

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TITULO

**EFEECTO DE ANTIPARDEANTES SOBRE CUATRO TIPOS
DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) SOMETIDAS
A MINIMO PROCESO**

GLADYS LUISA TOLEDO TOLEDO

SANTIAGO, CHILE

2009

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**EFECTO DE ANTIPARDEANTES SOBRE CUATRO TIPOS
DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) SOMETIDAS
A MINIMO PROCESO**

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo.

GLADYS LUISA TOLEDO TOLEDO

Profesor Guía	Calificaciones
Sra. Ljubica Galletti Gjuratovic Ingeniero Agrónomo	6,5
Profesores Consejeros	
Sra. Carmen Sáenz H. Químico Farmacéutico, Dr.	6,0
Sr. Antonio Lizana Malinconi Ingeniero Agrónomo, Dr.	6,5

Santiago, Chile
2009

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TÍTULO

**EFFECTO DE ANTIPARDEANTES SOBRE CUATRO TIPOS
DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) SOMETIDAS
A MINIMO PROCESO**

**EFFECT OF ANTIBROWNING AGENTS ON FOUR KINDS OF
MINIMALLY PROCESSED LETTUCE (*Lactuca sativa* L.)**

GLADYS LUISA TOLEDO TOLEDO

SANTIAGO, CHILE

2009

*A Dios
A mi Familia*

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente a todas las personas que ayudaron en la realización de esta Memoria y en forma muy especial a:

Los profesores Ljubica Galletti y Horst Berger por su valiosa ayuda, constante apoyo y preocupación y por su infinita paciencia durante todo este período.

A los profesores consejeros Antonio Lizana y Carmen Sáenz por su excelente disposición, gran cooperación y ayuda; y por los aportes entregados durante la corrección de esta Memoria.

A los académicos y al personal auxiliar del Departamento de Agroindustria y Enología, por su apoyo y colaboración.

A Ulises, Marcela y Carola, por su gran colaboración en la realización de la parte práctica de esta Memoria.

A mi gran amiga Alejandra, fiel compañera, gracias por su entusiasmo y empeño por lograr nuestro objetivo.

A mi hermana Bernardita, por ser mi apoyo incondicional desde siempre.

A Juan, Álvaro y Nicolás, mis grandes amores, gracias por su paciencia y apoyo.

INDICE

RESUMEN	2
Palabras clave	2
ABSTRACT	3
Key words	3
INTRODUCCION	4
Objetivos	6
MATERIALES Y METODOS	7
Materiales	7
Método	7
Análisis	9
RESULTADOS Y DISCUSION	11
Ensayo 1	11
Características de la materia prima	11
Evaluación de los tratamientos	12
Concentración de gases	12
Color	13
Análisis Microbiológico	15
Análisis Sensorial	17
Ensayo 2	22
Características de la materia prima	22
Evaluación de los tratamientos	22
Concentración de gases	22
Color	24
Análisis Microbiológico	26
Análisis Sensorial	27
CONCLUSIONES	30
LITERATURA CITADA	31
APENDICE	34
ANEXOS	35

RESUMEN

Se evaluó el comportamiento post-cosecha de cuatro tipos de lechuga (*Lactuca sativa* L.): Costina, Escarola, Milanese y Española, mínimamente procesadas (MPF) y el efecto de antipardeantes en hojas de lechugas cortadas. Estos productos se obtuvieron en distintos supermercados de la Región Metropolitana. Se seleccionaron las hojas que estaban en óptimas condiciones. Las hojas, primero se lavaron con agua potable a presión, luego se cortaron en trozos, se lavaron con agua con cloro a una concentración de 150 mgL^{-1} y luego se dejaron escurrir, posteriormente se sumergieron por dos minutos, en una solución de ácido cítrico al 0,3% con ácido ascórbico al 0,5% (T1) y una solución de ácido cítrico al 1% con ácido ascórbico al 1% (T2) para el Ensayo 1. Para el Ensayo 2 se sumergieron en una solución de ácido cítrico al 0,5% (T1) y una solución de ácido cítrico al 1% (T2). En ambos ensayos se consideró un testigo (T0) sin antipardeante. Posteriormente se centrifugaron por 2 minutos y se llenaron bolsas PD 961, con 150 g de lechuga, las que se almacenaron en una cámara de frío a 4°C y 85% HR, durante 7 días. Al inicio del ensayo y a los 7 días se procedió a medir color, concentración de O_2 y CO_2 , se efectuó un análisis microbiológico y evaluación sensorial con un panel entrenado. El ácido cítrico al 1% junto con ácido ascórbico al 1% tuvo un efecto antipardeante sobre las lechugas Costina, Milanese y Escarola por 7 días. El ácido cítrico disminuyó la carga bacteriana, lo que significó tener una mejor calidad microbiológica al final del ensayo. Los cuatro tipos de lechuga Costina, Escarola, Milanese y Española soportaron bien un mínimo proceso durante siete días, al utilizar ácido cítrico como antipardeante.

Palabras clave: Lechuga (*Lactuca sativa* L.), mínimo proceso, ácido cítrico, ácido ascórbico, antipardeante.

ABSTRACT

A trial was developed to evaluate the post-harvest behavior of 4 kinds of lettuce (*Lactuca sativa* L.): Costina, Escarola, Milanese and Española minimally processed, in order to evaluate antibrowning agents effects on fresh cut lettuces leaves. For this purpose, two tests were carried out on materials which were obtained from different supermarkets of the Metropolitan Region. Selected the leaves, that were in ideal conditions, were washed with drinkable pressure water, they were sliced and washed with water with 150 mgL^{-1} chlorine solution and then they were left to dry. The lettuces slices were dipped in citric acid 0,3 % with ascorbic acid to 0,5 % (T1) and citric acid to 1 % with ascorbic acid to 1 % (T2) for the Test 1. For the Test 2 the lettuces slices were dipped in citric acid to 0,5 % (T1) and citric acid to 1 %. In two Test was considered a treatment without antibrowning (T0). After they were centrifuged for 2 minutes and the product was packed in plastic bags PD961, with 150 g of lettuce, and stored in a cold chamber to 4°C and 85 % HR, for 7 days. Samples were evaluated initially, and after 7 days of storage, measuring color, O_2 and CO_2 content, Microbiological Analysis and Sensory Quality was evaluated by a panel of trained personnel. The citric acid to 1% together with the ascorbic acid did had an antibrowning effect on the lettuces Costina, Milanese y Escarola minimally processed, since to 7 days. The citric acid diminished the bacterial load, which meant to have a better microbiological quality at the end of the test. All kinds of evaluated lettuce: Costina, Escarola, Milanese y Española supported a minimal process during 7 days when citric acid was in use as antibrowning.

Key words: Lettuce (*Lactuca sativa* L.), minimally processed, citric acid, ascorbic acid, antibrowning.

INTRODUCCION

La distribución de productos frescos ha experimentado un gran crecimiento, ayudado por las innovaciones en los servicios de transporte, junto con el manejo de temperaturas y tecnología de almacenaje.

Las frutas y hortalizas mínimamente procesadas en fresco (MPF), cuarta gama, precortadas o fresh-cut, son productos de transición entre los completamente procesados (congelados, enlatados o conservas) y los llamados frescos, ya que son sometidas a un mínimo proceso, que por lo general consiste en lavado, desinfectado, pelado y/o trozado, mantención en envases que garantizan su frescura y características organolépticas por varios días; de esta forma estos productos quedan listos para el consumo. El principal mercado para estos productos son los servicios de comida institucional y comercial, heladerías, pastelerías y otros expendios de alimentos más elaborados. Esto amplía además, un nuevo mercado, el de aquellas personas que por falta de tiempo, no consumían frutas y hortalizas por la mayor dedicación que implica su preparación, estos productos se adaptan particularmente a las modernas formas de consumo y a la evolución de los modos de vida; conjugan frescura y facilidad de utilización, demandas esenciales de los actuales consumidores (Carbonel, 1990; Defilippi y Campos, 2006).

Una rápida e importante respuesta a los cortes ocasionados por el mínimo proceso, es el aumento en la respiración y producción de etileno. Sin embargo, no todos los tejidos responden a las heridas con un aumento en la producción de etileno. Muchos tejidos vegetativos o inmaduros (Ej.: brócoli, apio, repollo y lechuga), normalmente producen pequeñas cantidades de etileno y las heridas causan sólo un pequeño y transitorio aumento en su producción. Los cortes además, producen degradación de membranas, pérdida de agua, producción de nuevas sustancias, provocan cambios en la difusión de gases, los que resultan en una disminución inicial en el O_2 y un aumento en los niveles de CO_2 y etileno. Estos cambios fisiológicos pueden acelerar la madurez, alterar el metabolismo fenólico y promover la senescencia del tejido, lo que puede ocasionar problemas de calidad, como pérdida de sabor, aroma, textura (firmeza) y apariencia, a causa principalmente del pardeamiento oxidativo, que es uno de los factores limitantes, en la producción de frutas y hortalizas mínimamente procesadas (Saltveit, 1996; Defilippi y Campos, 2006).

Las condiciones de atmósfera controlada, atmósferas con bajo O_2 pueden generalmente reducir la tasa respiratoria de frutas y hortalizas. En ensayos, utilizando lechuga cv. Zendria mínimamente procesada, expuesta a niveles de O_2 bajos y moderados, y a altos niveles de CO_2 , resultaron tener una tasa respiratoria más alta, en comparación, a una atmósfera controlada con altos niveles de O_2 (50-100 kPa) combinado con niveles moderados de CO_2 . Altos niveles de CO_2 (20 kPa) causan estrés fisiológico, aumentando la tasa de respiración comparado con lechuga almacenada a una presión normal (20 kPa de O_2 y 0 kPa de CO_2). Los autores recomiendan usar 80 kPa O_2 en atmósferas modificadas para evitar fermentación en lechuga cv. Zendria mínimamente procesada, con 10-20 kPa de CO_2 , para reducir la tasa respiratoria (Escalona *et al.*, 2006).

Un aumento en el consumo de O₂ es a menudo un indicador de pardeamiento oxidativo, el cual puede ser enzimático o no enzimático y puede o no estar acompañado por el aumento en la producción de CO₂ (Saltveit, 1996).

En el caso de lechugas mínimamente procesadas (MPF), que han llegado a ser populares debido al aumento en el consumo de comida rápida y ensaladas preparadas. El trozado o corte provoca heridas que inducen reacciones bioquímicas y fisiológicas que reducen la vida del producto durante el almacenaje. El tejido de la lechuga más susceptible al pardeamiento enzimático es la nervadura central de la hoja. Este pardeamiento es el principal problema que aparece al efectuar el mínimo proceso y posterior almacenaje (Loaiza-Velarde *et al.*, 1997; Tomás- Barberán *et al.*, 1997, citados por Cantos *et al.*, 2001).

El pardeamiento oxidativo es causado por la enzima polifenoloxidasas, la cual en presencia de O₂ convierte los compuestos fenólicos de frutas y hortalizas en ortoquinonas, las que a su vez sin intervención de enzimas particulares se polimerizan y forman melaninas y pigmentos de color pardo. Los compuestos fenólicos se encuentran disueltos en la vacuola y las enzimas oxidativas se ubican en el citoplasma, permaneciendo separados por el tonoplasto que impide el contacto entre las enzimas y sus sustratos; la oxidación sólo ocurre cuando esta barrera se rompe a causa de heridas, cortes, contusiones o ataque microbiano, provocando la mezcla de estos compuestos, los que en presencia de oxígeno dan origen a la reacción de oxidación y al pardeamiento (Fennema, 1993; Gorny, 1996; Côme y Corbinau, 2002).

La adición de compuestos reductores que transforman las quinonas en fenoles permite retardar o impedir el pardeamiento enzimático (Cheftel y Cheftel, 1989). El compuesto más usado es el ácido ascórbico que es un agente reductor, antioxidante y secuestrante de metales, que inhibe el pardeamiento en varias frutas y hortalizas (King y Bolin, 1989).

