



Revista Iberoamericana de Tecnología
Postcosecha

ISSN: 1665-0204

rebasa@hmo.megared.net.mx

Asociación Iberoamericana de Tecnología
Postcosecha, S.C.

México

Tardón, A.; Obando, J.; Hinojosa, A.; Luchsinger, L.; Escalona, V.H.
Efecto de la aplicación de radiación UV-C sobre la calidad de brotes de alfalfa mínimamente
procesados en fresco
Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 12, núm. 1, junio, 2011, pp. 87-93
Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C.
Hermosillo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81318808014>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE RADIACIÓN UV-C SOBRE LA CALIDAD DE BROTES DE ALFALFA MÍNIMAMENTE PROCESADOS EN FRESCO

A.Tardón, J. Obando, A. Hinojosa, L. Luchsinger, V.H. Escalona

Centro de Estudio Postcosecha, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santa Rosa N° 11315, La Pintana, Santiago. Tel: +562 9785841 Fax: +562 9785813 Email: vescalona@uchile.cl Web site: www.cepoc.cl

Palabras clave: cuarta gama, germinados, ultravioleta, inocuidad.

RESUMEN

Las nuevas tecnologías emergentes y sostenibles como la radiación ultravioleta (UV-C) están siendo utilizadas como alternativa a la sanitización por inmersión en hortalizas frescas. La radiación UV-C posee propiedades germinicidas en un rango de longitudes de onda de 100 a 280 nm. A bajas dosis, la radiación UV-C no forma subproductos y es efectiva sobre una gran variedad de microorganismos. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de radiación UV-C sobre la calidad de brotes de alfalfa conservados bajo atmósfera modificada a 5 °C durante 8 d. Los parámetros evaluados fueron: color (luminosidad, saturación y tono), tasa respiratoria y recuentos microbiológicos. La alfalfa recién cosechada y lavada con agua potable fue tratada con dosis diferentes de radiación UV-C (0,35, 5,26, 10,18, 15,09 y 20,01 $\text{kJ m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Como testigo se empleó un lavado por inmersión en 100 mg L^{-1} de NaClO durante 3 minutos. Los valores de luminosidad (L) se mantuvieron estables (58 a 61) durante todo el período de almacenamiento sin observarse diferencias significativas entre tratamientos. Los brotes tratados con 0,35, 5,26 y 10,18 $\text{kJ m}^{-2} \text{s}^{-1}$, presentaron tasas respiratorias más altas inmediatamente después de aplicados los tratamientos (60 a 65 $\text{mg CO}_2 \text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$), mientras que aquellos brotes tratados con dosis más altas (15,09 y 20,01 $\text{kJ m}^{-2} \text{s}^{-1}$) presentaron una tasa respiratoria más baja, con valores cercanos a 55 $\text{mg CO}_2 \text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$. Estos mismos tratamientos presentaron los recuentos de RAM más bajos (5 $\log \text{ufc/g}$) tras 8 días de almacenamiento, aunque no lograron la reducción alcanzada por el testigo en el mismo período. Por tanto, el uso de diferentes dosis de radiación UV-C no afectó el color de los brotes de alfalfa, mientras que la tasa respiratoria y el control de microorganismos se vieron disminuidos con las dosis más altas de radiación UV-C utilizadas.

EFFECT OF UV-C RADIATION ON THE QUALITY OF MINIMALLY PROCESSED SPROUTS OF FRESH ALFALFA

Keywords: fourth range, sprouts, ultraviolet, safety.

ABSTRACT

New emerging technologies and sustainable as ultraviolet radiation (UV-C) are being used as an alternative to sanitize fresh vegetables by immersion. UV-C radiation has a germinicidal effect at 100-280 nm. At low doses, the UV-C does not form undesirable subproducts and it is effective on a wide variety of microorganisms. This study aimed to evaluate the effect of applying different doses of UV-C radiation on the quality of alfalfa sprouts stored under modified atmosphere at 5 °C for 8 d. The parameters evaluated were: color (lightness, saturation and hue), respiratory rate and microbiological counts. The product freshly harvested and washed with water was treated with different UV-C doses (0,35; 5,26; 10,18; 15,09 and 20,01 $\text{kJ m}^{-2} \text{s}^{-1}$). As control washing by immersion in 100 mg L^{-1} of NaClO for 3 min was used. Lightness (L) color values remained stable (between 58 and 61) throughout the storage with no significant differences between treatments. Sprouts treated with 0,35; 5,26 and 10,18 $\text{kJ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ had higher respiratory rates immediately after application of treatments (60 to 65 mg

