

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

ÁREA DE HORTALIZAS Y FLORES

TALLER DE LICENCIATURA

**EFEECTO DE LA IV GAMA EN LA MEZCLA DE
LECHUGA (*Lactuca sativa*) TIPO ESCAROLA Y
PALTA (*Persea americana* Mill) cvs.
EDRANOL, HASS Y NEGRA DE LA CRUZ**

PAOLA ALEJANDRA HORMAZABAL TORRES

QUILLOTA CHILE

1999

ÍNDICE DE MATERIAS

1. INTRODUCCIÓN
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA
 - 2.1. Antecedentes generales
 - 2.2. Problemas en almacenaje y vida útil de la IV Gama
 - 2.2.1. Pardeamiento enzimático
 - 2.2.2. Respiración
 - 2.2.3. Transpiración
 - 2.2.4. Microorganismos
 - 2.2.5. Rancidez
 - 2.2.6. Variedades específicas
 - 2.3. Técnicas para alargar la vida útil de IV Gama
 - 2.3.1. Atmósfera modificada
 - 2.3.2. Temperatura
 - 2.3.3. Antioxidantes
 - 2.3.4. Cloro
 - 2.3.5. Envasado
3. MATERIALES Y MÉTODOS
 - 3.1. Lugar de realización
 - 3.2. Obtención de características del material vegetal
 - 3.3. Línea de proceso
 - 3.4. Ensayos preliminares
 - 3.5. Ensayos
 - 3.5.1. Ensayo 1. Producto IV Gama de la mezcla de lechuga tipo Escarola con paltas de cv. Hass y Edranol
 - 3.5.2. Ensayo 2. Producto IV Gama de la mezcla de lechuga tipo Escarola con palta de cv. Negra de La Cruz
 - 3.6. Parámetros evaluados
 - 3.6.1. Color
 - 3.6.2. Peso
 - 3.6.3. Panel de degustación
 - 3.6.4. Nivel respiratorio
 - 3.7. Análisis estadístico
 - 3.7.1. Modelo estadístico
 - 3.7.1.1. Ensayo 1. Producto IV Gama de la mezcla de lechuga tipo Escarola con paltas de cv. Hass y Edranol
 - 3.7.1.2. Ensayo 2. Producto IV Gama de la mezcla de lechuga tipo Escarola con palta de cv. Negra de La Cruz
4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- 4.1. Resultados y discusiones del ensayo , producto IV Gama de la mezcla de lechuga tipo Escarola con paltas de cv. Hass y Edranol
 - 4.1.1. Efecto del cultivar de palto, los rangos de resistencia del fruto y tiempo de almacenaje refrigerado sobre el color de una mezcla de lechuga tipo Escarola de un producto de IV Gama.
 - 4.1.2. Efecto del cultivar de palto, los rangos de resistencia del fruto y tiempo de almacenaje refrigerado sobre el porcentaje de pérdida de peso de una mezcla de lechuga tipo Escarola de un producto de IV Gama.
- 4.2. Resultados y discusiones del ensayo 2, producto IV Gama de la mezcla de lechuga tipo Escarola con paltas cv. Negra de la Cruz
 - 4.2.1. Efecto de los rangos de resistencia del fruto de palto, diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre el color de una mezcla de lechuga tipo Escarola de un producto de IV Gama.
 - 4.2.2. Efecto de los rangos de resistencia del fruto de palto, diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre el porcentaje de pérdida de peso de una mezcla de lechuga tipo Escarola de un producto de IV Gama.
 - 4.2.3. Efecto de los rangos de resistencia del fruto de palto, diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre distintos parámetros en un panel de degustación de una mezcla de lechuga tipo Escarola de un producto de IV Gama.
 - 4.2.3.1. Efecto de los diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre el aroma de una mezcla de lechuga tipo Escarola de un producto de IV Gama.
 - 4.2.3.2. Efecto de los diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre la apariencia de una mezcla de lechuga tipo Escarola de un producto de IV Gama.
 - 4.2.3.3. Efecto de los diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre el sabor de una mezcla de lechuga tipo Escarola de un producto de IV Gama.
 - 4.2.3.4. Efecto de los diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre el color de una mezcla de lechuga tipo Escarola de un producto de IV Gama.
- 5. CONCLUSIONES
 - 5.1. Ensayo 1. Producto de IV Gama de la mezcla de lechuga tipo Escarola con paltas de cv. Hass y Edranol
 - 5.2. Ensayo 2. Producto de IV Gama de la mezcla de lechuga tipo Escarola con palta cv. Negra de la Cruz

6. RESUMEN
7. LITERATURA CITADA

INTRODUCCIÓN

La tecnología de IV Gama es una técnica de conservación de hortalizas y frutos vivos, acondicionados y mantenidos bajo cadena de frío, listos para ser consumidos (CARBÓNELL, 1990a). Esta fue creada para satisfacer la actual tendencia mundial de consumir comida natural y rica en nutrientes (TOMAS, 1998).

Esta tecnología nació en EE.UU. en restaurantes de comida rápida o "fast-food" y se desarrolló especialmente en forma artesanal, con lechuga Iceberg, la cual tenía una conservación no mayor al rango de 2-3 días. Posteriormente, se propagó hacia otros países europeos en forma más industrializada y competitiva como Francia (actual puntero en esta tecnología), Suiza, Alemania, Holanda, etc. (CARBONELL, 1990a).

Se comenzó en esta técnica incursionando solamente con ciertas hortalizas, pero poco a poco se han ido introduciendo frutas y otras hortalizas cortadas en pequeñas cantidades para el consumo individual donde aproximadamente el 70% está formado por lechuga, repollo, zanahoria, cebolla, papas, apio, brócoli y coliflor (TOMAS, 1998).

La tecnología de Mínimo proceso nos entrega la posibilidad de llegar a un mercado consumidor con un producto hortícola de buena calidad sanitaria y dar un mayor valor agregado a los productos. También estos nuevos productos permiten reducir el tiempo en la preparación de las comidas cotidianas, satisfacer el gusto por lo crujiente y nutritivo, y ayudar en la vida diaria a las mujeres que trabajan fuera de casa, que cada vez aumenta más su número. (CARBONELL, 1990a).

El perfil general de las personas que consumen frutas y hortalizas frescas envasadas también suelen ser entre 25 y 45 años, casada y con trabajo (cuya pareja también trabaja), que dispone de poco tiempo para realizar las compras y que concentra sus compras el fin de semana (SUAREZ-BALDRIS, 1996).

Dado lo anterior, estos productos deben tener por lo menos una duración de siete días para satisfacer las necesidades de los consumidores actuales, lo cual se logra mediante aumento de la potencialidad a través de la mantención de una cadena de frío, preservantes y materia prima de excelente calidad, entre otras.

Se asegura que en unos 5-10 años más el 25% de la producción hortícola en España será comercializada en forma de producto procesado de este tipo; en la actualidad constituye alrededor del 10% de la producción (TOMAS, 1998).

En Chile se encuentra a la venta este tipo de productos en bolsas que contienen hortalizas cortadas y listas para consumir, sin que se conozcan las condiciones bajo las cuales fueron elaboradas. Los supermercados han mejorado el problema anterior, pero están lejos de la calidad potencial que se podría alcanzar al tener una escasa duración en la comercialización y no presentar una adecuada calidad en la materia prima, lo que incide principalmente en la calidad final (OLAETA, 1999)*

Por otro lado, la comercialización de hortalizas en fresco se ve limitada por su alta perecibilidad, perdiendo por cosecha, transporte y conservación entre un 20-35% del volumen, considerando que los productos en ocasiones deben recorrer largas distancias, lo que trae consigo un deterioro que impide su venta o disminuye su precio (LOPEZ-GALVEZ y CANTWELL, 1996).

Considerando todo lo anterior, la presente investigación plantea que es posible obtener un nuevo producto de IV Gama que contenga la mezcla de hortaliza, lechuga (*Lactuca sativa L.*) y fruta, palta (*Persea americana* Mill), utilizando técnicas para disminuir y/o retardar el deterioro causado por la aceleración del metabolismo y cambios físicos en estos productos ligeramente procesados, como lo es el uso de vacío y/o atmósfera modificada, almacenamiento en frío y preservantes, entre otras.

*OLAETA, J. Ing. Agr. M. Se. 1999. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Comunicación Personal.

El objetivo general de la presente investigación es:

- Obtener un nuevo producto de IV Gama con lechuga (*Lactuca sativa* L.) y palta (*Persea americana* Mill), que tenga una duración de almacenaje de al menos 7 días manteniendo la cadena de frío.

El objetivo específico de la presente investigación es:

- Evaluar el comportamiento de los cvs. de palta, Edranol, Hass y Negra de la Cruz en un producto de IV Gama.
- Evaluar el efecto del uso de vacío en la mantención y duración del producto final.
- Evaluar la influencia de dos rangos de resistencias de fruto de palta en la calidad del producto mínimamente procesado.
- Evaluar diferentes tiempos de almacenaje, para determinar la máxima duración en almacenaje en frío.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 2.1.

Antecedentes generales:

Según el grado o intensidad del proceso al que están sometidas frutas y hortalizas, existen cinco Gamas:

1ª Gama: Frutas y vegetales frescos sin ningún tipo de proceso.

2ª Gama: Frutas y hortalizas en conserva.

3ª Gama: Frutas y vegetales congelados.

4ª Gama: Frutas y vegetales crudos, listos para ser consumidos, sin sus partes no comestibles, lavados, pelados y en formas trozadas, rebanadas o ralladas, posteriormente envasada en plásticos y conservados a temperaturas de refrigeración, garantizando una duración mínima de siete días para su consumo inmediato. Este tipo de proceso se conoce también con el nombre de proceso mínimo, parcial, fresco y ligero y según SCHLIMME (1995), puede considerar el uso de preservantes.

5ª Gama: Productos vegetales envasados al vacío, que se someten a un proceso térmico, para luego ser mantenidos en condiciones de refrigeración entre tres semanas y seis meses (LÓPEZ y MORENO, 1994).

El desarrollo de estos productos responde a las necesidades de los consumidores de cada país, debido a sus diferentes preferencias, pero el fin de todos es que el usuario se beneficie con sus ventajas (SCHLIMME, 1995).

De acuerdo a lo anterior, la IV Gama presenta las siguientes ventajas: reducción del tiempo de preparación de comidas; calidad uniforme y constante de los productos durante todo el año; facilidad de acceso a productos saludables; facilidad de almacenamiento, ya que al ser porciones requiere menos espacio; reducción del manejo, con lo cual aumenta la sanidad e higiene del producto; aprovechamiento del producto al 100%, es decir, reducción de las pérdidas; posibilidad de inspeccionar la calidad del producto en la recepción y antes de usar (TOMAS, 1998).

