

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE
EN
VEGETALES
DE
CUARTA GAMA

M^a Amparo Rocafull Llopis

Helena Pilan Gómez

UPV.ETSMRE

ITA Industrias.Curso 3º

Valencia, Enero 2008

INDICE

- 1.-Resumen.
- 2.-¿Qué se entiende por “cuarta gama”?.
- 3.-Situación de la cuarta gama en Europa y España.
- 4.-Los antioxidantes y sus beneficios para la salud.
 - Vitamina C
 - Vitamina E
 - Carotenoides
 - Polifenoles
- 5.-Etapas de procesado de vegetales de IV gama que afectan a las sustancias antioxidantes y su posible solución.
 - 5.1.-Lechuga
 - 5.2. -Limón
 - 5.3. -Mango
 - 5.4.-Melón
- 6.-Conclusiones
- 7.Bibliografía
- 8.Anexos

1.RESUMEN

El desarrollo de nuevas tecnologías ha permitido ofrecer a los consumidores vegetales de IV gama. Son productos mínimamente procesados, listos para consumir y con características similares a los productos frescos.

Debido a los hábitos de vida actuales, la industria de IV gama se encuentra en un crecimiento continuo.

Los vegetales no sólo proporcionan nutrientes(hidratos de carbono, proteínas, vitaminas) sino que además poseen sustancias antioxidantes, con efecto beneficioso para la salud y la prevención de enfermedades crónico-degenerativas.

Se desconoce como el procesado de IV gama afecta a la composición nutricional y al potencial antioxidante de los vegetales.

En la actualidad, los estudios en esta materia no han sido muy significativos. Se han encontrado estudios que se basan en la aplicación de técnicas como la irradiación, atmósferas modificadas, shocks térmicos...cuyo objetivo es la conservación o potenciación del contenido en antioxidantes de determinados vegetales. Por lo que sería interesante su aplicación en la industria de IV gama, para conservar el potencial antioxidante y las propiedades beneficiosas de sus productos.

2.¿QUÉ SE ENTIENDE POR “CUARTA GAMA”?

El consumo de productos de frutas y verduras frescas cortadas es una tendencia que se encuentra en gran expansión. Son productos mínimamente procesados que persiguen el objetivo de proporcionar al consumidor un alimento listo para consumir y con características similares a los productos frescos. Los consumidores esperan que estos productos estén libres de defectos, que tengan un grado de madurez óptimo y que posean una elevada calidad organoléptica y nutricional, junto a una garantizada seguridad higiénica (Watada y Qi et al., 1999).

El procesado mínimo comprende distintas operaciones unitarias que, de forma general, se pueden resumir en las siguientes: selección de la materia prima a procesar, elección del grado de madurez óptimo, clasificación, acondicionamiento, lavado del producto entero, deshojado, pelado, deshuesado, cortado, lavado y desinfectado. Una vez los productos se procesan, se empaquetan en bolsas selladas o en bandejas cubiertas

con plásticos, con o sin atmósfera modificada para, posteriormente, ser almacenados y transportados bajo refrigeración. (Wiley, 1994; Gorris y Peppelenbos et al., 1999).

Estos productos son más perecederos que los productos intactos de los que proceden siendo, en general, su vida útil entre siete y diez días. Las modificaciones de calidad más importantes que sufren se deben a la presencia de superficies cortadas y tejidos dañados, a que dicho proceso no puede asegurar la esterilización o estabilidad microbiológica del producto y a que, su metabolismo sigue estando activo (Orsat et al., 2001). Así, las reacciones de degradación que se producen afectan a las cualidades organolépticas como el color, firmeza, aroma, sabor y valor nutricional haciéndolas más susceptibles a perder su calidad higiénico-sanitaria. (Lobo y González et al., 2006).

3.SITUACIÓN DE LA CUARTA GAMA EN EUROPA Y ESPAÑA.