CO₂ kg⁻¹ h⁻¹), while those treated with higher doses (15,09 and 20,01 kJ m⁻² s⁻¹) showed a lower respiratory rate, with values around 55 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹. In addition, these treatments showed lower aerobic plate counts (5 log cfu g⁻¹) after 8 days of storage, without achieving the reduction showed by the control in the same period. Therefore, the use of different doses of UV-C radiation did not affect the color of alfalfa sprouts, while using higher doses of UV-C radiation decreased respiratory rate and control of microorganisms.

INTRODUCCIÓN

Las frutas y hortalizas se ubican en la base de la pirámide nutricional, siendo los mejores transportadores de sustancias bioactivas, como vitaminas, minerales, fibras, compuestos antioxidantes, glucosinolatos y fitoesteroles (Maris, 2004). Debido a estas propiedades son considerados importantes elementos en la dieta diaria. Por esta razón es que se sugiere una ingesta de 5 porciones al día para mejorar el bienestar general.

En Chile, el consumo per cápita de hortalizas alcanza los 107 kg año⁻¹ (Escaff y Giaconi, 2008), ocupando un lugar destacado en el comercio nacional.

Los hábitos de alimentación en los consumidores han cambiado en las dos últimas décadas, provocando la demanda de productos vegetales frescos y saludables (Artés *et al.*, 2009). Con el objetivo de satisfacer éstas necesidades surgieron los productos mínimamente procesados en fresco (MPF), que corresponden a frutas u hortalizas frescas, limpias, trozadas y envasadas para su consumo, los cuales mantienen gran parte de sus propiedades naturales y poseen una vida útil de 7 a 14 días (Aranceta y Perez, 2006). Entre las ventajas de estos productos están evitar el lavado, pelado, cortado, etc., en el hogar, restaurantes e instituciones, minimizando los tiempos empleados en la preparación de comidas y los costos de transporte, ya que en éstas operaciones se llega a eliminar entre un 40 al 50% de la materia prima original (Escalona y Luchsinger, 2008). Otras ventajas para su comercialización son el preenvasado que permite un mayor control de cada porción, una disminución en

los costos de preparación, reducción de los problemas de contaminación por tierra y materia orgánica, menor demanda de espacio refrigerado, amplia variedad con mezclas de ensaladas durante todo el año y, finalmente, un producto de excelente calidad y uniformidad listo para su consumo (Escalona y Luchsinger, 2008). Sin embargo, este procesado parcial lesiona los tejidos disminuyendo drásticamente la vida útil del producto, de ahí que estén obligados a la permanencia constante bajo refrigeración y envasado en atmósfera modificada, que salvaguarde con eficacia el producto elaborado frente a las posibles alteraciones mecánicas, microbiológicas y biológicas (Aguayo, 2003). La pérdida de integridad celular tras el corte, provoca la ruptura de compartimientos poniendo en contacto enzimas y sustratos. Esto genera el desarrollo de pardeamientos y la formación de metabolitos secundarios no deseados. Además, la senescencia se ve acelerada a causa del incremento en la actividad respiratoria y la emisión de etileno a causa del corte. Una elevada respiración puede ocasionar una mayor pérdida de ácidos, azúcares y otros compuestos que determinan el sabor y la calidad nutritiva de los productos. Además, incrementa la demanda de O₂ obligando a utilizar envases plásticos con una suficiente permeabilidad a este gas para evitar una condición anaeróbica (Escalona y Luchsinger, 2008).

Los MPF proporcionan un medio de cultivo ideal para el desarrollo microbiano, esto, ya sea por el proceso de elaboración, como por medidas inadecuadas de refrigeración. Lo que