Mientras que la mayoría de las técnicas de procesados de alimentos estabilizan el producto, alargando su vida útil y almacenamiento, el procesado mínimo aumenta su perecibilidad. Lo anterior se produce por que los productos ligeramente procesados contienen tejidos vivos y por lo tanto siguen teniendo su metabolismo en acción. Sin embargo, estos tejidos no exhiben las mismas respuestas fisiológicas que los tejidos vivos normales, ya que al cortarlos se causa abrasión o calentamiento mínimo generando respuestas diversas en el metabolismo, dependiendo del ambiente y del envase es como se acentúa, por ejemplo aumento de la tasa respiratoria en productos precortados, que es un factor de deterioro importante en estos productos (LOPEZ-GALVEZ y CANTWELL, 1996).

Dentro de las respuestas metabólicas del organismo vegetal al corte de sus estructuras, en los productos mínimamente procesados ocurre una serie de reacciones bioquímicas las cuales funcionan para proteger y reparar el daño celular. Las células afectadas promueven la síntesis de ARN mensajero, resultando un aumento en la síntesis de proteínas. Además se produce lignina y suberina en los lugares dañados para prevenir la pérdida de agua y el desarrollo microbiológico. (HAARD, 1993, KOLATTUKUDY, 1978, citados por PRICE y FLOROS, 1993).

El objetivo final de la IV Gama es alargar la vida útil del producto, dado que una de las características es conservar la naturaleza de alimento fresco y "vivo", por lo tanto sólo se permite la aplicación de un número reducido de tratamientos. Las técnicas más utilizadas son la atmósfera modificada o controlada y la conservación a bajas temperaturas (LOPEZ-GALVEZ y CANTWELL, 1996).

Según CANTWELL (1992), la naturaleza de la demanda de estos productos de IV Gama es que sean visualmente aceptables y atractivos al consumidor, por lo tanto, deben tener apariencia fresca, calidad homogénea y estar razonablemente libres de defectos. Los defectos de campo, como por ejemplo el tipburn en lechuga, puede reducir la calidad del producto procesado porque el tejido café se distribuye homogéneamente en el producto envasado y así afecta a su aceptación final en el

mercado consumidor.

Por tratarse de hortalizas frescas y listas para ser consumidas su conservación depende, entre otras cosas, de una adecuada mantención en una cadena de frío hasta que el producto sea consumido.

Por lo tanto, el primer objetivo de la IV Gama es responder a un problema del consumidor, ya que este último presenta la obligación de consumir ciertos vegetales previamente limpios, lavados cuidadosamente para evitar cualquier tipo de contagio de enfermedades, lo que causa un gasto de tiempo indeseado. La causa anterior tiene una incidencia negativa en el consumo de esos vegetales y a partir de esta constante, el sector de frutas y hortalizas frescas conciben un nuevo mercado de entrada para estos productos que están listos para el consumo, pero siempre "frescos", y que nos evitan las molestias de su preparación. La IV Gama abre un nuevo mercado, el de aquellas personas que por falta de tiempo o comodidad no consumían hortalizas o frutas de difícil preparación, principalmente ensaladas (CARBONELL, 1990a)

2.2. Problemas en almacenaje y vida útil de la IV Gama:

2.2.1. Pardeamiento enzimático

Corresponde a la formación de compuestos coloreados (melanoides), debido a la oxidación enzimática de los fenoles a ortoquinonas, que a su vez se polimerizan formando los compuestos pardos. Las enzimas responsables son fenolasas, polifenol oxidasa, tirosinasas o catecolasas. Este proceso ocurre cuando los tejidos han sido dañados y existe oxígeno y cobre para la catalización de las reacciones por las enzimas (RICHARDSON y HYSLOP, 1993).

Otra enzima importante en este proceso es la fenilalanina amino-liasa (PAL), ya que se induce en el vegetal debido a diferentes tipos de estrés, por ejemplo, durante la

operación de cortado en la manufactura de los productos. Se ha comprobado por estudios que existe una gran correlación entre la actividad de la PAL durante los primeros días después de cortado, con la calidad visual general y el oscurecimiento de la superficie de las piezas de lechugas durante el almacenamiento en productos de IV Gama con atmósfera controlada (LOPEZ-GALVEZ y CANTWELL, 1996)

La polifenol oxidasa se encuentra en bajas concentraciones en los tejidos. Esta enzima presenta un rango óptimo para actuar entre 6.0-6.5 de pH (CHEFTEL y CHEFTEL, 1992). Según HEIMDAL, LARSEN y POLL, (1994), el verdadero rango óptimo de la polifenol oxidasa específicamente en lechuga va entre 5.0-8.0 de pH y una temperatura de 25-35° C.

Para poder contrarrestar el efecto del corte se usa antioxidantes como ácido cítrico y sus sales, ácido ascórbico y sus sales o ambos, en que bajas dosis se estudian para frenar este proceso. La primera causa del pardeamiento enzimático es la desorganización celular producida por el corte, toda lesión fisiológica, bioquímica o microbiológica que permita la puesta en contacto de la enzima y el oxígeno produce un pardeamiento enzimático. Al trozar la fruta y hortaliza, se deja indefensa a las células, ya que no disponen de epidermis para evitar el contacto con el aire, la respiración se multiplica, se pierde agua, las células comienzan con un proceso de oxidación (pardeamiento de tejidos) y los microorganismos encuentran lugares idóneos para desarrollarse. Con el uso de frío y de antioxidantes se trata de retrasar, lo más posible, cualquier síntoma de marchitamiento y pardeamiento. La pérdida de la cadena de frío una vez procesado un producto puede, en pocas horas, activar estos procesos (CARBÓN ELL, 1990a)

La decoloración ocurre en la superficie de corte de frutas y hortalizas permitiendo que los sustratos y enzimas se encuentren en un mismo lugar para poder reaccionar. Las heridas también inducen la síntesis de enzimas que participan en estas reacciones, pero que antes de la herida, no estaban presentes. El

pardeamiento oxidativo es el factor limitante en la duración almacenaje de frutas y hortalizas (SCHLIMME, 1995).

2.2.2. Respiración

Es la degradación total de los carbohidratos a CO_2 , H_2O y energía. Los sustratos de esta degradación, en condiciones aeróbicas, son las hexosas sencillas u otros compuestos orgánicos, como ácidos y grasas (BRAVERMAN, 1978).

Este proceso consume O_2 y por esto, es importante que frutas y hortalizas tengan cierto contenido de oxígeno en el medio del envase, de lo contrario se va a predisponer a la anaerobiosis, generando etanol tóxico para los tejidos y que es desagradable desde el punto de vista gustativo. También estas reacciones desprenden agua, la cual es preciso evitar su condensación en los envases y por ende su acumulación, debido a que da pauta para el desarrollo de microorganismos perjudiciales. Finalmente, la respiración desprende CO_2 y calor, este último conviene eliminar porque un aumento de la temperatura aceleraría estos fenómenos y por lo tanto el deterioro (CHEFTEL y CHEFTEL, 1992).

En general, se da una relación inversa entre la actividad respiratoria y periodo de almacenaje, de manera que los productos con actividad respiratoria mínima son los que se pueden almacenar durante periodo de tiempo más prolongado (WILLIS, 1989)

La pared celular cumple la función de mantener textura y turgencia adecuada gracias a las sustancias pécticas presentes, pero estas sustancias son degradadas por enzimas endógenas activadas por un proceso mínimo, de esta forma, la poligalacturonasa, p-galactosidasa y la pectinmetil esterasa son responsables de los cambios no deseados en la textura (KING y BOLÍN, 1989, LIDSTER et al, 1986, citados por PRICE y FLOROS, 1993). Esta actividad enzimática es acelerada por la exposición al etileno, el cual es producido en mayor cantidad cuando el tejido de la

planta es dañado.(CHEFTEL y CHEFTEL, 1992, LIDSTER et al, 1986, citados por PRICE y FLOROS, 1993).

El Cuadro 1 ¡lustra la importancia de la respiración en hortalizas.

CUADRO 1. Tasa de respiración de Hortalizas de Hojas procesadas almacenadas a distintas temperaturas.

PRODUCTO	TASA DE RESPIRACIÓN (miligramos de CO ₂ / h-g).			
	0° C	5° C	10° C	15° C
Hojas enteras grandes (6-8 cm.)	7.9	12.0	28.8	32.4
Hojas enteras pequeñas (2-3 cm.)	13.5	20.6	41.8	57.1
Piezas de 2-3 cm.	15.0	23.4	46.3	53.2
Tiras de 0.3 cm.	16.7	17.9	58.6	67.9

El producto fue hidrogenfriado y transportado a 5° C. Los datos son medias de repeticiones de 1-5 días.

Fuente: Lopez-Galvez y Cantwell, 1996.

2.2.3. Transpiración

La perdida de agua por transpiración es el cambio físico que ocurre por la existencia de una gradiente de la presión de vapor de agua entre la atmósfera externa y la interna próxima a la superficie de la fruta. (LUTZ y HANDENBURG, 1968 citados por SURRIBA, 1995).

Las frutas y hortalizas contienen sobre un 90% de agua y una ligera pérdida de este elemento afecta considerablemente su calidad. Durante un proceso de IV Gama los productos están sujetos a una mayor deshidratación a causa de un incremento en el área expuesta del tejido (PRICE y FLOROS, 1993). La transpiración y por consiguiente la pérdida de agua, puede acarrear un rápido descenso de la condición, un atributo de calidad que generalmente se relaciona al grado de frescura y de envejecimiento o madurez de un producto (WILLIS, 1989).

Las hortalizas y frutas cortadas, generalmente, pierden agua más rápidamente que el producto entero sin preparar, y por esta razón el producto preparado cortado debe ser envasado en atmósfera modificada tan pronto como sea posible después de la preparación (ZOMORODI, 1990, citado por PARRY, 1995).

La reducción de la capacidad del aire de extraer el agua en forma de vapor de las frutas y hortalizas se logra, bajando la temperatura o aumentando la HR° en el medio inmediato a ellas, o sea reduciendo el DVP entre el producto y el aire, o al interponer una barrera que impida o dificulte el paso del vapor de agua (WILLIS, 1989)

2.2.4. Microorganismos

Durante el proceso de corte al romper las barreras naturales, se liberan nutrientes celulares y se permite la proliferación de microorganismos.

El tipo de contaminación depende de las condiciones de almacenamiento y de los niveles de contaminación inicial, que incluyen hongos, levaduras y bacterias, siendo éstos y su actividad enzimática una de las causas principales de la pérdida de calidad, especialmente si la cantidad inicial es alta (PRICE y FLOROS, 1993).

