

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

SUBDIRECCION DE POSTGRADO



**INFLUENCIA DEL EMPACADO EN ATMOSFERAS
MODIFICADAS EN LA VIDA DE ANAQUEL DE UN
PRODUCTO FRESCO-CORTADO TIPO ENSALADA
A PARTIR DE MELON (*Cucumis melo*)**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD
EN MICROBIOLOGÍA**

PRESENTA

I.A. ALMA IVONNE LECHUGA

MONTERREY, N. L., MEXICO

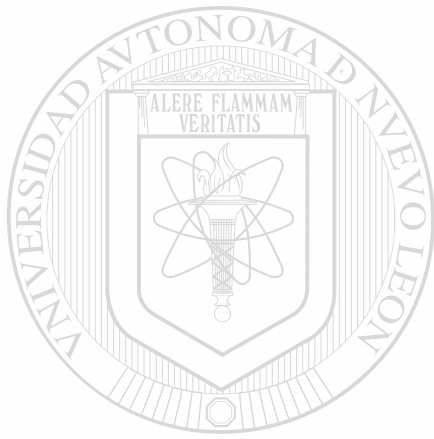
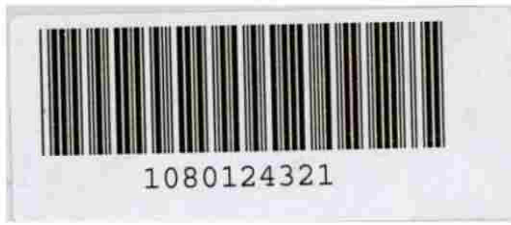
OCTUBRE DEL 2000

INFLUENCIA DEL EMPACADO EN ATMOSFERAS

MODIFICADAS EN LA VIDA DE ANAQUEL DE UN PRODUCTO

FRESCO-CORTADO TIPO ENSALADA A PARTIR

DE MELON (*Cucumis melo*)



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

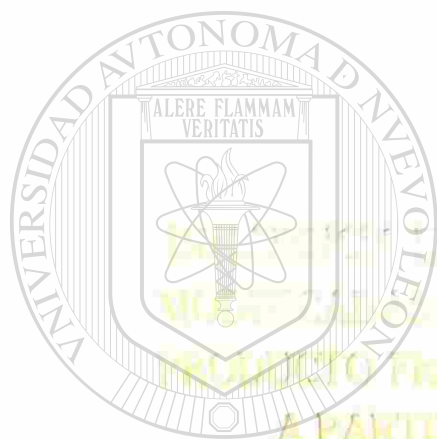


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER

EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD

EN MICROBIOLOGÍA

PRESENTA

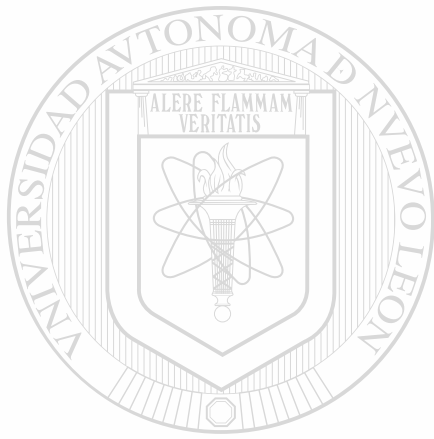
LA. ALMA IVONNE LECHUGA

MONTERREY, N. L., MÉXICO

OCTUBRE DE 2017



TM
TX612
M6
L4
2000

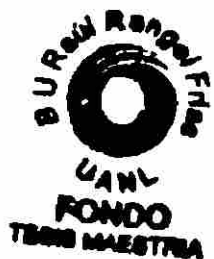


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



**INFLUENCIA DEL EMPACADO EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS EN LA VIDA
DE ANAQUEL DE UN PRODUCTO FRESCO-CORTADO TIPO ENSALADA A
PARTIR DE MELÓN (*Cucumis melo*)**

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

TESIS

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO
DE MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MICROBIOLOGÍA.

PRESENTA

I.A. ALMA IVONNE LECHUGA

MONTERREY, N.L., MÉXICO

OCTUBRE DEL 2000

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

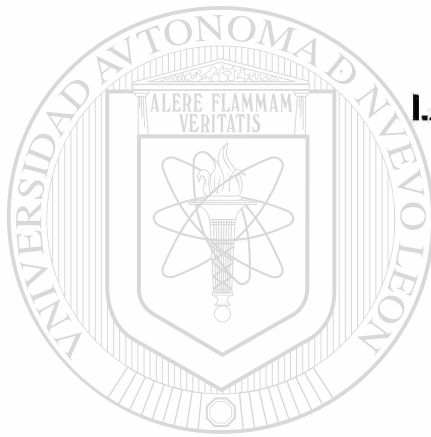
**INFLUENCIA DEL EMPACADO EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS EN LA VIDA
DE ANAQUEL DE UN PRODUCTO FRESCO-CORTADO TIPO ENSALADA A
PARTIR DE MELÓN (*Cucumis melo*)**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO
DE MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MICROBIOLOGÍA.

PRESENTA

I.A. ALMA IVONNE LECHUGA



COMISIÓN DE TESIS

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS


DRA. MARIVEL GÓMEZ TREVIÑO

Director


DRA. JULIANA MORALES CASTRO

Director externo


DRA. LICET VILLARREAL

TREVIÑO
Secretario


DRA. NORMA HEREDIA ROJAS

Vocal

DEDICATORIA

A **DIOS** por estar siempre conmigo.

A mi Madre: **Bertha Lechuga Rivera**, Gracias por apoyarme en todo incondicionalmente, por transmitirme tu inquebrantable fortaleza ya que con eso he podido llegar hasta aquí, por no haber flaqueado nunca y por que sin ti no hubiera hecho nada en la vida.

A mis hermanos: **Gabriela y Misael**, por estar ahí, soportarme, y por que lo que hago es por ustedes.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

AGRADECIMIENTOS

CONACyT, PAICYT y a la UANL por la beca crédito otorgada, el apoyo financiero y la oportunidad para la continuidad de mi formación académica.

Al Instituto Tecnológico de Durango, y al CIIDIR por las facilidades otorgadas para la realización del trabajo.

A la Dra. Marivel Gómez Treviño, por su gran apoyo y facilidades brindadas para la realización de este estudio, por sus aportaciones, así como su asesoría en la elaboración del escrito.

A la Dra. Juliana Morales Castro, por su apoyo, asesoría, facilidad y disposición en la realización de este estudio, por sus sugerencias en la redacción de la tesis.

A los productores BEBO por las facilidades otorgadas para que este trabajo se llevará a cabo.

Al Dr. Oscar Velasco y M.C. Roberto Villanueva por sus aportaciones para la realización de una de las mediciones y por su tiempo dedicado, gracias.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

A la Dra. Licet Villarreal Treviño, por sus sugerencias en la revisión de este trabajo.

