



CALIDAD Y VALOR AGREGADO POSTCOSECHA

**Aplicación de recubrimiento antimicrobiano
en vegetales frescos cultivados en la zona
centro de la provincia de Buenos Aires**

BECARIA: Bianchi María Belén.

**DIRECTORA: Nesprias Rosa Karina
01/01/2016**

INTRODUCCIÓN

La deshidratación es un factor limitante en la conservación de los vegetales en general por lo que se ve afectado su tiempo de preservación post-cosecha.

Debido al aumento de la demanda del consumidor de productos saludables, atractivos a la vista y perdurables en el tiempo, se han buscado nuevas alternativas de tratamientos tecnológicos/químicos de conservación de la calidad post-cosecha. Una de estas alternativas es el empleo de recubrimientos antimicrobianos comestibles, éstos generan una atmósfera modificada con el fin de reducir la capacidad de transferencia de los gases (CO₂, O₂ y vapor de agua) causantes de la pérdida de masa, color, textura y firmeza y además, en algunos casos tienen efectos beneficios para la salud del consumidor, generando un producto con alto valor agregado.

Al respecto el alto carácter perecedero de ciertas frutas y hortalizas de consumo generalizado sumado al mal manejo post-cosecha y uso de tecnologías de acondicionamiento y almacenamiento inadecuadas se traduce en elevadas pérdidas de la calidad, de volumen comercializado y en consecuencia de ganancia tanto para el productor como los sectores de comercialización.

El objetivo de este trabajo de investigación llevado a cabo en el marco de mi Beca de Entrenamiento otorgada por la Comisión de Investigaciones Científicas fue evaluar el uso del recubrimiento antimicrobiano comestible a base de dextrina, ácido cítrico y ácido ascórbico sobre la calidad y el tiempo de vida útil de morrones, tanto verdes como rojos, y de repollitos de brúselas, a través del estudio de la variación de propiedades físicas, microbiológicas y químicas a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento.

PARTE EXPERIMENTAL

PRIMERA ETAPA

1. **Muestra:** Morrones (*capsicum annun*) en estadio avanzado de maduración (rojos) y morrones inmaduros (verdes).

El pimiento pertenece a la familia de las *Solanaceas*, la planta tiene un tallo frágil, erecto y verde, con ramas que se subdividen en dos partes, tiene las hojas grandes y de color verde intenso brillante, de forma oblonga (más largas que anchas), lanceolada o globosa. El fruto es una baya hueca, de superficie lisa y brillante, de colores y formas muy variables. En el interior de la baya discurren 2 ó 4 tabiques incompletos a lo largo de la pared del fruto, uniéndose solamente en la base de la placenta. El color de los

frutos, así como cambios del mismo, es debido a la presencia de pigmentos carotenoides y antocianos. En la región de la placenta se insertan las semillas, aplastadas, normalmente de 4 a 5 mm de diámetro, de color blanco amarillento (Pinto, 2013).

Según el Nuez *et al.* (2008), el principal componente del pimiento es el agua, seguido de los hidratos de carbono, lo que hace que sea una hortaliza con un bajo aporte calórico. Es una buena fuente de fibra y, al igual que el resto de verduras, su contenido proteico es muy bajo y apenas aporta grasas.

Son buena fuente de carotenos, entre los que se encuentra la capsantina, pigmento con propiedades antioxidantes que aporta el característico color rojo a algunos pimientos. Los frutos de pimiento además poseen un elevado contenido vitamínico, principalmente en forma de vitamina C. También es destacable su contenido de provitamina A (Beta caroteno y criptoxantina) que el organismo transforma en vitamina A conforme lo necesita, folatos y de vitamina E.



Figura 1. Planta de morrones

Bianchi María Belén; Nesprias Rosa Karina. Comisión de Investigaciones Científicas de la Pcia. de Bs. As.

Las muestras se obtuvieron de un establecimiento productor de vegetales ubicado en Azul, Buenos Aires, Argentina ($36^{\circ}48'26.32''S$, $59^{\circ}49'30.58''O$), fueron cosechadas manualmente en madurez comercial e inmediatamente se transportaron al laboratorio para su análisis ($20 \text{ min} \pm 2$).



