



EFFECTO DEL LAVADO CON ACEITE ESENCIAL DE CANELA EN LA CALIDAD DE HORTALIZAS TROCEADAS

EFFECT OF CINNAMON ESSENTIAL OIL WASHING ON THE QUALITY OF FRESH-CUT VEGETABLES

***A. Jinde, X. Mariño, M. Álvarez, M. Silva**

Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos,
Universidad Técnica de Ambato (UTA), Ambato, Ecuador

Artículo recibido: 30/12/2015

Artículo aceptado: 30/05/15

RESUMEN

En el presente trabajo se estudió el efecto de la aplicación de diferentes condiciones de secado de hortalizas troceadas tratadas con aceite esencial de canela como desinfectante. Se empleó un diseño experimental AxB, siendo A el factor temperatura ($a_0=40\text{ }^\circ\text{C}$; $a_1=45\text{ }^\circ\text{C}$; $a_2=50\text{ }^\circ\text{C}$) y B el tiempo ($b_0=15$ minutos; $b_1=30$ minutos). Se evaluaron los cambios en las propiedades químicas y microbiológicas de cuatro tipos de hortalizas troceadas, col repollo, col lombarda, lechuga iceberg y espinaca, durante el almacenamiento refrigerado. El porcentaje de disminución de carga microbiana en los diferentes tratamientos de las hortalizas con respecto a las hortalizas recién cosechadas sobrepasó el 50 %, llegando algunos casos al 100 %, valores que dependieron del microorganismo analizado. El mejor tratamiento en lechuga, col repollo y espinaca fue un lavado a $45\text{ }^\circ\text{C}$ por 15 minutos y en col lombarda a $50\text{ }^\circ\text{C}$ por 15 minutos. Se determinó el tiempo de vida útil en las hortalizas procesadas sometidas a los tratamientos seleccionados, tras ser empacadas y almacenadas en refrigeración, considerando los límites legales permitidos para aerobios mesófilos y coliformes totales, estimándose un tiempo de vida útil de 4 días para lechuga, col lombarda y espinaca y de 6 días para col de repollo.

Palabras clave: col repollo, col lombarda, lechuga iceberg, espinaca, temperatura y tiempo de secado, vida útil.

ABSTRACT

The present work was aimed to study the effect of applying different temperatures and drying times in fresh-cut vegetables previously washed with cinnamon essential oil as disinfectant. An experimental design AxB was used, being A the temperature factor ($a_0=40\text{ }^\circ\text{C}$; $a_1=45\text{ }^\circ\text{C}$; $a_2=50\text{ }^\circ\text{C}$) and B the time factor ($b_0=15$ min and $b_1=30$ min.). The experimental responses were changes of chemical and microbiological properties of four types of fresh-cut vegetables: white cabbage, red cabbage, iceberg lettuce and spinach. Decrease in microbial load in the processed vegetables related to freshly harvested vegetables exceeded 50 %, even reaching 100 %, depending on the tested microorganism.. The best treatment for lettuce, white cabbage and spinach was washing and drying at $45\text{ }^\circ\text{C}$ for 15 minutes. In the case of red cabbage best treatment was a washing and drying at $50\text{ }^\circ\text{C}$ for 15 minutes. The shelf life of the processed vegetables after the better treatment were applicated, considering the allowable limits of mesophilic aerobic and total coliforms, was estimated in 4 days for lettuce, red cabbage and spinach, and 6 days for white cabbage, always stored under refrigeration.

Keywords: white cabbage, red cabbage, iceberg lettuce, spinach, temperature and drying time, shelf life

* Autor de correspondencia: Alexandra Jinde. E-Mail: jinde.alexandra@gmail.com.



1. INTRODUCCIÓN

Existe la necesidad de desarrollar tecnologías de conservación de hortalizas con nuevas alternativas de procesamiento, para el consumo de alimentos saludables libres de conservantes químicos y que mantengan sus características naturales.