Los microorganismos requieren ciertas condiciones definidas para el crecimiento y reproducción las cuales son pH y actividad del agua, así como factores extrínsecos asociados a las condiciones de almacenamiento, como la composición del gas y temperatura externa (PARRY, 1995)

Al tratar con productos que vienen del campo, éstos contienen numerosos organismos, los cuales se intentan erradicar o controlar durante las fases del lavado y clorado de la materia prima. La flora fitopatógica que es responsable de producir alteraciones organolépticas sobre la lechuga es la *Pseudomona marginalis* (CANTWELL, 1992).

2.2.5. Rancidez

La rancidez es un nombre general con el que se designa a la alteración negativa de los lípidos debido a diversas razones, tales como: un almacenamiento demasiado largo, condiciones desfavorables de almacenamiento, a la acción microbiana o simplemente a la oxidación enzimática.

La oxidación enzimática es catalizada por la enzima lipoxidasa, la cual en presencia de oxígeno reacciona con los ácidos grasos de cadenas largas, que tienen uno o más dobles enlaces, generando así ácidos grasos de cadenas cortas (BRAVERMAN, 1978).

La oxidación de los lípidos limita el periodo de almacenaje de algunos alimentos vegetales. Las precauciones a seguir durante su conservación dependen del producto: almacenamiento bajo vacío o con nitrógeno, adición de antioxidantes o presencia de metales, entre otros (CHEFTEL y CHEFTEL, 1992)

2.2.6. Variedades específicas

En Chile, la falta de variedades específicas para el uso en la IV Gama generan bajas en la durabilidad de los productos. Las variedades que se usan son tomadas entre las disponibles y cultivadas para el mercado fresco o conserva, las que evidentemente no tienen buen comportamiento.

Últimamente se han desarrollado en EE.UU. variedades de semillas de hortalizas que satisfacen las necesidades de estos productos (LOPEZ-GALVEZ y CANTWELL, 1996), pero que aún no se han incorporado a nuestro país.

Una variedad buena para ser utilizada debe tener buen rendimiento de la hortaliza por paquete producido, es decir, que sea más aprovechable. En el caso de la lechuga uno de los inconvenientes es que se oxida después del cortado automático,

por lo que su preparación involucra la separación manual de las hojas. (CARBONELL, 1990a)

2.3. Técnicas para alargar la vida útil de IV Gama:

2.3.1. Atmósfera modificada

La modificación de la atmósfera en el interior del envase, que consiste en la reducción del contenido de oxígeno mientras se incrementan las concentraciones de dióxido de carbono y/o nitrógeno, ha mostrado que prolonga significativamente la vida útil de los alimentos perecederos conservados a temperatura de refrigeración (PARRY, 1995).

La modificación y el control del medio ambiente gaseoso que circunda a un alimento se viene empleando en el mundo desde las primeras décadas del siglo con el fin de lograr varios objetivos, tales como: limitar la actividad biológica del producto a través de la alteración de la composición de gases del ambiente y reducir tanto el crecimiento microbiano como la velocidad de oxidación o pérdida de agua del producto. Estos efectos se ven potenciados con la baja temperatura, por lo que en la práctica estas técnicas se aplican conjuntamente (CÁTALA, 1998).

El envasado en atmósfera modificada (EAM), es un método de empaquetado que implica la eliminación del aire del interior del envase y su sustitución por un gas o mezcla de gases. La atmósfera gaseosa del interior del envase cambia continuamente durante todo el periodo del almacenaje por la influencia de diferentes factores, como la respiración del producto envasado, cambios bioquímicos y/o la lenta difusión de los gases a través del envase.

También está el envasado al vacío que es el método más simple de modificar la atmósfera interna de un envase. El producto se coloca en un envase formado con film de baja permeabilidad al oxígeno, se elimina el aire y se cierra el envase. El

envase sin aire se pliega (colapsa) alrededor del producto, puesto que la presión interna es muy inferior a la atmosférica (PARRY, 1995).

Según los autores anteriores una de las formas de sustitución mecánica es a través del vacío compensado, con el cual se saca el aire y posteriormente se inyecta el gas o mezcla de gases, formando la atmósfera en forma activa.

La modificación de la atmósfera en la práctica comercial genera la reducción de oxígeno y la elevación de la concentración de dióxido de carbono. La reducción de la concentración de oxígeno rebaja de forma general la velocidad de respiración de los elementos vivos (CÁTALA, 1998). También la reducción del oxígeno impide que ocurra reacciones enzimáticas como pardeamiento y destrucción de lípidos (PRICE y FLOROS, 1993).

Concentraciones muy bajas de oxígeno y/o muy altas de dióxido de carbono producen un cambio de respiración aeróbica a anaeróbica, lo cual causa la fermentación del producto, generando olores y sabores desagradables, y/o favorece el desarrollo de bacterias anaeróbicas como *Clostridium botulinum* (YAHIA, 1995).

Dentro de los gases que se pueden utilizar está el oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno, monóxido de carbono, otros gases (cloro, ozono, óxido de etileno, etc.) o mezclas de ellos.

El nitrógeno es un gas inerte, con baja solubilidad en el agua y las grasas. Se utiliza en el envasado para desplazar el oxígeno, así como para retrasar la oxidación y prevenir el enranciamiento. También desfasa positivamente el desarrollo de microorganismos aeróbicos productores de descomposición (PARRY, 1995).

En el Cuadro 2 se presentan efectos de diferentes atmósferas y a diferentes temperaturas.

CUADRO 2. Efecto de atmósferas modificadas sobre la calidad de producto mínimamente procesado.

Producto	Temperatura °C	AC/AM aplicada	Principales beneficios
Lechuga, piezas de ensaladas.	0-5	0.5-3% O ₂ +7.5-15% CO ₂	Retraso del pardeamiento.
Melón, cubos.	2.5-5	Aire+5-15% CO ₂	Retraso del desarrollo microbiano
Pimientos, cubos	0-5	3% O ₂ ó aire + 5-10% CO ₂	Retraso del desarrollo microbiano
Cebollas, cubos	0-5	3% O ₂ ó aire + 10% CO ₂	Retraso del amarillamiento y retraso del crecimiento microbiano.

Fuente: Lopez-Galvez, g. y Cantwell, m., 1996

Existen amplias revisiones de las ventajas y desventajas del envasado en atmósfera modificada (DAY, 1988; BRECHT, 1980; DEWEY, 1983; ISENBERG, 1979; KADER, 1980, 1986; KADER Y COL, 1989; SMOCK, 1979; ZAGORY, 1990; BARKAIGOLAN, 1990, citados por PARRY, 1995). La reducción de los niveles de O₂ y el enriquecimiento en CO₂ puede reducir la intensidad de la respiración, retrasar la pérdida de textura, reducir los cambios de la composición asociados con la maduración, reducir la degradación de la clorofila y el pardeamiento enzimático disminuyendo las alteraciones fisiológicas y daños por frío, manteniendo el color y protegiendo las vitaminas de los productos frescos, de ese modo se consigue la calidad durante una vida útil más amplia (ZAGORY y KADER, 1988; DAY, 1988; ZAGORY, 1990, citados por PARRY, 1995).

CÁTALA (1998) señala que básicamente los factores fundamentales que condicionan la conservación de los alimentos en atmósfera modificada pueden resumirse en los siguientes: naturaleza, composición y características del alimento, actividad del agua, componentes básicos, carga microbiológica inicial, temperatura de almacenamiento, susceptibilidad de producto a la alteración, efectos de la temperatura sobre microorganismos específicos, posibles daños del producto por la reducción de la temperatura, composición de la atmósfera, porcentaje de oxígeno,

dióxido de carbono, presión, humedad, material de envase y tecnologías de envasado.

2.3.2. Temperatura

Es el principal factor que influye en la vida de almacenamiento de un vegetal, siendo importante desde el momento de cosecha hasta la comercialización. (ELLIOT y MICHENER, 1965, citados por PRICE y FLOROS, 1993).

Según BOLÍN et al (1977), lechugas crespas cv. Salinas, picadas y almacenadas a temperaturas de 5° a 10° C, tuvieron una vida útil menor de alrededor de diez días en comparación a lechugas conservadas a 2°C, en donde su vida comercial se prolongó a 26 días. Visualmente el producto se pardeó principalmente al aumentar la temperatura, visualmente se observó una pérdida de pigmentación verde luego de 11, 20 y 38 días a 10°, 5° y 2° C, respectivamente.

Según KING y BOLÍN (1989), la disminución de la temperatura es la primera forma de controlar el desarrollo microbiano. Si bien esta medida es útil, se debe tener cuidado con los tipos de microorganismos que puedan proliferar, por ejemplo, al bajar la temperatura la flora presente está formada principalmente por bacterias Gram (-) y al aumentar la temperatura, existen del tipo Gram (+).

Dentro de las bacterias que crecen a la temperatura de 5° C están *Clostridium botulinum*, *Escherichia coli* y *Aeromonas hydrophila* (PALUMBO, 1986). A éstos se les puede controlar su desarrollo al disminuir la temperatura, como por ejemplo en un rango de 0-3°C de temperatura, donde se ve inhibido el desarrollo de *Clostridium botulinum* (YAHIA, 1995).

La mejor práctica consiste en eliminar el calor del producto tan pronto como sea posible por diversos sistemas de enfriamiento, tales como chorros de aire frío o

enfriadores por agua fría o por vacío (HOLDSWORTH, 1983, citado por PARRY, 1995),

Las operaciones de envasado en las factorías de alimentos deben realizarse en un ambiente de temperatura entre 10° y 12°C y en el rango 0°-5°C para el almacenamiento y la distribución de la mayoría de los productos envasados en atmósfera modificada. Con estas temperaturas de enfriamiento se reduce significativamente la intensidad de la respiración así como el desarrollo de los microorganismos (PARRY, 1995).

El bajar la temperatura no sólo disminuye la producción de etileno sino que también disminuye la respuesta del tejido dañado al etileno. Si el producto no es sensible a daño por frío un máximo de vida de almacenaje puede ser conseguida a temperatura menores (WILLIS, 1989)

2.3.3. Antioxidantes

Un sistema oxidante necesita la presencia de estos tres compuestos: enzima, oxígeno y sustrato, será suficiente para evitar la oxidación, inactivar la enzima o eliminar el oxígeno. Sin embargo, la inactivación de las enzimas es a veces perjudicial y la eliminación del oxígeno es difícil. En tal caso, el único recurso posible es el uso de antioxidantes (BRAVERMAN, 1978)

Los antioxidantes son sustancias que retardan el comienzo o disminuyen la velocidad de oxidación de los materiales autooxidables, con la inhibición de la formación de radicales libres en la etapa de iniciación o cuando interrumpe la propagación de la cadena de radicales libres (FENNEMA, 1993).