Figura 2. Plantación de morrones



Figura 3. Invernáculo

2. Recubrimientos:

Un recubrimiento comestible (RC) es una película que envuelve al alimento y que puede ser consumida como parte del mismo (Pastor *et al.*, 2005), y cuya función es mantener la calidad de los productos recubiertos retrasando las principales causas de alteración a través de diferentes mecanismos (Kester y Fennema, 1986, Debeaufort, 1998):

- Evitando ganancia o pérdida de humedad, que puede provocar una modificación de la textura, turgencia.
- Ralentizando cambios químicos que pueden afectar al color, aroma o valor nutricional del alimento.
- Actuando como barrera al intercambio de gases que puede influir en gran medida en la estabilidad de los alimentos sensibles a la oxidación de lípidos, vitaminas y pigmentos.
- Mejorando la estabilidad microbiológica.
- Mejorando la integridad mecánica en el caso de las frutas y hortalizas.

En relación a los componentes de los recubrimientos comestibles, se pueden agrupar en tres categorías (Pastor *et al.*, 2005):

- Hidrocoloides: por lo general forman recubrimientos con buenas propiedades mecánicas y son una buena barrera para los gases (O_2 y CO_2), pero no impiden suficientemente la transmisión de vapor de agua.
- Lípidos: formados por compuestos hidrofóbicos y no poliméricos con buenas propiedades barrera para la humedad, pero con poca capacidad para formar films. Reducen la transpiración, la deshidratación, la abrasión en la manipulación posterior y pueden mejorar el brillo y el sabor.
- Formulaciones mixtas de hidrocoloides y lípidos que aprovechan las ventajas de cada grupo y disminuyen los inconvenientes. En general, los lípidos aportan resistencia al vapor de agua y los hidrocoloides, permeabilidad selectiva al O_2 y CO_2 , la duración del film y la buena cohesión estructural o integridad del film.

Además se pueden incorporar otros componentes que ayuden a mejorar las propiedades finales del film como plastificantes y/o faciliten su obtención como surfactantes y emulsionantes. Otra gama de ingredientes de los RC de gran interés son los antioxidantes, antimicrobianos, y reafirmantes de la textura con el fin de mejorar las propiedades de las coberturas. Se ha demostrado que algunos aditivos actúan más efectivamente en alimentos cuando son aplicados

formando parte del recubrimiento que cuando son aplicados en soluciones acuosas mediante dispersión o inmersión, ya que las coberturas pueden mantener los aditivos en la superficie del alimento durante más tiempo (Baldwin et al., 1996).

En este caso se preparó el recubrimiento antimicrobiano comestible a partir de dextrina al 1% P/V, ácido cítrico 2,5 %P/V y ácido áscorbico 2,5 %P/V.

La dextrina es un polisacárido que forman redes moleculares cohesionadas por una alta interacción entre sus moléculas, estas les confiere buenas propiedades mecánicas y de barrera a gases (O_2 y CO_2), por lo cual retardan respiración y envejecimiento de muchas frutas y hortalizas (Eric, 2009). Teniendo en cuenta la clasificación anteriormente mencionada sobre RC, se agrupa en la categoría de Hidrocoloides. Por otra parte el ácido cítrico y ácido ascórbico tienen propiedades antioxidantes.



Figura 4. Tratamiento de morrones

3. Técnicas empleadas

3.1 Determinación de Fenoles Totales

Obtención del Extracto: Se tritura la muestra de vegetal en un molinillo o mortero, luego se toman alícuotas de 2 g para realizar la extracción de los compuestos antioxidantes. El sólido se coloca en un Erlenmeyer de 50 mL de capacidad con 5 mL de una mezcla metanol/acético con una relación 40/1. Las extracciones se realizan mediante agitación durante 30 minutos y bajo campana de extracción para

la remoción de los vapores del metanol. Luego el sobrenadante (solvente + extractos fenólicos) se trasvasa a tubo de ensayo y se centrifuga durante 10 minutos. El proceso de extracción se repite dos veces más y finalmente se juntan y miden los tres volúmenes de sobrenadantes centrifugados y se reservan los extractos en frascos color caramelo a 5 °C hasta su posterior empleo. Para la determinación de los compuestos antioxidantes se debe realizar la dilución del extracto obtenido en agua destilada (1:25). La cuantificación se realizará por espectrofotometría. Para esto se debe realizar una curva de calibración con una solución patrón de ácido gálico (0,1 mg mL⁻¹), siguiendo los lineamientos de Singleton & Rosi (1965). Para construir la curva se deben tomar volúmenes de 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 y 160 µL de la solución patrón, que deben llevarse con agua destilada a un volumen final de 500 µL. Para el blanco se utilizará agua destilada. Luego, a cada uno de los estándares se le agrega 250 µL del reactivo Folin-Ciocalteau (1N) seguido de una homogeneización en un agitador Vortex durante 5 minutos. Finalmente se adiciona 1250 µL de NaCO₃ al 20% P/V. Se deja desarrollar color durante 120 minutos y posteriormente se realiza la lectura a 760 nm, en espectrofotómetro. Se repite la técnica para las muestras incógnitas, para lo cual se utilizará en lugar del estándar 500 µL del extracto fenólico obtenido en el proceso de extracción. Los resultados se expresarán como mg equivalente a ácido gálico por cada 100 g de muestra.