Igualmente a la Dra. Norma Heredia, por sus contribuciones en la revisión del trabajo.

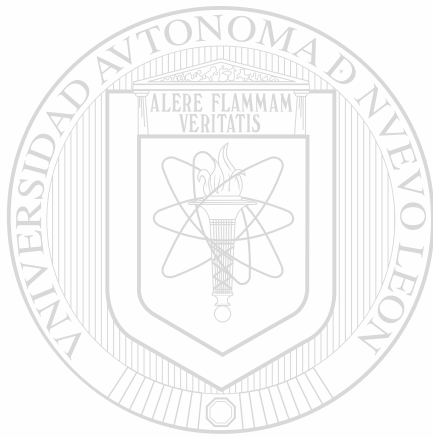
Al Dr. Manuel Rocha, por sus aportaciones en la realización del trabajo.

Al M.C. Arturo Espinosa, por sus contribuciones en este trabajo.

A la M.C. Guadalupe Maldonado, por su apoyo y su ayuda para la realización del trabajo escrito.

A la Familia González Favela, por recibirme en su casa durante mi estancia en Durango y tratarme como si fuera de la familia, aun sin conocerme.

A las personas que durante la realización de este trabajo estuvieron conmigo en algún momento, gracias: Sara G. F., Ruby S., Roger M., Cristina Mayela A. V., Oscar V. M., Ing. Aquiles S., Víctor B., Lupita R., Natalia C., Roberto G., Eric, Lulis, Doris y a las que sin querer olvide.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ÁREA DE TRABAJO

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Microbiología Industrial y del Suelo en el Departamento de Microbiología e Inmunología de la Facultad de Ciencias Biológicas, U.A.N.L., bajo la dirección de la **Dra. Marivel Gómez Treviño**. Y en la Unidad de Alimentos y Biotecnología Industrial del Instituto Tecnológico de Durango bajo de dirección de la **Dra. Juliana Morales Castro**.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

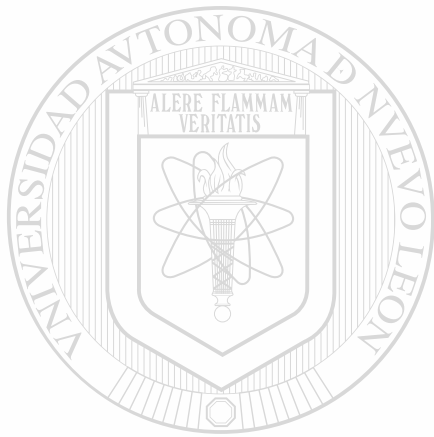
INDICE	Página
ABREVIATURAS UTILIZADAS EN EL TEXTO	vii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. IMPORTANCIA	3
3. ORIGINALIDAD Y JUSTIFICACIÓN	4
4. HIPÓTESIS	5
5. OBJETIVOS	
5.1. Objetivo general	6
5.2. Objetivos específicos	6
6. ANTECEDENTES	
6.1. Productos frescos-cortados	7
6.2. Parámetros de calidad de las frutas y vegetales	9
6.2.1. Textura de las frutas y vegetales	11
6.2.1.1. Métodos de conservación de la textura en tejidos vegetales	11
6.3. Fisiología de productos frescos intactos (o enteros)	13
6.4. Fisiología de productos vegetales cortados	15
6.5. Almacenamiento bajo Atmósferas Modificadas	17
6.5.1 Atmósferas Modificadas y Controladas	17
6.5.2 Empacado en Atmósferas Modificadas	18
6.6. Riesgos involucrados en productos frescos-cortados refrigerados	21
6.6.1. Patógenos involucrados con los productos vegetales frescos-cortados: <i>Listeria</i> y <i>Salmonella</i> .	25

6.7. Melón	27
7. MATERIALES Y MÉTODOS	
7.1. Obtención de la fruta	30
7.2. Obtención de los empaques	30
7.3. Procesamiento de la fruta	30
7.3.1. Velocidad de respiración	32
7.3.2. Tratamiento con cloruro de calcio	35
7.4. Seguimiento de la calidad	
7.4.1. Análisis de pérdida de agua	35
7.4.2. Análisis de calidad	36
7.4.3. Análisis de gases	36
7.4.4. Análisis microbiológico	37
7.4.5. Análisis de textura	38
7.4.6. Diseño experimental y análisis de datos	42
8. RESULTADOS	
8.1. Atmósferas controladas	
8.1.1. Velocidad de respiración	43
8.1.2. Atmósferas internas	45
8.2. Análisis de calidad	
8.2.1. Pérdida de agua	50
8.2.2. Concentración de sólidos solubles	52
8.2.3. Acidez titulable y pH	56
8.2.4. Ácido ascórbico	58
8.2.5. Textura	59
8.2.6. Análisis microbiológico	61
9. DISCUSIÓN	
9.1. Estudios bajo Atmósferas Controladas.	71
9.2. Velocidad de respiración en los empaques utilizados	72
9.3. Evaluación de la calidad	
9.3.1. Pérdida de agua	76
9.3.2. Concentración de sólidos solubles	78

9.3.3. Acidez titulable y pH	79
9.3.4. Ácido ascórbico	81
9.4. Textura	82
9.5. Análisis microbiológico	84
9.6. Vida de anaquel	89
10. CONCLUSIONES	91
11. BIBLIOGRAFÍA	92
12. APÉNDICES	I



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FIGURAS

Figura 1. (A) unión de las pectinas en el tejido vegetal mediante iones calcio, que les proporciona una estructura más rígida y (B) sin el calcio el tejido pierde rigidez y se vuelve suave (Badui, 1997).	12
Figura 2. Metabolismo de los azúcares en las frutas y vegetales (Mitchell, 1998).	14
Figura 3. Procesamiento de la fruta.	31
Figura 4. Empaques utilizados en el almacenamiento de la ensalada de melón.	33
Figura 5. Jarras utilizadas en atmósferas controladas.	34
Figura 6. Investigación de <i>Salmonella</i> .	40
Figura 7. Investigación de <i>Listeria monocytogenes</i> .	41
Figura 8. Medición de textura en los cilindros de fruta, con el Texturómetro Instron Universal.	39
Figura 9. Velocidad de respiración en función del oxígeno en muestras sometidas a diferentes concentraciones.	43
Figura 10. Concentración de oxígeno en los empaques almacenados a 10°C.	45
Figura 11. Concentración de oxígeno en los empaques almacenados a 5°C.	46
Figura 12. Concentración de oxígeno en los empaques almacenados a 2°C.	47
Figura 13. Concentración de oxígeno en los empaques almacenados a 2°C con cloruro de calcio.	47
Figura 14. Concentración de dióxido de carbono en los empaques almacenados a 5°C.	48
Figura 15. Concentración de dióxido de carbono en los empaques almacenados a 2°C.	49
Figura 16. Concentración de dióxido de carbono en los empaques almacenados a 2°C con cloruro de calcio.	50