Por lo tanto, no son otra cosa que sustancias con afinidad preferente para ser oxidadas, es decir, compuestos que se oxidarán antes que los productos que van a proteger (BRAVERMAN, 1978)

Existen numerosos compuestos tanto naturales como sintéticos, con propiedades antioxidantes, pero para el uso deben cumplir la condición mínima de ser seguros para la vida humana (FENNEMA, 1993).

Se utilizan en la prevención de la rancidez de los aceites y grasas, que afectan en la palatabilidad de los alimentos (BRAVERMAN, 1978). También el uso de compuestos reductores, que transforman las quinonas en fenoles, permite retardar o impedir el pardeamiento enzimático (CHEFTEL y CHEFTEL, 1992).

El compuesto más frecuente para evitar el pardeamiento enzimático es el ácido ascórbico. Se utiliza sobre todo en frutas cortadas, ya que en frutas enteras penetra muy lentamente. Se recomiendan dosis entre 0.5 a 1% del peso del producto. (CHEFTEL y CHEFTEL, 1992).

El ácido ascórbico previene la formación de productos de oxidación, además de reducir ligeramente el pH del medio. El ácido ascórbico no es por si un inhibidor de la enzima PPO, ya que la enzima cataliza la oxidación del sustrato natural a quinonas éstas son reducidas por el ácido ascórbico nuevamente a los fenoles originales. Todo va acompañado de una disminución de la enzima que finalmente cesa. El ácido deja de actuar cuando se ha transformado totalmente en 5-hidroascórbico, ya que no puede reducir las quinonas, de manera que sigue su oxidación hasta la formación de melanoides (FENNEMA, 1993).

Dentro de las ventajas del ácido ascórbico como antioxidante se tiene: es un constituyente natural en los vegetales y por lo tanto se mezcla fácilmente con el sabor natural, no libera olores indeseables, no altera la textura, es fácilmente detectable por análisis químico y biológico, incrementa el valor nutritivo y no presenta riesgo para la salud por que el exceso se libera por la orina (SCHMIDT-HEBBEL. 1981, citado por PARRY, 1995),

La presencia de iones metálicos, particularmente cobre y hierro, favorecen la oxidación de los lípidos por su acción catalítica (FENNEMA, 1993). El ácido cítrico es un agente secuestrante que tiene la capacidad de secuestrar incluso cantidades vestigiales de metales, formando quelatos e inhibiendo la acción de ellos. Los agentes secuestrantes junto con antioxidantes generan un efecto sinérgico en evitar oxidaciones en los alimentos. (BRAVERMAN, 1978).

2.3.4. Cloro

Para cada tipo de producto alimenticio existen ciertos microorganismos que representan un peligro especial. Los gérmenes anaerobios productores de gas suelen llegar a los alimentos con el agua cargada de tierra (FRAZIER, 1976)

El cloro es un desinfectante químico ampliamente usado que encuentra un importante uso en el tratamiento de agua para beber y propósitos de procesado (DESROSIER, 1993)

La acción germicida del cloro en solución en el agua es proporcional a la concentración de ácido hipocloroso no disociado y también depende del tiempo de contacto.

La acción del ácido hipocloroso, se piensa que está ligado, a la aptitud de este compuesto (especialmente porque no está ionizado) a atravesar la pared de la célula microbiana, después que el ácido se combina con los constituyentes de la célula, especialmente con las enzimas, cuya actividad normal bloquearía.

La acción germicida también depende de la temperatura, ya que se disminuye en un 50% la efectividad óptima cuando la temperatura aumenta en 10° C, lo que indica, que dentro de ciertos límites de temperatura la destrucción de microorganismos por el ácido hipocloroso, al igual que otros antisépticos, sigue una curva logarítmica característica.

Se puede observar en el Cuadro 3 diferentes fuentes de cloro y su acción sobre los gérmenes.

CUADRO 3. Acción germicida comparada de tres agentes de cloración añadidos a agua de pH 7.2.

Agente de cloración	Cloro residual total mg/l	pH	Tiempo de contacto necesario para matar el 99.9% de los gérmenes presentes
Cloro gaseoso	5	7.0	1
Hipoclorito de Ca	5	7.4	2
Hipoclorito de Na	5	7.6	2.5

Fuente: Cheftel y Cheftel, 1992.

La destrucción de mohos, virus, bacterias y esporas requieren de un alto contenido de cloro residual libre en el agua, para así eliminar bacterias como *Salmonella* y/o Coliformes.

El hipoclorito de sodio presenta la ventaja de ser fácil de aplicar y se puede utilizar en pequeños volúmenes de agua. Pero dentro de sus desventajas se tiene su inestabilidad por efecto de tierra o materia orgánica, costo, enriquece el agua en cloruro de Na y por lo tanto eleva el pH (CHEFTEL y CHEFTEL, 1992). Esta última es desventaja porque la acción del cloro es más efectiva con tenores de pH menores (DESROSIER, 1993)

2.3.5. Envasado

El área de la tecnología de las películas se está desarrollando con gran intensidad en los últimos años y es un factor clave para controlar los productos mínimamente procesados (LOPEZ-GALVEZ y CANTWELL, 1996)

Es especialmente importante la selección correcta de la película para el envasado de productos de la IV Gama de la alimentación, por las siguientes razones:

- Sirve de almacenamiento y de recipiente unitario.
- Es un instrumento de marketing muy poderoso en el punto de venta.
- El envasado asegura la calidad.
- Mejora la sanidad y la seguridad del producto que contiene.

Antiguamente no se estaba acostumbrado a que el oxígeno atravesara la película del envase para mantener el alimento. Por lo tanto se debió estudiar para así conocer los niveles reales de CO_2 y O_2 necesarios en el interior del envase para alargar la vida de estos productos (GORNLY y GIL, 1997)

Según los autores anteriores la preservación del alimento también requiere que el envase resista las condiciones adversas a la que es expuesto: humedad, calor, frío, oxígeno atmosférico y otros. Dado lo anterior, al principio se modificó el espesor y la proporción de acetato de vinil de etileno (EVA) de las películas plásticas unilaminares constituidas por mezclas de polietileno (PE) y EVA. Dentro de las películas desarrolladas posteriormente fueron las laminadas y las coextruidas, esta última consiste en numerosas laminas producidas simultáneamente y plástico caliente que se funde conjuntamente, uniando sus superficies sin necesidad de adhesivo.

Las películas coextruidas presentan las ventajas de ser más baratas y una velocidad de transmisión del O_2 alta, y también las desventajas de tener un sellado e impresión deficiente en la bolsa, en comparación a las laminas (GORNLY y GIL, 1997)

Dado lo anterior, al analizar las variedades de film en IV Gama, se observa que las propiedades de barrera para los gases O_2 , CO_2 , N_2 y para el vapor de agua varían considerablemente en los valores. También se observa que en los film la difusión de gases puede variar, además la permeabilidad se modifica dependiendo de la temperatura, por lo tanto se puede seleccionar un envase a una temperatura pero si esta ultima cambia la permeabilidad ya no es la misma (GREENGRAS, 1995, citado

por PARRY, 1995)

La permeabilidad del material simple o complejo determina la condición atmosférica durante el almacenamiento. Así por ejemplo si se quiere concentraciones mayores de CO_2 y menores de O_2 , este material deberá ser más impermeable a estos gases para evitar la salida del CO_2 y la entrada de O_2 . En general, los vegetales necesitan oxígeno para mantener la respiración aeróbica (CÁATALA, 1998). En la Figura 1 se puede observar la difusión de los gases anteriores.

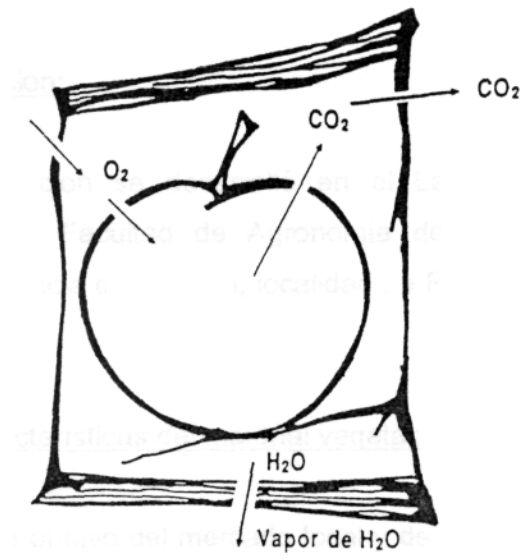


FIGURA 1. Evolución de la atmósfera interna del envase.

Fuente: CARBONELL, X., 1990.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de realización:

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio de Postcosecha e Industrialización de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, en la provincia de Quillota, localidad La Palma, durante agosto de 1998 y julio de 1999.

3.2. Obtención y características del material vegetal:

El material vegetal se obtuvo del mercado local y de la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, en la ciudad de Quillota, sector La Palma.

Se seleccionaron para la realización de los diferentes ensayos lechuga tipo Escarola y palta de los cultivares Edranol, Hass y Negra de la Cruz.

Las lechugas fueron de excelente calidad, libres de daños mecánicos y/o fitopatológicos y no presentaban características de deterioro como marchitez por pérdida de agua por transpiración y/o amarillamiento en sus hojas.

Las paltas se cosecharon con una madurez fisiológica para poder ser utilizadas en el ensayo. La madurez se determinó a través del porcentaje de aceite, que debía ser mayor a 8%, a través de la metodología que correlaciona el porcentaje de humedad con el porcentaje de aceite en el fruto (MARTÍNEZ, 1984) y que es característico para cada cultivar. Los porcentajes de aceite en los frutos que se utilizaron fueron diferentes a través del tiempo, debido a la duración de la investigación.

3.3. Línea de proceso:

El proceso fue una adaptación de la línea de proceso descrita por LÓPEZ Y CANTWELL (1996), (Figura 2). El lavado de las lechugas se realizó primero con agua potable corriendo y después con agua previamente enfriada con temperatura de 5° C para bajar la temperatura de campo, luego se seleccionaron las partes libres de daños mecánicos, enfermedades y/o plagas.

Posteriormente se sumergió por dos minutos las hojas seleccionadas en agua clorada con una dosis de 150 ppm de cloro (usándose un producto doméstico como fuente de cloro), y luego se procedió en forma manual a picar en tiras de un ancho aproximado de unos 2 cm., no fue en forma mecánica por su alto grado de sensibilidad a la oxidación por metales.