3.2 Determinación de firmeza de la pulpa

Equipo: penetrómetro.

Uso del medidor de firmeza o dureza: la manera de evaluar la dureza es por la resistencia a la compresión medida en libras-fuerza (lbf). El penetrómetro Effe-gi es una sonda de mano que consta de un punzón y una escala graduada en libras-fuerza.

Procedimiento: Tomar una muestra de fruta u hortaliza representativa del lote. Las muestras a medir deben ser de tamaño mediano y homogéneo y estar a temperatura ambiente. Colocar el fruto sobre una superficie firme. Introducir la punta del vástago en la pulpa perpendicularmente hasta la ranura, ejerciendo una presión suave y uniforme. Registrar los valores obtenidos en kilogramos fuerza (kgf) o libras fuerza (lbf). Promediar los valores de cada fruto y luego los de la muestra.

3.3 Determinación de sólidos solubles totales (°Brix o porcentaje de SST) por refractometría

Instrumento: Refractómetro

Procedimiento: Colocar unas gotas de jugo sobre el prisma del aparato, de manera de cubrir la totalidad del mismo, bajar la cubierta. Dirigir el refractómetro hacia la luz y observar a través del ocular, enfocar para lograr una imagen nítida. Registrar la lectura en Brix o de sólidos solubles totales

Enjuagar con agua destilada y secar el prisma con un paño suave después de cada medición.

3.4 Pérdida de peso

Se pesaron las muestras al inicio del ensayo y luego a medida que transcurrían los días de almacenamiento a temperatura ambiente, tanto en muestras tratadas como sin tratar. Se realizó el cálculo en porcentaje por diferencia de masa referido a la muestra inicial.

3.5 Recuento de aerobios, hongos y levaduras

Muestra: los morrones son cortados y luego procesados en un molinillo. Se pesa 1g de muestra y se adiciona 9 mL de solución de NaCl (homogenato).

Recuento de aerobios: se pesaron las muestras y homogeneizaron en solución de NaCl 0.85% utilizando un homogeneizador tipo émbolo (Potter) para tejidos blandos (dilución 10-1). Posteriormente se realizaron las diluciones decimales apropiadas y se sembraron por duplicado en placas de Agar para Recuento en Placa (PCA) utilizando la siembra de gotas en superficie. Las placas se incubaron durante 48 ± 2 h a 30°C . Los valores de recuento se estandarizaron a $\text{UFC}\cdot\text{g}^{-1}$ de tejido fresco de morrón.

Recuento de coliformes: pesar la muestra y preparar las diluciones decimales apropiadas. Inocular 1.0 mL de la dilución correspondiente en cada caja de petri estéril, mediante pipeta estéril y verter de 18.0 a 20.0 mL del medio ABRV fundido y mantenido a $45 \pm 1.0^\circ\text{C}$ en baño de agua. Mezclar cuidadosamente el inóculo con el medio. Permitir que la mezcla solidifique dejando las cajas Petri sobre una superficie horizontal. Solidificado el medio invertir las placas y colocarlas en la incubadora a 35°C , durante 24 ± 2 h.

Recuento de hongos y levaduras: se procede de la misma forma en cuanto a la preparación del homogenato y las diluciones decimales y se siembra 1mL de la dilución que corresponda por duplicado en placas de Agar Papa Glucosado (APG). Lo cual se incubó a 28°C durante 7 días con una primera lectura a los 5 días.

4. Determinaciones analíticas

Preparación

Se utilizaron morrones verdes y rojos adquiridos en una verdulería como también recién cosechados.

Se lavaron con agua corriente, seguido de una solución de hipoclorito de sodio (1 % V/V) y un enjuague final con agua destilada. Posteriormente se colocaron sobre una mesada sobre papel film hasta que se sequen completamente. Se procedió a aplicar el recubrimiento comestible por aspersión seguido de secado con aire frío, realizando esta operación por duplicado.