A finales de los 80 llegan a Europa, desde América, nuevos formatos y presentaciones en el mercado de los vegetales frescos. Los factores de éxito y desarrollo de este tipo de productos se atribuyen a tanto a factores sociológicos (incorporación de la mujer al mundo laboral, menos tiempo en la cocina, etc); nuevos hábitos alimenticios (comienza la era de alimentos “100% útiles e industrializados” a la vez que frescos y saludables); disponibilidad de productos durante todo el año, especialmente en el sector de la restauración, ya que se precisan productos todo el año para que se mantengan las características y formatos de los mismos (www.postcosecha.com).

Las características inherentes al consumo de la cuarta gama implican que de este tipo de productos, es más elevado en los países desarrollados con un alto poder adquisitivo y especialmente en el medio urbano. Mientras que un norteamericano medio llega a consumir hasta 30 kilos de productos elaborados en cuarta gama, la media europea es de 3 kilos por persona y año. Sin embargo, las diferencias son sustanciales dentro del “viejo continente” : en el Reino Unido se llega a los doce kilos por habitante y año, Francia ocupa la segunda posición y consume la mitad que su vecino, seis kilos per cápita. Italia, alrededor de cuatro. (Anexo I – Gráfico 1).

Otros países donde la cuarta gama está bien implantada, aunque distanciados de los anteriores son: Bélgica, Holanda, y Alemania. En España esta cifra se sitúa entre un kilo y medio y un kilo. Los países del este europeo, con economías cada vez mejor situadas, comienzan a tener un gran desarrollo en este segmento; aspecto que no ha pasado desapercibido para los grandes holdings internacionales(www.fruittoday.com).

El crecimiento del sector de IV Gama en España ha sido el siguiente (www.consumer.com):

- En 2005 el volumen de frutas y hortalizas comercializadas ascendió a 44.598 toneladas, lo que supuso un crecimiento de mercado de un 20% con respecto al año anterior.
- En 2006 se comercializaron 53.465 toneladas de las cuales las hortalizas fueron las más vendidas (53.446 t) frente a las frutas (19 t) , lo que supuso un volumen de negocio estimado en más de 200 millones de euros.

4.LOS ANTIOXIDANTES Y SUS BENEFICIOS PARA LA SALUD

Hoy en día nos encontramos inmersos en un cambio en el concepto de alimento y en la forma de alimentarnos. Además se están reconociendo las propiedades nutritivas y sensoriales de los alimentos como agentes protectores para la salud (Arvanitoyannis y Houwelingen-Koukaliaroglou et al., 2005).

Entre estos agentes protectores cabe destacar a los antioxidantes naturales (polifenoles, tocoferoles, carotenoides y vitamina C) muy presentes en la dieta Mediterránea, puesto que ésta es especialmente rica en el consumo de frutas y verduras (Saura-Calixto y Goñi et al., 2004).

Estudios específicos en sistemas de cultivos celulares y modelos animales proporcionan información valiosa sobre los mecanismos por los cuales una dieta alta en frutas y hortalizas puede disminuir los riesgos de enfermedades crónicas en humanos (Lampe et al.,1999).

Los componentes bioactivos con actividad antioxidante presentes en frutas y vegetales son:

Vitamina C

Es el antioxidante hidrosoluble más importante en la defensa contra el estrés oxidativo. Más del 85% de la vitamina C es proporcionada por las frutas y vegetales. La vitamina C incluye el ácido ascórbico y su producto de oxidación el ácido dehidroascórbico, que desempeña múltiples funciones fisiológicas en el organismo (Davey et al,2000; Lee y Kader et al., 2000). La vitamina C reduce los niveles de proteína C-reactiva (CRP), un marcador de inflamación y posible predictor de enfermedades cardiovasculares (Block et al , 2004).

Vitamina E

Pertenece al grupo de los antioxidantes liposolubles, se presenta en forma de tocoferoles y tocotrienoles. La forma de α -tocoferol es la estructura que predomina en los alimentos de origen vegetal. El contenido en vitamina E en frutas es bastante bajo. Aguacate, mango, kiwi y papaya destacan como principales fuentes de esta vitamina (Cano et al., 2005).

La vitamina E previene y controla reacciones de oxidación en los tejidos, protegiendo al organismo de enfermedades degenerativas (Bramley et al.,2000), particularmente en aquellas de tipo cardiovascular, debido a la inhibición de la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL ;Stampfer y Rimm et al.,1995).