En forma paralela se tomó la resistencia de la pulpa de la palta con un penetrómetro con un vástago de 7/16". Se utilizó un aparato que tenía un rango de 0-12 Kilos de fuerza, para saber el ablandamiento que presentaban los frutos y luego se dividieron los frutos en dos rangos para realizar los ensayos, un rango que contenía un ablandamiento que iba de 2.25-4.15 kg (5.0-9.0 lbs.) y el otro de 4.15-5.5 kg. (9.0-12.0 lbs).

Después se descartaron las paltas con valores fuera de los rangos de resistencias requeridos y se seleccionaron las aptas para los ensayos. También se eliminó la piel en forma manual de los frutos a los cuales se les desprendió fácilmente y se peló con cuchillo con filo metálico a los frutos que presentaron una cáscara con mayor adherencia.

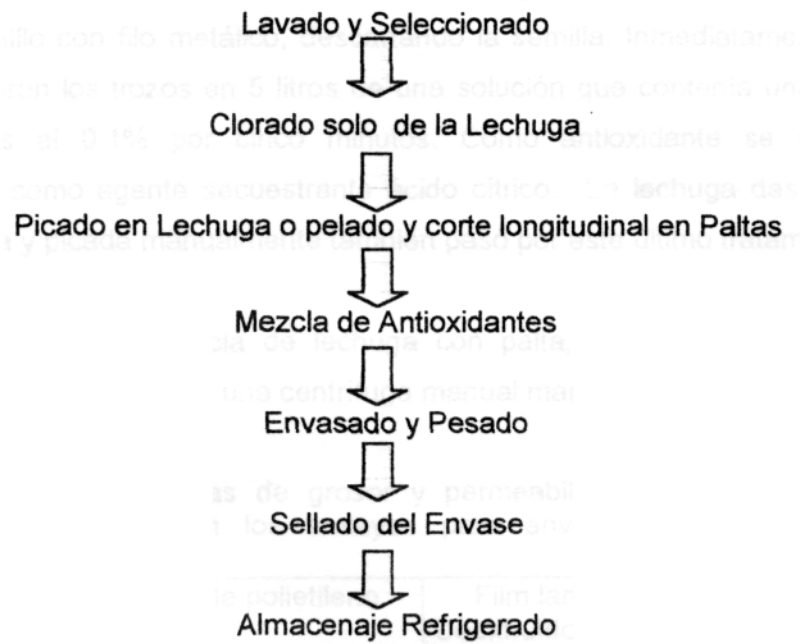


FIGURA 2. Línea de proceso para la formulación de mezcla de palta y lechuga en IV Gama.

El corte que se realizó a los frutos fue de forma longitudinal y con un ancho de 1 cm, con un cuchillo con filo metálico, descartando la semilla. Inmediatamente después se sumergieron los trozos en 5 litros de una solución que contenía una mezcla de preservantes al 0.1% por cinco minutos. Como antioxidante se utilizó ácido ascórbico y como agente secuestrante ácido cítrico. La lechuga después de ser desinfectada y picada manualmente también pasó por este último tratamiento.

Antes de envasar la mezcla de lechuga con palta, se centrifugó solamente la lechuga por tres minutos en una centrífuga manual marca LAVASCIUGA 1000.

CUADRO 4. Características de grosor y permeabilidad de distintos materiales utilizados en los ensayos para envasar productos ligeramente procesados.

Material	Bolsa de polietileno		Film laminado Coextruido/Poliéster	Bolsa de Coextruido
Grosor	100 μ	80 μ	83 $\mu \pm 5\%$	40 $\mu \pm 5\%$
Permeabilidad al O ₂	157 cm ³ /m ² x d x bar	179 cm ³ /m ² x d x bar	27 cm ³ /m ² x d x bar	100 cm ³ /m ² x d x bar
Permeabilidad al CO ₂	---	---	37 cm ³ /m ² x d x bar	283 cm ³ /m ² x d x bar
Permeabilidad al vapor de agua	1.0 g/m ² x d x bar	1.4 cm ³ /m ² x d x bar	12 g/m ² x d x bar	18 g/m ² x d x bar

Fuente: Filter Print Ltda., 1999 y HYC, 1999.

Estando la fruta y hortaliza trozada, desinfectada y con el tratamiento de antioxidante, se pesaron cantidades iguales de palta y lechuga para el total envasado.

Los envases tenían diferentes dimensiones para probar su factibilidad de uso en un producto de IV Gama. Una bolsa de polietileno de 20 x 30 cm, un film laminado 18.0 x 23.7 cm y una bolsa coextruida 20.4 x 29.8 cm, las cuales se llenaron con 200 gramos, 150 gramos y 75 gramos de mezcla de producto listo, respectivamente, y posteriormente se sellaron las bolsas con y sin vacío, de acuerdo a lo programado, en la máquina selladora-inyectora marca WEBOMATIC modelo EIO H-G, la cual al

mismo tiempo inyectó el gas que contenía 100% de N como atmósfera modificada, preparado por la empresa INDUGAS.

Las muestras listas fueron almacenadas en cámaras de refrigeración o en un refrigerador convencional marca LG modelo FRESH MASTER GR-302 MV, en el cajón de las verduras o estantería, a una temperatura de $5 \pm 1^\circ \text{C}$.

3.4. Ensayos preliminares:

Se realizaron ensayos preliminares para poder definir parámetros óptimos y así llevar a cabo ensayos finales para la obtención de un producto con mayor y mejor calidad final de IV Gama.

Dentro de las evaluaciones realizadas fue el uso de la deshidratación de los frutos de palta cv. Fuerte previo envasado con salmuera a una concentración del 10 y 2% en dos tiempos de duración de cinco y diez minutos. Ambos ensayos no entregaron resultados positivos debido a una pérdida de textura y pardeamiento en los frutos tratados.

Se evaluó envases con grosor de 80u y 100u para el uso en IV gama con la mezcla de lechuga y fruto de palta. Se descartó el uso del primer envase debido a la corta duración de almacenaje del producto mínimamente procesado (1 día), presentó olor, apariencia y sabor desagradable; lo anterior se atribuyó a la alta permeabilidad al oxígeno que presentó el envase, lo que no permitió una mantención de la atmósfera modificada en el interior de éste. El segundo envase se aprobó para los siguientes ensayos.

3.5. Ensayos:

3.5.1. Ensayo 1. Producto IV Gama de la mezcla de lechuga tipo Escarola con paltas de cv. Hass y Edranol.

En este ensayo se utilizaron condiciones fijas y variables. Dentro de las primeras se utilizó atmósfera modificada 100% de N en los envases, preservantes Ac. cítrico con Ac. ascórbico al 0.1% en la mezcla y hortaliza lechuga tipo Escarola.

Las características de los materiales y productos vegetales utilizados en el primer ensayo para la obtención de un producto mínimamente procesado se presentan en el Cuadro 5.

CUADRO 5. Características de los materiales y productos vegetales utilizados en el ensayo de IV Gama de la mezcla de lechuga tipo Escarola con paltas de cv. Hass y Edranol.

Cv. de palto	Hass y Edranol
Porcentaje de aceite en el fruto.	Hass un 14.0% y Edranol un 22.0%
Grosor del envase	100 μ
Uso de vacío	1 Pulso
Periodo de almacenaje	8 y 12 días

3.5.2. Ensayo 2. Producto IV Gama de la mezcla de lechuga tipo Escarola con palta cv. Negra de la Cruz.

En este ensayo se utilizaron las mismas condiciones estables que en el ensayo anterior, sólo se modificó parte del material vegetal y condiciones para el almacenaje como se muestra en el Cuadro 6.

CUADRO 6. Características de materiales y productos vegetales utilizados en el ensayo de IV Gama de la mezcla de lechuga tipo Escarola con palta cv. Negra de la Cruz.

Cv. de palto	Negra de la Cruz
Porcentaje de aceite en el fruto.	Negra de la Cruz 16.6%
Grosor del envase	100 μ ; 40 μ y 83 μ .
Uso de vacío	1 Pulso y sin vacío.
Periodo de almacenaje	10 días.

3.6. Parámetros evaluados:

Los parámetros color y peso se midieron al inicio del ensayo y se repitieron las mediciones al final del tiempo de almacenaje, en este caso fueron a los 8, 10 y/o 12 días de acuerdo al ensayo. En el caso del panel de degustación sólo se midió las variables cualitativas al final del periodo de almacenaje.

3.6.1. Color

A las muestras se les tomó color con un colorímetro marca MINOLTA modelo CR-200b, expresando los resultados en nominación Gardner o Hunter de la tabla de color, en una relación (b/a).

3.6.2. Peso

A las muestras se les tomó peso con una balanza electrónica marca SARTORIUS modelo 2251. La diferencia entre el peso inicial y final corresponde a la pérdida de humedad, la cual se expresa en porcentaje respecto del peso inicial.

3.6.3. Panel de degustación

Se realizó también un panel de evaluación sensorial final compuesto por 15 jueces no entrenados, donde se evaluó la mezcla de Gama IV. Los integrantes calificaron las variables con tres categorías. (Cuadro 7)

CUADRO 7. Categorías para la evaluación de variables cualitativas.

Aroma	Nota	Apariencia	Nota	Sabor	Nota	Color	Nota
Desagradable	1	Buena	1	Bueno	1	Claro	1
Normal	2	Regular	2	Normal	2	Normal	2
Agradable	3	Mala	3	Malo	3	Pardeado	3

3.6.4. Nivel respiratorio

No se pudo determinar el nivel respiratorio por desperfecto en el equipo analizador de gases infrarrojo marca NOVA modelo 309 BWP.

3.7. Análisis Estadístico:

3.7.1. Modelo Estadístico

Para ello se utilizó un Modelo Completamente al Azar con arreglo factorial con un 95% de confianza, con tres repeticiones en cada tratamiento y con una unidad experimental una bolsa de producto de Gama IV. El arreglo factorial fue diferente para los dos ensayos finales analizados a continuación.

3.7.1.1. Ensayo 1. Producto IV Gama de la mezcla de lechuga tipo Escarola con paltas de cv. Hass y Edranol.

Este experimento se realizó con un arreglo factorial de 2*2*2. Los ocho tratamientos considerados resultaron de la combinación de los siguientes factores:

CULTIVARES	V1: Palta cv. Edranol. V2: Palta cv. Hass. RANGO DE
RESISTENCIAS	R1: 5-9 libras ó 2.25-4.15 kg de resistencia. R2: 9-12 libras ó 4.15-5.5 kg. de resistencia.
TIEMPO DE ALMACENAJE	F1: 8 días. F2: 12 días.