Figura 17. Pérdida de peso como pérdida de humedad en los empaques almacenados a 5°C.	51
Figura 18. Pérdida de peso como pérdida de humedad para las muestras tratadas con CaCl ₂ almacenadas a 2°C.	52
Figura 19. Concentración de sólidos solubles en los empaques almacenados a 10°C.	53
Figura 20. Concentración de sólidos solubles en las muestras tratadas con CaCl ₂ almacenadas a 2°C.	55
Figura 21. Valores de pH para los empaques almacenados a 5°C.	56
Figura 22. Valores de pH en las muestras tratadas con CaCl ₂ almacenadas a 2°C.	57
Figura 23. Concentración de ácido ascórbico en los empaques almacenados a 10°C.	58
Figura 24. Mediciones de textura para las muestras almacenadas a 2°C.	60
Figura 25. Mediciones de textura para las muestras tratadas con CaCl ₂ almacenadas a 2°C.	60

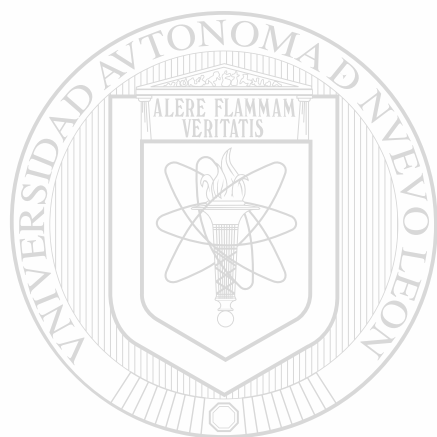
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

TABLAS

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla 1. Cuentas microbiológicas a los 9 días de almacenamiento para la temperatura de 10°C, 12 días para la temperatura de 5°C y 18 días de almacenamiento para las muestras almacenadas a 2°C.	62
Tabla 2. Cuentas microbiológicas a los 9 días de almacenamiento para la temperatura de 10°C, 12 días para la temperatura de 5°C y 18 días de almacenamiento para las muestras mantenidas a 2°C y las tratadas con CaCl ₂ a 2°C.	63
Tabla 3. Cuentas microbiológicas a los 9 días de almacenamiento para la temperatura de 10°C, 12 días para la temperatura de 5°C y 18 días de almacenamiento para las muestras mantenidas a 2°C y las tratadas con CaCl ₂ a 2°C.	64

Tabla 4. Cuentas microbiológicas para las muestras tratadas con CaCl_2 a los 12 días de almacenamiento para la temperatura de 5°C y 18 días de almacenamiento para las muestras almacenadas a 2°C .	67
Tabla 5. Aislamiento de colonias sospechosas de <i>Listeria monocytogenes</i> .	68
Tabla 6. Muestras en las que se aislaron colonias sospechosas de <i>Salmonella</i> .	69
Tabla 7. Identificación bioquímica de las colonias aisladas como sospechosas de <i>Salmonella</i> .	70



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

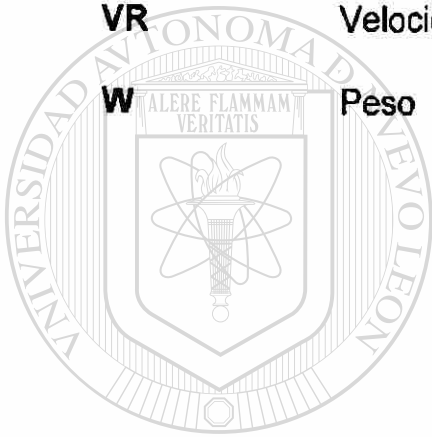
Abreviaturas utilizadas en el texto

AT	Acidez titulable
°C	Grados centígrados
AC	Atmósferas controladas
AM	Atmósferas modificadas
ARPC	Análisis de Riesgos de Puntos de Control Críticos
C	Concentración de oxígeno o dióxido de carbono
CaCl₂	Cloruro de calcio
cm	Centímetro
CO₂	Dióxido de carbono
EAM	Empacado en atmósferas modificadas
EVA	Etilenvinil acetato
FDA	Food and Drug Administration (Administración de Alimentos y drogas)
h	Horas
HACCP	Hazard Analysis of Critical Control Points (ARPC)
IFPA	International Fresh-cut, produce Association (Asociación Internacional de Productos Frescos-cortados)
kg	Kilogramos
lb	Libras
meq.	Miliequivalentes
mg	Miligramos

min	Minutos
mL	Mililitros
mm	Milímetros
mol /kg.h	Moles consumidos de oxígeno o producidos de dióxido de carbono por kilogramo de producto por hora
MRS	Mann, Rogosa and Sharpe (medio para cultivo de bacterias lácticas)
N	Normalidad
N	Newtons (textura)
NAFPP	National Association of Food Products Processors (Asociación Nacional de Procesadores de Productos Frescos)
NaOH	Hidróxido de sodio
NFPA	National Food Processors Association (Asociación Nacional de Procesadores de Alimentos)
No.	Número
O₂	Oxígeno
PE	Polietileno
PET	Polietileno de tereftalato
PG	Poligalacturonasa
pH	Potencial de hidrógeno
PME	Pectinmetilesterasa
PP	Polipropileno

ppm	Partes por millón
PVC	Cloruro de polivinilo
SAGAR	Secretaría de Ganadería y Agricultura
T	Temperatura
t	Tiempo
TSI	Agar de tres azúcares y hierro
UFC	Unidades formadoras de colonias
V	Volumen
VR	Velocidad de respiración