Carotenoides

Su interés es debido a la actividad provitamínica-A de algunos de ellos (β - caroteno, α -caroteno, β -criptoxantina). Estos carotenoides con esta actividad han sido considerados como antioxidantes. Su estructura de dobles enlaces actúa como neutralizadores de radicales libres y otras especies reactivas del oxígeno (Olmedilla et al.,2001).

Bajos niveles de carotenos en suero se han asociado a altas incidencias de cáncer y enfermedades cardiovasculares (Rice-Evans et al.,1997).

Polifenoles

Dentro de los fenoles el grupo más amplio son los flavonoides, otros compuestos son los ácidos fenólicos y sus derivados, todos ellos identificados en frutas y hortalizas (Robards et al.,1999 ; Aherne y O'Brien et al, 2002).

Poseen diferentes actividades biológicas, siendo su capacidad antioxidante la más importante (Prior et al.,1998). Son considerados potentes inhibidores de la oxidación de las LDL, por lo que pueden reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Fhurman et al.,1995; Chang et al., 2000) y además tienen una estabilidad mayor que la del ácido ascórbico (Miller y Rice-Evans et al ,1997).

5. PÉRDIDAS DE ANTIOXIDANTES DURANTE EL PROCESADO

El procesado de productos de cuarta gama de vegetales, consta de forma general de las siguientes etapas:

- Lavado-Higienización
- Cortado
- Secado
- Envasado
- Almacenamiento

En estas etapas se dan diferentes pérdidas de sustancias antioxidantes que disminuyen el interesante valor nutricional del vegetal tras su procesado. A continuación se resumen

las principales pérdidas de estas sustancias a lo largo del proceso de elaboración en cuatro productos vegetales, seleccionados previamente por poseer un interesante contenido en componentes antioxidantes. En el Anexo II se resumen las condiciones de procesado estos vegetales en cuarta gama, indicándose si existen pérdidas y posibles soluciones para reducir las y/o evitarlas.

Los productos vegetales en los cuales se ha centrado el estudio y las tablas correspondiente al anexo II para cada uno de ellos han sido los siguientes :

- Lechuga (Anexo II-Tabla 1)
- Limón (Anexo II-Tabla 2)
- Mango (Anexo II-Tabla 3)
- Melón (Anexo II-Tabla 4)

5.1-Lechuga

Lavado-higienización: En el lavado se producen pérdidas de sustancias hidrosolubles, por tanto, aquellos antioxidantes hidrosolubles (ej.vitamina C) se verán disminuidos.

En el proceso de higienización, la industria de vegetales de IV gama hace uso de soluciones de clorina (50-200ppm),debido a su precio y su gran efectividad, pero existe un inconveniente, la posible formación de cloraminas carcinogénicas (A.B.Martín-Diana et al, 2007).Por esta razón , hay que destacar el gran número de artículos que proponen alternativas al método de higienización actual de la lechuga:

- El uso de dióxido de clorina en forma gaseosa (Sy et al, 2005).
- Inyección de vapor de agua (A.B.Martín-Diana et al, 2007).
- Utilización de agua ozonizada (Beltrán et al, 2005).
- Utilización de agua electrolizada (D.Rico et al, 2008).

Las soluciones propuestas en estas investigaciones han demostrado ser efectivas para la desinfección por lo que se plantean como posibles sustitutivos de la higienización con clorina, pero en cuanto a pérdidas de sustancias antioxidantes no supone ninguna mejora.

Cortado: En el cortado se va a producir un daño mecánico en los tejidos vegetales con lo que se liberaran las sustancias presentes en el interior de la célula vegetal, además se

liberaran las enzimas que actuaran sobre los diferentes sustratos dando lugar a reacciones de pardeamiento enzimático, oxidación... Todo esto se traduce en una pérdida de la textura, modificaciones del color y menor aceptabilidad por parte del consumidor, sin olvidarnos de la pérdida del valor nutricional (vitaminas, polifenoles, carotenoides...). Kang et al. (2002) plantean que la aplicación de un tratamiento de shock térmico (45 C° durante 2,5 minutos) anterior o posterior al corte, previene el pardeamiento enzimático y previene la oxidación de los compuestos polifenólicos sintetizados (síntesis inducida por el corte) y por tanto, la acumulación de compuestos polifenólicos con propiedades antioxidantes, dando lugar a productos más saludables.