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) han sido catalogadas por expertos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) como el problema de salud pública más extendido en el mundo contemporáneo y han sido una causa importante del descenso de la productividad económica mundial (Royo-Bordonaba, 2007). Esta organización estimó que, sólo en el año 2005, murieron aproximadamente 1,8 millones de personas debido a enfermedad diarreica, asociada a la ingesta de agua o alimentos contaminados.

El cultivo de hortalizas es una actividad económica importante en la provincia de Tungurahua, donde numerosas familias dependen de esta actividad para su subsistencia. Sin embargo, en su mayoría son vendidas en mercados a nivel nacional sin ningún valor agregado.

Las hortalizas mínimamente procesadas y empacadas son refrigeradas durante su transporte hacia los comisariatos, donde son mantenidas a la temperatura de refrigeración. Sin embargo, en mercados y tiendas las hortalizas enteras suelen comercializarse exhibidas en perchas que se encuentran al ambiente sin ninguna protección (Lightfoot y Maier, 2002).

El aceite esencial de canela (*Cinnamomum verum* J. Presl.) contiene entre el 75-85% de eugenol, un componente con actividad antibacteriana natural y un 5% de cinamaldéhid, que contribuye con un carácter aromático y características antimicrobianas, que rompen las paredes celulares de los microorganismos, interfiriendo en su metabolismo (González, 2010; Mendoza, 2005).

A temperaturas superiores a 40 °C empieza a disminuir la tasa de crecimiento de los microorganismos hasta llegar a su inactivación (Barrantes y Achí, 2011; Benintende et al., 2009). Cuando se someten las hortalizas a temperaturas entre 40 a 50 °C por un tiempo determinado, ocurre una eliminación del agua superficial que puede ayudar a controlar el crecimiento microbiano, evitando una parte importante de las causas que generan los cambios en las propiedades físico-químicas de las hortalizas.

El objetivo del presente estudio fue la determinación de la combinación óptima de temperatura y tiempo y su efecto coadyuvante con el empleo de las sustancias higienizantes contenidas en el aceite esencial de canela, en orden a maximizar la vida útil de varias hortalizas de amplio consumo como son la col repollo, la col

lombarda, la lechuga iceberg y la espinaca, en su formato como productos mínimamente procesados.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materia prima

Se empleó col repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* cv. *bronco*), col lombarda (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*), lechuga iceberg (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) y espinaca (*Spinacia oleracea* L.) cultivadas en los sectores de Quillán Bajo y Quillán Alto, parroquia Izamba, provincia de Tungurahua (Ecuador).

El aceite esencial de canela (*Cinnamomum verum* J. Presl.) fue adquirido a la empresa Isabrubotanik S.A., localizada en Ambato, Ecuador.

2.2 Procesado de las hortalizas

Las hortalizas fueron seleccionadas con características físicas adecuadas (libres de defectos) y deshojadas manualmente, eliminando las hojas manchadas o con quemaduras provocadas por el sol. Posteriormente, se realizó un lavado con agua previamente hervida y enfriada a 4 °C, para eliminar las impurezas. Las hojas fueron cortadas a un tamaño de 5 a 7 cm de longitud y de 0,8 a 1,0 cm de ancho y luego nuevamente lavadas con agua potable. De cada hortaliza se tomaron porciones de 150 g que fueron desinfectadas por inmersión durante 4 minutos en una mezcla de aceite esencial al 0,025 % p/v en agua destilada, y 0,025 g·L⁻¹ de polisorbato 80 (Tween 80), empleado como emulsionante.

De igual manera se tomó una porción de 150 g de hortaliza no sometida al proceso de desinfección, como tratamiento control.

Las hortalizas troceadas y desinfectadas fueron colocadas en una estufa, donde fueron expuestas a aire caliente a diferentes temperaturas y tiempos para eliminar el exceso de humedad. Luego se envasaron por separado en bandejas de poliestireno cubiertas con film adherente de PVC, conteniendo 150 g del producto. Las bandejas con las hortalizas mínimamente procesadas fueron almacenadas a una temperatura de refrigeración de 4 °C.