Temperatura de almacenamiento

Los morrones adquiridos en *verdulerías* fueron estudiados bajo dos condiciones de almacenamiento.

En general las muestras tratadas y sin tratar fueron colocadas en bandejas recubiertas con papel film perfectamente señalizadas y almacenadas por una lado a temperatura ambiente y por otro en refrigeración a 4°C, en ambos casos hasta deterioro evidente.

En el caso de los morrones *recién cosechados* se mantuvieron durante todo el período de seguimiento a temperatura ambiente.

Seguimiento

En todos los casos se efectuó un seguimiento, a través de la medición cuantitativa de diferentes parámetros control, hasta observar deterioro organoléptico de las muestras. En lo que se refiere a los *parámetros fisicoquímicos*, se realizó la cuantificación de fenoles totales (método espectrofotométrico, para lo cual se hizo la puesta a punto de la técnica descrita anteriormente adaptándola a la muestra en cuestión), pérdida de peso, índice de refracción y resistencia a la compresión para las muestras recién cosechadas, y en cuanto al *seguimiento microbiológico* se hizo recuento de hongos y levaduras

En relación a las muestras adquiridas en la verdulería, tanto las conservadas a temperatura de refrigeración con film y las conservadas de la misma forma sin film, el seguimiento fue efectuado mediante la medición de fenoles totales y pérdida de peso, respecto a *parámetros fisicoquímicos*. Por otro lado, la *calidad microbiológica* fue

evaluada por recuento de hongos y levaduras, y además, para las muestras conservadas a temperatura de refrigeración con film, también se realizó el recuento de aerobios mesófilos y coliformes.

5. Resultados

Los morrones adquiridos en verdulería, no mostraron diferencias significativas en cuanto a la pérdida de peso y medición de fenoles totales, esto puede ser consecuencia de la falta de conocimiento acerca de los días post-cosecha de cada muestra, además de si pertenecen al mismo lote. En cuanto a lo microbiológico, los morrones tanto tratados como sin tratar, conservados en refrigeración con film, no mostraron diferencias en el recuento de mesófilos como tampoco en coliformes. Para el recuento de hongos y levaduras, se observó que en las muestras tratadas no se detecta la presencia de hongos mientras que si se observan en las muestras sin tratar, para todos los tiempos estudiados. Con respecto a las muestras almacenadas a temperatura de refrigeración sin film, al término de ocho días post-cosecha el recubrimiento aplicado permitió reducir 100 veces la carga final de hongos y levaduras. En el caso de los morrones recién cosechados, transcurridas dos semanas de de almacenamiento luego de la aplicación del tratamiento se encontró que la formulación empleada sobre el morrón con menor grado de maduración no mostró diferencias significativas respecto al control en ninguno de los parámetros fisicoquímicos estudiados.

Sin embargo, el tratamiento aplicado sobre morrón rojo tuvo una mayor efectividad ya que hubo menor pérdida de peso, un aumento de la cantidad de compuestos fenólicos y una estabilidad en los sólidos solubles y resistencia a la compresión (textura) en relación a la muestra control. Con respecto a la calidad microbiológica, se observó que la aplicación del recubrimiento permitió reducir en 100 veces la carga final de hongos y levaduras para los primeros ocho días post-cosecha. Asimismo, las muestras tratadas no evidenciaron presencia de hongos mientras que sí se detectaron en las no tratadas, para todos los tiempos estudiados.



Figura 5. Morrones tratados



Figura 6. Morrones sin tratar

SEGUNDA ETAPA

1. Muestra: Repollitos de Bruselas (*Brassica Oleracea L.*) recién cosechados. Las coles de Bruselas pertenecen a la familia de las *crucíferas*. Las partes comestibles de la planta son los ramilletes de yemas hinchadas. Las yemas, de 2 a 5 cm de diámetro, crecen sobre el tallo —en las axilas de las hojas—, su color es verde, aunque también puede ser rojo o morado; su sabor, intenso, con un marcado gusto acre o amargo característico. Son yemas, a modo de pequeños repollos, están constituidos por un tallo corto y engrosado, que sostiene numerosas hojas pecioladas dispuestas una sobre otra, donde las hojas exteriores cubren y protegen la yema terminal y las hojas más jóvenes. La forma del pequeño repollo es ovalada y las hojas lisas. Comparten con el resto de las verduras, su elevada proporción de agua. Constituyen la mayor fuente de vitamina C respecto de las verduras de su misma familia (si bien una parte considerable de la misma puede perderse durante el proceso de cocción). Y además, las coles son ricas en ácido cítrico, que potencia la acción beneficiosa de dicho nutriente. Son fuente de folatos, y, en menor proporción, de otras vitaminas del grupo B. Entre los minerales destaca la presencia de potasio, fósforo hierro y yodo, así como cantidades discretas de zinc, magnesio y calcio. El contenido en fibra insoluble es elevado. Disponible en: http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/coles-bruselas_tcm7-315471.pdf