Almacenamiento: Durante el almacenamiento aunque se conserven los productos a bajas temperaturas, tanto la actividad metabólica como la respiración del tejido vegetal continúan produciéndose, dando lugar a productos con un menor valor nutricional a medida que transcurre el tiempo.

En este sentido, una forma de mejorar el valor nutricional de la lechuga de IV gama sería, una vez envasadas, aplicar irradiación (0,5 y 1 kG). La aplicación de dichas dosis da lugar a un incremento de los compuestos polifenólicos así como de la capacidad antioxidante, esta diferencia hace se más patente a medida que pasa el tiempo con respecto al las lechugas no irradiadas (Fang et al, 2005).

5.2-Limón

Cortado-Envasado -Almacenamiento: Se ha demostrado científicamente que los cítricos en forma troceada retienen sus propiedades nutricionales, e incluso en algunos casos se produce un incremento de flavonoides posterior al procesado (Del Caro et al, 2004).

En el caso de limones de IV gama (Artés-Hernández et al, 2007) se han propuesto soluciones para una máxima retención en la calidad y un aumento de su vida útil.

-En el caso del corte se propone que la formas de presentación que mejor conservaron la calidad y por más tiempo fueron: cuñas, rodajas, y media rodaja.

-En cuanto al envasado, proteger de la pérdida de agua haciendo uso de envases de elevada humedad relativa.

-Almacenamiento: la temperatura de almacenamiento es muy importante, a 10C° se retuvo la calidad hasta siete días, y entre 0-5 C° diez días.

En estas condiciones se preservó la calidad sensorial de este producto con buenas retenciones de vitamina C y capacidad antioxidante.

5.3-Mango

Lavado: En el lavado de los mangos no hay pérdidas de sustancias antioxidantes, pero se ha descrito un método de lavado en caliente (55 C°), usando diferentes sales (dehidroacetato sódico, metabisulfito sódico...) y su posterior envasado en films de PVC, que retrasan la maduración, minimizan la pérdida de peso y aumentan la vida útil de los mangos (Joseph y Aworh et al., 1992).

Cortado: El pelado y cortado de los mangos en rectángulos, supone un daño en el tejido vegetal y por tanto su rotura y liberación de sustancias antioxidantes, así como el desencadenamiento de reacciones enzimáticas.

En general, Gil et al. (2006) han evaluado que el procesado del mango de IV gama supone la disminución del contenido en carotenoides, no hay pérdidas significativas en cuanto al contenido total de fenoles, se produce un aumento del ácido dehidroascórbico frente a una disminución de ácido ascórbico.

González –Aguilar et al. (2007) proponen la radiación UV como una forma de mejorar la calidad de mangos de IV gama. Los resultados obtenidos de esta investigación muestran una conservación del contenido de antioxidantes en el producto IV gama, y sólo a largas exposiciones de UV se observan reducciones en el ácido ascórbico y el β -caroteno.

5.4-Melón

Cortado: El efecto de este procesado en las características nutricionales va a ser igual que en cualquier tipo de vegetal. La rotura de tejidos conlleva la pérdida de vitamina C, carotenoides y de fenoles (Gil et al, 2006).

Envasado-Almacenamiento: Es importante elegir un buen envase que mantenga al máximo la calidad nutricional durante el almacenamiento hasta el momento de su consumo. En este sentido se ha utilizado como indicador de la actividad antioxidante a

través de la actividad del enzima peroxidasa (POD) en melón IV gama envasado en diferentes atmósferas modificadas. En general la modificación de la atmósfera consigue una mejora en el contenido en de fenoles, vitamina C y en general una mejora en la conservación del contenido en antioxidantes (Oms-Oliu et al, 2008).

