace falta que sea muy severo, ya que después se realizará una desinfección con más severidad. (Infoagro.com y “Abances tecnológicos en el procesado mínimo hortofrutícola”2007), Alfonso A.Gradea Béjar, et al.

3.6. Eliminación del tallo y cortado.

Esta etapa se realiza de forma manual en la que se elimina en el caso del brócoli, parte del tallo dejando la pella que es la parte más importante. En el la coliflor se eliminan las hojas para poder llevar a cabo los siguientes pasos.

Esta etapa es una de las más importantes en la preparación ya que la concentración de los glucosinalatos en el brócoli se reduce de forma significativa en esta fase debido a la ruptura de las membranas celulares, poniéndose en contacto la enzima mirosinasa con los glucosinalatos que se hidrolizan dando lugar a distintos compuestos como los isiocianatos, nitrilos y tiocianatos. (Congreso Iberoamericano de tecnología postcosecha y agroexportaciones, 2007) Alfonso A.Gradea Béjar, et al.

Pero se ha podido observar que la acción de eliminar parte del tallo en la elaboración del productoda lugar a un aumento significativo en la concentración de glucosinalatos. Este incremento es debido al mayor porcentaje de inflorescencias en el producto cortado, donde los glucosinalatos se concentran de forma significativa, aunque se

encuentran distribuidos por toda la planta. (Congreso Iberoamericano de tecnología postcosecha y agroexportaciones, 2007), Alfonso A. Gradea Béjar, et al.

El contenido de ácido ascórbico también disminuye con este proceso aunque depende de la variedad.

3.7. Lavado y desinfección del producto cortado

El lavado de las hortalizas con agua limpia y potable elimina muchos contaminantes superficiales indeseables. La desinfección es un proceso esencial para la venta; son lavadas para quitar residuos, o reducir la pudrición en superficies dañadas o cortadas durante la cosecha. El agua de lavado para la mayoría de las hortalizas debería mantenerse entre 75-150 ppm. El hipoclorito sódico es bastante económico. La tabla 3 señala la cantidad de hipoclorito a añadir al agua limpia para la desinfección. Hay que mantener un pH entorno a 6,5-7,5.

ppm deseado	mL por Litro
Cloro (5.25%)	
75	1.43
100	1.9
125	2.4
150	2.9
Polvo (25%)	
75	0.3
100	0.4
125	0.5
150	0.6

Tabla 3. Cantidad de hipoclorito a añadir a agua limpia y sin material suspendida para desinfección.
<http://ucgaps.ucdavis.edu/>

Las concentraciones efectivas de cloro son reducidas por la temperatura, la luz, y la interacción con suelos y restos orgánicos. El agua de lavado debería ser examinada a intervalos con un equipo de control, tiras indicadoras, o un equipo de identificación del color. Las concentraciones excediendo 200 ppm pueden dañar algunas hortalizas (como las hojas frescas) o dejar sabores indeseables.

3.8. Enjuagado

El tratamiento con los agentes anteriormente expuestos debe continuar con un enjuague con agua limpia para eliminar cualquier residuo.

Si no se realiza correctamente este paso, los restos de cloro que han quedado tras el lavado se combinarían con la saliva del consumidor, dando lugar a compuestos denominados cloraminas que provocan alergias en algún caso. Por ello, es probable que próximamente se prohíba la utilización de este método.(Infoagro.es)

3.9 Secado.

Este paso tiene la finalidad de eliminarle el agua que pueda quedar de su desinfección y enjuague ya que puede llevar a cabo un crecimiento microbiano indeseable. Las técnicas de secado pueden ser diferentes siendo el centrifugado la más común y el secado por aire frío.

El almacenamiento del producto " seco " es un factor importante en la extensión de la vida útil de los productos mínimamente procesado. (Infoagro.com)

3.10. Mezclado y pesado.

Este paso es opcional ya que si no lo vamos a mezclar con otros productos, no se llevaría acabo. A veces se mezclan los productos de los que estamos hablando y entonces se procedería a realizar juntos el envasado.

3.11. Envasado en atmósfera modificada.

Como los productos vegetales continúan vivos tras la recolección y manifiestan procesos metabólicos de respiración, transpiración, maduración y senescencia hay que optimizar su aprovechamiento económico; por ello se debe regular su vida útil para adaptarla a las exigencias comerciales. Por este motivo se utilizan técnicas de envasado en atmósfera modificada bajo polímeros plásticos con permeabilidad selectiva, con bajas concentraciones de O₂ y elevadas de CO₂.

Los efectos favorables sobre estos productos de que la atmósfera modificada contenga baja concentración de O₂ son: frenado de la actividad respiratoria y el calor desprendido en la respiración, mayor duración de la conservación, frenado de la maduración, de la degradación de la clorofila y del metabolismo de azúcares, proteínas, lípidos, ácidos,..., disminución de la biosíntesis del etileno (C₂H₄) y compuestos aromáticos, reducción del pardeamiento enzimático y de algunos daños por frío y a muy bajas concentraciones menor desarrollo de algunos hongos fitopatógenos. (Artés, 2007).

No se debe llegar a límites inferiores de concentraciones de O₂ tolerables por el brócoli (1-2 kPa) y coliflor (3-5 kPa) ya que puede causarle efectos desfavorables.

Los efectos favorables de una elevada concentración de CO₂ en la atmósfera modificada sobre ambos productos pueden ser, el frenado de los procesos de maduración manteniendo la textura con menor ablandamiento.