W Peso



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

RESUMEN

En la actualidad, se manifiesta una tendencia ascendente en el consumo de frutas y vegetales frescos, lo que ha originado, la aplicación de tecnologías que permitan conservar estos productos por tiempos largos, pero tratando de conservar los atributos de un producto fresco, que los caracterizan. Una de estas tecnologías es el Empacado en Atmósferas Modificadas (E.A.M.), que consiste en la alteración del medio gaseoso que circunda al producto, y lo beneficia, disminuyendo su metabolismo (velocidad de respiración), incrementando, así, su vida de anaquel. El objetivo de este estudio, fue evaluar el E.A.M. en melón fresco-cortado, a diferentes temperaturas de almacenamiento con la finalidad de extender su vida de anaquel, tratando de conservar sus características de calidad iniciales (color, textura, etc.). Para tal fin, se utilizaron cinco empaques (charolas y bolsas) donde fue colocado el melón en trozos, mismos que se almacenaron a 2, 5 y 10°C. Se realizaron mediciones de la concentración de gases (CO₂ y O₂), de sólidos solubles, acidez titulable, pH, ácido ascórbico y textura. Se llevaron a cabo análisis microbiológicos para determinar la calidad del producto; asimismo, se realizaron pruebas que permitieran establecer la ausencia de microorganismos patógenos (*L. monocytogenes* y *Salmonella*). El muestreo se realizó por triplicado, cada tres días a partir del empaqueo. Se evaluó el efecto de CaCl₂ a diferentes concentraciones, con la finalidad de conservar la firmeza (textura) del producto. Se determinó la velocidad de respiración del melón en trozos, a diferentes concentraciones de O₂ y a temperaturas de 2, 5 y 18°C. Los resultados de velocidad de respiración mostraron que el valor menor, 2x10⁻⁴ mol/kg.h, se obtuvo a 2°C. Con respecto a la atmósfera generada dentro de los empaques, fue muy similar para todos ellos, con rangos de 18-20% de O₂ para los empaques rígidos y de 12-15% para el empaque flexible a 10°C. Para las temperaturas de 2 y 5°C, las concentraciones variaron, entre 7-20% para el O₂, dependiendo del tamaño del empaque y el volumen libre. Las concentraciones de CO₂, oscilaron entre 1-8%, dependiendo de la temperatura y tamaño del empaque. A 2°C, se obtuvo una concentración de CO₂ de 6-8% y de 14% de O₂. Las muestras tratadas con calcio mostraron un aumento en la velocidad de respiración con relación a aquellas que no fueron tratadas con calcio, que se reflejó en las concentraciones generadas dentro del empaque de 8% de CO₂ y un 5% para el O₂, en aquellas que se utilizó 0.85% de CaCl₂. El E.A.M. fue eficiente en el almacenamiento del producto, puesto que el porcentaje de pérdida de peso, fue insignificante (menor del 1%) y los parámetros de calidad del producto presentaron una variación mínima durante el almacenamiento. Con respecto a los estudios microbiológicos, las temperaturas más bajas, propiciaron las cuentas microbiológicas, también bajas, lo que resultó en que la vida de anaquel se extendiera hasta 18 días para 2°C con valores de 10³ UFC/g. A 5 y 10°C, se obtuvieron tiempos de vida de anaquel de 12 y 8 días, respectivamente. La textura se vio mejorada, hasta en un 40%, al utilizar el CaCl₂. No se encontró *L. monocytogenes* ni *Salmonella* durante el almacenamiento, lo que corroboró la seguridad del producto. Se alcanzó el objetivo de darle una nueva presentación al melón que pudiera coadyuvar al problema de saturación de mercado y a la utilización de productos con algunos defectos visuales.

ABSTRACT

Given the actual tendency toward an increased consumption of fresh fruits and vegetables, alternatives have been sought to extend the shelf life of these products but at the same time keeping its fresh appearance. Modified Atmosphere Packaging (MAP) is a technique that modifies the gaseous environment that surrounds a product in order to extend its shelf life. This study was aimed to evaluate the effect of MAP on fresh-cut melon at different temperatures in order to extend its shelf life maintaining its quality attributes. Five packages were used, four rigid (trays) and one flexible (bag) where the cut melon was placed and stored at refrigeration temperatures (2, 5 and 10°C). The quality parameters evaluated were: soluble solids, ascorbic acid, titrable acidity, pH and texture (firmness). Microbiological analyses were carried out for quality monitoring and pathogen detection (*L. monocytogenes* and *Salmonella*). Sampling was conducted every three days, from the day the product was packed. Calcium chloride was used to maintain texture. Respiration rate of fresh-cut melon was determinate at 2, 5 & 18°C. Respiration rate date showed values around 2×10^{-4} mol/kg.h, at 2°C. The atmosphere generated inside packages ranged between 18-20% of O₂ for the rigid packages and 12-15% for the flexible packages at 2°C. For the other temperatures, 5 and 10°C, the concentrations ranged between 7-20% for O₂ and 1-8% for CO₂, depending of the size of the package and free headspace. Samples treated with calcium showed a higher respiration rate that samples untreated fact that generated an atmosphere of CO₂ of 8% and 5% for O₂ for calcium concentration of 0.85%. MAP was effective in maintain the quality of the product since quality parameters showed a slight variation at the end of the storage compared with the initial conditions. Weight loss was minimized since these values oscillated in 1%. Regarding texture, it was improved up to 40% by using calcium chloride. With respect to the microbial evaluation, lower temperatures resulted in lower counts, and as a consequence, longer shelf lives: 18 days for 2°C with a count of 10³ CFU/g. For temperatures of 5 and 10°C, shelf live was 12 and 8 days. *L. monocytogenes* and *Salmonella* were not found, fact that confirmed the safety of the product. The initial objective was reached where fresh-cut melon can be an alternative to use melon with visual defects an avoid a market saturation that lower prices.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los consumidores demandan y adquieren más alimentos saludables, como es el caso de las frutas y los vegetales cuya importancia se ha incrementado, debido a que la influencia de la dieta sobre la salud es indiscutible prefiriéndose alimentos naturales, sin aditivos artificiales (Cook, 1998; Bruhn, 1998; Dougherty, 1990).

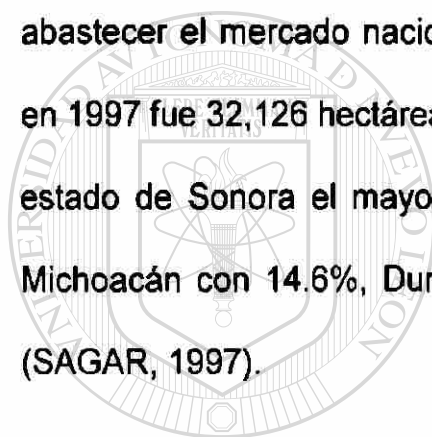
Otro aspecto que el mismo consumidor toma en cuenta, es el ritmo de vida en los tiempos actuales, lo que conlleva a la búsqueda no solo de alimentos saludables sino de fácil y rápida preparación (Burns, 1995).

En ocasiones, el consumidor, adquiere productos enlatados o congelados porque tienen una vida de anaquel más larga, mientras que los productos frescos no mantienen su calidad por mucho tiempo, debido a que su metabolismo aún sigue activo y en consecuencia, existen cambios en el producto que conducen a su deterioro y lo hacen poco o nada atractivo; además, los productos congelados o enlatados son más fáciles y rápidos de preparar (Bruhn, 1995; Forcinio, 1997). Esto sugiere que, el utilizar nuevas tecnologías de almacenamiento como el empacado en atmósferas controladas o modificadas pudiera colocar a los productos vegetales frescos-cortados como una alternativa competitiva con respecto a los alimentos congelados y enlatados (Bruhn, 1995).