2.3 Propiedades físico-químicas

La humedad se determinó por diferencia de pesos mediante una balanza dotada de estufa infrarroja; el pH, mediante potenciometría (pH-metro); la acidez, mediante una adaptación del método INEN 162 (INEN, 1975); el contenido de vitamina C, mediante el método oficial 984.26 (AOAC, 1985).



2.4 Análisis microbiológicos

Se determinó el número de aerobios mesófilos totales mediante recuento en placa, según el método 1529-5 del INEN (2006); el recuento de mohos y levaduras, según el método 1529-10 del INEN (1998) la investigación de *Staphylococcus aureus* según el método oficial 987.09 de la AOAC (1991); la investigación de *Salmonella* según el método oficial 967.25 de la AOAC (1995) y el recuento de coliformes totales y *Escherichia coli*, mediante el método 1529-7 del INEN (1990).

2.5 Evaluación sensorial

Los atributos sensoriales analizados fueron: color, pardeamiento, sabor, textura y aceptabilidad, para lo cual se utilizaron 17 catadores semi-entrenados de ambos sexos, pertenecientes a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato. Se empleó una

escala hedónica estructurada de 5 puntos donde: 1 es la peor valoración (muy desagradable) y 5 es la mejor valoración (muy agradable), siguiendo la metodología descrita en Saltos (2010), adaptada por Vaca (2013).

2.6 Determinación de la vida útil de las hortalizas

El tiempo de vida útil del mejor tratamiento para cada hortaliza se estableció en función de los resultados de los análisis de aerobios mesófilos y coliformes totales.

Los análisis se realizaron cada 48 horas por un tiempo de 2 semanas para col repollo y col lombarda, mientras que para lechuga y espinaca, se efectuaron durante 1 semana. En la Tabla 1 se muestran los límites máximos aceptados para el recuento de los distintos grupos microbianos estudiados (Provefrut S.A., 2013).

Tabla 1: Límites máximos establecidos en recuentos microbianos de hortalizas mínimamente procesadas (Provefrut S.A.)

Microorganismo	Límite máximo permitido (UFC/g)
Mesófilos aerobios totales	100000 (10E5)
Enterobacterias	1000 (10E3)
Coliformes totales	1000 (10E3)
<i>Staphylococcus aureus</i>	100 (10E2)
<i>E. coli</i>	10 (10E1)
Mohos y Levaduras	10000 (10E4)

2.7 Diseño experimental

Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado, de dos factores (A×B) con tres réplicas/tratamiento para cada una de las hortalizas, más un control.

Los factores estudiados fueron: A, Temperatura, con tres niveles, $a_0=40\text{ }^\circ\text{C}$ $a_1=45\text{ }^\circ\text{C}$ y $a_2=50\text{ }^\circ\text{C}$; B, Tiempo, con dos niveles, $b_0=15$ minutos y $b_1=30$ minutos.

Los datos fueron analizados mediante el software Excel (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) y el programa estadístico Statgraphics Centurion XVII (Statpoint Technologies Inc. Warrenton, VI, USA).

Las comparaciones entre tratamientos se analizaron mediante análisis de la varianza (ANOVA). Cuando dicho análisis resultó significativo, las medias fueron comparadas mediante el test de rangos

múltiples de Tukey. El nivel de significancia para todos los test estadísticos fue del 5%.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan las características químicas de las cuatro hortalizas estudiadas. Se puede observar que todas presentaron alto contenido de humedad, sobre el 90 %, lo que le hace susceptible al deterioro. El contenido de vitamina C varió de 13,19 mg/100 g en lechuga, 44,79 mg/100 g en col repollo, 50,87 mg/100 g en col lombarda hasta 51,91 mg/100 g en espinaca. Su pH resultó en torno a 6,40 para todas las hortalizas y la acidez cítrica titulable varió desde 0,06 % en lechuga, 0,40 % en col repollo, 0,18 % en col lombarda hasta 0,27 % en espinaca.