El modelo matemático es de la siguiente forma:

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + R_j + F_k + V_iR_j + V_iF_k + R_jF_k + V_iR_jF_k + \text{ERROR}$$

Donde:

Y_{ijk}	Variable de respuesta.
μ	Media general.
V_i	i- ésima variedad.
R_j	j- ésimo rango de resistencias.
F_k	k- ésimo fecha de almacenaje.
$V_i R_j$	Interacción entre las variedades y los rangos de resistencias.
$V_i F_k$	Interacción entre las variedades y las fechas de almacenamiento.
$R_j F_k$	Interacción entre los rangos de resistencias y las fechas de almacenamiento.
$V_i R_j F_k$	Interacción entre las variedades, los rangos de resistencias y las fechas de almacenamiento.
ERROR :	Error aleatorio.

Las variables (Y_{ijk}) que se utilizaron fueron porcentaje de pérdida de peso, relación color inicial (b/a) y relación color final (b/a).

3.7.1.2. Ensayo 2. Producto IV Gama de la mezcla de lechuga tipo Escarola con palta cv. Negra de la Cruz.

Este experimento se realizó con un arreglo factorial de $2 \times 2 \times 3$. Los doce tratamientos considerados resultaron de la combinación de los siguientes factores:

USO DE VACÍO

V1: Con vacío.

V2: Sin vacío.

RANGO DE RESISTENCIAS.

R1: 5-9 libras ó 2.25-4.15 kg. de resistencia.

R2: 9-12 libras ó 4.15-5.5 kg. de resistencia.

TIPO DE ENVASE

E1: 40 μ de grosor del envase.

E2: 80 μ de grosor del envase.

E3: 100 μ de grosor del envase.

El modelo matemático es de la siguiente forma:

- $Y_{ijk} = \mu + V_i + R_j + E_k + V_i R_j + V_i E_k + R_j E_k + V_i R_j E_k + \text{ERROR}$

Donde:

Y_{ijk}	Variable de respuesta.
μ	Media general.
V_i	i- ésima vacío.
R_j	j- ésimo rango de resistencias.
E_k	k-ésimo tipo de envase.
$V_i R_j$	Interacción entre el uso de vacío y los rangos de resistencias.
$V_i E_k$	Interacción entre el uso de vacío y los tipos de envases.
$R_j E_k$	Interacción entre los rangos de resistencias y los tipos de envases.
$V_i R_j E_k$	Interacción entre el uso de vacío, los rangos de resistencias y los tipos de envases.
ERROR	Error aleatorio.

Las variables cuantitativas (Y_{ijk}) que se utilizaron fueron porcentaje de pérdida de peso, relación (b/a) color inicial y relación (b/a) color final. Las variables cualitativas se analizaron con un panel de degustación a través del test No-Paramétrico de Freedman, considerando un error del 5%.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. Resultados y discusiones del ensayo 1, producto IV Gama de la mezcla de lechuga tipo Escarola con paltas de cv. Hass y Edranol:

4.1.1. Efecto del cultivar de palto, los rangos de resistencias del fruto y tiempo de almacenaje refrigerado sobre el color de una mezcla con lechuga tipo Escarola de un producto de IV Gama.

Del análisis estadístico se determinó, con un error del 5%, que no existe efecto significativo en la relación de color inicial y final del producto de IV Gama entre los cv. de palta Hass y Edranol, con los dos rangos de resistencias de los frutos de las paltas y en los dos tiempos de almacenaje 8 y 12 días. El Cuadro 8, muestra los promedios de la relación color al inicio y al final del ensayo.

CUADRO 8. Efecto del cultivar de palto, los rangos de resistencias del fruto y tiempo de almacenaje sobre el color de una mezcla con lechuga tipo Escarola de un producto de IV Gama.

Tratamientos	Medias de la Relación Color		Diferencia en Valor Absoluto
	Inicial	Final	
Edranol; Resistencia 5-9 lbs.; 8 Días	-2.43 A	-3.03 A	0.60
Edranol; Resistencia 5-9 lbs.; 12 Días	-2.83 A	-3.57 A	0.74
Edranol; Resistencia 9-12 lbs.; 8 Días	-4.07 A	-4.37 A	0.30
Edranol; Resistencia 9-12 lbs.; 12 Días	-3.10 A	-3.67 A	0.57
Hass; Resistencia 5-9 lbs.; 8 Días	-2.40 A	-3.23 A	0.83
Hass; Resistencia 5-9 lbs.; 12 Días	-3.37 A	-4.60 A	1.23
Hass; Resistencia 9-12 lbs.; 8 Días	-2.80 A	-3.47 A	0.67
Hass; Resistencia 9-12 lbs.; 12 Días	-2.17 A	-3.17 A	1.00

Letras iguales indica no diferencias significativas entre esos tratamientos según Tuckey 0.05.

La variable cuantitativa color se comparó con una relación b/a inicial con una relación igual final registrada los días 8 ó 12 de almacenaje dependiendo del tratamiento que se analizó. De acuerdo a la variación de esa relación en el tiempo es el grado con que el producto pierde brillo, es decir, a mayor valor absoluto de la diferencia entre b/a inicial y final, mayor es el grado de oscurecimiento o pardeamiento del tejido del producto (Cuadro 8). También el tono del producto varía

si el signo (+o-) de la relación cambia a través del tiempo, en este caso debió tender hacia el color café, pero estadísticamente no se comprobó, lo que indica una buena condición de almacenaje con respecto a la evolución de este parámetro (Cuadro 8).

La mantención del color verde se pudo deber a que se evito el oscurecimiento de las especies al utilizar técnicas que disminuyen o evitan procesos de deterioro como el pardeamiento o marchitamiento, tales como uso de atmósfera modificada, vacío en el envasado de las bolsas y/o uso de preservantes, tal como lo mencionan FENNEMA (1993) y PARRY (1995).

4.1.2. Efecto del cultivar de palto, los rangos de resistencias del fruto y tiempo de almacenaje refrigerado sobre el porcentaje de pérdida de peso de una mezcla con lechuga tipo Escarola de un producto de IV Gama.

Del análisis estadístico de porcentaje de pérdida de peso se determinó, con un error del 5%, que existe efecto significativo sólo en las variedades Edranol y Hass usadas en la mezcla del producto de Gama IV. La mayor pérdida de peso se presentó en las ensaladas con paltas del cv. Hass con respecto con paltas cv. Edranol, como se observa en el cuadro 9.

CUADRO 9. Efecto del cultivar de palto y los rangos de resistencias del fruto sobre el porcentaje de perdida de peso de una mezcla con lechuga tipo Escarola de un producto de IV Gama.

Tratamientos	Medias
Edranol; Resistencia 5-9 lbs.	0.50 A
Edranol; Resistencia 9-12 lbs.	0.43 A
Hass; Resistencia 5-9 lbs.	0.72 B
Hass; Resistencia 9-12 lbs.	0.82 B

Letras iguales indica no diferencias significativas entre esos tratamientos según Tuckey 0.05.

Los resultados del Cuadro 9 se puede deber por la diferencia en porcentaje de aceite entre los frutos de los diferentes cultivares de palto al momento de la cosecha para la elaboración de las bolsas con IV Gama, ya que en enero el cv. Hass presentó un promedio de 14.0% de aceite y el cv. Edranol de 22.0% de aceite en el fruto, tal como lo indica VALDEBENITO, (1981), citado por MARTÍNEZ (1984), diciendo que, a medida que el fruto se desarrolla hay un incremento en el contenido

de aceite y una disminución en el contenido de humedad, debido a que ésto ocurre en forma natural durante el desarrollo del fruto de palto.

Estos cultivares presentaron distinta madurez fisiológica, como mencionan CAMPBELL y MALO, (1978), citados por MARTÍNEZ (1984) en que a medida que el fruto aumenta su desarrollo ocurre una disminución de pérdida de peso debido a que la madurez de la fruta esta más avanzada, como pudo ocurrir al cv. Edranol. Esto se explica por la deshidratación violenta del fruto, hecho que sucede en los primeros estados de desarrollo del fruto, lo que concuerda con HARKNESS (1954), citado por MARTÍNEZ (1984).

Es bueno considerar que no se probó estadísticamente un efecto sobre el porcentaje de pérdida de peso con respecto al tiempo de almacenaje refrigerado. Esto deja de manifiesto que la permeabilidad y características propias del envase de espesor de 100 μ utilizado fueron ventajosas, (Cuadro 4). Lo anterior se puede deber a la baja permeabilidad al vapor de agua y a su alta permeabilidad al O₂ aportando un mejor intercambio gaseoso a este producto vivo.

4.2. Resultados y discusiones del ensayo 2, producto IV Gama de la mezcla de lechuga tipo Escarola con palta cv. Negra de la Cruz:

4.2.1. Efecto de los rangos de resistencia del fruto de palto, diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre el color de una mezcla con lechuga tipo Escarola de un producto de IV Gama.

Del análisis estadístico del ensayo reciente se determinó, con un error del 5%, que no existe efecto significativo entre los tratamientos. Por lo tanto no afecta negativamente en el color de los vegetales de la mezcla los diferentes grosores de los envases ocupados, tampoco afecta el uso o no de vacío en el envasado y los dos rangos de resistencias utilizados en los frutos de palta. El Cuadro 10 muestra los promedios de la relación color al inicio y al final del ensayo.

CUADRO 10. Efecto de los rangos de resistencias del fruto, diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre el color de una mezcla con lechuga tipo Escarola de un producto de IV Gama.

Tratamientos	Medias de la Relación Color		Diferencia en Valor Absoluto
	Inicial	Final	
Resist. 5-9 Lb.; 40 μ ; con vacío.	-2.27 A	-4.84 A	2.57
Resist. 5-9 Lb.; 40 μ ; sin vacío.	-3.14 A	-5.13 A	1.99
Resist. 5-9 Lb.; 83 μ ; con vacío.	-2.06 A	-2.42 A	0.36
Resist. 5-9 Lb.; 83 μ ; sin vacío.	-1.96 A	-2.77 A	0.81
Resist. 5-9 Lb.; 100 μ ; con vacío.	-2.52 A	-2.29 A	0.23
Resist. 5-9 Lb.; 100 μ ; sin vacío.	-2.05 A	-3.96 A	1.91
Resist. 9-12 Lb.; 40 μ ; con vacío.	-1.74 A	-2.20 A	0.46
Resist. 9-12 Lb.; 40 μ ; sin vacío.	-1.64 A	-3.14 A	1.50
Resist. 9-12 Lb.; 83 μ ; con vacío.	-3.84 A	-5.38 A	1.54
Resist. 9-12 Lb.; 83 μ ; sin vacío.	-3.60 A	-3.14 A	0.46
Resist. 9-12 Lb.; 100 μ ; con vacío.	-2.16 A	-5.51 A	3.35
Resist. 9-12 Lb.; 100 μ ; sin vacío.	-1.78 A	-2.82 A	1.04

Letras iguales indica no diferencias significativas entre esos tratamientos según Tuckey 0.05.