genera una disminución en la vida útil del producto (Soylemez *et al.*, 2001), provocando además un incremento en la proliferación de microorganismos patógenos, como aerobios mesófilos (Artés-Hernández *et al.*, 2009). Para disminuir la carga microbiana inicial en hortalizas, se realiza comúnmente un lavado con hipoclorito de sodio (NaClO) en concentración de 100-150 ppm a pH 6,5, como tratamiento de sanitización. Sin embargo, genera productos secundarios como cloraminas y trihalometanos, perjudiciales para el ser humano (Silveira *et al.*, 2008). Es por ésta razón, que existe la necesidad de desarrollar nuevas tecnologías emergentes y sostenibles, entre ellas la radiación ultravioleta (UV-C), siendo ampliamente utilizada como una alternativa a la esterilización química y la reducción de organismos vegetativos en productos alimenticios. Además, posee propiedades germinicidas en un rango de longitudes de onda de 100 a 280 nm. A bajas dosis, la radiación UV-C no forma subproductos y es efectiva sobre una gran variedad de microorganismos (Sharma y Dermici, 2003). El mecanismo de inactivación por radiación UV-C se atribuye a la transformación fotoquímica de las bases pirimidinas en el ADN de bacterias, virus y otros patógenos para la formación de dímeros, destruyendo así, su capacidad para multiplicarse y originar enfermedades (Sharma y Dermici, 2003). Por lo que, ha demostrado ser efectiva sobre la calidad sensorial y funcional (Robles *et al.*, 2007), y en la disminución de los recuentos microbiológicos en diversas frutas y hortalizas (González *et al.*, 2007).

Un producto que ha cobrado especial interés durante el último tiempo son los germinados tal como los brotes de alfalfa (*Medicago sativa* L.), que corresponde a una fabácea originaria de Asia e Irán, utilizada con varios propósitos en Chile, como mejoramiento de suelos, alimentación animal, usos medicinales (Akbar y Razavizadeh, 2005)

y para alimentación humana. Los brotes son bajos en grasas saturadas, sodio y colesterol. Es una buena fuente de proteínas, vitamina A, tiamina, ácido pantoténico, calcio y hierro; es muy rico en fibra dietética, vitamina C, vitamina K, riboflavina, folato, magnesio, fósforo, zinc, cobre y manganeso (USDA, 2008). Además han adquirido mayor atención debido a su alto contenido de fitoquímicos involucrados en la protección contra enfermedades degenerativas (Fahey y Stephenson, 2007).

MATERIALES Y METODOS

Desde un cultivo hidropónico de la empresa "Más Vida SA", ubicada en Lonquén, comuna de Calera de Tango, Región Metropolitana (Chile), se realizó una selección visual de los brotes de alfalfa. Material vegetal con defectos visuales, daño o deterioro físico, pérdida de turgencia o contaminación con agentes externos (metales, insectos, etc.) fueron desechados (Wiley, 1997). Una vez seleccionados y caracterizados, los brotes de alfalfa, se almacenaron a 0°C durante un día, previo a su procesamiento. Antes de utilizar los brotes, estos se lavaron con agua potable a 5°C por 5 minutos para eliminar cualquier material extraño. El tratamiento testigo se preparó sometiendo a los brotes a un lavado con una solución de hipoclorito de sodio (NaClO) 100 mg L⁻¹ por 3 min. Después de cada lavado se escurrió el exceso de agua de los brotes ubicándolos en una malla de acero inoxidable por otros 3 minutos. La aplicación de UV-C se desarrolló en una mesa emisora de radiación, provista de 6 lámparas germicidas sin filtro, dispuestas de manera estratégica. Se aplicaron distintas dosis de radiación en un rango entre 0.35 y 20.01 kJ m⁻². 50 gramos de cada tratamiento fueron envasados en bolsa PD-961EZ de 270 cm² las que fueron selladas con calor, creando una atmósfera modificada pasiva (MA). Uno de los tratamientos con hipoclorito de sodio fue envasado en empaque perforado (7 orificios de 0,7 mm de diámetro)

a modo de control a fin de simular la concentración de gases en la atmósfera. La permeabilidad de la bolsa de PD-961EZ a 23° C y 1 atm fue 7000 mL m⁻² d⁻¹ para O₂ y 21.000 ml m⁻² d⁻¹ para CO₂. Cabe señalar que un lavado adicional con hipoclorito de sodio se empacó en una bolsa de plástico para generar AM. Todos los tratamientos fueron almacenados durante 15 días a 5 °C.

Tasa de respiración.