Tabla 1. Características físico-químicas de las hortalizas mínimamente procesadas

Hortaliza	Humedad (%)	Vitamina C (mg/100 g m.s.)	pH	Acidez cítrica (%)
Lechuga	93,28±0,55	13,19±0,54	6,4±0,0	0,06±0,01
Col repollo	92,70±0,27	44,79±0,0	6,4±0,0	0,40±0,04
Col lombarda	92,00±0,23	50,87±0,43	6,4±0,0	0,18±0,04
Espinaca	91,40±0,23	51,91±0,43	6,4±0,0	0,27±0,05

Valores promedio y desviación típica (n= 3)

Con respecto al contenido de microorganismos presentes en las hortalizas recién cosechadas sin ningún tratamiento, en la Tabla 2 se observa que el contenido de aerobios mesófilos se halló en el rango permitido según las especificaciones determinadas por Provefrut, más no en mohos y levaduras, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* y coliformes totales, que sobrepasaron los límites permitidos, con excepción de mohos y levaduras en col lombarda que presentó un contenido de

5783±3925 UFC·g⁻¹ y en coliformes totales en col de repollo y col lombarda que presentaron 200±50 UFC/g y 317±125 UFC·g⁻¹ respectivamente. Los valores altos en el contenido de microorganismos, sobre todo en *Staphylococcus aureus* y salmonella, probablemente se debieron al origen del agua de riego empleada por los agricultores productores de las hortalizas.

Tabla 2. Recuentos microbianos en las muestras control de las hortalizas estudiadas (UFC·g⁻¹)*

Hortaliza	Aerobios mesófilos tot.	Mohos y levaduras	<i>S. aureus</i>	<i>Salmonella</i>	Coliformes totales
Lechuga	34183±2226	23933±15163	433±104	6767±3457	1400±926
Col repollo	24267±18000	11700±608	717±104	850±650	200±50
Col lombarda	12267±5299	5783±3925	200±100	1417±1301	317±125
Espinaca	43750±2107	23000±4108	1650±653	583±125	1367±152

*Valores promedio y desviación típica (n= 3)

En la Tabla 3 se observa que la lechuga, presentó los mismos valores en humedad, pH y acidez tras ser sometida a cualquiera los tratamientos estudiados. En cambio existió una disminución del contenido de vitamina C, cuando la hortaliza se secó a 50 °C, durante 15 y 30 minutos. Dicho efecto también se observó igualmente en espinaca. En

cambio, en col lombarda y en col repollo se observó una pérdida de vitamina C sólo a partir de los 45 °C. La pérdida de esta vitamina se debió al tratamiento de secado y también al aumento de la superficie de exposición al oxígeno que se generó con el troceado de las hortalizas.



Tabla 3. Propiedades físico-químicas de hortalizas mínimamente procesadas, sometidas a diferentes tratamientos de lavado y secado