Aunque los productos enlatados y congelados son todavía importantes, las ventas de frutas y vegetales frescos han tenido un incremento dramático (Peiser, *et al.*, 1997). Este incremento, a su vez, ha estimulado el desarrollo de nuevos productos frescos listos para consumirse.

Por lo anterior, se debe aprovechar la producción de cultivos hortícolas que en el país, es aproximadamente, de 20 millones de toneladas, equivalente a casi el 2% de la producción mundial. México está caracterizado por tener una gran variedad de climas, lo que incluye áreas calientes húmedas, templadas húmedas, secas o áridas. La amplia variación geográfica y climatológica permite el cultivo de un amplio rango de cultivos (Yahia, 1993).

El cultivo del melón ocupa un lugar significativo entre la siembra de hortalizas. La mayor parte de la producción se destina, principalmente, para abastecer el mercado nacional. La superficie total de melón cultivada en México en 1997 fue 32,126 hectáreas con una producción de 590,273 toneladas, siendo el estado de Sonora el mayor productor con un 15.9%, seguido por el estado de Michoacán con 14.6%, Durango con 11.5% y el estado de Coahuila con 11.1% (SAGAR, 1997).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2. IMPORTANCIA

Generalmente, las frutas que tienen uno o varios defectos superficiales externos son poco atractivos para el consumidor. En el caso del melón, pueden tener quemaduras debidas al sol o manchas. Estos defectos hacen a las frutas poco apetecibles para su consumo.

El procesamiento pudiera permitir el uso de melón con algunos defectos físicos, porque aun cuando no es visualmente aceptable para el mercado, desde el punto de vista de consumo, es apto para ello, ya que, la pulpa bajo las áreas defectuosas, se encuentra en buenas condiciones y puede ser incluida en trozos en los productos frescos-cortados (Cantwell y Portela, 1998), evitando, de este modo, el desperdicio de vegetales de los cuales, se puede utilizar una porción o la totalidad de ellos con características comestibles.

Así, si se pudiera utilizar el melón con algunos defectos que no causan disminución en sus cualidades organolépticas, se reducirían los desperdicios ocasionados por este tipo de problemas que representan considerables pérdidas económicas para el productor, además de que se estaría ofreciendo una alternativa de fácil consumo del vegetal para la población, con algunas ventajas para los tiempos de vida actuales, logrando que salgan beneficiados tanto el productor como el propio consumidor.

3. ORIGINALIDAD Y JUSTIFICACIÓN

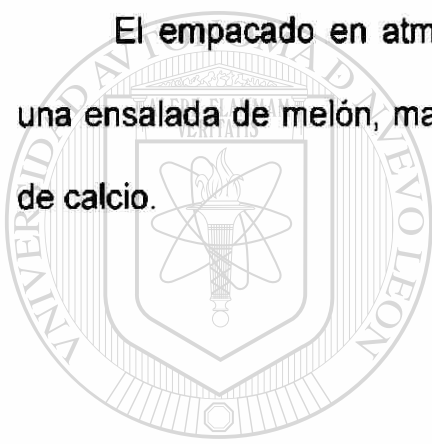
En el país existen pocas instituciones que trabajan con esta línea de investigación: productos frescos-cortados almacenados en empaque bajo atmósferas controladas o modificadas AC/AM (anteriormente denominados frutas y vegetales con procesamiento mínimo), ya que es una tecnología relativamente nueva por lo cual carece de suficiente apoyo tanto económico como de personal capacitado en el área.

Los productos en el mercado que se presentan empacados y distribuidos con este tipo de tecnología generalmente se limitan a vegetales y la mayoría son de importación. Esta tecnología es joven en México (aún cuando en otros países no lo es) y si se tuviera más interés de los productores en esta área, podríamos proveer al mercado nacional con productos procesados en el país, sin depender tanto de los productos importados y utilizando nuestra propia investigación; asimismo, se ampliarían los productos de exportación, ya que se puede incrementar su vida de anaquel con la finalidad de llegar al consumidor en óptimas condiciones.

Por otro lado, se presentan casos de saturación en el mercado del melón, lo que produce una disminución en el precio. De aquí, surge la inquietud de almacenamiento en atmósferas modificadas con la finalidad de evitar pérdidas y poder ofrecer un producto diferente y listo para consumirse o prepararse, sin que el precio se incremente demasiado por el empaque y el proceso. En adición a lo anterior, se pretende abatir las pérdidas postcosecha que se presentan y que van desde un 10-50% de la cosecha.

4. HIPÓTESIS

El empacado en atmósferas modificadas aumenta la vida de anaquel de una ensalada de melón, manteniendo la textura del producto adicionando cloruro de calcio.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general.

Desarrollar un producto tipo ensalada, a partir de melón, utilizando la técnica de empaqueo en atmósferas modificadas, para aumentar su vida de anaquel, tratando de conservar al máximo sus características de calidad.

5.2. Objetivos específicos.

1. Desarrollar un producto tipo ensalada, fresco-cortado con melón.
2. Retardar la velocidad de deterioro del producto empacado, manteniendo su calidad como alimento fresco.
3. Realizar un seguimiento microbiológico del producto, para verificar la efectividad del almacenamiento, así como la evaluación de la presencia o ausencia de microorganismos patógenos, como *Salmonella* y *Listeria monocytogenes*.
4. Realizar el análisis de gases (O_2 y CO_2) para determinar la atmósfera interna del producto, durante su almacenamiento.
5. Seleccionar las mejores condiciones de almacenamiento, referente al empaque y la temperatura.
6. Evaluar el efecto de soluciones de cloruro de calcio sobre la textura del producto durante su almacenamiento a diferentes concentraciones y tiempos de inmersión.

6. ANTECEDENTES

6.1. Productos frescos-cortados.

Actualmente, se ha incrementado el consumo de vegetales y frutas en forma de ensaladas o con un ligero procesamiento, empacados de manera sencilla y practica (Dogherty, 1990; Schlimme, 1995).

Los alimentos empacados en atmósferas modificadas son capaces de satisfacer las demandas del consumidor entre las que se cuentan: seguridad, frescura o apariencia fresca, productos nutritivos, convenientemente empacados en términos tanto del tamaño como de forma del empaque y a un costo accesible (USDA, 1998).

Los productos frescos-cortados son productos listos para usarse, los cuales no han sido cocinados, enlatados, congelados, deshidratados o procesados por algún método de preservación largo (USDA, 1998a). Estos productos son frutas y vegetales los cuales han sido preparados para su uso inmediato por la industria de servicio de alimentos como la hospitalaria, al menudeo o por el consumidor (USDA, 1998a; IFPA, 1998a). Ninguna o un mínimo de preparación adicional es necesaria.