Se determinó mediante un método estático. Una muestra de 50 g de brotes de alfalfa, se colocaron en un frasco de vidrio de 1 L con cierre hermético. Los frascos fueron equipados con un tabique de silicona en la tapa, a través del cual se tomaron muestras de gases de 10 mL después de 1 hora de cierre. La composición del espacio de cabeza se controló mediante un cromatógrafo de gases (GC) Hewlett Packard 5890 Series II equipado con un detector de conductividad térmica. La tasa respiratoria monitoreada como producción de CO₂ o el consumo de O₂ (ml kg⁻¹ h⁻¹), se llevaron a cabo a una temperatura de 5° C, por un periodo final de 8 días de almacenamiento.

Análisis Microbiológico.

Para determinar microorganismos en brotes de alfalfa sometidas a diferentes dosis de radiación UV-C, se analizaron tres repeticiones (10 g cada una) por tratamiento. El día de procesamiento tres muestras de material sin procesar y muestras de brotes lavados sólo con agua potable también se analizaron, para comparar el efecto de las dosis de radiación sobre la carga microbiana (Tabla 1).

Tabla 1: Medios de cultivos y condiciones de incubación

Microorganismo	Medio de Cultivo	Incubación (Tiempo (días) – temperatura (°C))
Sicrófilos	Plate Count Agar (PCA)	7- 5
Enterobacteria	Eosin Metil Blue (EMB)	2 - 37

Color.

La medición de color en los brotes se realizó por medio de un colorímetro compacto triestímulos CR-300. Los valores de los parámetros se presentaron en las tres cualidades primarias: luminosidad L (0 = negro, 100 = blanco), croma o saturación de color ($[\text{a}^{*2} + \text{b}^{*2}]^{1/2}$) y hue o tono de color ($\text{H}^\circ = \tan^{-1} [\text{b}^*/\text{a}^*]$) (Manresa y Vicente, 2007). Se realizaron 10 mediciones de cada bolsa, tomando una muestra la que fue dispuesta en placa de Petri cubriendo completamente la base para evitar las interferencias de color con la superficie subyacente. La medición se realizó en 5 puntos de la placa descubierta.

RESULTADOS Y DISCUSION

Tasa de respiración.

Después de la cosecha los productos agrícolas dependen de las reservas acumuladas, es por medio de la respiración es que son capaces de hacer uso de estas, así actúan consumiendo oxígeno de la atmósfera y liberando dióxido de carbono. Parte de esa energía generada se disipa como calor que debe ser eliminado evitando la degradación de los tejidos reduciendo así la vida útil del producto. Mediante las técnicas de postcosecha se busca reducir la tasa respiratoria de los productos cosechados a fin de preservar la calidad del producto por periodos de tiempo más prolongados. Con esto en consideración, una alta tasa respiratoria puede generar una atmósfera anormal, pobre en oxígeno y enriquecida en dióxido de carbono. Cuando los niveles de oxígeno disminuyen a valores cercanos al 2%, el producto puede volverse anaeróbico promoviendo la fermentación que dará como resultado sabores alcohólicos desagradables y descomposición de los tejidos, así también como el desarrollo de microorganismos y pérdida de la apariencia fresca.

Con la finalidad de prolongar la vida de poscosecha debemos de tratar de controlar los procesos de respiración.

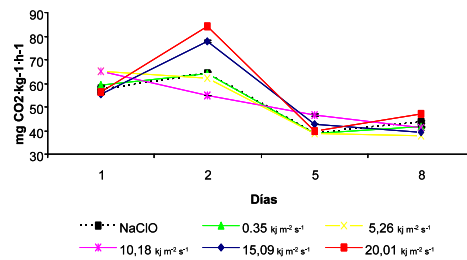


Figura 1: Tasa respiratoria de brotes de alfalfa sometidos a distintas dosis de radiación UV-C.

Los tratamientos presentaron tasas respiratorias entre 84-35 mg de CO₂ kg⁻¹ h⁻¹, sin registrarse diferencias significativas con respecto al tratamiento con NaClO. Destacándose mayores tasas respiratorias para las dosis de 0,35, 5,26 y 10,18 kJ m⁻², correspondientes a las menores dosis aplicadas registradas inmediatamente después (día 1) de aplicados los tratamientos, con valores de 59,02 65,36 y 65,0 mg de CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ respectivamente. Para el segundo día las mayores dosis (20,01 y 15,09 kJ m⁻²) presentaron una alza en la tasa respiratoria, alcanzando el máximo registro en 81 mg de CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ (en promedio). Posteriormente, se presentó una disminución en la tasa respiratoria para todos los tratamientos, mostrando una tendencia al equilibrio hasta el día 8, donde aparentemente podría haber un incremento, el cual puede estar relacionado con el aumento de microorganismos en los brotes (Figura 1).