La variable cuantitativa color se comparó con una relación b/a inicial con una relación igual final registrada al finalizar el almacenaje el día 10. De acuerdo a la variación de esa relación en el tiempo es el grado con que el producto pierde brillo, como se explicó anteriormente, a mayor valor absoluto de la diferencia entre b/a inicial y final mayor es el grado de pardeamiento (Cuadro 10). También el tono del producto varía si el signo (+o-) de la relación cambia a través del tiempo, en este caso aumentó el valor con el signo negativo, o sea tendió hacia el color café (Cuadro 10).

Como se observa en el Cuadro 10 no hubo variación del color de las ensaladas entre el inicio y el fin del ensayo, lo que da como resultado que no afectó el rango de resistencia, el tipo de envase y el uso o no de vacío a la variación de color en el ámbito estadístico, por que a nivel de panel de degustación hubo diferencias marcadas como se observa más adelante. Lo anterior se puede deber a la elección del promedio de color no adecuado para las posteriores comparaciones y así realizar el análisis estadístico.

4.2.2. Efecto de los rangos de resistencia del fruto de palto, diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre el porcentaje de pérdida de peso de una mezcla con lechuga tipo Escarola de un producto de IV Gama.

Del análisis estadístico de porcentaje de pérdida de peso del ensayo se determinó, con un error del 5%, que existe efecto significativo en:

- El rango de resistencia que se utilice en la fruta de palta.
- La interacción entre el tipo de envase de 83μ y el uso o no de vacío de él.

Al comparar los promedios de pérdida de peso (Cuadro 11), se determinó que, el porcentaje promedio de pérdida de peso es mayor al utilizar el rango de resistencia de fruta de 5-9 Lb. Por otra parte, al comparar la interacción de tipo de envase con uso de vacío, se concluye que usar envases de 83μ produce un mayor porcentaje de pérdida de peso, principalmente sin vacío.

LEWIS (1978), citado por MARTÍNEZ (1984), define el ablandamiento como la secuencia de cambio de color, sabor y textura, los cuales llevan al estado en que la fruta es aceptada para ser consumida.

La diferencia de pérdida de peso entre los dos rangos de resistencia que se aprecia en el Cuadro 11 se podría explicar, ya que a medida que el fruto se ablanda se observa una pérdida de textura como lo comprobaron DOLENDO et al., (1966), citados por MARTÍNEZ (1984) trabajando con paltas Mc Arthur, donde el ablandamiento va acompañado por una rápida disminución de la protopectina y un incremento en la pectina soluble en agua junto con una alta y posterior caída en la tasa de respiración.

CUADRO 11. Efecto de los rangos de resistencias del fruto, diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre el porcentaje de pérdida de peso de una mezcla con lechuga tipo Escarola de un producto de IV Gama.

Tratamientos	
Indice	Medias
5-9 Libras	1.01 B
9-12 Libras	0.84 A
Interacción Tipo de envase y Uso de Vacío	
40 μ ; con vacío	0.47 A
40 μ ; sin vacío	0.55 A
83 μ ; con vacío	1.26 B
83 μ ; sin vacío	1.92 C
100 μ ; con vacío	0.58 A
100 μ ; sin vacío	0.76 A

Letras iguales indica no diferencias significativas entre esos tratamientos según Tuckey 0.05.

La pérdida de peso mayor en las paltas con el rango de resistencia menor se puede deber a la pérdida de la lámina media entre paredes celulares, y como se sabe, las pectinas se encuentran en este lugar dando estructura y al mismo tiempo están encargadas de retener mucha agua en estos sectores y así poder ayudar a mantener el tejido turgente, como CHEFTEL y CHEFTEL (1992) lo han mencionado anteriormente.

En relación a la pérdida de peso de los diferentes envases que se observan en el Cuadro 11, se observa una diferencia en los envases de 83 μ . Esto se podría explicar por que este envase está dentro de los rangos de baja permeabilidad al oxígeno, con su valor de 27 cm³/m² x d x bar, ya que si el producto está cerrado en un film con muy baja permeabilidad al oxígeno, podría descender a concentraciones muy bajas en el interior del envase y por lo tanto dar inicio a respiración anaerobia con la consecuencia de pérdida de peso y acumulación de sustancias tales como etanol, acetaldehído y ácidos orgánicos, que se asocian a olores y sabores desagradables, como menciona PARRY (1995) en la elección del material de envoltura.

También se refleja una diferencia importante entre el uso y no uso de vacío en el envase de 83 μ , presentándose una mayor pérdida en el envase sin vacío. Esto se podría explicar dado que el uso de vacío podría generar una alta presión negativa dentro del envase, lo que impediría o disminuiría la transmisión de vapor de agua entre el medio interno y el medio externo y por ende, una menor pérdida de peso por transpiración, dado que el proceso anterior se genera por diferencia de presión de vapor entre dos medios, lo que con cuerda con lo citado por LUTZ y HANDENBURG, (1968) citados por SURRIBA (1995).

4.2.3. Efecto de los diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre distintos parámetros en un panel de degustación de una mezcla con lechuga tipo Escarola con palta para un producto de IV Gama.

Al efectuar el análisis estadístico al panel de degustación se determinó, con un error del 5%, que existe diferencias significativas entre los tratamientos, en la evaluación de Aroma, Apariencia, Sabor y Color.

4.2.3.1. Efecto de los diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre el aroma de una mezcla con lechuga tipo Escarola con palta para un producto de IV Gama.

Al comparar los tratamientos respecto al aroma del producto Gama IV(Cuadro 12), los jueces determinaron que el aroma es normal en aquellas ensaladas con vacío en envases de 100 μ y 40 μ de grosor.

CUADRO 12. Efecto de los diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre la calificación del aroma de una mezcla de lechuga tipo Escarola con palta para un producto de IV Gama.

Tratamientos	Nota Promedio	Porcentaje de Preferencias de Aroma		
		Desagradable	Normal	Agradable
100 μ con vacío	2.2 B	0	80	20
100 μ sin vacío	1.4 A	60	40	0
40 μ con vacío	2.2 B	0	80	20
40 μ sin vacío	1.8 A B	30	60	10
83 μ con vacío	1.4 A	60	40	0
83 μ sin vacío	1.3 A	70	30	0

Letras no diferencias iguales indica significativas entre esos tratamientos según Tuckey 0.05.

Se puede apreciar en el Cuadro 12 que todas las ensaladas sin vacío y la ensalada de 83 μ con vacío presentaron nota que corresponde a aroma desagradable dentro de la escala de evaluación. Lo anterior se puede deber al proceso de pardeamiento que se presenta en las ensaladas sin vacío, debido a que el uso de esta última técnica es precisamente para el control del pardeamiento enzimático y al no existir control sobre este proceso bioquímico puede dar lugar a la formación de diversas moléculas volátiles aromáticas indeseables. Y con relación al envase de 83 μ con vacío se puede deber simplemente a las características físicas propias del envase como espesor, que le confiere cierta permeabilidad a los gases, transmisión de vapor de agua, capacidad de sellado, etc., que generarían condiciones propias en el medio interno del envase, como lo cita FENNEMA (1993) y ZOMORODI (1990), citado por PARRY (1995).

4.2.3.2. Efecto de los diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre la apariencia de una mezcla de lechuga tipo Escarola con palta para un producto de IV Gama.

Al comparar los tratamientos respecto a la apariencia de las ensaladas (Cuadro 13), los jueces determinaron en general que la apariencia es regular a mala para las ensaladas con envases de 83 μ de grosor sin vacío.

CUADRO 13. Efecto de los diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre la calificación de apariencia de una mezcla de lechuga tipo Escarola con palta para un producto de IV Gama.

Tratamientos	Nota	Porcentaje de Preferencias de Apariencia		
	Promedio	Buena	Regular	Mala
100 μ con vacío	1.8 A	10	90	0
100 μ sin vacío	1.9 A B	20	80	0
40 μ con vacío	1.7 A	30	70	0
40 μ sin vacío	2.2 A B	0	80	20
83 μ con vacío	2.3 A B	0	70	30
83 μ sin vacío	2.6 B	0	40	60

Letras iguales indica no diferencias significativas entre esos tratamientos según Tuckey 0.05.

Se observa en el Cuadro 13 que se consideró la apariencia más que regular de acuerdo a la nota que obtuvieron las ensaladas de 100 μ con vacío y de 40 μ con vacío, de apariencia menos que regular se encontraron las ensaladas 40 μ sin vacío, 83 μ con vacío y 100 μ sin vacío.

Como se aprecia, las muestras con vacío presentan en todos los tipos de envases mejor apariencia que las bolsas envasadas sin vacío. Lo anterior se puede deber a la presencia del proceso anteriormente descrito de pardeamiento y/o por las características físicas de cada uno de los envases que confieren condiciones propias al producto, como concuerda con FENNEMA (1993) y ZOMORODI (1990), citado por PARRY (1995).

4.2.3.3. Efecto de los diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre el sabor de una mezcla de lechuga tipo Escarola con palta para un producto de IV Gama.

Al comparar los tratamientos respecto al sabor de las ensaladas (Cuadro 14), los jueces determinaron que el sabor es malo en aquellas ensaladas sin vacío con envases de 100 μ , 40 μ y 83 μ de grosor.

CUADRO 14. Efecto de los diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre la calificación del sabor de una mezcla de lechuga tipo Escarola con palta para un producto de IV Gama.

Tratamientos	Nota	Porcentaje de Preferencias de Sabor		
	Promedio	Bueno	Normal	Malo
100 μ con vacío	1.6 A	40	60	0
100 μ sin vacío	2.3 C	30	10	60
40 μ con vacío	1.9 B	20	70	10
40 μ sin vacío	2.3 C	30	10	60
83 μ con vacío	1.9 B	30	50	20
83 μ sin vacío	2.3 C	20	30	50

Letras iguales indica no diferencias significativas entre esos tratamientos según Tuckey 0.05.

En los otros tratamientos el sabor fue calificado de bueno a normal para 100 μ con vacío y de normal para 40 μ con vacío y 83 μ con vacío.

Lo del Cuadro 14, posiblemente se puede explicar por la expresión de moléculas en el proceso de pardeamiento, desarrollo microbiano y/o reacciones degradativas por senescencia natural del producto. Todo lo anterior genera sabores extraños o indeseables, como tienen en el caso del pardeamiento los flavonoides moléculas fácilmente pardeables que por su presencia son responsables de un sabor amargo en ciertas frutas, como se menciona en FENNEMA (1993). En relación a los microorganismos a nivel visual no se observó desarrollo, pero análisis microbiológicos no pudieron ser realizados por problemas de mantención de frío en el transporte.