Figura 7. Plantación de Rep. Bruselas



Figura 8. Planta de Repollitos de Bruselas



Figura 9. Rep. Bruselas recién cosechados

1.2 Recubrimiento: se utilizó la misma formulación empleada en los morrones.

2. Técnicas empleadas:

3.1 Determinación de malonildialdehído (MDA):

Obtención del homogenado: pesar 1g de muestra y homogeneizar en 2 volúmenes (p/v) de regulador fosfato KH_2PO_4 (20Mm), Ph 7,4. Colocar el homogeneizado en tubos eppendorf y centrifugar a 3000g a 4°C durante 10 minutos. Obtener el sobrenadante (Oxford Biomedical Research No.FR 12, 2003).

Reactivos:

- N-metil-2-fenil-indol
- Ácido clorhídrico 35%
- Metanol
- Acetonitrilo
- 1, 1, 3, 3 – tetrametoxipropano

Preparación de las soluciones de trabajo:

- Solución I de N-metil-2-fenil-indol (10,3mM): 38mg de N-metil-2fenil-indol en 18 ml de acetonitrilo
- Solución I diluida: antes de emplear la solución I debe diluirse adicionando aproximadamente 6ml de metanol hasta alcanzar un volumen final de 24mL.
- Solución II Estándar de 1, 1, 3, 3-tetrametoxipropano (patrón MDA): adicionar 16,5 microlitros de este patrón de MDA (densidad 0,997 g/ml) en 10 ml de agua destilada (Esterbauer, 1991).

Preparación de la curva estándar de calibración de MDA: diluya la solución estándar II en agua destilada o en la solución amortiguadora usada para diluir la muestra. Para ello tome 500 microlitros de la solución II y adiciónelos a un volumétrico de 50 mL y complete hasta el mismo volumen.

Tabla 2. Curva estándar de calibración MDA

Solucion I diluida (μL)	650	650	650	650	650	650
Solucion II diluida (μL)	0	25	50	100	150	200
Agua destilada	200	175	150	100	50	0

Agite en Vortex, adicione 150µL de HCl 35%, agite en Vortex y tape los tubos. Incube a 45°C durante 1 hora. Enfríe a temperatura ambiente y lea la absorbancia a 586nm contra agua destilada (CEIEB La Habana, 2003)

2.2 Pérdida de peso: se realizó de la misma forma empleada en los morrones.

2.3 Índice de refracción: se efectuó la técnica empleada en los morrones.

3. Determinaciones analíticas

Se realizó la puesta a punto de la técnica para cuantificación de malondialdehído (MDA), metabolito principal de deterioro o envejecimiento celular por degradación de la membrana lipídica. Se utilizó la misma composición empleada para los morrones en la preparación del recubrimiento. Los repollitos recién cosechados fueron lavados con agua corriente y luego enjuados con agua destilada. Posteriormente se colocaron sobre papel absorbente hasta secado completo de los mismos. El recubrimiento fue aplicado por aspersión y secado por aire frío, operación realizada por duplicado. Las muestras tratadas y sin tratar fueron colocadas en bandejas y se reservaron a temperatura ambiente. El seguimiento se realizó mediante medición de diferentes parámetros fisicoquímicos, entre ellos, la cuantificación de MDA), pérdida de peso y el índice de refracción, hasta observar deterioro organoléptico.



Figura 9. Repollitos de Bruselas sin tratar



Figura 10. Repollitos de Bruselas tratados

4. Resultados

El tratamiento con recubrimiento antimicrobiano aplicado sobre los repollitos de Bruselas resultó efectivo. En general a medida que transcurre el periodo de almacenamiento, hay una menor pérdida de peso en las muestras tratadas en relación a las sin tratar. Con respecto al índice de refracción no existe diferencia significativa, sin embargo se mantienen valores relativamente menores en las muestras tratadas respecto a las control (sin tratar). El seguimiento del metabolito principal del envejecimiento celular por degradación de la membrana lipídica (MDA), dio por resultado que al término de cinco días de aplicado el tratamiento, los valores (μg equivalentes MDA/100g muestra) son inferiores para las muestras tratadas respecto a las sin tratar.