6.CONCLUSIONES

En las diferentes etapas del procesado de IV gama se producen pérdidas en el valor nutricional de los vegetales, en especial de los componentes antioxidantes. No obstante los hábitos alimentarios señalan una tendencia al aumento del consumo de alimentos ricos en componentes antioxidantes como son las frutas y hortalizas. En la actualidad, existen diferentes sistemas y/o tratamientos en fase de investigación y/o de aplicación industrial que podrían minimizar las pérdidas durante el procesado, aprovechando los beneficios que puede aportar a la salud la preservación de estos componentes antioxidantes. No obstante serían necesarias más investigaciones orientadas a cuantificar las pérdidas de la calidad nutricional que introduce el procesado de los vegetales a la vez que aporten las alternativas viables y sostenibles para paliarlo.

7.BIBLIOGRAFÍA

- AHERNE,S.A.;O'BRIEN,N.M.(2002).Dietary flavonols:Chemistry,food content and metabolism.Nutrition,18:75-81.
- ARTÉS—HERNÁNDEZ,F.;RIVERA—CABRERA,F.;KADER,A.A.(2007). Quality retention and potential shelf-life of fresh-cut lemons as affected by cut type and temperature. Postharvest Biology and Technology,43:245-254.
- ARVANITTOYANNIS,I.S;HOUWELINGEN—KOUKALIAROGLOU,M.V. (2005).Functional Foods:A survey of health claims,pros and cons, and current legislation.Crit.Rev.Food Sci.Nutr.45:385-404.
- BELTRÁN,D.;SELMA,M.V.;MARÍN,A.;GIL,M.I.(2005).Ozonates water extends the shelf life of fresh-cut lettuce.J.Agric.Food Chem,53:5654-5663.

- BLOCK,G.;JENSEN,C.;DIETRICH,M.;NORKUS,E.P.;HUDES,M.;PACKER,L.
(2004)Plasma C- reactive protein concentrations in active and passive
smokers:Influence of antioxidant supplementation.J.Am.Coll.Nutr,23:141-147.
- BRAMLEY,M.;ELMADFA,I.;KAFATOS,A.;KELLY,F.J;MANIOS,Y.;ROXO
BOROUGH,H.E.;SCHUCH,W.;SHEEHY,P.J.A.;WAGNER,K.H.(2000).
Vitamin E.J.Sci.Food agric,80:913-938
- CANO,M.P.;SÁNCHEZ-MORENO,C.;DE PASCUAL-TERESA,S.;DE
ANCOS ,B.(2005).Nuevas tecnologías de Conservación de Productos Vegetales
Frescos Cortados.Ed. Logiprint Digital.Guadalajara,Méjico.pp289-312
- CHANG,S.;TAN,CH.;EDWIN,N.;FRANKEL,E.N.;BARRETT,D.M.(2000).
Low-density lipoprotein antioxidant activity of phenolic compounds and
polyphenol oxidase activity in selected clingstone peach cultivars.J.Agric.Food
Chem,48:147-151.
- DAVEY,M.W;VANMONTAGU,M.;IZNE,D.;SANMARTIN,M.;KANELLIS,A
.;SMIRNOFF,N.(2000).Plant L-ascorbic acid : Chemistry ,function, metabolism,
bioavailability and effects of processing.J.Sci.Food Agric,80:825-860.
- DEL CARO,A.;PIGA,A.;VACCA,V.;AGABBIO,M.(2004).Changes of
flavonoids,vitamin C and antioxidant capacity in minimally processed citrus
segments and juices during storage.Food Chem,84:99-105.
- FUHRMAN,B.;LAVY,A.;AVIRAM,M.(1995).Consumption of red wine with
meals reduces the susceptibility of human plasma and LDL to lipid
peroxidation.Am.J.Clin.Nutr,61:549-554.
- GIL,M.I.;AGUAYO,E.;KADER,A.A.(2006).Quality changes and nutrient
retention in fresh-cut versus whole fruits during storage.J.Agric.Food Chem,
54:4284-4296.