Los productos enteros son lavados y usualmente separados de hojas externas, raíces o cáscara, después son cortados en diferentes estilos y tamaños, ya sea de manera manual o con equipo mecánico y, finalmente, son empacados (IFPA, 1999).

Los productos frescos-cortados generalmente tienen una vida de anaquel de 6 a 21 días dependiendo del producto, de la temperatura durante el transporte y almacenamiento, así como del tipo de empaque (USDA, 1998a).

Una de las razones por la cual los productos frescos-cortados son de gran aceptación entre los consumidores, es que no se les ha adicionado ningún aditivo artificial, reducen el tiempo de preparación de su comida, suministran una calidad más uniforme y consistente, ofrecen reducción en los desperdicios a la hora de la preparación de los alimentos y en la manipulación de los mismos, e incrementan el acceso a una gran variedad de productos (Cook, 1998).

La calidad de estos productos ha sido mejorada usando empaque en atmósferas modificadas o tratamientos después de la cosecha como la utilización de cloruro de calcio para prevenir el ablandamiento o el uso de ácido ascórbico para evitar el oscurecimiento enzimático (Luna-Guzmán, 1997a).

La preparación de los productos frescos-cortados involucra varios pasos que pueden ser divididos en operaciones unitarias específicas (Gorny, 1995; Watada, *et al.*, 1990):

Primero. Lavado y clasificado preliminar. Casi siempre, las frutas y vegetales se reciben con polvo o suciedad, por lo que se requiere de un lavado o más aún, un tallado y después un enjuagado con agua clorada fría para ayudar a remover impurezas y disminuir la carga microbiana antes del cortado (Gorny, 1998; USDA, 1998a; Schlimme, 1995). En esta etapa también se eliminan productos en malas condiciones.

Segundo. Se procede al descascarado o pelado. Algunos productos como las zanahorias y algunas frutas, requieren de la eliminación de la cáscara o corteza antes del cortado.

Tercero. La reducción de tamaño y cortado. Se eliminan partes del vegetal indeseables como los corazones, semillas, huesos, etc. y se transforma el producto en piezas de tamaño adecuado para su consumo (Schlimme, 1995; Brecht, 1995).

Cuarto. Se realiza una clasificación por tamaños y se eliminan partes y piezas defectuosas. Algunos productos requieren de un lavado posterior al cortado, el cual ayuda a remover microorganismos, polvo y jugo celular de las superficies cortadas (Gorny, 1998).

Quinto. El proceso continúa con el empaquetado. El producto es pesado de acuerdo al tamaño del empaque; y finalmente, es sellado. En este punto, se puede modificar la atmósfera interna por remoción de gases o se permite que se establezca un equilibrio gaseoso conforme a la evolución de la respiración del producto y de acuerdo al empaque utilizado (Gorny, 1998; Burns, 1995; King y Bolin, 1989).

6.2. Parámetros de calidad de las frutas y vegetales.

La calidad de las frutas es percibida generalmente por las características que presentan. Principalmente, se tienen las que se observan a simple vista como son la apariencia, el color, la forma y otras como el sabor, el aroma y la firmeza (Gorny, 1997; Cantwell, 1994; Portela y Cantwell, 1998).

Estas características son importantes para el consumidor, ya que de las mismas depende la adquisición del producto y se pueden medir de manera objetiva o subjetiva (Gorny y Kader, 1998).

La calidad de los productos frescos-cortados depende sobre todo de la calidad del producto intacto y su mantenimiento hasta el consumo, el método de preparación y las condiciones de manejo (velocidad de enfriamiento, mantenimiento de la temperatura óptima, humedad relativa y desinfección) (Watada, *et al.*, 1996).

Existen algunas otras mediciones que permiten evaluar la calidad de acuerdo al grado de madurez, como son la cantidad de sólidos, dado que a medida que avanza la maduración del fruto, éstos casi siempre se incrementan (Gorny y Kader, 1998). De la misma manera, la acidez también es un indicador del grado de madurez ya que entre más maduro sea el fruto, la cantidad de ácidos orgánicos presentes en el producto será menor. Estos conceptos se pueden medir para conocer que tan rápido evoluciona la maduración del producto almacenado en condiciones determinadas (Barret, 1996a).

En los productos frescos-cortados hay liberación de enzimas y se vuelve inaceptable al paladar, la pérdida de firmeza, también ocasiona pérdida de sustancias, ya que al dañarse el tejido, se libera líquido en el cual van disueltos nutrientes y azúcares con lo que se pierde la calidad sensorial del producto (Barret, 1998).

6.2.1. Textura de las frutas y vegetales.

La textura es el resultado de una combinación de propiedades físicas que incluyen la forma, tamaño, número, naturaleza y disposición de los elementos estructurales que constituyen el tejido vegetal (Lewis, 1993). La textura de los tejidos vegetales es determinada por la presión de turgencia dentro de las células, la integridad de la pared celular, la rigidez de las pectinas que mantienen unidas a las células de la planta y la actividad de los enzimas suavizantes (Barrett, 1998).

Lo anterior es con frecuencia un reflejo de la estructura del producto, y de este modo, se conduce a una mejor comprensión de sus propiedades físicas y en último término, de sus características texturales (Lewis, 1993).

La textura de frutas y vegetales se debe a la presencia de pectinas que actúan como parte de la pared celular (Moshenin, 1970), por lo que la acción de las pectinasas altera las características de estos alimentos. Las pectinasas responsables de estos cambios son principalmente la pectinmetilesterasa (PME) y la poligalacturonasa (PG), ya que estos dos enzimas degradan la pectina en los frutos verdes provocando su madurez (ablandamiento), dándoles una textura adecuada para su consumo (King y Bolin, 1989; Barret, 1998).

6.2.1.1. Métodos de conservación de la textura en tejidos vegetales.

Es común en la práctica comercial adicionar concentraciones bajas de sales de calcio a los productos hortícolas antes de su procesamiento para mejorar las propiedades de textura. Inmersiones en soluciones de cloruro de calcio en un rango de 0.5 y 1% pueden mejorar significativamente la firmeza del producto final (Barret, 1998).

La forma de acción del calcio radica en que funciona como un puente para reforzar la red de la pared celular y la media lamela, ya que se enlaza con las sustancias pécticas para formar pectato de calcio y así impartir mayor firmeza al tejido vegetal (Brecht, 1995; Luna-Guzmán, 1996; Quintero-Ramos, *et al.*, 1998), como se puede observar en la figura 1, el calcio enlaza los carboxilos libres de la pectina formando una red celular, cuando no existe el calcio, los grupos carboxilos no forman enlaces que mantengan firme la pared celular por lo que se permite la liberación de sustancias (Badui, 1997).