El ácido ascórbico actúa reduciendo los compuestos fenólicos oxidados (quinonas) regresándolos a su forma reducida, de ese modo previene el pardeamiento. El ácido ascórbico es comúnmente agregado en solución al 1% para prevenir pardeamiento en la superficie de corte de numerosos productos hortícolas (Barret, 1996; Gorny, 1996).

Los agentes quelantes o secuestrantes cumplen una importante función en la estabilización de los alimentos. Muchos de los agentes quelantes empleados en la industria alimentaria son sustancias naturales, como los ácidos policarboxílicos (cítrico, málico, tartárico, oxálico y succínico), ácidos polifosfóricos (trifosfato de adenosina y pirofosfato) y macromoléculas (porfirinas y proteínas) (Fennema, 1993).

Las sustancias quelantes no son antioxidantes, ya que no impiden la oxidación actuando como consumidores de O₂. Sin embargo, se comportan como valiosos antioxidantes sinergistas porque eliminan los iones metálicos que catalizan el proceso de oxidación (Fennema, 1993).

El ácido cítrico, es un agente quelante o secuestrante que, disminuye el pH y tiene una acción sinérgica con el ácido ascórbico, lo que disminuiría aun más el pardeamiento, para lo que se sugiere usar niveles de 0,1 al 0,3 % (Barret, 1996). La disminución del pH, también disminuye el pardeamiento enzimático, ya que el pH óptimo para la acción de la polifenoloxidasas es entre pH 6-7, por lo cual al disminuir el pH bajo este rango se evitaría la acción de la

polifenoloxidasas; para esto se usan diversos ácidos, entre estos se encuentran: el ácido acético, ascórbico, cítrico, tartárico, fumárico o fosfórico. Como la polifenoloxidasa requiere O_2 para inducir pardeamiento, reducir la cantidad de O_2 en un envase de productos IV Gama por atmósfera modificada significa reducir la tasa de pardeamiento (Gorny, 1996).

La eficiencia de los distintos inhibidores químicos en el control del pardeamiento en corte, depende del tipo comercial de lechuga. El material genético determina variabilidad de respuesta de las actividades enzimáticas medidas ante un mismo tratamiento, lo que comprueba la importancia de la selección del cultivar en el procesamiento mínimo. Las propiedades de postcosecha de lechuga probablemente son influenciadas por la fisiología de pre-cosecha y la expresión genética (Chiesa *et al.*, 2002, Hilton *et al.*, 2009).

En los últimos años se han realizado ensayos utilizando calcio por sus efectos positivos, ya que, retarda la senescencia y controla desórdenes fisiológicos en frutas y hortalizas. En un ensayo realizado para estudiar el efecto de la aplicación de tres concentraciones de calcio (0-3 y 6 meL^{-1}) en el cultivo de lechuga Mantecosa cv. Lores, con el objeto de mejorar, las concentraciones de calcio en las hojas y mejorar o extender la vida útil de lechuga mínimamente procesada, se determinó que ninguna de las concentraciones de calcio utilizadas tuvo un efecto positivo sobre la lechuga Mantecosa cv. Lores mínimamente procesada (León *et al.*, 2007).

El uso de agua ozonada ha demostrado ser muy efectiva en la eliminación de bacterias hongos y levaduras. En ensayos utilizando lechuga mínimamente procesada y lavada con agua ozonada a 1 y 3 ppm, mantenida a 0, 5, 10, 15 y 20% de CO_2 , se logró reducir la cantidad de mesófilos aeróbicos y coliformes de 0,4-0,6 logs y 0,7-1,3 logs $CFUg^{-1}$; y la mejor calidad organoléptica se obtuvo cuando la lechuga mínimamente procesada se trató con una concentración de 3 ppm de agua ozonada y se mantuvo en una atmósfera modificada activa de 15% de CO_2 , en estas condiciones se extendió la vida útil de la lechuga por 4 días a 10° C (Poubol *et al.*, 2007).

Considerando las diferentes características físicas como el color, turgencia, textura, sabor de los distintos tipos de lechugas, se hace necesario conocer su comportamiento frente a un mínimo proceso y su respuesta a la aplicación de antipardeantes.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto los objetivos en esta investigación fueron:

- Evaluar el comportamiento de cuatro tipos de lechuga mínimamente procesadas.
- Evaluar el efecto de antipardeantes en hojas de lechugas mínimamente procesadas.

MATERIALES Y METODO

Materiales

Lugar de trabajo

La investigación se realizó en el Centro de Estudios en Postcosecha (CEPOC) del Departamento de Producción Agrícola y en los laboratorios de Evaluación Sensorial y Análisis Microbiológico del Departamento de Agroindustria y Enología pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Materiales

Se utilizaron cuatro “tipos” de lechuga (*Lactuca sativa* L.): Costina, Escarola, Milanesa y Española, que se obtuvieron de distintos supermercados de la Región Metropolitana.

El producto se envasó en bolsas del tipo PD 961, que presenta un valor de transmisión para CO₂ de 19.000-22.000 (1 atm, 23 °C), y para O₂ de 6.000-8.000 (1 atm, 23 °C) medido en mLm⁻² d⁻¹. Las dimensiones de las bolsas fueron 22 x 29 cm.

Para el almacenamiento de las bolsas se utilizó una cámara de frío a una temperatura de 4°C y una humedad relativa del 85%.

Se utilizó ácido ascórbico y ácido cítrico.

Método

El proceso consistió en las siguientes operaciones:

Selección. Se procedió a eliminar todas las hojas que presentaban algún tipo de daño mecánico y/o fitopatológico, dejando solo aquellas que estaban en óptimas condiciones.

Lavado y picado. Las hojas seleccionadas se lavaron, usando agua potable a presión para eliminar los restos de suciedad adheridos a las hojas. Luego se procedió a cortar en trozos de aproximadamente 1 cm de ancho, utilizando un cuchillo de hoja lisa de acero inoxidable. Una vez picadas se lavaron en agua fría con cloro a una concentración de 150 mg L⁻¹, y un pH entre 6,5 – 7,0 y se dejó escurrir por gravedad unos segundos, en un cesto plástico con perforaciones (Fig. 1).

Aplicación de antipardeantes y centrifugación. Se realizaron dos ensayos, el Ensayo 1 con los siguientes tratamientos: T0 sin antipardeantes, T1 ácido cítrico al 0,3% más ácido ascórbico al 0,5% y T2 ácido cítrico al 1% más ácido ascórbico al 1%; el Ensayo 2 con los siguientes tratamientos: T0 sin antipardeantes, T1 ácido cítrico al 0,5% y T2 ácido cítrico al 1%. En estas soluciones se sumergieron por dos minutos las hojas de lechuga picadas.

Posteriormente se centrifugaron a 750 rpm por 2 minutos, en una centrifuga Sindelen reacondicionada Modelo KOH- I -NOOR 550, tanto las muestras tratadas como sin tratar.

Almacenamiento. Finalmente se llenaron las bolsas con 150 g de lechuga, reduciendo mediante leve presión manual el aire en el interior de la bolsa, estas se almacenaron en una cámara de frío a 4°C y 85% HR, durante 7 días (Figura 1).

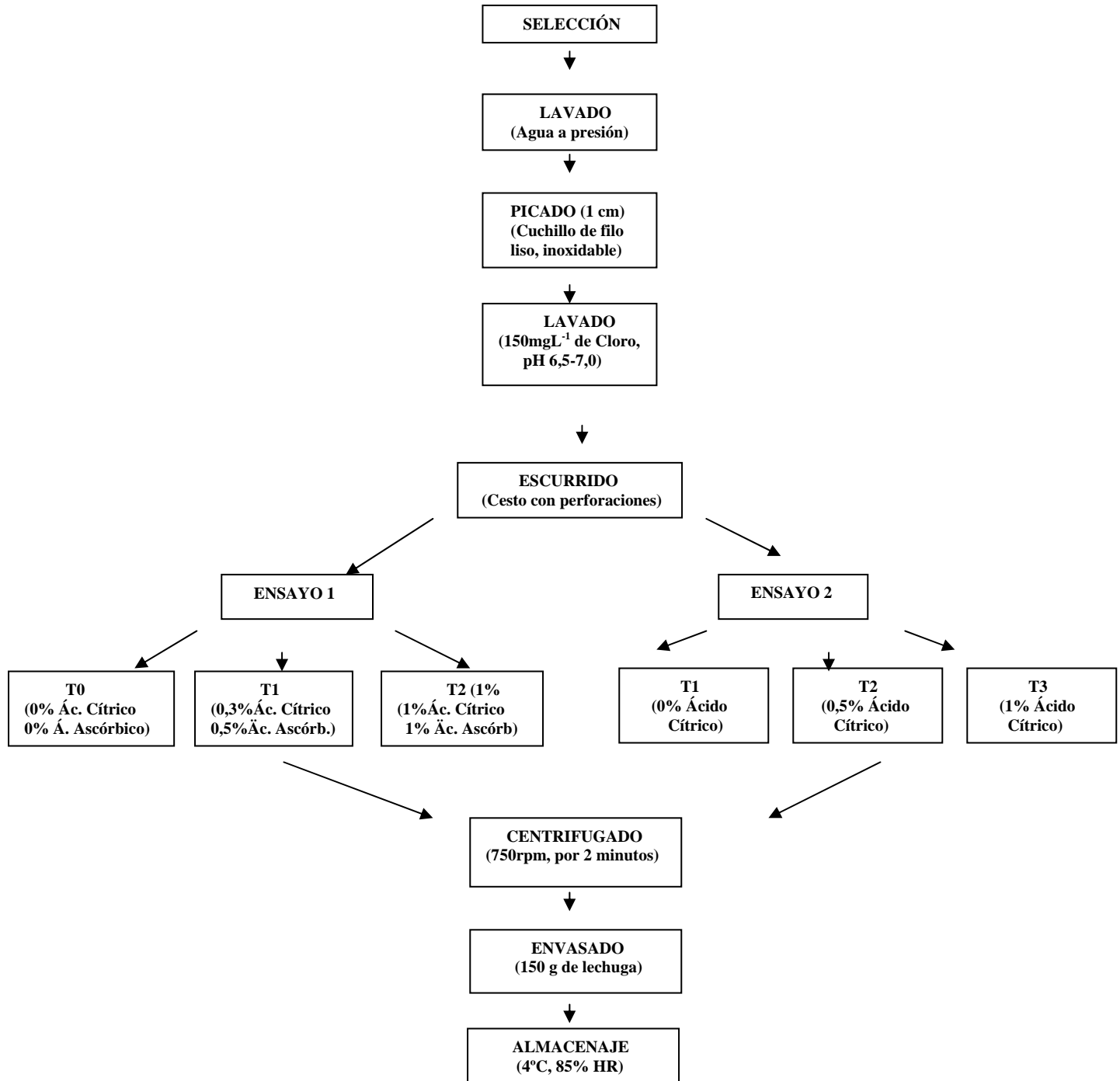


Figura 1. Diagrama de flujo para el mínimo proceso de lechugas de los dos ensayos.

Análisis

Medición de color

El color se midió con un colorímetro triestímulo Minolta, modelo CR 200 b CIELAB (L^* = blanco/negro, a^* = verde/rojo y b^* = azul/amarillo). Esto se hizo al inicio y a los 7 días de almacenaje.

Medición de gases

Las concentraciones de CO_2 y O_2 se midieron en los dos ensayos a las 24 horas y a los 7 días de almacenaje, extrayendo una muestra de 10 mL mediante una jeringa e inyectándola a un cromatógrafo de gases Hewlett Packard 5890 Serie II, con detector de conductividad térmica (TCD) columnas Molecular Sieve y Porapack Q y con helio como acarreador.

Análisis microbiológico

El análisis se realizó al momento de envasar las lechugas y después de 7 días de almacenamiento. Se pesó una muestra de 10g y molió en un Másticator marca IUL Instruments modelo Classic 400, bajo condiciones asépticas para luego mezclarla con 90 mL de solución ringer (MERCK), obteniendo diluciones de 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} . Se incubaron las células bacterianas a una temperatura de 37 °C por 48 horas y se realizó un recuento total en placa, para conocer la cantidad de bacterias aeróbicas mesófilas (Venegas *et al.*, 1990). Para el recuento de hongos y levaduras se utilizó el medio de cultivo Potato Dextrosa Agar y se incubaron a 20° por 72 horas. Además se determinó la presencia de enterobacterias, en este caso se utilizó como medio de cultivo Levine-Emb-Agar y se incubaron a 37° por 48 horas. Los resultados se expresaron en UFC/g de producto. También se realizó un análisis a los 5 días para saber si las muestras estaban en condiciones de ser sometidas a una evaluación sensorial.