- GONZÁLEZ—AGUILAR,G.A.;VILLEGAS—OCHOA,M.A.;MARTÍNEZ—TÉLLEZ,M.A.;GARDEA,A.A.;AYALA—ZAVALA,J.F.(2007).Improving antioxidant capacity of fresh-cut mangoes treated with UV-C.Journal of food Science,3:197-202.
- GORRIS,L.G.M;PEPPELENBOS,H.W.(1999).Modified atmosphere packaging of produce.Handbook of food preservation.New york,USA;Marcel Dekker Inc,437.
- KANG,H.M;SALTVEIT,M.E.(2002).Antioxidant capacity of lettuce leaf tissue increases after wounding.J.Agric.Food Chem,50:7536-7541.
- KOLADE,J.;AWORH,O.C.(1992).Postharvest treatment of wild mango (*Irvingia gabonensis*) for improved shelf life.Food Chem,44:45-48.
- LAMPE,J.W.(1999).Health effects of vegetables and fruit:assessing mechanisms of action in humanin experimental studies.Am.J.Clin.Nutr,70:475-490.
- LEE,S.K;KADER,A.A.(2000).Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops.Postharv.Biol.technol,20:207-220.
- LOBO, M.G; GONZÁLEZ, M.(2006).Estado actual de los productos mínimamente procesados en España. Actas de IV Congreso Nacional sobre Procesamiento Mínimo de Frutas y Hortalizas. I Simposio Iberoamericano de Vegetales Frescos Cortados.pp77-80.Universidad de Sao Paulo, Escuela Superior de Agricultura Luis Queiroz. Sao Pedro, Brasil
- MARTÍN—DIANA,A.B.;RICO,D.;BARRYRYAN,C.;FRÍAS,J.M.;HENEHAN, G.T.M.;BARAT,J.M.(2007).Efficacy os steamer jet-injection as alternative to chlorine in fresh-cut lettuce.Postharvest Biology and Technology,45:97-107.
- MILLER,N.J.;RICE-EVANS,C.(1997)The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and black currant drink.Food Chem,60:1033-1036.

- OLMEDILLA,B.;GRANADO,F.;BLANCO,I.(2001).Carotenoides y salud humana.Serie Informes.No 11.Fundación Española de Nutrición. Madrid, España. pp13-15.
- OMS—OLIU,G.;ODRIOZOLA—SERRANO,I.;SOLIVA—FORTUNY,R.; MARTÍN— BELLOSO,O.(2008).The role of preoxidase on the antioxidant potential of fresh-cut “Piel de sapo” melom packaged under different modified atmospheres.Food Chem,106:1085-1092.
- ORSAT,V;GARIÉPY,Y;RAGHAVAN,G.S.V,LYEW,D.(2001).Radio-frequency treatment for ready-to-eat fresh carrots.Food Research International,34:527-536.
- PRIOR,R.L;CAO,G.;MARTIN,A.;SOFIC,E.;McEWEN,J.; O’BRIEN,CH.;LISCHNER,N.;EHLENFELDT,M;KALT,W;KREWER,G;MAINLAND,C.M.(1998).Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content,maturity,and variety of Vaccinium species.J.Agric.Food Chem,46:2686-2693
- RICE—EVANS,C.;SAMPSON,J.;BRAMLEY,P.M;HOLLOWAY,D.E.(1997).Why do we expect carotenoids to be antioxidant in vivo.Free Radical Res,26:381-398.
- RICO,D.;MARTÍN—DIANA,A.B;BARRYRYAN,C.;FRÍAS,J.M.;HENEHAN,G.T.M.;BARAT,J.M.(2008).Use of neutral electrolysed water (EW) for quality maintenance and shelf-life extension of minimally processed lettuce.Innovative Food Science and Emerging Technologies,9:37-48.
- ROBARDS,K.;PRENZLER,P.D;TUCKER,G.;SWATSITANG,P.;GLOVER,W.(1999).Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits.Food Chem,66:401-436.