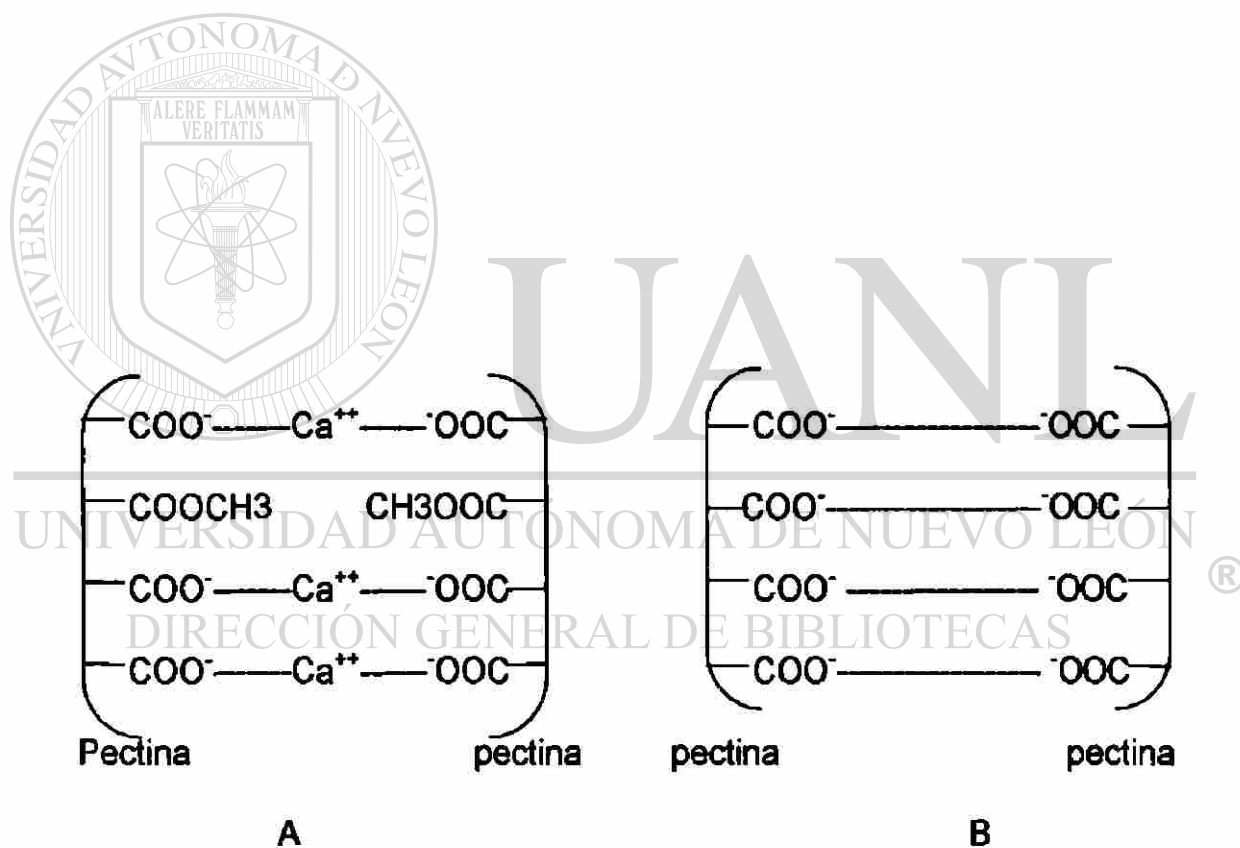


Figura 1. (A) Unión de las pectinas en el tejido vegetal mediante iones calcio, que les proporciona una estructura más rígida y (B) sin el calcio el tejido pierde rigidez y se vuelve suave (Badui, 1997).

Se han observado efectos sinérgicos en la utilización de cloruro de calcio con escaldado a bajas temperaturas (Luna-Guzmán, 1996). Este efecto se debe a que a temperaturas de 50-60 °C (Ilker y Szczesniak, 1990; Quintero-Ramos, *et al.*, 1998) la PME es activada. De acuerdo a la teoría de Bartolomé y Hoff (Alonso *et al.*, 1997; Quintero-Ramos, *et al.*, 1998), los tratamientos a bajas temperaturas causan la pérdida de la permeabilidad selectiva de la membrana, lo que da lugar a una difusión de cationes en la pared celular, hecho que activa a la PME (Alonso, *et al.*, 1998).

La PME provoca la formación de un mayor número de grupos carboxilo libres. Estos, disminuyen el pH e interaccionan con iones divalentes como el calcio y el magnesio que actúan como un cemento intercelular para establecer estructuras rígidas que aumentan la dureza de las paredes celulares de las frutas (Quintero-Ramos, *et al.*, 1998).

Las frutas también incrementan su firmeza cuando se calientan en presencia de sacarosa, ya que ésta al hidratarse, fuerza a los polisacáridos de la pared celular a unirse más fuertemente, con lo que se aumenta la rigidez (Badui, 1997).

6.3. Fisiología de productos frescos intactos (o enteros).

Las frutas y vegetales son organismos vivos que están sometidos a todos los procesos fisiológicos y patológicos asociados a las plantas (Zagory, 1995; Ryall y Lipton, 1979; Schlimme, 1995), y para mantener sus actividades metabólicas esenciales, después de la cosecha, deben seguir respirando (Thompson *et al.*, 1997).

La respiración se lleva a cabo a través de una serie de reacciones químicas complejas. Este proceso involucra el consumo de carbohidratos y ácidos orgánicos utilizando oxígeno atmosférico, con la consecuente producción de energía metabólica, calor, dióxido de carbono, etileno y vapor de agua (Zagory, 1995a; Kader, 1986; Ryall y Lipton, 1975). Esto resulta en una reducción de la dulzura del producto y casi siempre, cambios indeseables en la textura. Debido a lo anterior, el tejido vegetal debe tener acceso a cierta cantidad de O_2 para satisfacer sus requerimientos metabólicos. En la figura 2 se muestran las rutas del metabolismo que puede seguir el producto de acuerdo a las condiciones del medio (Mitchell, *et al.*, 1998). En caso de que el O_2 no esté disponible, el metabolismo anaerobio iniciará y dará como resultado la producción de sustancias (fenilpropanoides fenólicos, policétidos fenólicos, flavonoides, terpenoides, alcaloides, taninos, glucosinolatos y ácidos grasos y alcoholes de cadena larga) que ocasionan malos olores, sabores y daño al tejido (Gorny, 1998).