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó en el Ensayo 1, al inicio y a los 7 días de almacenaje, y en el Ensayo 2 a los 7 días de almacenaje, la lechuga se evaluó sin aderezo. Para calidad sensorial se utilizó el método de Análisis Descriptivo Cuantitativo, con un panel entrenado formado por 12 evaluadores, se utilizó una escala no-estructurada de 15 cm con puntos extremos mínimo y máximo, donde el evaluador debió expresar su apreciación de la intensidad de un atributo, marcando sobre una línea comprendida entre ambos extremos. Se evaluó: apariencia, color, pardeamiento, aroma, olor extraño, turgencia, textura, acidez y sabor. Los resultados fueron interpretados de acuerdo a Araya (2005), (Anexo I y II).

La aceptabilidad se determinó usando el método de la Escala Hedónica con una pauta no-estructurada de 15 cm (0: me disgusta, 7.5: me es indiferente, 15: me gusta extremadamente), esto se hizo con un panel formado por 24 evaluadores. Los resultados fueron interpretados de acuerdo a Araya (2005), (Anexo I y II).

Diseño experimental y análisis estadístico

En los dos ensayos para las variables físicas y químicas se utilizó un diseño totalmente al azar con estructura factorial 4x3, siendo los factores los tipos de lechuga (4) y las aplicaciones de antipardeantes (3).

Se realizaron análisis separados para cada fecha de evaluación.

Para la evaluación sensorial se utilizó un diseño en bloques aleatorios (evaluador), con 3 tratamientos correspondientes a las aplicaciones de antipardeantes. Los análisis se hicieron separados para cada tipo de lechuga.

La unidad experimental fue la bolsa de 150g y se realizaron 4 repeticiones por tratamiento.

Los resultados se analizaron mediante el análisis de varianza (ANDEVA), y las diferencias entre los tratamientos se analizaron a través del método de comparación múltiple de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSION

Ensayo 1

En este ensayo se evaluó la aplicación de ácido cítrico junto con ácido ascórbico y los tratamientos fueron los siguientes: T0 (sin antipardeantes, pH 6,64); T1 (0,3% ácido cítrico + 0,5% ácido ascórbico, pH 2,62); T2 (1% ácido cítrico + 1% ácido ascórbico, pH 2,37).

Características de la materia prima

La materia prima utilizada se obtuvo de distintos supermercados de la Región Metropolitana, procesando solo las hojas que estaban en óptimas condiciones.

El color medido al inicio del ensayo, tomado sobre una muestra homogénea de lechuga picada se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Parámetros de color para los tipos de lechuga Costina, Escarola, Milanese, y Española.

Variedades	Parámetros de Color				
	L*	a*	b*	C*	H ⁰
Costina	56,743	-13,988	33,475	36,403	113,570
Escarola	67,485	-7,918	18,198	19,853	113,413
Milanese	58,888	-12,685	38,838	40,980	108,587
Española	64,208	-12,798	32,465	34,948	110,720

Se observa, valores de L*, similares para lechugas tipo Escarola y Española y valores un poco más bajos para lechugas Costina y Milanese. Valores de a* más negativos para Costina, Milanese y Española lo que indica un color más verde de sus hojas y el valor de a* menos negativo para Escarola, indica un color verde más claro. A simple vista no se observó pardeamiento en ninguna de las muestras.

Escalona (1997), en lechuga Costina mínimamente procesada obtuvo los siguientes parámetros de color: L* 54,09, a* -14,31 y b* 28,97. Catañer *et al.* (1996), en lechuga cv. Iceberg mínimamente procesadas obtuvo los siguientes parámetros de color: L* 72,48, a*-4,37 y b* 12,06.

El aspecto superficial y el color de un alimento, son los primeros parámetros de calidad evaluados por los consumidores y son así factores críticos para la aceptación del alimento por el consumidor. Aunque hay diferentes espacios de color el más usado para medir el color en los alimentos es el espacio de color CIE L* a* b*, debido a la distribución uniforme de colores y porque es muy cercano a la percepción humana del color (León *et al.*, 2006).

Evaluación de los tratamientos

Concentración de gases

La concentración de CO₂ a las 24 horas de iniciado el ensayo, varió entre un 1,1% y un 7,7%, no hubo diferencias significativas en cuanto a tratamientos, aunque, en el caso de Milanesa y Escarola hubo una mayor concentración de CO₂ en los tratamientos en que se aplicó ácido.

Milanesa presentó una diferencia significativa, con respecto a los otros tipos de lechuga, presentando una mayor concentración de CO₂ (Cuadro 2).

Cuadro 2. Concentración de CO₂ para los tipos de lechuga Costina, Española, Milanesa, y Escarola.

VARIEDAD	CO ₂ Inicial (24 Horas)				CO ₂ Final (7 días)			
	T0	T1	T2	PROMEDIO	T0	T1	T2	PROMEDIO
Costina	5,312	3,883	4,039	4,411B	2,987Aa	3,917ABa	4,129BCa	3,678
Española	4,575	4,607	1,144	3,442B	2,796Aa	2,842Ba	2,891Ca	2,843
Milanesa	5,353	6,218	7,653	6,408A	4,044Ab	4,795Ab	7,295Aa	5,378
Escarola	3,670	3,859	4,770	4,100B	2,882Ab	2,521Bb	5,020Ba	3,474
PROMEDIO	4,728 a¹	4,642a	4,402a		3,177	4,519	4,834	

1/Valores seguidos por letras distintas presentan diferencias significativas al 0,05%. Letras minúsculas en tratamientos y letras mayúsculas en tipos de lechugas.

La concentración final de CO₂ presentó una interacción estadísticamente significativa entre tipos de lechuga y tratamientos, en general, fue levemente inferior a la inicial, manteniéndose una mayor concentración en los tratamientos en que se aplicó ácido, siendo T2 el que mayor concentración presentó, igual resultado obtuvo Escalona (1997) al utilizar ácido ascórbico en lechugas tipo Costina (MPF) envasadas en bolsas PD 961, al aplicar 1% de ácido ascórbico la concentración fue de 6,08%, mientras que en el testigo la concentración llegó a un 2,85%. En cuanto a tipos de lechugas, Milanesa mantuvo una mayor concentración de CO₂ (Cuadro 2).

La concentración de O₂, a las 24 horas de iniciado el ensayo, presentó una interacción estadísticamente significativa entre tipos de lechuga y tratamientos, la concentración varió entre un 8,5% a un 15% (Cuadro 3). La menor concentración de O₂ la presentó Milanesa.

Hubo una leve disminución de la concentración de O₂ al final del ensayo (Cuadro 3), hasta valores entre un 8,1% y 10,9%. No hubo diferencias significativas entre tratamientos ni entre tipos de lechuga. La lechuga Española fue la que presentó la mayor concentración de O₂. Las lechugas Costina T0, Milanesa T0 y Escarola T0 presentaron una mayor concentración de O₂, que los tratamientos en que se aplicó ácido igual a lo obtenido por Escalona (1997) en lechuga tipo Costina, que obtuvo una concentración de 5,93% cuando aplicó 1% de ácido ascórbico y 6,99% en el testigo sin aplicación.

Como en este ensayo se utilizó una atmósfera modificada pasiva, no se alcanzó los niveles de O₂ y CO₂ recomendados para una óptima mantención de lechugas mínimamente procesadas, que corresponde a 0,5-3% O₂ y 5-10% CO₂ (Heimdal *et al.*, 1995; Gorny, 2003).

Cuadro 3. Concentración de O₂ para los tipos de lechuga Costina, Española, Milanese, y Escarola.

VARIEDAD	O ₂ Inicial (24 Horas)				O ₂ Final (7 días)			
	T0	T1	T2	PROMEDIO	T0	T1	T2	PROMEDIO
Costina	10,050B a ¹	10,778BCa	10,235BCa	10,354	10,094	7,040	7,303	8,146A
Española	11,964ABb	12,485ABb	15,085Aa	13,178	9,864	11,115	11,755	10,911A
Milanese	11,164ABa	9,816Ca	8,546Ca	9,842	10,042	8,954	5,709	8,235A
Escarola	13,140Aa	13,075Aa	11,836Ba	12,684	11,255	8,954	4,168	8,126A
PROMEDIO	11,580	11,539	11,426		10,314a	9,016a	7,234a	

1/Valores seguidos por letras distintas presentan diferencias significativas al 0,05%. Letras minúsculas en tratamientos y letras mayúsculas en tipos de lechugas.

Color

Al inicio del tratamiento la luminosidad (L*), presentó una diferencia significativa entre tipos de lechuga (Cuadro 4), la lechuga Costina presentó el menor valor y los otros tipos de lechuga presentaron valores similares superiores, también se presentó una diferencia significativa a nivel de tratamientos con un mayor valor de (L*) para T0, (Cuadro 4).

Al final del ensayo, en general, hubo un aumento del valor (L*) en Costina T1, Española T0 y Española T2, Escarola T1 y Escarola T2, un aumento del valor L* en tejidos fotosintéticos durante el almacenamiento se relaciona con un producto más claro (Castañer *et al.*, 1999). Hubo una disminución del valor L* en Costina T0, Costina T2, Española T1, Milanese T0, Milanese T1, Milanese T2 y Escarola T2, lo que en este caso indicó un oscurecimiento del tejido, por el proceso de pardeamiento (Castañer *et al.*, 1996). Hubo diferencias significativas entre tipos de lechuga siendo mayor el valor para Escarola y Española, no hubo diferencias significativas entre tratamientos.

En el caso de Costina el mejor tratamiento fue Costina T1, ya que presentó el valor más cercano al inicial, en Española correspondió a Española T0, para Milanese fue Milanese T1 y en Escarola también fue Escarola T1. Para este parámetro de color el tratamiento que mejor funcionó fue T1, es decir, la aplicación de 0,3% ácido cítrico + 0,5% ácido ascórbico, ya que fue capaz de mantener un valor muy cercano al medido inicialmente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Parámetro de color L* para los tipos de lechuga Costina, Española, Milanese, y Escarola.

VARIEDAD	L* Inicial				L* 7 días			
	T0	T1	T2	PROMEDIO	T0	T1	T2	PROMEDIO
Costina	56,743	47,360	49,240	51,114B	48,917	59,313	51,423	53,217B
Española	64,208	53,755	55,500	57,821A	66,723	60,435	72,143	66,433A
Milanese	58,888	63,513	52,003	58,135A	54,433	58,615	49,370	54,139 B
Escarola	67,485	57,713	59,110	61,436A	62,220	69,010	70,073	67,101A
PROMEDIO	61,831 a¹	55,585b	53,963b		58,073a	61,843a	60,752a	

1/Valores seguidos por letras distintas presentan diferencias significativas al 0,05%. Letras minúsculas en tratamientos y letras mayúsculas en tipos de lechuga.

Lancaster *et al.* (1997), estableció una relación lineal significativa entre la clorofila y L*, indicando una relación logarítmica entre el aumento de la clorofila y el oscurecimiento del material.

La variable b* presentó diferencias significativas al inicio y al final del ensayo en cuanto a tipos de lechugas, presentando en ambos casos un menor valor para Escarola, no hubo diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Parámetro de color b* para los tipos de lechuga Costina, Española, Milanese, y Escarola.

VARIEDAD	b* Inicial				b* 7 días			
	T0	T1	T2	PROMEDIO	T0	T1	T2	PROMEDIO
Costina	33,475	24,608	30,725	29,603B	29,893	37,217	27,263	31,458A
Española	32,465	29,565	24,498	28,843AB	35,303	30,378	32,608	32,763A
Milanese	38,838	39,643	33,098	37,193A	35,057	35,343	25,875	32,092A
Escarola	18,198	27,813	22,190	22,734B	21,975	23,427	25,328	23,577B
PROMEDIO	30,744a¹	30,407a	27,628a		30,557a	31,591a	27,769a	

1/Valores seguidos por letras distintas presentan diferencias significativas al 0,05%. Letras minúsculas en tratamientos y letras mayúsculas en tipos de lechuga.