Hortalizas	Temp. (°C)	Tiempo (min)	Humedad (%)	Vitamina C (mg/100 g)	pH	Acidez titulable (%)
Lechuga	40	15	92,59±0,71 a	12,5±0,00 a	6,36±0,02 a	0,06 ±0,0 a
		30	91,90±1,11 a	12,33±0,43 a	6,34±0,01 a	0,06 ± 0,0 a
	45	15	92,62±0,35 a	11,98±0,57 ab	6,34±0,01 a	0,06 ± 0,0 a
		30	91,81±0,54 a	11,81±0,54 ab	6,34±0,02 a	0,06 ± 0,0 a
	50	15	92,27±1,16 a	11,46±0,00 bc	6,37±0,01 a	0,06 ±0,0 a
		30	91,27± 0,66 a	10,94±0,57 c	6,34±0,02 a	0,06 ±0,0 a
Col repollo	40	15	92,06±0,29 a	44,27±0,57 a	5,97±0,01 ab	0,27 ±0,0 a
		30	91,70±0,17 b	43,92±0,43 ab	5,91±0,01 b	0,27 ±0,0 a
	45	15	91,60±0,31 b	43,40±0,54 bc	6,19±0,3 a	0,27 ±0,0 a
		30	90,88±0,10 c	43,06±0,54 cd	6,02±0,0 ab	0,27 ±0,0 a
	50	15	92,27±0,35 a	42,71±0,00 d	6,08±0,01 ab	0,27 ±0,0 a
		30	92,26±0,43 a	42,71±0,00 d	5,85±0,04 b	0,27 ±0,0 a
Col lombarda	40	15	91,94±0,15 a	50,00±0,00 a	6,16±0,22 a	0,09 ±0,0 a
		30	91,86±0,19 a	50,00±0,00 a	6,12±0,24 a	0,09 ±0,0 a
	45	15	91,12±0,13 b	50,00±0,00 a	6,20±0,15 a	0,09 ±0,0 a
		30	90,53±0,34 c	50,00±0,00 a	6,18±0,18 a	0,09 ± 0,0 a
	50	15	90,52±0,13 c	50,00±0,00 a	6,2 ±0,15 a	0,09 ±0,0 a
		30	90,14±0,10 d	49,48±0,57 a	6,22±0,20 a	0,09 ±0,0 a
Espinaca	40	15	91,06±0,21 a	51,04 ±0,0 a	5,97±0,01 d	0,13 ±0,0 a
		30	90,77±0,14ab	51,04±0,0 a	5,91±0,01 e	0,13 ±0,0 a
	45	15	90,70±0,07ab	50,87±0,43 a	6,06±0,01 b	0,13 ±0,0 a
		30	90,58±0,05 b	50,52±0,57 ab	6,02±0,0 c	0,13 ±0,0 a
	50	15	89,88±0,04 c	50±0,0 bc	6,09±0,01 a	0,13 ±0,0 a
		30	89,24±0,35 d	49,48±0,57 c	5,83±0,01 f	0,13 ±00,0 a

Valores promedio y desviaciones típicas (n= 3). Letras diferentes denotan diferencias significativas al 95% entre dos promedios, dentro de cada hortaliza y parámetro.

En la Tabla 4 se indica el porcentaje de disminución de carga microbiana en los diferentes tratamientos de las hortalizas. Se puede observar que existió un alto porcentaje de disminución que sobrepasó el 50 %, llegando en algunos casos al 100% en algunos microorganismos. A este respecto, se encontró un 100 % de efectividad en la eliminación de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* y coliformes totales en col repollo, col lombarda y espinaca cuando el secado de la hortaliza se hizo a 50 °C y sobre el 93 % en aerobios mesófilos y

mohos y levaduras en las cuatro hortalizas. En lechuga, se obtuvo una disminución algo menor, de hasta un 94 % en *Salmonella*.

La disminución de la carga microbiológica en hortalizas estuvo relacionada con el efecto del aceite esencial de canela y de la temperatura de secado, que óptimamente debe ser sobre los 45 °C. Debe considerarse que según los datos de vitamina C aportados, su pérdida empezó a ocurrir a partir de los 50 °C.



Tabla 4. Disminución (%) de carga microbiana hortalizas mínimamente procesadas, sometidas a diferentes tratamientos de lavado