CONCLUSIONES GENERALES

Se puede concluir que la aplicación del recubrimiento comestible formado por dextrina, ácido cítrico y ascórbico permite retardar el deterioro y conservar la calidad postcosecha de morrones recién cosechados rojos, para los parámetros fisicoquímicos evaluados, y tanto en verdes como rojos recién cosechados en relación a los parámetros microbiológicos estudiados. Con respecto a los morrones obtenidos de verdulería, el tratamiento aplicado no resulta efectivo en el seguimiento a través de parámetros fisicoquímicos debido al desconocimiento de los días post cosecha de cada muestra como también si corresponde al mismo lote, pero permitió conservar la calidad de los morrones en la evaluación microbiológica.

Por otra parte en los repollitos de Bruselas el tratamiento también fue efectivo para los parámetros estudiados. En este último caso se sugiere ampliar la investigación.

Las dificultades encontradas en el desarrollo de las actividades fueron el reemplazo de las hortalizas, debido a considerar la estacionalidad de las mismas para poder trabajar con hortalizas recién cosechadas.

Para finalizar, se destaca el cumplimiento del objetivo de trabajo propuesto durante el desarrollo de la Beca de Entrenamiento otorgada por la Comisión de Investigaciones Científicas, debido a que se evaluó el uso del recubrimiento antimicrobiano comestible sobre la calidad y el tiempo de vida útil de hortalizas, a través del estudio de la variación de propiedades físicas, microbiológicas y químicas a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento.

BIBLIOGRAFIA

1. Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O., Hagenmaier, R.D. (1996). Improving storage life of cut apple and potato with edible coating. *Postharvest Biology Technology*. Vol.9(2), 151-163.
2. Esterbauer H, Schaur RJ, Zollner H. (1991) Chemistry and biochemistry of 4-hydroxynonenal, malonaldehyde and related aldehydes.; *Free Radic Biol Med.*, 11(1):81-128.
3. Kester, J.J., Fennema, O.R. (1986). Edible films and coatings: A review. *Food Technology*. Vol.40(12), 47-59.
4. Microorganismos de los Alimentos I: su significado y metodos de enumeración. Autores: ICMSF. (2000) . Edición II.
5. Nuez, F., Gil, R., y Costa, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Madrid. Editor Mundi-Prensa, ISBN: 8471146096, 9788471146090
6. Pastor, C., Vargas, M., González-Martínez, C. (2005). Recubrimientos comestibles: Aplicación a frutas y hortalizas. *Alimentación, Equipos y Tecnología*. Vol.197, 130-135.
7. Pinto, M. (2013). El cultivo del pimiento y el clima en Ecuador. *EL agro*. 46-47.
8. http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/coles-bruselas_tcm7-315471.pdf

OTRA BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1) Artes, F. Allende A. (2005), Processing lines and alternative preservation techniques to prolong the self-life of minimally fresh processed leafy vegetables. *Eur. J. Hort. Sci.*, 70, 231-245.
- 2) Ayala, F., Echavarri, J.F., Sanz, S., Olarte, C., (2009). Quality characteristics of minimally processed leek packaged using different films and stored in lighting conditions. *Int. J. Food Sci. Technol.* 44, 1333–1343.
- 3) Ayala-Zavala J.F., Wang S.Y., Wang C.Y., Gonzalez-Aguilar G.A., (2004), Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. *Food Sci. Technol.* - LEB, 37, 687–695.
- 4) Báez, R.; Bringas, E.; Mendoza, A.M.; González A.G; Ojeda A.J. (2000). Recubrimientos de tratamientos especiales en frutos de mango tratados hidrotérmicamente. Págs. 71-74 en: Villamizar, F.; Báez, R. (eds), *Segundo Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha*. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ingeniería Agrícola. Bogotá, Colombia.
- 5) Barka E. A., Kalantari S., Makhoulouf J., (2000), Effects of UV-C irradiation on lipid peroxidation markers during ripening of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruit. *Aust. J. Plant Physiol.*, 27, 667-671.
- 6) Bozin B.; Mímica-Durkin, N.; Simin, N. y Anacrov, G. (2006). Characterization of Volatile Composition of Essential Oils of Some Lamiaceae Spices and Antimicrobial and Antioxidant Activities of the Entire Oils, *J. Agric. Food Chem.* 54, 1822-1828.
- 7) Brandl, M. T. 2008. Plant lesions promote the rapid multiplication of *Escherichia coli* O157:H7 on postharvest lettuce. *Appl Environ Microbiol* 74:5285-9.
- 8) Burt S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *Int J Food Microbiol* 94, 223-53.
- 9) Cáceres, I., Mulkay, T., Rodriguez, J., Paumier, A., Sisino, A. (2003), Influencia del encerado y tratamiento térmico en la calidad postcosecha del mango, *Revista Simiente*, 73(1-2), 25 -29.