Capacidad antioxidante en vegetales IV gama

- SAUARA-CALIXTO,F.;GOÑI,I.(2006).Antioxidant capacity of the Spanish mediterranean diet.Food Chem.,94:442-447.
- STAMPFER,M.J.;RIMM,E.B.(1995).Epidemiologic evidence for vitamin E in prevention of cardiovascular diase.Am.J.Clin.Nutr,62:1365-1369.
- SY,K.V.;MURRAY,M.B.;HARRISON,M.D.;BEUCHAT,L.R.(2005).Evaluation of gaseous chlorine dioxide as a sanitizer for killing *Salmonella*,*Escherichia coli* O157:H7,*Listeria monocytogenes*,and yeast and molds on fresh and fresh-cut produce.J.Food Prot,68:1176-1187
- WATADA,A.E;QI,L.(1999).Quality of fresh-cut produce.Postharvest Biol..Tec.15,201-205.
- WILEY,R.C.(1994).Packaging of minimally processed fruit and vegetables.Minimally processed refrigerated fruits and vegetables.Champan and Hall,London,66-176.
- XUETONG,F.(2005).Antioxidant capacity of fresh-cut vegetables exposed to ionizing radiation.J.Sci.Food Agric,85:995-1000.

PÁGINAS WEB

- Instituto Canario de Investigaciones Agrarias
[URL:http://www.icia.es](http://www.icia.es)

- Poscosecha
[URL:http://www.poscosecha.com](http://www.poscosecha.com)

- Revista Consumer
[URL:http://www.consumer.es](http://www.consumer.es)

- Revista Fruittoday
[URL:http://www.fruittoday.com](http://www.fruittoday.com)

ANEXO I

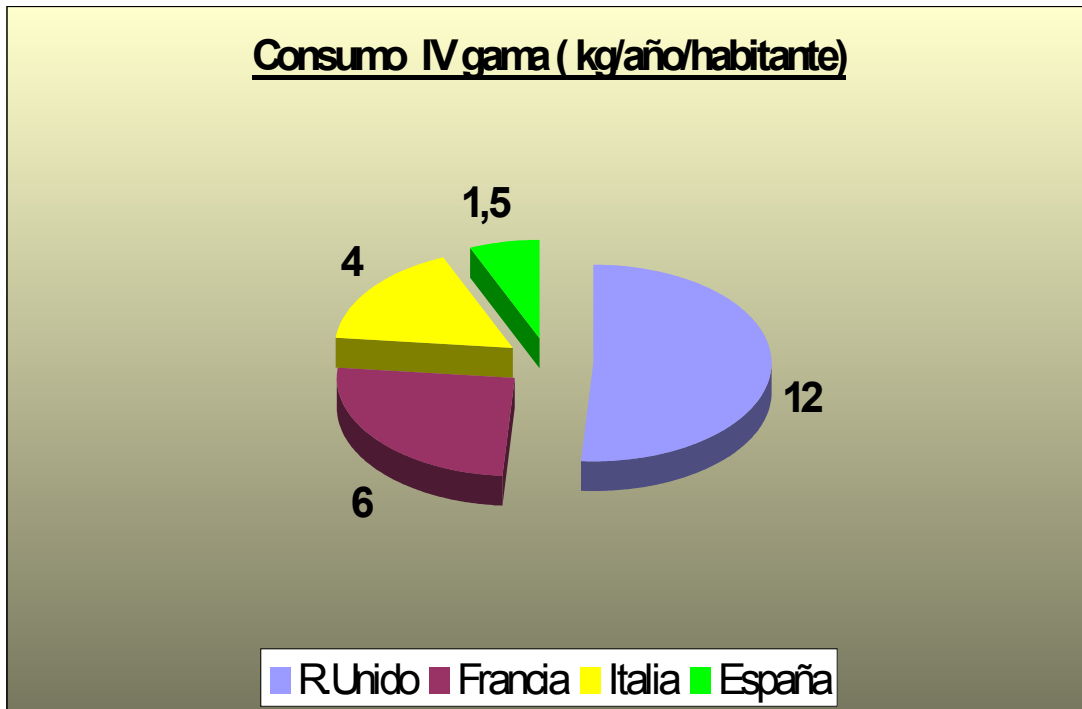


Gráfico 1. de consumo de IV gama en países europeos basado en los datos facilitados en la página web: www.fruittoday.com

ANEXO II -Tablas de condiciones específicas de diversas frutas y verduras de IV gama en cada etapa del procesado, que afectan a las sustancias antioxidantes y las soluciones aportadas por los diferentes estudios al problema.

TABLA 1:Lechuga de IV gama .