Hortaliza	Temp. (°C)	Tiempo (min)	Aerobios mesófilos tot.	Mohos y levaduras	<i>S. aureus</i>	<i>Salmonella</i>	Coliformes totales
Lechuga	40	15	83,33±2,73 b	92,67±1,46 b	68,33±19,59 b	72,0±12,59 ab	90,33±2,37 ab
		30	54,67±2,24 c	91,33±1,88 b	100,00±0,0 a	93,30±4,84 a	86,67±2,08 b
	45	15	93,67±1,31 a	96,67±1,26 a	100,00±0,0 a	93,00±6,56 a	100±0,0 a
		30	90,67±2,79 a	92,67±0,97 b	96,00±6,46 ab	94,00±9,5 a	100±0,0 a
	50	15	94,33±2,19 a	91,33±0,34 b	68,33±15,13 b	69,00±7,99 ab	87,33±8,38 b
		30	91,33±1,53 a	90,67±1,30 b	78,33±12,43 ab	63,0±17,17 b	87,33±1,38 b
Col repollo	40	15	91,67±2,28 a	93,67±0,67 a	78,33±13,23 cd	100,00±0,0 a	91,67±14,43 a
		30	100,0±1,23 a	84,33±3,28 ab	88,67±3,64 abc	100,0±0,0 a	100,00±0,0 a
	45	15	100,0±1,90 a	93,33±0,51 a	83,00±12,51 bc	100,0±0,0 a	100,00±0,0 a
		30	100,0±2,98 a	78,67±8,68 c	68,00±11,64 d	100,0±0,0 a	100,00±0,0 a
	50	15	100,0±1,08 a	92,67±2,40 a	100,00±7,22 a	91,66±14,43 a	100,00±0,0 a
		30	83,33±0,28 a	95,33±1,80 a	95,33±3,73 ab	100,00±0,0 a	83,33±28,87 a
Col lombarda	40	15	88,33±5,65 b	95,67±0,61 a	100,00±0,0 a	100,0±0,0 a	46,33±11,56 c
		30	92,67±3,30 ab	94,67±2,79 a	88,66±9,62 a	91,33±2,12 a	75,00±8,33 b
	45	15	98,67±1,44 a	92,67±1,88 a	100,00±0,0 a	100,00±0,0 a	77,00±11,23 ab
		30	99,33±1,12 a	95,67±1,37 a	100,00±0,0 a	100,00±0,0 a	96,33±6,42 ab
	50	15	97,67±2,19 a	94,33±0,44 a	100,0±0,0 a	100,00±0,0 a	100,00±0,0 a
		30	97,33±2,02 a	96,00±0,99 a	100,0±14,43 a	100,00±0,0 a	100,00±0,0 a
Espinaca	40	15	86,67±2,21 c	90,33±0,65 b	100,00±0,0 a	63,67±5,50 c	79,00±7,92 ab
		30	87,00±1,43 c	85,33±0,83 c	100,00±0,0 a	71,00±4,18 bc	73,33±14,24b
	45	15	95,33±0,33 ab	96,00±1,34 a	100,00±0,0 a	100,00±0,0 a	100,00±0,0 a
		30	93,00±2,01 b	92,00±1,08 b	94,33±3,0 ab	100,00±0,0 a	100,00±0,0 a
	50	15	96,67±0,49 a	78,00±2,81 d	84,00±3,24 b	81,00±7,21 b	93,66±2,42 ab
		30	94,33±0,95 ab	83,33±0,59 c	92,00±12,90 ab	68,66±5,63 bc	94,00±10,31 ab

Valores promedio y desviaciones típicas (n= 3). Letras diferentes denotan diferencias significativas al 95% entre dos promedios, dentro de cada hortaliza y parámetro.

A partir de los datos precedentes, se seleccionó como óptimo el tratamiento de secado a 45 °C/15 min para lechuga, col repollo y espinaca, mientras que para col lombarda se estimó como óptimo el tratamiento de secado a 50 °C/15 min. Con estas consideraciones, se llevó a cabo el estudio de vida útil, en base a las características sensoriales de las hortalizas.

Las características sensoriales de las hortalizas mínimamente procesadas durante el almacenamiento en refrigeración a 4 °C se indican en la Tabla 5.

Respecto a la col repollo, no existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) en color, sabor, textura y aceptabilidad durante los 7 días de almacenamiento, pero sí existieron diferencias significativas en el pardeamiento, siendo desde el día 0 hasta el 3, iguales. A partir del día 5, los jueces detectaron el pardeamiento en los bordes de las hortalizas,

disminuyendo, en consecuencia, la calidad de la col repollo.

En col lombarda no existió diferencia significativa en aceptabilidad, pero fue altamente significativa ($\alpha < 0,01$) en los otros atributos. Hasta el tercer día se mantuvieron los valores óptimos de sabor y textura y hasta el quinto día los de color y pardeamiento. A partir del quinto día, se observó una clara merma de calidad.