En cuanto a la variable a*, la lechuga tipo Escarola presentó un mayor valor al inicio del tratamiento, aunque no fue una diferencia significativa, lo que indicaría su color verde más claro, a nivel de tratamientos no se presentaron diferencias significativas (Cuadro 6). Al final del ensayo, la lechuga tipo Escarola presentó una diferencia significativa con respecto a los otros tipos de lechuga. A nivel de tratamientos no se presentaron diferencias significativas. Chiesa *et al.* (2002) al utilizar ácido cítrico al 1%, ácido ascórbico al 1% y una mezcla de ambos al 0,5% en distintos tipos de lechuga, encontró que dichas concentraciones de ácidos orgánicos no garantizaban la inhibición de la actividad enzimática relacionada con el pardeamiento durante el almacenamiento del producto mínimamente procesado.

Aunque no hubo diferencias significativas en cuanto a tratamientos, que pudieran establecer, que un tratamiento fue mejor que otro; al comparar cada tipo de lechuga con sus valores iniciales, en el caso de Costina se podría señalar que, el mejor tratamiento fue Costina T2 por presentar un valor más cercano al inicial, para Española el mejor tratamiento fue Española T0, para Milanese el mejor tratamiento fue Milanese T2 y para Escarola el mejor tratamiento fue Escarola T2; por lo cual, para el parámetro de color a*, el tratamiento T2 (1% ácido cítrico + 1% ácido ascórbico) es el que mantuvo el valor más cercano al inicial, por lo que tendría un efecto antipardeantes en lechuga Costina, Milanese y Escarola (Cuadro 6).

Cuadro 6. Parámetro de color a* para los tipos de lechuga Costina, Española, Milanese, y Escarola.

VARIEDAD	a* Inicial				a* 7 días			
	T0	T1	T2	PROMEDIO	T0	T1	T2	PROMEDIO
Costina	-13,988	-11,568	-15,610	-13,722A	-14,887	-15,243	-13,593	-14,574A
Española	-12,798	-15,123	-11,270	-13,064A	-13,273	-11,510	-11,385	-12,056A
Milanese	-12,685	-15,113	-14,493	-14,097A	-15,973	-14,083	-12,678	-14,245A
Escarola	-7,918	-11,320	-10,178	-9,805A	-7,225	-7,420	-7,970	-7,538B
PROMEDIO	-11,847 a¹	-13,281a	-12,888a		-12,840a	-12,064a	-11,407a	

1/Valores seguidos por letras distintas presentan diferencias significativas al 0,05%. Letras minúsculas en tratamientos y letras mayúsculas en tipos de lechuga.

Para el parámetro de color C*, en el caso de lechuga tipo Costina, a los 7 días, el tratamiento que mejor funcionó fue Costina T0, ya que fue la que presentó el valor más cercano al valor inicial, en el caso de Española fue Española T2, en el caso de Milanese fue Milanese T0 y en el caso de Escarola fue Escarola T0 (Cuadro 7). No se presentaron diferencias significativas a

nivel de tratamientos, pero si se presentaron diferencias significativas a nivel de tipos de lechuga presentando Escarola el menor valor.

Cuadro 7. Parámetro de color C* para los tipos de lechuga Costina, Española, Milanese, y Escarola.

VARIEDAD	C* Inicial				C* 7 días			
	T0	T1	T2	PROMEDIO	T0	T1	T2	PROMEDIO
Costina	36,403	27,291	34,536	32,743AB	33,397	40,241	30,569	34,736A
Española	34,948	33,231	26,973	31,717AB	37,813	32,494	34,736	35,014A
Milanese	40,980	42,497	36,212	39,896A	38,847	38,116	28,844	35,269A
Escarola	19,853	30,080	24,414	24,782B	23,242	24,602	26,679	24,841B
PROMEDIO	33,046 a¹	33,275a	30,534a		33,325a	33,863a	30,207a	

1/Valores seguidos por letras distintas presentan diferencias significativas al 0,05%. Letras minúsculas en tratamientos y letras mayúsculas en tipos de lechuga.

En el caso del parámetro de color h^0 , a los 7 días, el tratamiento que mejor funcionó para los cuatro tipos de lechuga fue T1, ya que este tratamiento presentó los valores más cercanos a los valores iniciales. No hubo diferencias significativas a nivel de tratamientos, si hubo diferencias a nivel de tipos de lechuga (Cuadro 8).

Cuadro 8. Parámetro de color h^0 para los tipos de lechuga Costina, Española, Milanese, y Escarola.

VARIEDAD	h^0 Inicial				h^0 7 días			
	T0	T1	T2	PROMEDIO	T0	T1	T2	PROMEDIO
Costina	113,570	115,839	117,650	115,686A	116,410	112,041	116,535	114,995A
Española	110,720	117,092	113,945	113,919A	110,433	110,747	109,200	110,127AB
Milanese	108,587	111,087	113,368	111,014A	115,551	111,669	116,553	114,591A
Escarola	113,413	112,488	114,734	113,545A	107,203	107,339	106,787	107,109B
PROMEDIO	111,573 a¹	114,127a	114,924a		112,399a	110,449a	112,269a	

1/Valores seguidos por letras distintas presentan diferencias significativas al 0,05%. Letras minúsculas en tratamientos y letras mayúsculas en tipos de lechuga.

Análisis microbiológico

Los consumidores necesitan saber que los alimentos que ellos consumen son seguros y saludables. En general un alimento seguro es evaluado en términos de un nivel aceptable de riesgo en vez de esterilidad o cero patógenos detectables (Loper, 1999, citado por Artés y Allende, 2005).

Cuadro 9. Parámetros Microbiológicos.

Parámetro	Plan de muestreo				Limite por gramo	
	Categoría	Clase	n	c	m	M
RAM	6	3	5	1	5×10^4	5×10^5
Enterobacteriaceas	6	3	5	1	5×10^3	5×10^4
E. Coli	6	3	5	1	10	10^2
S. aureus	6	3	5	1	10	10^2

n: número de muestras a ser examinadas; m: valor del parámetro microbiológico para el cual o por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud; c: número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre "m" y "M" para que el alimento sea aceptable; M: valor del parámetro microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud (Reglamento Sanitario de los Alimentos, 1997).

De acuerdo al Ministerio de Salud Pública de Chile (1997), para determinar la aceptación o rechazo de un alimento, se desarrolla un plan de muestreo por atributos, donde la calidad de un producto, de acuerdo con los criterios microbiológicos, puede dividirse en tres grados de

calidad: “aceptable”, “medianamente aceptable” y “rechazable”. La clase aceptable tiene como límites 0 y m; la clase medianamente aceptable tiene como límites m y M, y la rechazable aquellos valores superiores a M (Cuadro 9).

En el Cuadro 10, se puede apreciar la cantidad de unidades formadoras de colonias para mesófilos aerobios, enterobacterias y hongos y levaduras el día inicial y a los 7 días de iniciado el ensayo. Al inicio del ensayo sólo en Escarola T0, T2 y Milanese T0 no se detectó mesófilos aerobios, enterobacterias hubo en todas las muestras, mientras que no se detectó presencia de hongos y levaduras. En este caso no hubo diferencias en la cantidad de ufc/g entre bolsas tratadas con ácidos y bolsas sin tratar.

A los 7 días, para Escarola T2, Costina T2 y Milanese T0 la calidad fue “aceptable”; para Escarola T0, Escarola T1, Costina T1 y Milanese T2 la calidad fue “medianamente aceptable”, mientras que para Costina T0, Milanese T1, Española T0, Española T1 y Española T2 la calidad fue “rechazable”. En el caso de enterobacterias solo Milanese T0 fue “aceptable”, el resto de las muestras se presentó muy contaminada. La presencia de hongos y levaduras fue muy escasa, solo se presentaron en Milanese T0, Milanese T2, Española T1 y Española T2. Es preciso señalar que la presencia de bacterias fitopatógenas en gran número provoca principalmente una degradación comercial del producto más que un desarrollo de patógenos humanos; por lo tanto, el riesgo para el consumidor es muy bajo (Mazollier y Scandella, 2002).

Una relación entre la acción microbiana y la calidad de la lechuga se establece luego de un período de almacenaje, en el cual, la respiración de la lechuga hace al tejido vegetal menos resistente al ataque microbiano (King *et al.*, 1991).

Cuadro 10. Recuento total de organismos mesófilos aerobios, enterobacterias, hongos y levaduras en lechugas tipo Escarola, Costina, Milanese y Española el día inicial y a los 7 días.

Tratamiento	Recuento Total Mesófilos Aerobios		Recuento Total de Enterobacterias		Recuento de Hongos y Levaduras	
	ufc/g		ufc/g		ufc/g	
	Inicial	7 días	Inicial	7 días	Inicial	7 días
Escarola T0	NSD	1,2 * 10 ⁵	0,5 * 10 ³	I	NSD	NSD
Escarola T1	0,1 * 10 ⁴	9,2 * 10 ⁴	0,3 * 10 ³	I	NSD	NSD
Escarola T2	NSD	3,7 * 10 ⁴	0,1 * 10 ³	I	NSD	NSD
Costina T0	0,1 * 10 ⁴	I	0,1 * 10 ³	I	NSD	NSD
Costina T1	0,1 * 10 ⁴	8,4 * 10 ⁴	0,6 * 10 ³	I	NSD	NSD
Costina T2	0,1 * 10 ⁴	0,8 * 10 ⁴	0,6 * 10 ³	I	NSD	NSD
Milanese T0	NSD	2,3 * 10 ⁴	0,1 * 10 ³	1,6 * 10 ⁴	NSD	0,8 * 10 ³
Milanese T1	0,1 * 10 ⁴	I	0,2 * 10 ³	I	NSD	NSD
Milanese T2	2,5 * 10 ⁴	8 * 10 ⁴	0,9 * 10 ³	I	NSD	0,2 * 10 ³
Española T0	0,5 * 10 ⁴	I	0,6 * 10 ³	I	NSD	NSD
Española T1	0,7 * 10 ⁴	I	3 * 10 ³	I	NSD	0,1 * 10 ³
Española T2	0,1 * 10 ⁴	I	0,5 * 10 ³	I	NSD	0,3 * 10 ³

NSD: No se detectó, I: Incontable.

Akbas y Ölmez (2007), probaron la efectividad de la aplicación de cloro (100mgL⁻¹), ácido cítrico (5g L⁻¹), ácido láctico (5mLL⁻¹) y agua ozonada (4 mgL⁻¹) sobre la población microbiológica de lechuga cv. Iceberg mínimamente procesada. Todos los tratamientos probaron tener una efectividad reduciendo la carga microbiana en lechuga cv. Iceberg

sometida a mínimo proceso, sin embargo los baños con ácidos orgánicos, tuvieron un mayor efecto residual antimicrobiano que los tratamientos de cloro y ozono durante 12 días de almacenaje.

En lechugas cv. Iceberg mínimamente procesadas, al utilizar concentraciones de 100 y 150 ppm de hipoclorito de sodio se eliminó la carga microbiana por un período de 9 días de almacenaje. Sin embargo la concentración de 150 ppm afectó la calidad de la lechuga mínimamente procesada (Souza *et al.*, 2005).

Análisis sensorial

La calidad sensorial de un alimento es el conjunto de sensaciones experimentadas por una persona cuando lo ingiere. Está asociada a atributos como el color, el sabor, el aroma y la textura, los cuales son percibidos por el consumidor y en muchos casos determinan su elección (Picallo y Grigioni, 1999).

En este análisis, debido a que en muy pocos parámetros se presentó diferencias significativas, se utilizó la calificación conceptual para analizar cada uno de los parámetros.