- 10) Chang M., Chen S., Lee C., Chen Y. M., (2001), Cold acclimation and root temperature protection from chilling injury in chilling- sensitive mungbean (*Vigna radiate* L.) seedlings. *Bot. Bull. Acad. Sin.*, 42, 53-60.
- 11) Cisneros –Zeballos L. (2003), The use of controlled postharvest abiotic stresses as a tool for enhancing the nutraceutical content and adding-value of fresh fruits and vegetables. *J. Food Sci.*, 68, 1560-1565.
- 12) Costa L., Vicente, A.R., Civello, P.M., Chaves, A.R., Martinez, G.A. (2006), UV-C treatment delays postharvest senescence in broccoli florets. *Postharv. Biol. Technol.* 39, 204-210.
- 13) Famá, L.; Flores, S.; Rojas, A. M.; Goyanes, S.; Gerschenson, L. (2004), Comportamiento mecánico dinámico de películas comestibles a bajas temperaturas: influencia del contenido de sorbato y grado de acidez. *Revista SAM*, 1(1), 157-162.
- 14) Gennaro L., Leonardi C., Esposito F., Salucci M., Maiani G., Quaglia G., Fogliano V. (2002), Flavonoid and carbohydrate contents in Tropea red onions: effects of homelike peeling and storage. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 1904–1910.
- 15) González, M.J y J.M. Marioli. (2010) Antibacterial activity of water extracts and essential oils of various aromatic plants against *Paenibacillus* larvae, the causative agent of American Foulbrood. *Journal of Invertebrate Pathology* 104 (2010) 209–213
- 16) González-Aguilar G. A, Villegas-Ochoa, M.A. , Cuamea-Navarro, F., Ayala-Zabala, J.F., (2006), Efecto de la irradiación UV-C sobre la calidad de mango fresco cortado. In: Simposio Ibero-Americano de Vegetales Frescos Cortados. 59-64.
- 17) González-Aguilar G. A, Zabaleta-Gatica, R., Tiznado-Hernandez, M. E., (2007), UV-C Irradiation activates the defense response in mango “Haden” fruit. *Postharv. Biol. Technol.*, 45, 108-116.
- 18) González-Aguilar G. A., Villegas-Ochoa M. A., Cuamea-Navarro F., Ayala-Zavala J. F., (2006), Efecto de la irradiación UV-C sobre la calidad de mango fresco cortado. In: *I Simposio Ibero-Americano de Vegetales Frescos Cortados*. G A González-Aguilar y F Cuamea-Navarro, 59-64.

- 19) Hongyin Zhang, Xiaodong Zheng, Dongmin Su. Postharvest control of blue mold rot of pear by microwave treatment and *Cryptococcus laurentii*, *Journal of Food Engineering* 77 (2006) 539–544
- 20) Ichikawa M., Ide N., Ono K., (2006), Changes in organ sulfur compounds in garlic cloves during storage. *J. Agric. Food Chem.*, 54, 4849–4854.
- 21) Kester, J. J. E; Fenema, O. R., (1986), Edible films and coating: a review, *Food Technol.*, 12, 47-59.
- 22) Kevers C., Falkowski M., Tabart J., Defraigne J.O., Dommès J., Pincemail J. (2007), Evolution of antioxidant capacity during storage of selected fruits and vegetables. *J. Agric. Food Chem.*, 55, 8596–8603.
- 23) Kolthoff I.M.; Sandell E.B.; Meehan E.V. (1969), Quantitative chemical analyses. Mac Millan Limited, London.
- 24) Leardi, R. (2009). Experimental design in chemistry: A tutorial. *Anal. Chim. Acta*, 652, 161-172.
- 25) Leja M., Mareczek A., Starzynska A., Rozek S., (2001), Antioxidant ability of broccoli flower buds during short-term storage. *Food Chem.*, 72, 219–222
- 26) Lester, G.E., Makus, D.J., Hodges, D.M., (2010), Relationship between fresh-packaged spinach leaves exposed to continuous light or dark and bioactive contents: effects of cultivar, leaf size, and storage duration. *J. Agric. Food Chem.*, 58, 2980–2987.
- 27) Lopez-Galvez, G., Cantwell, M. (1996), Los productos de cuarta gama en Estados Unidos. *Horticultura*, 117, 33-38.
- 28) Maghoumi M., Gómez P.A., Mostofi Y., Zamani Z., Artés-Hernández F., Artés F., (2013), Combined effect of heat treatment, UV-C and superatmospheric oxygen packing on phenolics and browning related enzymes of fresh-cut pomegranate arils, *LWT - Food Science and Technology*, 54, 389-396.
- 29) Mongay V., Manrique G.D y Tanoni L.B. (2012). “Capacidad antioxidante y contenido fenólico de aceites esenciales de 4 genotipos de Lavandines cultivados en el Partido de Azul”. V Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Córdoba. 14, 15 Y 16 de noviembre. 2012 (CICYTAC 2012).