Análisis Microbiológicos.

El análisis de la carga microbiana se evaluó a lo largo de todo el periodo de almacenamiento a 5 °C. Para el caso de cultivo de enterobacterias, los conteos fueron menores cuando los tratamientos correspondieron a altas dosis (10,18-20,01 kJ m⁻²) en el día 5 (Figura 2).

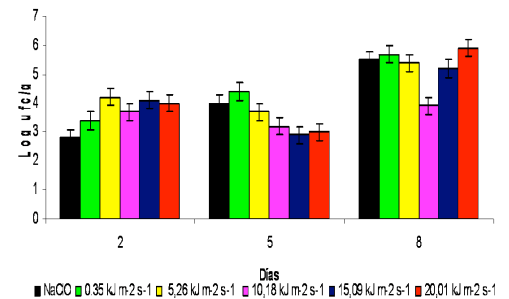


Figura 2: Recuento de enterobacterias en brotes de alfalfa sometidos a distintas dosis de radiación UV-VC.

Los brotes de alfalfa tratados con dosis de 20,01 y 15,09 kJ m⁻², presentaron menores recuentos para psicrófilos en comparación a lo registrado para los demás tratamientos con valores similares a los alcanzados por el tratamiento con NaClO, entre 3 y 4 log ufc g⁻¹ para todo el período (Figura 3).

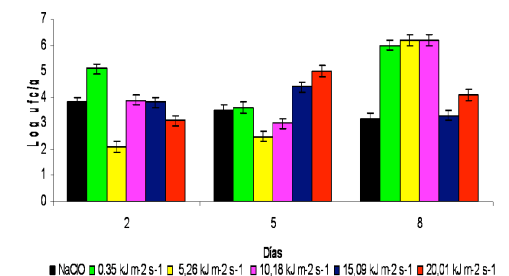


Figura 3: Recuento de bacterias psicrófilas enterobacterias en brotes de alfalfa sometidos a distintas dosis de radiación UV-VC.

Color

No se observaron diferencias significativas para L* o hue, en ningún tratamiento a largo del período de almacenamiento. En cuanto al parámetro de croma, los brotes de alfalfa tratados con dosis de 10,18 y 20,01 kJ m⁻², presentaron diferencias significativas en los días 2, donde el croma disminuyó en comparación al resto de los tratamientos, en promedio 3 unidades con respecto al mayor valor alcanzado por

NaClO y la menor dosis aplicada (18) (Figura 4).

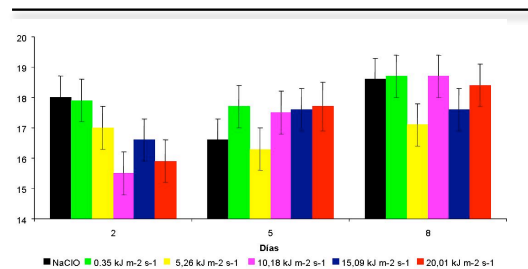


Figura 4: Parámetros de color de los brotes sometidos a distintas dosis de radiación UV-C.

CONCLUSIONES

La aplicación de radiación UV-C incrementa de forma significativa la tasa respiratoria, probablemente debido al estrés del tratamiento.

Las diferentes dosis de radiación aplicada no afectaron los parámetros de color, salvo en algunas excepciones para el croma.

Las dosis más elevadas de radiación UV-C disminuyen los recuentos microbiológicos.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por el proyecto de investigación Fondecyt – CONICYT N° 1090059 Chile. J Obando agradece a Fondecyt – CONICYT la financiación de su proyecto Postdoctoral 3100074.

BIBLIOGRAFIA

- Aguayo, E. 2003 Innovaciones tecnológicas en la conservación de melón y tomate procesado en fresco. Tesis (para aspirar al grado de Doctor por la Universidad Politécnica de Cartagena), Cartagena, España. Universidad Politécnica de Cartagena. Departamento de Ingeniería de Alimentos y del Equipamiento Agrícola 425p.
- Akbar, A. and R. Razavizadeh. 2005. Effect of UV-C radiation on drought tolerance of alfalfa (*medicago sativa*) callus. Pakistan Journal of Biological Sciences. 8 (9):1221-1224.