En la evaluación realizada al inicio del ensayo (Cuadro 11) Escarola T0 y Escarola T2 presentaron una apariencia “Buena”, en cambio Escarola T1 se evaluó como “Más que regular”. En cuanto al color los tres tratamientos se evaluaron como “Levemente pálido”. El pardeamiento para Escarola T0 y Escarola T2 fue “Muy bajo” y para Escarola T1 “Bajo”. La turgencia se evaluó como “Levemente alta” para Escarola T0 y Escarola T2, mientras que para Escarola T1 fue “Normal”. La textura para Escarola T0 y Escarola T1 fue “Buena” y para Escarola T2 fue “Más que regular”. La acidez para Escarola T0 y Escarola T1 fue “Muy baja”, en cambio para Escarola T2 fue “Levemente baja”, presentando diferencias significativas con respecto a Escarola T0 y Escarola T1. El sabor para Escarola T0 fue “Levemente alto”, mientras que para Escarola T1 y Escarola T2 fue “Normal”. En cuanto a la aceptabilidad Escarola T0 se evaluó como “Gusta medianamente”, y Escarola T1 con Escarola T2 se evaluaron como “Gusta algo”, los tres tratamientos se ubicaron en la zona de aceptación.

Costina T0, Costina T1 y Costina T2 se evaluaron con una apariencia “Más que regular”. En cuanto al color este fue “Levemente intenso” para los tres tratamientos. El pardeamiento se evaluó como “Muy bajo”. La turgencia para Costina T0 y Costina T2 fue “Normal” y para Costina T1 “Levemente alta”. La textura para Costina T0 fue “Más que regular”, para Costina T1 fue “Regular” y para Costina T2 “Menos que regular”. La acidez fue “Muy baja” para los tres tratamientos. El sabor se evaluó como “Levemente alto” y la aceptabilidad se evaluó como “Gusta algo” en los tres tratamientos, ubicándose estos, en la zona de aceptación. No hubo diferencias significativas para ninguno de los parámetros evaluados (Cuadro 11).

Milanesa T0 presentó una “Buena” apariencia, Milanesa T1 una apariencia “Más que regular” y Milanesa T2 una apariencia “Regular”. El color se evaluó como “Levemente intenso” para los tres tratamientos. El pardeamiento para Milanesa T0 fue “Muy bajo” y para Milanesa T1 y Milanesa T2 fue “Bajo”. La turgencia para Milanesa T0 fue “Levemente baja”, para Milanesa T1 fue “Normal” y para Milanesa T2 fue “Levemente alta”. La acidez en el caso de Milanesa T0 y Milanesa T1 fue “Muy baja”, y para Milanesa T2 fue “Baja”. El sabor para Milanesa T0

y Milanesa T2 fue “Normal” y para Milanesa T1 fue “Levemente bajo”. En el caso de la aceptabilidad se presentaron diferencias significativas, los tratamientos mejor evaluados fueron Milanesa T0 y Milanesa T1 con “Gusta medianamente”, mientras que Milanesa T2 fue evaluada como “Gusta algo”, los tres tratamientos se ubicaron en la zona de aceptación (Cuadro 11).

Española presentó una apariencia “Más que regular” para los tres tratamientos. El color se evaluó como “Levemente pálido” en los tres tratamientos. El pardeamiento fue “Muy bajo” en Española T1 y “Bajo” en Española T0 y Española T2. La turgencia para Española T1 fue “Baja” y para Española T0 y Española T2 fue “Levemente baja”. La textura de Española T0 fue “Menos que regular”, de Española T1 fue “Regular” y de Española T2 fue “Más que regular”. La acidez fue “Muy baja” en Española T0 y Española T1, y “Baja” en Española T2. La acidez fue “Levemente baja” en los tres tratamientos. En cuanto a la aceptabilidad los tres tratamientos se evaluaron como “Gusta algo”, ubicándose en la zona de aceptación

Cuadro 11. Evaluación de calidad de cuatro tipos de lechuga, al inicio del ensayo.

Parámetro	Escarola			Costina			Milanesa			Española		
	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2
Apariencia	10,53a	8,88a	10,67a	8,79a	9,09a	8,44a	10,41a	9,62a	7,78a	8,87a	8,59a	8,71a
Color	5,66a	5,28a	6,28a	9,39a	8,23a	8,87a	8,34a	8,34a	9,67a	6,71a	6,59a	5,60a
Pardeamiento	1,38a	3,69a	2,41a	2,06a	2,58a	3,50a	2,13a	3,98a	4,12a	3,51a	3,25a	3,74a
Aroma	4,09a	4,12a	4,81a	4,79a	3,42a	4,39a	4,12a	5,02a	5,44a	2,65a	2,64a	3,95a
Olor Extraño	1,82a	0,97a	1,88a	1,16a	2,48a	1,53a	1,77a	1,40a	2,23a	1,18a	1,87a	1,85a
Turgencia	8,83a	7,59a	8,65a	7,54a	8,13a	7,06a	6,60a	7,62a	8,42a	5,83a	4,74a	6,28a
Textura	10,57a	9,94a	8,60a	8,33a	7,57a	6,87a	8,88a	9,42a	7,59a	6,95a	7,31a	8,06a
Acidez	2,52b	2,84b	6,78a	2,96a	2,54a	3,42a	2,34a	2,82a	4,03a	2,38a	3,43a	3,57a
Sabor	8,02a	7,68a	7,72a	8,28a	8,09a	8,52a	7,76 a	6,73a	7,17a	6,38a	6,78a	6,87a
Aceptabilidad	10,21a	9,68a	8,60a	9,39a	8,80a	8,47a	10,16ab	10,78a	8,39b	9,08a	9,18a	9,53a

1/ Valores seguidos por letras distintas presentan diferencias significativas al 0,05%, entre tratamientos y dentro de cada tipo de lechuga.

A los 7 días (Cuadro 12) del ensayo sólo estuvieron en condiciones de ser evaluadas Costina T0, T1 y T2 y Milanesa T1, el resto de las muestras se descartó por seguridad, ya que en el análisis microbiológico realizado previamente estas presentaron niveles de contaminación que podrían haber sido aún mayores el día de la evaluación.

En el caso de Costina en cuanto a la Apariencia hubo diferencias significativas siendo Costina T1 y Costina T2 evaluadas como “Deficientes” y Costina T0 como “Regular” (Cuadro 12).

Color: no presentó diferencias significativas, los tratamientos Costina T0 y Costina T1 fueron evaluados como “Normales” y Costina T2 como “Levemente intenso” (Figura 2).

Pardeamiento: Costina T0 fue evaluada como “Levemente bajo”, en cambio Costina T1 y Costina T2 se evaluaron como “Levemente alto”, lo que indica que la aplicación de ácido cítrico con ácido ascórbico no tuvo ningún efecto ya que el pardeamiento no disminuyó, al contrario fue superior al testigo.

Aroma: los tres tratamientos fueron calificados con aroma “Suave”, no hubo diferencias significativas. Olor extraño: fue “Muy bajo” para todos los tratamientos.

Turgencia: para Costina T0 la turgencia fue “Levemente alta”, mientras que para Costina T1 fue “Normal” y para Costina T2 “Levemente baja”.

Textura: Costina T0 y Costina T1 presentaron una textura “Más que regular”, en cambio en Costina T2 fue “Menos que regular”.

Acidez: Los tres tratamientos presentaron “Baja acidez”.

Sabor: Costina T0 y Costina T2 presentaron un sabor “Levemente bajo” y Costina T1 un sabor “Normal”.

Aceptabilidad: Los tratamientos Costina T0 y Costina T1 fueron aceptados por el panel de evaluadores, mientras que Costina T2 fue “Indiferente” para el panel. Aunque no hubo diferencias significativas, el tratamiento Costina T0 tuvo la mejor evaluación, también fue el que tuvo mejor apariencia, turgencia, textura y un menor pardeamiento.



Cos T0 Cos T1 Cos T2
Figura 2. Costina T0, T1 y T2 a los 7 días de almacenamiento.

Cuadro 12. Evaluación de calidad de lechuga Costina y Milanesa, a los 7 días del ensayo.

Parámetro	Costina			Milanesa
	T0	T1	T2	T1
Apariencia	7,58a	4,68b	5,03b	8,55
Color	7,53a	7,73a	8,73a	8,03
Pardeamiento	6,80a	9,03a	9,07a	4,91
Aroma	4,49a	3,58a	4,39a	4,78
Olor Extraño	1,82a	2,33a	2,06a	1,64
Turgencia	8,13a	7,08a	5,39a	5,98
Textura	8,30a	8,13a	6,68a	8,40
Acidez	3,20a	3,33a	3,63a	3,19
Sabor	6,98a	7,24a	6,86a	7,40
Aceptabilidad	9,42a	8,48a	7,84a	8,13

I/ Valores seguidos por letras distintas presentan diferencias significativas al 0,05%, entre tratamientos y dentro de cada tipo de lechuga.

Milanesa T1 presentó una apariencia “Más que regular”, un color “Levemente intenso”, un “Bajo” pardeamiento y aroma, no presentó olor extraño, la turgencia fue “Levemente baja” y

la textura “Más que regular”, con una “Muy baja” acidez y un sabor “Normal”, fue aceptada por el panel de evaluadores (Figura 3).



Mil T0 Mil T1 Mil T2

Figura 3. Milanese T0, T1 y T2 a los 7 días de almacenamiento.

Aunque Milanese T0 y Milanese T2 no fueron evaluadas por el panel, visualmente Milanese T0 se presentó en muy buenas condiciones y solo levemente pardeada, en cambio Milanese T2 se presentó más oxidada.

En Escarola visualmente no se observó diferencias entre tratamientos, los tres estaban levemente oxidados, de color rosado en la zona de corte (Figura 4).

En el caso de Española, visualmente, Española T0 se presentó menos oxidada que Española T1 y Española T2, no se presentaron diferencias apreciables entre estas dos últimas, ambas oxidadas (Figura 5).



Esc T0 Esc T1 Esc T2

Figura 4. Escarola T0, T1 y T2 a los 7 días de almacenamiento



Esp T0 Esp T1 Esp T2

Figura 5. Española T0, T1 y T2 a los 7 días de almacenamiento

Chiesa *et al.* (2002), al estudiar el efecto de ácido cítrico al 1%, ácido ascórbico al 1% y una mezcla de ácido ascórbico 0,5% y ácido cítrico 0,5%, en lechugas, capuchina (Coolguard),

hojas sueltas (Grand Rapids), latina (Gallega) y mantecosa (Regina); a los 4 días de almacenamiento se encontró que las lechugas de hojas sueltas, latina y capuchina estaban aptas para el consumo en todos los tratamientos evaluados, la lechuga capuchina fue la más próxima al límite mínimo de calidad comercial. Las lechugas capuchina y latina tratadas con 1% de ácido ascórbico se destacaron por su calidad visual general, ningún tratamiento con lechuga mantecosa tuvo aceptabilidad comercial. A los 9 días de almacenamiento solo la lechuga de hojas sueltas mantuvo calidad comercial, en todos los tratamientos, sin diferencias significativas entre ellos. La lechuga mantecosa fue la que perdió calidad más rápido, en cambio las lechugas latina y capuchina presentaron calidad intermedia.

Ensayo 2

En este ensayo se evaluó la aplicación de ácido cítrico y los tratamientos fueron los siguientes: T0 (sin antipardeante, pH 6,64); T1 (0,5% ácido cítrico, pH 2,35); T2 (1% ácido cítrico, pH 2,16).

Características de la materia prima.

Las hojas de lechugas utilizadas se cortaron eliminando todos los daños que presentaban, dejando un material homogéneo y a simple vista no se observó pardeamiento, el color medido al inicio tomado sobre una muestra homogénea de lechuga picada se observa en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Parámetros de color para los tipos de lechuga Costina, Escarola, Milanese, y Española.

Variedades	Parámetros de Color				
	L*	a*	b*	C*	H ⁰
Costina	49,62	-17,06	30,10	34,640	119,771
Escarola	55,08	-11,22	23,78	26,315	114,995
Milanese	41,51	-14,31	27,00	30,565	117,868
Española	67,05	-16,26	33,83	37,536	115,833

Se puede observar una diferencia en el color, debido principalmente a diferencias entre los distintos tipos de lechuga, mientras más negativo es el valor a* más verde es el color de la lechuga, en este caso la Costina es la lechuga de color verde más oscuro y la Escarola de color verde más claro.