En lechuga existieron diferencias altamente significativas en todos los atributos estudiados, sólo a partir del tercer día de almacenamiento, comparados con los atributos del día inicial de almacenamiento.

Análogamente, en espinaca también existieron diferencias altamente significativas en todos los atributos a partir del tercer día comparado con el día inicial de almacenamiento.



Tabla 5. Análisis sensorial de hortalizas mínimamente procesadas sometidas a diferentes tratamientos de lavado y secado, almacenadas en refrigeración (4 °C).

Hortaliza	Características	Días de almacenamiento			
		0	3	5	7
Lechuga ¹	Color	4,41±0,51	3,41±0,62	2,76±0,75	2,18±0,64
	Pardeamiento	4,29±0,47	3,71±0,59	2,65±0,70	2,06±0,43
	Sabor	4,47±0,62	3,82±0,64	3,12±0,70	2,18±0,73
	Textura	4,59±0,51	3,94±0,56	2,94±0,75	1,76±0,56
	Aceptabilidad	4,53±0,51	3,76±0,44	2,88±0,33	2,18±0,64
Col repollo ¹	Color	3,30±1,45	3,10±0,99	2,70±1,16	2,50±1,12
	Pardeamiento	3,40±1,23	3,10±1,09	2,60±1,06	2,40±1,00
	Sabor	3,82±1,13	3,59±0,87	3,53±1,01	3,35±1,22
	Textura	4,47±0,51	4,18±0,95	3,88±0,99	3,94±1,09
	Aceptabilidad	3,88±1,22	3,59±1,00	3,29±1,05	3,29±1,10
Col lombarda ¹	Color	3,76±1,03	3,94±1,03	3,47±0,80	3,00±0,79
	Pardeamiento	3,59±1,06	3,59±0,51	2,65±0,61	2,82±0,64
	Sabor	4,24±0,75	3,71±0,59	3,00±0,61	2,76±0,44
	Textura	4,12±0,70	3,65±1,06	2,76±1,15	2,82±1,01
	Aceptabilidad	3,88±1,22	3,59±1,00	3,47±0,87	3,29±1,10
Espinaca ²	Color	4,47±0,51	4,00±0,50	3,12±0,60	2,53±0,51
	Pardeamiento	4,41±0,62	3,76±0,56	3,24±0,56	2,65±0,49
	Sabor	4,18±0,64	3,47±0,80	2,88±0,60	2,35±0,49
	Textura	4,35±0,49	4,00±0,61	3,53±0,62	2,88±0,49
	Aceptabilidad	4,35±0,49	3,59±0,62	2,88±0,49	2,35±0,49

Escala de valoración sensorial: 1 a 5, siendo 5 la mejor puntuación. Valores promedio y desviación típica (n= 3)

¹Secado a 45 °C/15 min.

²Secado a 50 °C/15 min.

A partir de los resultados microbiológicos en función del tiempo (datos no mostrados), se observó que la presencia de microorganismos aerobios mesófilos no fue un factor limitante al cabo de 9 días de almacenamiento refrigerado a 4 °C. Sin embargo el número de coliformes totales sobrepasó los límites establecidos de 1000 UFC/g al quinto día de almacenamiento. Teniendo en cuenta este parámetro, la vida útil resultó ser de 6 días para la col repollo y de 4 días para las demás hortalizas troceadas.

La pérdida de peso durante el almacenamiento tiene una gran influencia en la vida útil y la aceptabilidad de este tipo de productos, ya que cambia la apariencia externa de las hojas dando un aspecto de marchitamiento. Esto ocurrió a partir del tercer día en lechuga y a partir del quinto día en espinaca pero en col repollo y col lombarda no se observó marchitamiento durante los 10 días que se llevó a cabo el estudio de vida útil.

Las pérdidas alcanzaron hasta un 32 % en peso en las hortalizas, lo que es una cantidad considerable. Probablemente, el agua contenida en las hojas vino a ser expulsada por evaporación y transpiración

durante el almacenamiento, ocasionando su deshidratación.