- 30) Mongay V., Tanoni L. y Manrique G.D. (2011). "Caracterización fisicoquímica y capacidad antioxidante de aceites esenciales de plantas aromáticas de uso condimentario cultivadas en el partido de Azul Buenos Aires". XIII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CYTAL). Ciudad de Buenos Aires. 19 al 21 de octubre.
- 31) Montgomery, D.C. (1991). Diseño y Análisis de experimentos. Editorial Grupo Editorial Iberoamérica. México.
- 32) Noichinda, S., Bodhipadma, K., Mahamontri, C., Narongruk, T., Ketsa, S., (2007), Light during storage prevents loss of ascorbic acid, and increases glucose and fructose levels in Chinese kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*). *Postharvest Biol. Technol.* 44, 312–315.
- 33) Olarte, C., Sanz, S., Echávarri, J.F., Ayala, F., (2009). Effect of plastic permeability and exposure to light during storage on the quality of minimally processed broccoli and cauliflower. *LWT: Food Sci. Technol.* 42, 402–411.
- 34) Quintero, C.; Falguera, V.; Muñoz, A. (2010), Películas y recubrimientos comestibles: Importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Revista Tumbaga*, 1(5), 93-118.
- 35) Rivero R., Ruiz M., García P., Lopez-Lefefre L., Sanchez E., Romero L., (2001), Resistant to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants. *Plant Science*, 160, 315-321.
- 36) Sage, R. F., Kubien, D. (2007). The temperature response of C3 and C4 photosynthesis. *Plant, Cell and Environment*, 30, 1086-1106.
- 37) Saltveit, M. E. (2000), Wound induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat shock. *Postharvest Biology and Technology*, 21, 61-69.
- 38) Schlimme, D., (1995), Marketing lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*, 30 (1), 15-17
- 39) Singleton, V. L., Rossi, J. A. (1965) Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-phosphotungstic Acid Reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16, 144-158.
- 40) Tudela J.A., Cantos E., Espin J.C., Tomas-Barberan F.A., Gil M.I., (2002), Induction of antioxidant flavonol biosynthesis in fresh-cut

potatoes. Effect of domestic cooking. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 5925–5931.

- 41) Vaca Ruiz, M. Laciari, A. Donadel, O. Saad, J. and R. Carrizo Flores. (2006). Anti-listerial activity of plant essential oils from western region of Argentina. *Annals of Microbiology* 56, 369 – 371.
- 42) Wang, W., Vinocur, B., Shoseyov, O, and Altman, A. (2004). Role of plant heat-shock proteins and molecular chaperones in the abiotic stress response. *TRENDS Plant Science* 9(5): 244-252.
- 43) Xiaoyu Sui, Tingting Liu, Chunhui Ma, Lei Yang, Yuangang Zu, Lin Zhang, Hua Wang. (2012) Microwave irradiation to pretreat rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) for maintaining antioxidant content during storage and to extract essential oil simultaneously *Food Chemistry*. 131 1399–1405.
- 44) Yan Shen, Yujing Sun, Liping Qiao, Jianchu Chen, Donghong Liu, Xingqian Ye. (2013), Effect of UV-C treatments on phenolic compounds and antioxidant capacity of minimally processed Satsuma mandarin during refrigerated storage. *Postharvest Biology and Technology* 76, 50–57.
- 45) Yoo K.S., Lee E.J., Patil B.S. (2012), Changes in flavor precursors, pungency, and sugar content in short-day onion bulbs during 5-month storage at various temperatures or in controlled atmosphere. *J. Food Sci.*, 77, 216–221.