Escalona (1997), en lechuga Costina mínimamente procesada obtuvo los siguientes parámetros de color: L* 54,09, a* -14,31 y b* 28,97. Catañer *et al.* (1996), en lechuga cv. Iceberg mínimamente procesadas obtuvo los siguientes parámetros de color: L* 72,48, a* -4,37 y b* 12,06.

Evaluación de los tratamientos.

Concentración de gases

La calidad de un producto fresco depende principalmente de la selección y cuidadosa manipulación de un buen producto. Tales medidas como cosecha a una madurez óptima, minimizar el daño debido a manipulación, reducir la infección microbiana a través de una sanitización adecuada, mantener la temperatura y la humedad óptimas es importante para mantener la calidad de poscosecha. Una vez que estos requisitos primarios han sido obtenidos, la mantención de la calidad del producto puede ser lograda a través de la modificación de la atmósfera alrededor del producto. Los envases en atmósfera modificada proporcionan tales medios, según Kader *et al.*, 1988, citado por Zagory y Kader (1988).

Uno de los principales efectos de la atmósfera modificada es la disminución de la tasa respiratoria, lo cuál reduce la tasa de descomposición del sustrato, la producción de CO₂, el consumo de O₂ y la liberación de calor. Lo que resulta en un metabolismo más lento y potencialmente una vida de almacenaje más larga, (Zagory y Kader ,1988); esto es lo que se busca al usar ciertos tipos de películas plásticas. En ensayos realizados utilizando películas plásticas con un valor de transmisión de O₂ mayor a 3000 mLm⁻² d⁻¹ a 1 atm, 22 °C, en lechugas, el porcentajes de CO₂ fue inferior a 20% y el O₂ estuvo entre 2 y 15%, estas fueron aceptables después de 14 días de almacenaje tanto a una temperatura de 1°C como de 5 °C (McDonald y Risse, 1990).

En este ensayo la concentración de CO₂ a las 24 horas de iniciado, varió en general entre un 4,3 a un 5,8% y fue muy similar entre los tipos de lechuga, hubo una diferencia significativa a nivel de tratamientos presentando una mayor concentración el tratamiento en que se aplicó 1% de ácido cítrico; respuesta similar obtuvo Escalona (1997) al aplicar ácido ascórbico. Del mismo modo la concentración final de CO₂ presentó valores muy similares a los iniciales, a excepción de la Escarola que presentó una diferencia significativa con respecto a las otros tipos, con una concentración menor, arrojando un valor cercano al 3% (Cuadro 14).

Cuadro 14. Concentración de CO₂ para los tipos de lechuga Costina, Española, Milanese, y Escarola.

VARIEDAD	CO ₂ Inicial (24 Horas)				CO ₂ Final (7 días)			
	T0	T1	T2	PROMEDIO	T0	T1	T2	PROMEDIO
Costina	4,780	4,474	5,702	4,985 A	4,401	4,380	5,562	4,781 A
Española	4,378	5,043	5,626	5,016 A	4,109	4,929	5,179	4,739 A
Milanese	4,396	5,781	5,335	5,171 A	4,692	4,952	4,291	4,645 A
Escarola	4,695	4,660	5,616	4,990 A	3,733	3,352	3,733	3,606 B
PROMEDIO	4,562 b¹	4,990b	5,570 a		4,234 a	4,403 a	4,691 a	

1/Valores seguidos por letras distintas presentan diferencias significativas al 0,05%. Letras minúsculas en tratamientos y letras mayúsculas en tipos de lechuga.

La concentración de O₂ a las 24 horas de iniciado el ensayo, estuvo en un rango de 14-16%, disminuyendo al final del tratamiento de un 4-9%, en el caso de Milanese, Costina y Española, en cambio la Escarola mantuvo una concentración significativamente más alta que los otros tipos de un 10-12% (Cuadro15).

Cuadro 15. Concentración de O₂ para los tipos de lechuga Costina, Española, Milanese, y Escarola.

VARIEDAD	O ₂ Inicial (24 Horas)				O ₂ Final (7 días)			
	T0	T1	T2	PROMEDIO	T0	T1	T2	PROMEDIO
Costina	14,869	15,696	14,690	15,085A	9,154	8,919	6,629	8,234B
Española	15,614	15,357	15,010	15,327A	7,696	4,660	6,194	6,183B
Milanese	15,377	14,681	14,637	14,898A	6,393	5,919	9,436	7,249B
Escarola	14,295	14,940	14,137	14,457A	12,746	11,589	10,804	11,713 A
PROMEDIO	15,039 a¹	15,169 a	14,619a		8,997a	7,772 a	8,266 a	

1/Valores seguidos por letras distintas presentan diferencias significativas al 0,05%. Letras minúsculas en tratamientos y letras mayúsculas en tipos de lechuga.

Como en este ensayo se utilizó una atmósfera modificada pasiva no se alcanzó los niveles de O₂ y CO₂ recomendados para una óptima mantención de lechugas mínimamente procedas que corresponde a 0,5-3% O₂ y 5-10% CO₂ (Gorny, 2003).

Color

En el color, al inicio del tratamiento, la luminosidad (L^*), presentó diferencias significativas entre tipos de lechuga, con valores muy similares para lechuga Costina y Milanese, y superiores para lechuga Española y Escarola, igual diferencia se obtuvo al medir el color al final del ensayo, presentándose en todos los casos un mayor valor de L^* . Un aumento del valor L^* en tejidos fotosintéticos durante el almacenamiento se relaciona con un producto más claro (Castañer *et al.*, 1999). No se presentó diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 16).

Para el parámetro L^* el tratamiento que mejor se comportó fue Costina T1, Española T1, Milanese T2 y Escarola T0, ya que estos tratamientos, presentaron los valores más cercanos a los valores iniciales.

Cuadro 16. Parámetro de color L^* para los tipos de lechuga Costina, Española, Milanese, y Escarola.

VARIEDAD	L^* Inicial				L^* 7 días			
	T0	T1	T2	PROMEDIO	T0	T1	T2	PROMEDIO
Costina	49,620	43,605	50,543	47,923 B	55,168	49,403	56,170	53,580 B
Española	67,050	57,915	67,013	63,993 A	71,408	64,668	63,990	66,689 A
Milanese	41,510	56,240	45,220	47,657 B	56,057	62,095	53,895	57,349 B
Escarola	55,078	63,210	64,510	60,933 A	61,533	72,953	66,628	67,038 A
PROMEDIO	53,315a ¹	55,243a	56,822 a		61,042 a	62,280 a	60,171 a	

1/Valores seguidos por letras distintas presentan diferencias significativas al 0,05%. Letras minúsculas en tratamientos y letras mayúsculas en tipos de lechuga.

En cuanto a la variable b^* , presentó diferencias significativas al inicio del Ensayo, entre tipos de lechuga, presentando la Escarola un menor valor; en este caso no hubo diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 17). A los 7 días de almacenamiento, tampoco se registraron diferencias significativas entre tratamientos, ni entre tipos de lechuga. Hubo un leve aumento en este parámetro, lo que estaría asociado a un amarillamiento que puede ser el resultado de pérdida de clorofila durante el almacenaje (Heimdal *et al.*, 1995)

Cuadro 17. Parámetro de color b^* para los tipos de lechuga Costina, Española, Milanese, y Escarola.

VARIEDAD	b^* Inicial				b^* 7 días			
	T0	T1	T2	PROMEDIO	T0	T1	T2	PROMEDIO
Costina	30,110	27,385	31,288	29,594 A	32,595	27,388	32,825	30,936 A
Española	33,825	32,443	28,090	31,453 A	31,880	33,605	30,330	31,938 A
Milanese	27,003	31,405	28,595	29,001 A	28,290	35,700	30,315	31,435 A
Escarola	23,780	24,348	25,050	24,393 B	23,400	28,280	26,688	26,123 A
PROMEDIO	28,680 a ¹	28,895 a	28,256 a		29,041 a	31,243 a	30,040 a	

1/Valores seguidos por letras distintas presentan diferencias significativas al 0,05%. Letras minúsculas en tratamientos y letras mayúsculas en tipos de lechuga.

El valor de a^* negativo (Cuadro 18), presentó un aumento a los 7 días, en la mayoría de los tratamientos, lo que indicaría una reducción en la pigmentación verde, en el caso del tejido fotosintético, por una disminución en el contenido de clorofila, en el caso de las nervaduras el aumento en el valor a^* puede estar relacionado por el desarrollo de colores rojizos como una consecuencia del proceso de pardeamiento (Castañer *et al.*, 1999; Bolin y Huxsoll, 1991). Este incremento también fue observado por Escalona (1997). Hubo una diferencia

significativa entre los tipos de lechuga, en la medición realizada al final del tratamiento. El valor a^* más alto fue para la lechuga tipo Escarola (menos verde) y el más bajo para la lechuga tipo Costina. Esto refleja la diferencia de color que existe entre los distintos tipos de lechuga (Cuadro 18).

Para el parámetro de color a^* , los tratamientos que mejor se comportaron a los 7 días, fueron Costina T2, Española T2, Milanese T1 y Escarola T0, ya que estos tratamientos presentaron los valores más cercanos a los valores iniciales. Para este parámetro, la aplicación de ácido cítrico tuvo un efecto positivo en el caso de Costina, Española y Milanese.

Cuadro 18. Parámetro de color a^* para los tipos de lechuga Costina, Española, Milanese, y Escarola.

VARIEDAD	a^* Inicial				a^* 7 días			
	T0	T1	T2	PROMEDIO	T0	T1	T2	PROMEDIO
Costina	-17,058A a ¹	-13,858Aa	-15,840Aa	-15,585	-16,045	-15,625	-16,093	-15,921 A
Española	-16,255Aa	-16,063Aa	-11,968Bb	-14,762	-11,788	-12,058	-13,007	-12,284 B
Milanese	-14,308ABa	-12,685Aa	-14,363ABa	-13,785	-10,097	-11,595	-11,463	-11,052 B
Escarola	-11,218Ba	-8,448Ba	-11,645Ba	-10,437	-7,358	-7,223	-5,413	-6,665 C
PROMEDIO	-14,710	-12,764	-13,454		-11,322 a	-11,625 a	-11,494a	

1/Valores seguidos por letras distintas presentan diferencias significativas al 0,05%. Letras minúsculas en tratamientos y letras mayúsculas en tipos de lechuga.

Para el parámetro de color C^* los tratamientos que mejor se comportaron a los 7 días fueron Costina T0, Española T1, Milanese T0 y Escarola T2, ya que fueron los que presentaron los valores más cercanos a los valores iniciales. No se presentaron diferencias significativas a nivel de tratamientos, pero si a nivel de tipos de lechuga (Cuadro 19).

Cuadro 19. Parámetro de color C^* para los tipos de lechuga Costina, Española, Milanese, y Escarola.

VARIEDAD	C^* Inicial				C^* 7 días			
	T0	T1	T2	PROMEDIO	T0	T1	T2	PROMEDIO
Costina	34,640	30,735	35,072	33,482A	36,345	31,537	36,600	34,827A
Española	37,536	36,222	30,577	34,778A	34,092	35,880	33,064	34,345AB
Milanese	30,565	33,941	32,000	32,169A	30,050	37,673	32,631	33,451AB
Escarola	26,315	25,799	27,631	26,582B	24,565	29,244	27,341	27,050B
PROMEDIO	32,264 a¹	31,674a	31,320a		31,263a	33,584a	32,409a	

1/Valores seguidos por letras distintas presentan diferencias significativas al 0,05%. Letras minúsculas en tratamientos y letras mayúsculas en tipos de lechuga.

Para el parámetro de color h^o los tratamientos que mejor se comportaron a los 7 días fueron Costina T1, Española T2, Milanese T2 y Escarola T0, por presentar los valores más cercanos a los valores iniciales. No se presentaron diferencias significativas a nivel de tratamientos, pero si, a nivel de tipos de lechuga (Cuadro 20).

Cuadro 20. Parámetro de color h^o para lechuga Costina, Española, Milanese, y Escarola.