Aljaro, A. 2008. Una mirada hacia la empresa hortícola de Chile. Revista Tierra Adentro 79 (Mayo-Junio):36-39.

Anónimo. 2009. Recomendaciones “5 porciones 5 colores”. Corporación 5 al día. Disponible en: http://www.5aldiachile.cl/origen_programa.php#5porciones. Leído el 5 de agosto de 2009.

Aranceta, J. y C. Pérez . 2006 Frutas, Verduras y Salus 1º Ed. Barcelona, España. Elsevier-Masso 80p.

Artés, C., F. Aguayo, y E. Gómez. 2009. Productos vegetales mínimamente procesados o de la cuarta gama. Revista Horticultura (20/05). Disponible en: <http://www.horticom.com/pd/print.php?sid=73132>. Leído el 21 de Septiembre de 2009.

Artés-Hernández, F., V.H. Escalona, P. Robles, G. Martínez, F. Artés. 2009. Effect of UV-C radiation on quality of minimally processed spinach leaves. Journal of Food Science. 89:414-421.

Escaff, M. y Giaconi, V. 2008. Cultivo de Hortalizas. 15ª Ed. Santiago, Chile. Editorial Universitaria S.A. 336 p.

Escalona, V. y L. Luchsinger. 2008. Una Revisión sobre Frutas y Hortalizas mínimamente Procesadas en Fresco. Aconex 98 (Abril- Junio):24-27.

Fahey, J. and K. Stephenson. 2007. Can fresh vegetable sprouts be produced for human consumption in areas with poor water quality? A pilot study. Trees for Life Journal (Enero 2007). Disponible en: http://www.tfljournal.org/images/articles/20070118144425695_3.pdf. Leído el 20 de agosto de 2009.

González, G., M. Villegas, M.A. Martínez, A.A Gardea, and F. Ayala. F. 2007. Improving Antioxidant Capacity of Fresh-Cut Mangoes Treated with UV-C. Journal of Food Science. 72:197-202.

INE. 2007. VII Censo Agropecuario. Superficie Total Sembrada o Plantada por Grupo de Cultivos, Según Región. INE. Disponible

- en: http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_agropecuarios/censo_agropecuario_07.php. Leído el 5 de Septiembre de 2009.
- Manresa, A. e I.Vicente. 2007. El color en la industria de los alimentos. 1ª Ed. La Habana, Cuba. Editorial Universitaria S.A. 74 p.
- Maris, S. 2004. La radiación ultravioleta: Una alternativa “no térmica” para la pasteurización de jugos. *Ingeniería alimentaria*. 68:102-108.
- Robles, P., A. De Campos, F. Artés- Hernández, P. Gómez, A. Calderón, M. Ferrer y F. Artés. 2007. Acción combinada de la radiación UV-C y la atmósfera controlada para optimizar la calidad del tomate. *En: Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. Tecnología, calidad y seguridad hortofrutícola: V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. Cartagena, España 29 de mayo al 1 de junio de 2007. Universidad Politécnica. Cartagena, España.*
- Sharma, R. and A. Demirci. 2003. Inactivation of *E. coli* O157:H7 on alfalfa seeds with pulsed ultraviolet light. *Journal of Food Science*. 68:1448-1453.
- Silveira, A.C., E. Aguayo, F. Artés-Hernández, and F.Artés. 2008. Alternative sanitizers as substitution of chlorine use on fresh-cut ‘Galia’ (*Cucumis melo* var. *catalupensis*) melon. *Journal of Food Science*. 73:405-411.
- Soylomez, G., M. Brashears, D.Smith, and S. Cuppett. 2001. Microbial Quality of Alfalfa Seeds and Sprouts after a Chlorine Treatment and Packaging Modifications. *Food Microbiology and Safety*. 66 (1):153-157.
- USDA, 2008. Nutrition Facts and Analysis for Alfalfa seeds, sprouted, raw. Disponible en: <http://www.nutritiondata.com/facts/vegetables-and-vegetable-products/2302/2>. Leído el 21 de Octubre de 2009.
- Wiley, R.C, 1994. Introduction to minimally processed refrigerated fruits and vegetables. In. R. C. Wiley (Ed.), *Minimally processed refrigerated fruits and vegetables*. Chapman and Hall, New York, EE.UU. 4p.