4.2.3.4. Efecto de los diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre el color de una mezcla de lechuga tipo Escarola con palta para un producto de IV Gama.

Al comparar los tratamientos respecto al color de las ensaladas (Cuadro 15), los jueces determinaron que el color de las ensaladas envasadas con y sin vacío con envases de 83 μ de grosor, son de color pardeado al igual que las sin vacío envasadas con 40 μ de grosor, en cambio, las envasadas con 40 μ de grosor con vacío son de color claro o normal y las ensaladas envasadas con y sin vacío de 100 μ de grosor son color normal o pardeado.

CUADRO 15. Efecto de los diferentes grosores de envases y el uso de vacío sobre calificación del color de una mezcla de lechuga tipo Escarola con palta para un producto de IV Gama.

Tratamientos	Nota	Porcentaje de Preferencias de Color		
	Promedio	Claro	Normal	Pardeado
100 μ con vacío	2.4 B	0	60	40
100 μ sin vacío	2.4 B	10	40	50
40 μ con vacío	1.9 A	30	50	20
40 μ sin vacío	2.9 C	0	10	90
83 μ con vacío	2.8 C	0	20	80
83 μ sin vacío	2.7 C	10	10	80

Letras iguales indica no diferencias significativas entre esos tratamientos según Tuckey 0.05.

Como se puede observar en el Cuadro 15, las ensaladas presentan distintas evaluaciones de colores visualmente, lo cual se puede deber a distintos motivos como lo son: la diferente permeabilidad de los envases a los gases y a la transmisión de vapor de agua; a la evolución de la atmósfera interna del producto a través del tiempo, debido a que no hay un seguimiento de las concentraciones de gases por ser una atmósfera modificada en cada uno de los envases; por el uso o no de vacío que afecta al pardeamiento del producto y/o a las diferentes dimensiones de los envases que afectan en la relación superficie/volumen y por ende en la respiración y transpiración de un producto, generando deterioro en el color, como lo indican PARRY (1995) y ZOMORODI (1990), citado por PARRY, (1995). Otro motivo que afecta en la evaluación es el criterio de los jueces, porque puede que no presenten la misma correlación entre una buena apariencia y el color elegido que presenta el producto al momento de las evaluaciones, ya que esto es una medida en todo momento subjetiva y por ende sujeta a variaciones, como mencionan BESANQON, CHEFTEL y CHEFTEL (1992).

5. CONCLUSIONES

5.1. Ensayo 1. Producto de IV Gama de la mezcla de lechuga tipo Escarola con paltas de cv. Hass y Edranol.

Es posible formular un nuevo producto de IV Gama que contenga la mezcla de hortaliza lechuga tipo Escarola con palta cultivares Edranol o Hass que tenga una duración de más de 7 días, ya que según los ensayos se pudo obtener desde 8 hasta 12 días sin diferencias entre las fechas y sin alteraciones perjudiciales.

Las muestras de mínimo proceso con palta cv. Hass, con un porcentaje menor de aceite en sus frutos y que la palta cv. Edranol, pierden más porcentaje de peso en las evaluaciones realizadas al 8° y 12° día de almacenaje con iguales condiciones de almacenamiento.

5.2. Ensayo 2. Producto IV Gama de la mezcla de lechuga tipo Escarola con palta cv. Negra de la Cruz.

Es posible obtener un nuevo producto de IV Gama que contenga la mezcla de hortaliza lechuga tipo Escarola con palta cv. Negra de la Cruz y que dure más de 7 días, ya que según los ensayos se pudo obtener hasta 10 días sin alteraciones negativas.

Al trabajar con palta con un rango de resistencia de 5-9 libras ó 2.25-4.15 kg de fuerza, pierde más porcentaje de peso el producto final, que con frutos del mismo cv. con un rango de resistencia de 9-12 libras ó 4.15-5.5 kg de fuerza.

Se concluye que usar envases de 83µ de espesor para este tipo de producto produce un mayor porcentaje de pérdida de peso, principalmente si se utiliza sin vacío.

Con relación al panel de degustación, se concluye que el contenido de todos los tipos de envases utilizados sin uso de vacío presentan aroma desagradable, sabor malo, color pardeado y apariencia visual mala.

El contenido de los envases de 40μ y 100μ de espesor que incluían vacío en el proceso de sellado de bolsas presentan, ambos, aroma y apariencia sin alteraciones negativa, en cambio en color y sabor varió, ya que en el primero mantiene el color y sabor normal del producto y en el segundo presenta pardeamiento medio de los tejidos de los vegetales y un sabor de mejor calidad.

El contenido en envase de 83μ de espesor con uso de vacío en el envasado presentan características indeseadas relevantes, tales como, aroma desagradable, color pardeado de los tejidos y apariencia regular, solo mantuvo el sabor normal del producto.

6. RESUMEN

En el laboratorio de Postcosecha e Industrialización de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, V región, en la provincia de Quillota, localidad La Palma, se ensayó productos de IV Gama con lechuga tipo Escarola y palta cultivares Hass, Edranol y Negra de la Cruz, con el fin de formular un nuevo producto con la mezcla de frutas y hortalizas con un periodo de almacenaje mínimo de 7 días mantenida con cadena de frío.

Se realizó un clorado y picado de las hojas de lechuga y se envasaron con atmósfera modificada junto a trozos longitudinales de palta. Ambos vegetales pasaron por un tratamiento preservante antes de ser envasados.

Primero se realizaron preensayos y después se definieron dos ensayos de acuerdo a los mejores resultados, donde se utilizaron diferentes envases (40, 83 y 100 μ de espesor), cultivares de paltas (Hass, Edranol y Negra de la Cruz), uso o no de vacío y niveles de ablandamientos de los frutos de palto (5-9 lbs. (2.25-4.15 kg) ó 9-12 lbs (4.15-5.5 kg)).

Las evaluaciones de las muestras de productos mínimamente procesados se realizaron los días 8, 10 y/o 12 como tiempos de almacenaje refrigerado a 5° C, donde se evaluó las variables cuantitativas color y porcentaje de pérdida de peso, y como variables cualitativas aroma, color, apariencia y sabor, estas últimas a través de un panel de degustación.

Se obtuvo un nuevo producto de IV Gama con calidad óptima que contiene la mezcla de hortaliza lechuga tipo Escarola con palta cultivares Edranol, Hass o Negra de la Cruz, y con una duración de más de 7 días, ya que según los ensayos se pudo obtener desde 8 hasta 12 días en los dos primeros cultivares y hasta 10 días en el tercer cultivar.

7. LITERATURA CITADA

- BESANQON, P. CHEFTEL, J.C. y CHEFTEL, H.. 1992. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. España, Acribia. 404 p. (vol 2).
- BOLIN, H., STAFFORD, A., KING, A. and HUXSOLL, C. 1977. Factors affecting the storage stability of shredded lettuce. *Journal of Food Science* 42 (5): 319-1321.
- BRAVERMAN, J. 1978. Introducción a la bioquímica de los alimentos. Mexico, Omega. 355 p
- CANTWELL, M.. 1992. Postharvest handling systems: Minimally processed fruits and vegetables. California, University of California. (Postharvest technology of horticultural. Publi. 3311)
- CARBONELL, X.. 1990. La IV Gama I Parte. *Horticultura* 56: 6-44.
- CARBONELL, X.. 1990. La IV Gama II Parte. *Horticultura* 57:28-46.
- CATALA, R. 1998. Conservación de frutas y hortalizas en atmósfera controlada y modificada. *Agroeconómico* N°45: 15-19
- DAY, J. 1995. Atmósfera modificada en frutas y hortalizas. In: Parry. Editorial A. Madrid Vicente. Envasado de los alimentos en atmósfera modificada. Madrid, 25-28 pp.
- DESROSIER, N. 1993. Conservación de alimentos. México, Editorial Continental. 468p.
- CHEFTEL, J.C. y CHEFTEL, H.. 1992. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. España, Acribia. 333 p. (vol 1)
- FENNEMA, O. 1993. Química de los alimentos. Zaragoza, Acribia, 1095 p.
- FRAZIER, W. 1976. Microbiología de los alimentos. Zaragoza, Acribia. 512 p.

- GORNY, J. y GIL, M. 1997. Selección del material de envasado. *Horticultura International* N° 16:17-23.
- HEIMDAL, H., LARSEN, L. and POLL, L. 1994. Characterization of polyphenol oxidase from photosynthetic and vascular lettuce tissues (*Lactuca sativa*). *J. Agric. Food Chem.* 42: 1428-1433.
- KING, A. and BOLIN, H. 1989. Physiological and Microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technology* 43 (2): 132-135.
- LOPEZ-GALVEZ, G. y CANTWELL, M. 1996. Los productos de cuarta gama en Estados Unidos. *Horticultura* N° 117: 33-38.
- LOPEZ, M. y MORENO, J. 1994. IV Gama en España. *Hortofruticultura* 3: 33-35.
- MARTINEZ, O. 1984. Variación estacional en el contenido de aceite, contenido de humedad, tamaño y palatabilidad; en frutos de palto (*Persea americana* Mill); cvs. Negra de la Cruz, Bacon, Zutano, Fuerte, Edranol y Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. 83p.
- PALUMBO, S. 1986. Is refrigeration enough to restrain foodborne pathogens? *Journal Food Protection* 49:1003.
- PARRY, R.T.. 1995. Envasado de los alimentos en atmósfera modificada. Madrid, Vicente. 331 p.
- PRICE, M. and FLORES, J.. 1993. Quality decline in minimally processed fruits and vegetables. In: Charalambous, G. ed.. *Food flavor, ingredients and composition vetherland*. Elsevier Science, pp 405-427
- RICHARDSON, T. y HYSLOP, D.B. 1993. Enzimas. In: Fennema, O., ed.. *Química de los alimentos*. España, Acribia. pp 415-536
- SCHLIMME, D. 1995. Marketing lightly processed fruits and vegetables. *HortScience* 30(1): 15-17.
- SUAREZ-BALDRIS, S. 1996. El envase y su circunstancia. *Horticultura* N° 110: 48-50.

- SURRIBA, I. 1995. Efecto de distintas coberturas sobre la calidad final de Limones cv. Lisboa y Genova, almacenados bajo condiciones refrigeradas. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. 87p.
- TOMAS, R.. 1998. IV, V Gama, ... o simplificar la vida al consumidor. Horticultura N°131: 72-76.
- WILLIS, R. 1989. Postharvest; an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. New York, Mac Millan. 174p.
- YAHIA, E.. 1995. La tecnología de las atmósferas modificadas y controladas. Horticultura internacional N° 8: pp 20-25.