VARIEDAD	h^o Inicial				h^o 7 días			
	T0	T1	T2	PROMEDIO	T0	T1	T2	PROMEDIO
Costina	119,771Aa	117,258Aa	116,880Aa	117,969	116,261	119,723	116,458	117,480A
Española	115,833Aa	116,391Aa	112,431Aa	114,885	110,148	108,915	112,744	110,602B
Milanese	117,868Aa	112,619ABb	116,708Aab	115,732	109,160	108,465	110,675	109,433BC
Escarola	114,995Aa	109,196Bb	114,947Aa	113,046	106,979	103,765	101,128	103,957C
PROMEDIO	117,117 a¹	113,866	115,242		110,637a	110,217a	110,251a	

1/Valores seguidos por letras distintas presentan diferencias significativas al 0,05%. Letras minúsculas en tratamientos y letras mayúsculas en tipos de lechuga.

Análisis microbiológico

En el Cuadro 21 se muestra la cantidad de unidades formadoras de colonias (ufc/g) que presentó cada tratamiento, tanto de mesófilos aerobios, enterobacterias, como hongos y levaduras. En el análisis realizado al inicio del ensayo, en los cuatro tipos de lechuga se obtuvo una menor cantidad de mesófilos aerobios en las bolsas tratadas con ácido cítrico que en aquellas que fueron solo lavadas con cloro, lo que estaría dado por una reducción del pH, lo cual es una manera efectiva de controlar el crecimiento o tasa de crecimiento de microorganismos (King y Bolin, 1989). Enterobacterias sólo se encontraron en Costina T2, Milanese T0, Milanese T1, Milanese T2, Española T0 y Española T1, en el resto de los tratamientos no se encontró.

Cuadro 21. Recuento total de organismos mesófilos aerobios, enterobacterias, hongos y levaduras en lechugas Escarola, Costina, Milanese y Española el día inicial y a los 7 días.

Tratamiento	Recuento Total Mesófilos Aerobios		Recuento Total de Enterobacterias		Recuento de Hongos y Levaduras	
	ufc/g		ufc/g		ufc/g	
	Inicial	7 días	Inicial	7 días	Inicial	7 días
Escarola T0	$0,4 * 10^4$	$3,2 * 10^5$	NSD	$0,9 * 10^4$	NSD	NSD
Escarola T1	$0,2 * 10^4$	$2,0 * 10^5$	NSD	$0,1 * 10^4$	NSD	NSD
Escarola T2	NSD	$3,0 * 10^4$	NSD	$0,2 * 10^4$	NSD	NSD
Costina T0	$1,2 * 10^4$	$3,5 * 10^4$	NSD	$0,1 * 10^4$	NSD	NSD
Costina T1	$0,4 * 10^4$	$1,5 * 10^4$	NSD	$1,3 * 10^4$	NSD	$0,2 * 10^3$
Costina T2	$0,4 * 10^4$	$3,0 * 10^4$	$0,1 * 10^3$	$1,2 * 10^4$	NSD	NSD
Milanese T0	$0,8 * 10^4$	$2,4 * 10^4$	$0,2 * 10^3$	$2,3 * 10^4$	NSD	NSD
Milanese T1	$0,7 * 10^4$	$3,2 * 10^4$	$0,3 * 10^3$	$1,3 * 10^4$	NSD	$0,1 * 10^3$
Milanese T2	$0,1 * 10^4$	$2,8 * 10^4$	$0,3 * 10^3$	NSD	NSD	$0,7 * 10^3$
Española T0	$0,1 * 10^4$	$3,2 * 10^4$	$0,2 * 10^3$	$0,9 * 10^3$	NSD	NSD
Española T1	NSD	$2,6 * 10^4$	$0,2 * 10^3$	$0,4 * 10^3$	NSD	NSD
Española T2	$0,4 * 10^4$	I	NSD	I	NSD	$0,1 * 10^4$

NSD: No se detectó, I: Incontable.

La presencia de hongos y levaduras fue nula, lo que coincide con King *et al.* (1991), quienes señalan que los microorganismos que predominan en lechuga son las bacterias, con un pequeño número de levaduras y hongos sólo ocasionalmente.

En el análisis realizado a los 7 días de iniciado el ensayo, se registró un aumento en el recuento total de mesófilos aerobios en todos los tratamientos, manteniéndose la diferencia entre las bolsas tratadas con ácido cítrico, que presentaron una menor cantidad en relación a las que solo fueron lavadas con agua clorada, a excepción de Española T2 que se presentó muy contaminada. En ensayos realizados utilizando repollo y zanahorias mínimamente procesadas, hubo una disminución en el desarrollo microbiano cuando se usó ácido cítrico en diferentes concentraciones y por diferentes períodos de tiempo, el mejor resultado se obtuvo con una concentración de 1g/mL y un tiempo de exposición de 30 minutos (Eytan *et al.*, 1992).

Se puede observar un mayor desarrollo de mesófilos aerobios en el caso de Escarola, lo que se debería a la mayor concentración de O₂ que presentó este tipo de lechuga.

En el recuento de enterobacterias, hubo un aumento en todos los tratamientos, salvo Milanese T2 en la cual no se detectó desarrollo de estos. La calidad microbiológica de acuerdo a las

normas establecidas por el Ministerio de Salud Pública de Chile (1997), para Milanesa T2, Española T0 y Española T1 fue “aceptable”. Escarola T0, Escarola T1, Escarola T2, Costina T0, Costina T1, Costina T2, Milanesa T0 y Milanesa T1 presentaron una calidad microbiológica “medianamente aceptable”. Española T2 presentó una calidad microbiológica “rechazable”,

En el caso de hongos y levaduras se mantuvo un bajo desarrollo de estos, presentándose solo en algunos tratamientos.

A los 7 días todos los tratamientos a excepción de Española T2 estuvieron por debajo del límite considerado como riesgo para la salud.

Análisis sensorial

Este análisis constituye una herramienta importante, ya que puede determinar si un producto va a tener una buena aceptación por los consumidores. En este caso el análisis se realizó al inicio (Apéndice I) y a los 7 días de iniciado el ensayo. En este análisis, debido a que en muy pocos parámetros se presentó diferencias significativas, se utilizó la calificación conceptual para analizar cada uno de los parámetros.

La lechuga tipo Escarola no presentó diferencias significativas en ninguno de los parámetros evaluados (Cuadro 22); la apariencia fue “Menos que regular”, el pardeamiento “Levemente alto” al igual que la turgencia y la textura fue evaluada como “Más que regular”. La aceptabilidad tuvo una calificación equivalente a “Me gusta algo” para Escarola T0 y Escarola T1 y “Me gusta medianamente” para Escarola T2 (Figura 6).



Escarola T0



Escarola T1



Escarola T2

Figura 6. Lechuga tipo Escarola después de 7 días de almacenaje.

La lechuga tipo Costina presentó una diferencia significativa en apariencia, siendo evaluada como “Menos que regular” para Costina T0 y Costina T1 y “Deficiente” para Costina T2, lo que estaría dado por un aumento en el pardeamiento, una menor turgencia y una textura “Regular”. En este caso la aceptabilidad para los tres tratamientos estuvo en el rango de 7,3 a 7,6 lo que corresponde a “Indiferente” (Figura 7).



Figura 7. Lechuga tipo Costina después de 7 días de almacenaje.

En la lechuga tipo Milanesa a los 7 días sólo se pudo evaluar los tratamientos Milanesa T0 y Milanesa T2, el tratamiento Milanesa T1 por motivos de seguridad no se evaluó, debido a la alta contaminación presentada en el análisis microbiológico realizado antes de la evaluación (Cuadro 22). En este caso la apariencia resultó ser “Menos que regular” para ambos tratamientos y el pardeamiento “Levemente alto”; la aceptabilidad fue “Indiferente” para ambos tratamientos y sólo presentó diferencias significativas el parámetro de sabor que obtuvo un valor equivalente a “Levemente alto” para Milanesa T0 y “Levemente bajo” para Milanesa T2 (Figura 8)



Figura 8. Lechuga tipo Milanesa después de 7 días de almacenaje.

Cuadro 22. Evaluación de calidad de cuatro variedades de lechuga, a los 7 días del ensayo.

Parámetro	Escarola			Costina			Milanesa		Española		
	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T2	T0	T1	T2
Apariencia	6,04a ¹	5,44 a	6,53 a	6,63 a	6,66ab	4,07 b	5,78 a	5,92 a	8,76 a	6,65 a	6,54 a
Color	5,48 a	5,35 a	5,64 a	9,03 a	8,90 a	9,63 a	7,87 a	7,88 a	6,77 a	6,43 a	6,55 a
Pardeamiento	8,47 a	8,94 a	7,03 a	6,28 a	8,08 a	8,53 a	8,86 a	9,16 a	4,84 b	5,93ab	8,53 a
Aroma	2,70 a	2,58 a	3,33 a	4,30 a	3,43 a	3,73 a	4,68 a	6,42 a	4,05 a	4,04 a	4,79 a
Olor Extraño	2,18 a	3,07 a	1,43 a	1,91 a	2,89 a	2,86 a	3,21 a	4,92 a	2,82 a	2,20 a	2,17 a
Turgencia	8,58 a	8,54 a	8,87 a	6,53 a	6,75 a	6,98 a	8,06 a	7,27 a	6,67 a	6,01 a	7,23 a
Textura	8,81 a	8,68 a	9,42 a	5,93 a	7,19 a	7,33 a	8,33 a	8,34 a	8,08 a	7,03 a	7,97 a
Acidez	3,21 a	3,63 a	2,83 a	3,66 a	4,73 a	3,21 a	3,85 a	3,78 a	4,43 a	2,69 a	2,68 a
Sabor	7,52 a	8,08 a	7,71 a	8,58 a	8,00 a	8,41 a	8,73 a	6,78 b	7,44 a	7,43 a	7,48 a
Aceptabilidad	9,27 a	9,44 a	9,88 a	7,31 a	7,68 a	7,31 a	7,41 a	7,90 a	9,64 a	8,68 a	8,76 a

1/ Valores seguidos por letras distintas presentan diferencias significativas al 0,05%, entre tratamientos y dentro de cada tipo de lechuga.

En la lechuga tipo Española se presentó diferencias significativas para el parámetro de pardeamiento, el que fue “Bajo” para Española T0, “Levemente bajo” para Española T1 y “Levemente alto” para Española T2; la apariencia fue “Más que regular” para Española T0” y

“Menos que regular” para Española T1 y Española T2; la turgencia fue evaluada como “Levemente baja” para Española T0 y Española T1 y como “Moderada” para Española T2 ; la textura como “Más que regular” para Española T0 y “Regular” para Española T1 y Española T2; la aceptabilidad en los tres tratamientos fue evaluada con una nota equivalente a “Me gusta algo” (Figura 9).



Española T0



Española T1



Española T2

Figura 9. Lechuga tipo Española después de 7 días de almacenaje.

En general se puede decir que después de 7 días de tratamiento las var. Escarola y Española fueron aceptadas por el panel de evaluadores, aun cuando hubo disminución en sus características organolépticas en lo que se refiere al pardeamiento y textura principalmente. Costina y Milanese estuvieron en el rango de indiferencia.

Couture *et al.* (1993), al evaluar lechuga “Cool Guard” mínimamente procesada en fresco (MPF), cosechada en tres estados de madurez distintos (sobremadura, medianamente madura e inmadura); observaron que la lechuga sobremadura tuvo la más baja calidad visual después de 4 días a 2,5 °C. Un día adicional a 20 °C redujo significativamente la calidad visual en todos los estados de madurez, pero la lechuga inmadura tuvo mejor calidad, que la lechuga de los otros dos estados de madurez.

CONCLUSIONES

La aplicación de una mezcla de ácido ascórbico al 1% y ácido cítrico al 1%, tuvo un efecto antipardeante en lechuga Costina, Milanese y Escarola, ya que el valor a^* medido a los 7 días, fue muy similar al valor inicial para cada una de las lechugas.

La aplicación de ácido cítrico en dos concentraciones, disminuyó la carga bacteriana en los cuatro tipos de lechuga, lo que significó tener una mejor calidad microbiológica al final del ensayo. Se recomienda utilizar una concentración de 0,5%.