MATERIA PRIMA	ETAPA	CONDICIONES ESPECÍFICAS	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	SUSTANCIAS ANTIOXIDANTES	SOLUCIONES Y REFERENCIA BIBLIOGRAFICA
LECHUGA	LAVADO	Agua desionizada	-D.Rico et al (2008)	Pérdida de sustancias antioxidantes hidrosolubles	
	SECADO	Centrifugación	-Beltrán et al (2005)		
	CORTADO	Con cuchillas	-A.B.Martín-Diana et al (2007) -Sy et al (2005)	Pérdida de sustancias antioxidantes por rotura de tejidos	Shock térmico -Ho-Min Kang and MikalE.Salveit (2002)
	ENVASADO	Bolsas de plástico	-L.Jacxsens et al (2003)		Irradiación -Xuetong Fang et al (2003)
	ALMACENAMIENTO	7-10°C	-Xuetong Fang(2005) -Ho-Min Kang and Mikal E.Salveit(2002)	Pérdida de sustancias antioxidantes	Irradiación -Xuetong Fang (2005)

TABLA 2: Limones de IV gama .

MATERIA PRIMA	ETAPA	CONDICIONES ESPECÍFICAS	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	SUSTANCIAS ANTIOXIDANTES	SOLUCIONES Y REFERENCIA BIBLIOGRAFICA
LIMON	CORTADO	Cuchillos afilados para obtener un corte limpio	-F.Artés-Hernández et al.(2007) -A.Del Caro et al. (2004)	Pérdida de sustancias antioxidantes por rotura de tejidos.	Tipo de corte -F.Artés-Hernández et al.(2007)
	LAVADO	Sumergir con agua clorada(100ppm) a 4-5 °C, 2min y enjuagar 1 min con agua a 4-5°C		Pérdida de sustancias antioxidantes hidrosolubles	
	SECADO	Depositar sobre papel secante			
	ENVASADO	En bandejas de plástico rígido con flujo de humedad 10mLmin ⁻¹			Tipo de envase -F.Artés-Hernández et al.(2007)
	ALMACENAMIENTO	A temperaturas : 0, 2 ,5 y 10°C		Pérdida de sustancias antioxidantes	Temperatura -F.Artés-Hernández et al.(2007)

TABLA 3: Mangos de IV gama .

MATERIA PRIMA	ETAPA	CONDICIONES ESPECÍFICAS	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	SUSTANCIAS ANTIOXIDANTES	SOLUCIONES Y REFERENCIA BIBLIOGRAFICA
MANGO	LAVADO	Lavar con agua clorada(200ppm) a 4°C a pH=6,5	-G.A.González – Aguilar et al.(2007)		
	PELADO CORTADO	Cuchillos afilados para obtener un corte limpio	-K.Joseph,O . C . Aworh (1992) -Gil et al (2006)	Pérdida de sustancias antioxidantes por rotura de tejidos	Irradiación con UV-C -G.A.González –Aguilar et al.(2007) -Gil et al (2006)
	ENVASADO	Bandejas de propileno			
	ALMACENAMIENTO	A 5°C		Pérdida de sustancias antioxidantes	Irradiación con UV-C -G.A.González –Aguilar et al.(2007) -Gil et al (2006)

TABLA 4: Melón de sapo de IV gama .

MATERIA PRIMA	ETAPA	CONDICIONES ESPECÍFICAS	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	SUSTANCIAS ANTIOXIDANTES	SOLUCIONES Y REFERENCIA BIBLIOGRAFICA
MELÓN	LAVADO	Lavar con agua clorada 200ppm ,2min.Enjuagar con agua.	-G.Oms-Oliu et al.(2008)		
	SECADO	Manual			
	CORTADO	Cuchillos afilados para obtener un corte limpio en secciones trapezoidales	-Gil et al (2006)	Pérdida de sustancias antioxidantes por rotura de tejidos	
	BAÑO	solución al 0,5% de cloruro cálcico durante 1 min		Pérdida de sustancias antioxidantes hidrosolubles	
	ENVASADO	En bandejas de polipropileno con atmósferas modificadas			
	ALMACENAMIENTO	A 4°C		Pérdida de sustancias antioxidantes	Envases MAP -G.Oms-Oliu et al.(2008)