4. CONCLUSIONES

Durante el almacenamiento en refrigeración a 4 °C existieron cambios mínimos en las propiedades físico-químicas de las cuatro hortalizas sometidas a diferentes condiciones de secado que afectaron a su pH, acidez titulable, contenido en vitamina C, así como también a la carga microbiana desarrollada.

La tecnología aplicada ayudó a disminuir la carga microbiana en cada una de las hortalizas, pero conservando sus características físico-químicas, que variaron mínimamente.

Se estableció que el tratamiento de secado a 45 °C durante 15 minutos resultó óptimo para la conservación de la lechuga, la col repollo y la espinaca, mientras que para col lombarda el mejor tratamiento resultó ser el secado a 50 °C durante 15 minutos.

En base a estos tratamientos, la vida útil de estos productos mínimamente procesados llegó a ser de 4



días, para la lechuga, la col lombarda y la espinaca, mientras que para col repollo fue de 6 días.

Se recomienda el uso del aceite esencial de canela para el pretratamiento de lavado de hortalizas mínimamente procesadas, debido a que fue capaz de disminuir significativamente el porcentaje la carga microbiana presente inicialmente en los productos, permitiendo conservar sus propiedades físico-químicas y nutricionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. (1985). AOAC Official Method 984.26. Vitamin C (Total) in Food. Semiautomated Fluorometric Method. (pp. 2). : AOAC INTERNATIONAL.
- AOAC. (1991). AOAC Official Method 987.09. *Staphylococcus aureus* in Foods. Most Probable Number Method for Isolation and Enumeration. (pp. 2). : AOAC INTERNATIONAL.
- AOAC. (1995). AOAC Official Method 967.25. *Salmonella* in Foods. Preparation of Culture Media and Reagents. (pp. 3). : AOAC INTERNATIONAL.
- Barrantes, K., y Achí, R. (2011). Calidad microbiológica y análisis de patógenos (*Shigella* y *Salmonella*) en lechuga. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 31(1), 31-36.
- Benintende, S., Sanchez, C., y Sterren, M. (2009). Unidad 4. Ecología microbiana. *Cátedra de Microbiología Agrícola*, 8. Retrieved from http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/microbiologia/unidad_4_ecologia_microbiana.pdf
- González, M. V. (2010). *Conservación de mora, uvilla y frutilla mediante la utilización de aceite esencial de canela (Cinnamomum zeylanicum)*. BSc. Thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba (Ecuador).
- INEN. (1975). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0162. Mantequilla. Determinación de la acidez titulable.
- INEN. (1990). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-7. Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias (pp. 5).
- INEN. (1998). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10. Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad. (pp. 6).
- INEN. (2006). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5. Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. REP (pp. 6).
- Lightfoot, N. F., y Maier, E. A. (2002). Directrices para el aseguramiento de la calidad *Análisis microbiológico de alimentos y aguas* (pp. 235). Ciudad: Editorial ACRIBIA, S.A.
- Mendoza, G. X. (2005). *El uso de aceites esenciales como alternativa de conservación orgánica de lechuga (Lactuca sativa)*. BSc. Thesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato (Ecuador).
- Provefrut S.A. (2013). [Límites máximos permitidos para los recuentos microbianos en hortalizas mínimamente procesadas. Comunicación personal.].
- Royo-Bordonaba, M. A. (2007). *Nutrición en Salud Pública*. Madrid (España).
- Saltos, A. (2010). *Sensometría: análisis en el desarrollo de alimentos procesados*. Riobamba (Ecuador): Editorial Pedagógica Freire.
- Vaca, V. V. (2013). *Estudio de la aplicación de aceites esenciales de canela (Cinnamomum zeylanicum) y clavo de olor (Syzygium aromaticum) para optimizar la calidad microbiológica de cuatro tipos de hortalizas: col de repollo (Brassica oleracea var. capitata, cv. bronco), col morada (Brassica oleracea var. capita, cv. rubra), lechuga iceberg tipo salinas (Lactuca sativa var. capitata) y espinaca (Spinacia oleracea L.)*. BSc. Thesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato (Ecuador).