La siguiente tabla 4 muestra las características que debe tener la atmósfera modificada para la conservación de brócoli y coliflor a una HR generalmente del 90-95%. Esta atmósfera modificada óptima puede variar con la variedad, la temperatura y la duración.

Tabla 4. Temperatura, composiciones gaseosas para las atmósferas de equilibrio, duración de la conservación y aplicación industrial del envasado en atmósfera modificada para brócoli y coliflor.

PRODUCTO	T ^a ÓPTIMA (°C)	RANGO MÁX (°C)	O ₂ (KPa)	CO ₂ (KPa)	DURACIÓN MÁXIMA (Días)	APLICACIÓN INDUSTRIAL
Brócoli	0	0-4	1-2	5-10	10-14	Elevada
Coliflor	0	0-4	3-5	2-4	21-35	Media- escasa

Artés, 2006.

Por otro lado, el brócoli y la coliflor son sensibles al etileno presente en el ambiente postcosecha, por lo que su envasado y almacenamiento no debe ser con hortalizas que produzcan este compuesto. El amarillamiento de los floretes es el síntoma más común. La presencia de 2 ppm de etileno a 10°C reduce la vida útil en 50%.

El compuesto volátil 1-metilciclopropeno (1-MCP) es un potente inhibidor del etileno. Esta sustancia se liga a los sitios receptores del etileno reduciendo y retrasando la maduración del producto. Un estudio de Yamathisa et al. (2006) sobre el embalaje de brócoli mínimamente procesado con 1-MCP tuvo como resultado que el color y la textura del producto procesado seguía siendo similar a los del producto intacto. Envasaron brócoli mínimamente procesado con 1-MCP y cubierto con una película de almidón biodegradable; lo almacenaron durante 8 días a 12°C y después de este tiempo el color y la textura seguían siendo similares al producto en fresco y no se había desarrollado ningún olor extraño. El envasado activo junto con el 1-MCP fue eficiente en el aumento de la vida útil del brócoli, retrasando el amarilleamiento y la pérdida de vitamina C.

Para el envase de estos productos se pueden utilizar bolsas, bandejas recubiertas por una película y tarrinas. Este envase protegerá a los productos desde el momento y lugar de fabricación hasta el de consumo. También evitará la pérdida de calidad del alimento, protegiéndolo de la contaminación ambiental y facilitando su transporte, manipulación, almacenamiento y comercialización. Este envase poseerá las condiciones más adecuadas para maximizar la vida útil de ambos productos y para ello se deben seleccionar los polímeros adecuados.

Los polímeros que podemos utilizar pueden ser polietileno de baja densidad, polipropileno, poliestireno, acetato de celulosa, cloruro de polivinilo (PVC), policarbonato y etilcelulosa. La elección de uno u otro dependerá de las condiciones a las que se quiera mantener el producto. (Artés, 2006)

3.12 Conservación frigorífica. Control de calidad.

La conservación a temperaturas inferiores a 4°C combinada con el envasado bajo atmósfera modificada (1-2% O₂ y 5-10% CO₂), es la mejor herramienta para conservar la calidad global de los floretes de brócoli cortados y mantener los niveles iniciales de compuestos bioactivos como la vitamina C y los glucosinatos. (Infoagro.com)

3.13. Expedición y transporte frigorífico.

Los productos hortícolas mínimamente procesados se transportan hasta el mercado de destino en condiciones que aseguren la continuidad de la cadena de frío.

La distribución se realiza habitualmente en camión. Los vehículos deben ser frigoríficos.

3.14 Comercialización bajo refrigeración.

La comercialización se debe realizar manteniendo la cadena de frío que el producto ha seguido durante todo el proceso desde la recolección. Se mantendrá en refrigeración hasta el momento de su consumo.

3.15 Consumo

El consumidor mantendrá el envase en refrigeración hasta su consumo. Como máximo lo podrá tener en el frigorífico 3 días tras la apertura del envase, aunque es recomendable su utilización en el mismo día.



Foto 3. Bowl de brócoli y coliflor mínimamente procesados. Kernelexport.

4.- RESUMEN

Lo que se pretende con el procesado mínimo de estos productos es fomentar el consumo de hortalizas, ya que son beneficiosas para la salud. Y también que este tipo de productos sean más habituales cada día ya que debido a las condiciones actuales y a los hábitos de las personas cada día tienen menos tiempo para dedicarlo en la cocina y este es un producto fácil de preparar y de comer en cualquier lugar.

Además los distintos de envases nos facilitan poder comer distintos productos conservados en el mismo envase. También se pretende fomentar que los más jóvenes los coman, dándole formas y jugando con las maneras de envasarlos.

Con este proceso también mejoramos la duración del producto ya que una vez abierto puede durar entre 2 y 3 días.

5.- BIBLIOGRAFIA

- Estado actual de los productos minimamente procesados en España. (Instituto Canario de Investigaciones Agrarias), M. Gloria Lobo y Mónica González.
- El envasado en atmósfera modificada mejora la calidad de consumo de los productos hortofrutícolas intactos y minimamente procesados en fresco. Francisco Artes, 2006.
- www.infoagro.com
- Artés, F. 2007. Apuntes de Tecnología de la post-recolección. UPCT. Policopiado.
- www.fao.org
- Yamashita et al.? Embalaje para brócoli minimamente procesado en bolsas biodegradables con 1-MCP, 2006