Los cuatro tipos de lechuga tuvieron un buen comportamiento, frente al mínimo proceso, durante 7 días, cuando se utilizó ácido cítrico como antipardeante.

Con la utilización de atmósfera modificada pasiva, no se alcanzó los niveles de O_2 y CO_2 recomendados para una óptima conservación de lechugas mínimamente procesadas por lo que se recomienda usar atmósfera controlada.

LITARATURA CITADA

- Akbas, M. and H. Ölmez. 2007. Effectiveness of organic acid, ozonated water and chlorine dippings on microbial reduction and storage quality of fresh-cut iceberg lettuce. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87:2609-2616.
- Araya, E. 2005. Guía de laboratorio curso evaluación sensorial de los alimentos. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 81 p.
- Artés, F. and A. Allende. 2005. Consumer-oriented approach for keeping quality of minimally fresh processed vegetables. *Acta Horticulturae* 682:1801-1807.
- Barret, D. 1996. Special treatments to maintain product quality. 2p. In: *Fresh-cut products: Maintaining quality and safety*. Postharvest Horticulture Series N° 10. Universidad de California.
- Bolin, H., and C. Huxsoll. 1991. Effect of preparation procedures and storage parameters on quality retention of salad-cut lettuce. *Journal of Food Science* 56(1): 60-62,67.
- Cantos, E., J. Espín and F. Tomás-Barberan. 2001. Effect of wounding on phenolic enzymes in six minimally processed lettuce cultivars upon storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49(1):322-330.
- Carbonel, X. 1990. La IV gama I parte. *Horticultura* 56: 6-44.
- Castañer, M., M.I. Gil, M.V. Ruiz , F. Artés and F.A. Tomás-Barberan. 1996. Inhibition of browning of harvested head lettuce. *Journal of Food Science* 61(2):314-316.
- Castañer, M., M.I. Gil, M.V. Ruiz and F. Artés. 1999. Browning susceptibility of minimally processed Baby and Romaine lettuces. *European Food Research and Technology* 209:52-56.
- Cheftel, J. y H. Cheftel. 1989. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Acribia, Zaragoza, España. V. 1, 333 p.
- Chiesa, A., S. Depino y J. Lado Leiguarda. 2002. Empleo de inhibidores químicos en el mantenimiento de la calidad de lechuga (*Lactuca sativa* L.) mínimamente procesada. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 4(2): 169-179.
- Côme, D. y F. Corbineau. 2002. Bases de la fisiología postcosecha de las hortalizas. Pp.215-231. In. Tirilly Y. *Tecnología de los alimentos*. Acribia, Zaragoza, España. 591 p.
- Couture, R., M.I. Cantwell, D. Ke and M.E. Saltveit, Jr. 1993. Physiological attributes related to quality attributes and storage life of minimally processed lettuce. *HortScience* 28(7): 723-725.

- Defilippi, B. y R. Campos. 2006. Poscosecha de fruta mínimamente procesada. *Tierra Adentro* 71: 20-21.
- Escalona, V. 1997. *Atmósfera modificada y uso de ácido ascórbico en lechugas (Lactuca sativa L.), zanahorias (Daucus carota L.) y cebollas (Allium cepa L.) de IV Gama*. Memoria Ing. Agr. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 111 p.
- Escalona, V., B. Verlinden, S. Geysen and B. Nicolaï. 2006. Changes in respiration of fresh-cut butterhead lettuce under controlled atmospheres using low and superatmospheric oxygen conditions with different carbon dioxide levels. *Postharvest Biology and Technology* 39: 48-55.
- Eytan, O., A. Weinert and A. Mc Gill. 1992. Effect of salad dressing and citric acid dip on storage quality of shredded cabbage and carrots packed under modified atmosphere. *Food Technology* 25 (5): 445-450.
- Fennema, O. 1993. *Introducción a la química de los alimentos*. Acribia, Zaragoza, España. 1095 p.
- Gorny, J. 1996. Fresh – Cut Product Preparation.6p. *In: Fresh-cut products: Maintaining quality and safety*. Postharvest Horticulture Series N° 10. Universidad de California.
- Gorny, J. 2003. A summary of CA and MA requirements and recommendations for fresh-cut (minimally processed) fruits and vegetables. *Acta Horticulturae* 600:609-614.
- Heimdal, H., B. Kühn, L. Poll and L. Larsen. 1995. Biochemical changes and sensory quality of shredded and MA- packaged iceberg lettuce. *Journal of Food Science* 60 (6): 1265-1268.
- Hilton, H. W., S. Clifford, D. Wurr and K. Burton. 2009. The influence of agronomic factors on the visual quality of field-grown, minimally-processed lettuce. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 84(2):193-198.
- King, A. and H. Bolin. 1989. Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technology* 43 (2): 132 – 135.
- King, A., J. Magnuson, T. Török and N. Goodman. 1991. Microbial flora and storage quality of partially processed lettuce. *Journal of Food Science* 56(2): 459-461.
- Lancaster, J., P. Reay and C. Triggs. 1997. Influence of pigment composition on skin color in a wide range of fruit and vegetables. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 122(4):594-598.
- León, K., D. Mery, F. Pedreschi and J. Leon. 2006. Color measurements in L* a* b* units from RGB digital images. *Food Research International* 39 (10) 1084-1091. Disponible en <http://dmery.ing.puc.cl/dmery/dmery/repositorio/papers/2006-FoodResInt-a.pdf>. Leído el 15 de agosto de 2009.

- León, A., D. Frezza, V. Logegaray and A. Chiesa. 2007. Postharvest of butterhead lettuce minimally processed. *Acta Horticulturae* 746: 345-349.
- Mazollier, J. y D. Scandella. 2002. La cuarta gama. pp. 367-381. *In*. Tirilly Y. Tecnología de los alimentos. Acribia, Zaragoza, España. 591 p.
- Mc Donald, R. and L. Rise. 1990. Bagging chopped lettuce in selected permeability films. *HortScience* 25(6): 671-673.
- MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA DE CHILE. 1997. Reglamento sanitario de los alimentos. Diario oficial 13 de mayo de 1997. Decreto Supremo 977. Actualizado en abril del 2009. Dpto. de Asesoría Jurídica. Santiago. 150p.
- Picallo, A. y G. Grigioni. 1999. Métodos para la evaluación de la calidad de alimentos. INTA INFORMA (Argentina). N° 56. Disponible en: http://www.inta.gov.ar/info/intainfo/ant/1999/56_dic_99.htm. Leído el 20 de junio de 2009.
- Poubol, J., M. Inada, Y. Takiguchi and H. Izumi. 2007. Storage quality of fresh-cut lettuce with ozonated water and stores in high CO₂ modified atmosphere packaging. *Acta Horticulturae* 746: 417-423
- Saltveit, M. 1996. Fresh-cut product biology. 8p. *In*: Fresh-cut products: Maintaining quality and safety. Postharvest Horticulture Series N° 10. Universidad de California.
- Souza, E., R. Piccoli, C. Boari, A. Chitarra and M. Chitarra. 2005. Fresh-cut lettuce: use of different sanitation treatments to reduce microbial load. *Acta Horticulturae* 682: 1847-1849.
- Venegas, N., E. Marambio, M. Insunza, A. Soto y A. Arrieta. 1990. Control microbiológico de alimentos. Publ. Misc. Agr. N° 32 Univ. de Chile Fac. Cs. Agr. y For. Santiago, Chile. 135p.
- Zagory, D. and A. Kader. 1988. Modified atmosphere packaging of fresh produce. *Food Technology* 42 (9): 70 – 77.

APENDICE I

Evaluación de calidad de tres tipos de lechuga, al inicio del ensayo.

Parámetro	Escarola			Costina			Milanesa		
	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2
Apariencia	10,60 a ¹	9,42 a	9,56 a	9,02 a	9,67 a	7,96 a	9,21 a	7,18 a	7,78 a
Color	6,49 a	6,65 a	7,15 a	8,94 a	9,81 a	8,62 a	9,06 a	10,38 a	9,46 a
Pardeamiento	2,09 a	3,06 a	3,34 a	1,39 a	2,23 a	3,83 a	1,90 a	4,39 a	4,05 a
Aroma	5,43 a	3,21 a	4,13 a	4,54 a	3,47 a	3,60 a	4,33 a	3,97 a	3,36 a
Olor Extraño	0,85 a	0,65 a	0,80 a	1,15 a	0,88 a	1,13 a	1,18 a	0,82 a	1,37 a
Turgencia	9,49 a	8,84 a	8,40 a	8,88 a	8,26 a	8,35 a	7,47 a	6,74 a	7,53 a
Textura	11,45 a	10,52 a	9,90 a	9,68 a	10,50 a	9,53 a	9,09 a	8,22 a	8,48 a
Acidez	2,30 a	1,68 a	1,64 a	2,45 a	3,25 a	2,12 a	1,98 a	1,90 a	2,76 a
Sabor	7,58 a	7,35 a	7,09 a	8,34 a	7,61 a	7,19 a	7,66 a	8,07 a	8,08 a
Aceptabilidad	11,54 a	9,82 a	10,74 a	9,77 a	8,02 a	9,06 a	9,59 a	7,83 a	8,10 a

1/Valores seguidos por letras distintas presentan diferencias significativas al 0,05%, en la línea y dentro de cada tipo.

ANEXO I

PAUTA DE VALORES PARA EVALUACION SENSORIAL

Valor	Apariencia y Textura	Color	Pardeamiento, Aroma, Olor Extraño, Turgencia, Acidez, Sabor.
0 - 1,75	Muy mala	Sin color	Sin Aroma, Pardeamiento...
1,76 - 3,50	Mala	Muy pálido	Muy bajo, suave
3,51 - 5,24	Deficiente	Pálido	Bajo, suave
5,25 - 6,99	Menos que regular	Levemente pálido	Levemente bajo, suave
7,00 - 7,99	Regular	Normal	Moderado, normal
8,00 - 9,75	Más que regular	Levemente intenso	Levemente alto, Turgente, ácido, aromático
9,76 - 11,50	Buena	Intenso	Alto, turgente, ácido, aromático
11,51 - 13,25	Muy buena	Muy intenso	Muy alto, turgente, ácido, aromático
13,26 - 15,00	Excelente	Extremadamente intenso	Extremadamente alto, turgente, ácido, aromático

Valor	Aceptabilidad	
0 - 1, 5	Desagrada extremadamente	
1,76 - 3,50	Disgusta mucho	Zona de rechazo
3,51 - 5,24	Disgusta poco	
5,25 - 6,99	Disgusta algo	
7,00 - 7,99	Indiferente	Zona de indiferencia
8,00 - 9,75	Gusta algo	
9,76 - 11,50	Gusta medianamente	
11,51 - 13,25	Gusta mucho	Zona de aceptación
13,26 - 15,00	Gusta extremadamente	

ANEXO II

Universidad de Chile
 Facultad de Ciencias Agronómicas
 Departamento de Agroindustria y Enología

MUESTRA

EVALUACION DE CALIDAD
 (Pauta no estructurada)

Nombre:.....Fecha:.....

Instrucciones:

-Aquí hay una lista de términos para describir la calidad del siguiente producto: *Lechuga*.

-Por favor indique haciendo una **línea vertical**, la intensidad de su sensación, para cada una de ellas.

Muy mala	APARIENCIA	Excelente
-----		-----
0		15
Muy pálido	COLOR	Muy intenso
-----		-----
0		15
Sin	PARDEAMIENTO	Alto
-----		-----
0		15
Sin aroma	AROMA	Muy aromática
-----		-----
0		15
Sin	OLOR EXTRAÑO	Intenso
-----		-----
0		15
Sin turgencia	TURGENCIA	Muy turgente
-----		-----
0		15
Muy mala	TEXTURA	Excelente
-----		-----
0		15
Sin acidez	ACIDEZ	Muy ácido
-----		-----
0		15
Sin sabor	SABOR	Muy alto
-----		-----
0		15
Me disgusta mucho	ACEPTABILIDAD	Me gusta muchísimo
-----	Indiferente	-----
0		15