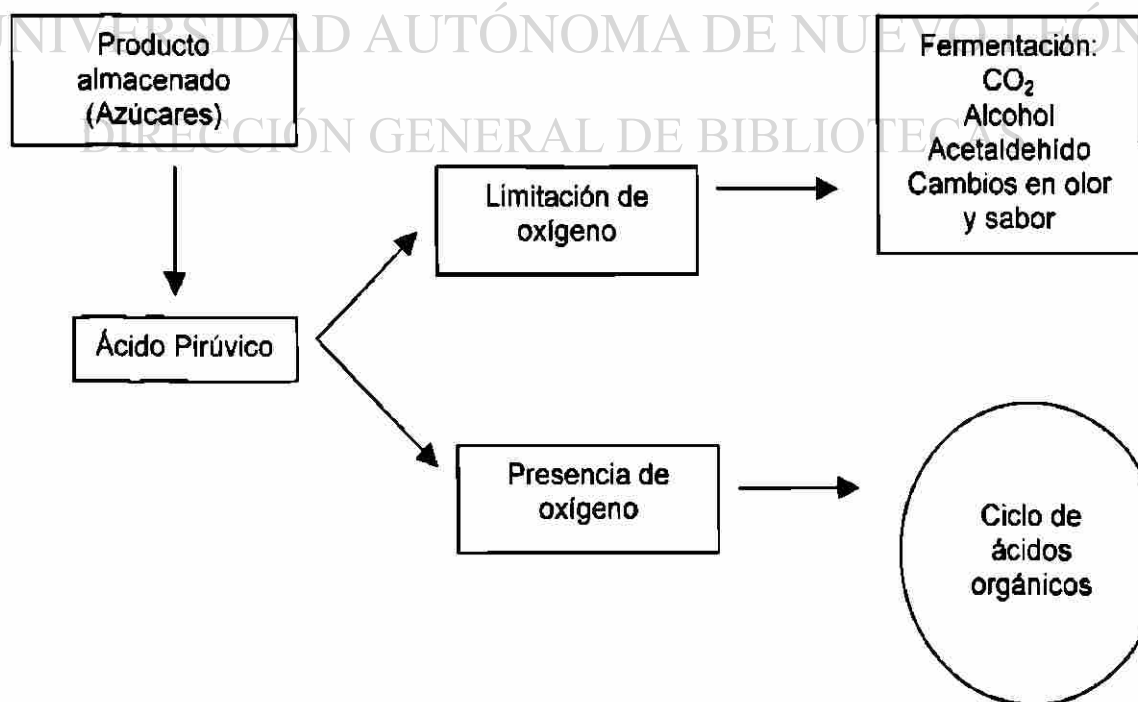


Figura 2. Metabolismo de los azúcares en las frutas y vegetales (Mitchell, 1998).

El etileno es producido normalmente por muchas clases de frutas. Diferentes estudios muestran que elevadas concentraciones de CO₂ (>2%) pueden ayudar a reducir los efectos dañinos del etileno ya que el CO₂ vuelve insensibles a los tejidos vegetales (Zagory, 1995b; Silliker, 1980; Kader, 1986).

El etileno puede inhibir la formación de compuestos antifúngicos en el tejido del huésped y en algunos casos, puede estimular el crecimiento de hongos (Kader, 1994). El etileno acelera la degradación de clorofila en tejidos verdes, induce el ablandamiento en frutas y causa desórdenes fisiológicos (Kader, 1986).

El ablandamiento de la fruta es un evento fisiológico normal durante la maduración y la senescencia. Dicho ablandamiento puede ser causado por la pérdida de agua o por enzimas dentro del tejido vegetal, lo cual causa debilidad en las paredes celulares, dando como resultado pérdida de la firmeza (Brecht, 1995).

6.4. Fisiología de productos vegetales cortados.

La fisiología de frutas y vegetales frescos-cortados es esencialmente la fisiología de un tejido vegetal dañado (Saltveit, 1998). Así, el comportamiento de un tejido dañado, incluye un incremento en la respiración, producción de etileno, pérdida de humedad e invasión por microorganismos (Cantwell, 1998b). Otras consecuencias del daño pueden ser químicas o físicas en su naturaleza, tales como el oscurecimiento enzimático, oxidación lipídica y aumento de la pérdida de agua (Brecht, 1995). La pérdida de agua acelera tanto el oscurecimiento como el ablandamiento del tejido. Las frutas peladas o rebanadas no tienen ya barreras que puedan protegerlos de la pérdida de agua y por lo tanto pueden llegar a la desecación (Gorny, 1998).

Los tejidos vegetales dañados inducen a una aceleración en la producción de etileno (Brecht, 1995). El etileno puede aumentar el deterioro y senescencia en tejidos vegetales y promover la maduración en frutas climatéricas, lo que reduce su vida de mercado después de la cosecha (Portela, *et al.*, 1997).

El incremento en la respiración de los tejidos cortados se piensa que es una consecuencia del etileno, el cual estimula la respiración (Brecht, 1995). Una velocidad de respiración más alta significa un metabolismo más rápido y una velocidad de deterioro más elevada. También una velocidad de respiración más alta ocasiona un aumento en la pérdida de azúcares y otros componentes que determinan la calidad de sabor (Cantwell, 1998b). Watada *et al.*, (1996) han reportado que la velocidad de respiración de los productos frescos-cortados, generalmente, es más alta que en los productos intactos.

En productos frescos-cortados es más fácil que se tengan problemas de oscurecimiento enzimático, ya que al dañar el tejido se liberan tanto enzimas como substratos causando dicho oscurecimiento. El ácido ascórbico es un agente usado para prevenir esta reacción de oxidación y generalmente se encuentra presente en los vegetales de manera natural (Watada, *et al.*, 1996).

La disminución de los cambios negativos en los productos frescos-cortados, resultaría en un incremento en la vida de anaquel y el mantenimiento de la calidad nutricional, de apariencia y de sabor de estos productos (Brecht, 1995).

Diferentes tipos de daños producen desperdicios cuantiosos durante el procesamiento de frutas y vegetales. El pelado con cuchillas afiladas limita el número de células dañadas, mientras que si se utilizan cuchillas sin afilar se puede inducir daño a las células de varias capas removidas por el corte inicial

debido a un choque mecánico (transmisión de la señal del daño) impartido al tejido (Saltveit, 1998; Cantwell, 1998c).

6.5. Almacenamiento bajo atmósferas modificadas.

La vida de anaquel de los alimentos perecederos, tales como carnes, vegetales y frutas entre otros, está limitada en la presencia de aire por dos factores principales: el efecto químico del oxígeno atmosférico y el crecimiento de microorganismos que causan el deterioro del producto. Estos factores, ya sean de manera individual o en asociación, llevan a cabo cambios de olor, color, sabor y textura, dando como resultado una disminución en la calidad del producto (Zagory, 1998). El empaquetado en atmósferas modificadas ha resultado exitoso en el alargamiento de la vida de anaquel de muchas frutas y vegetales.

6.5.1. *Atmósferas modificadas y controladas.*

La atmósfera modificada es una alteración del medio gaseoso que circunda al producto. Muchos productos alimenticios frescos, empaquetados bajo la tecnología de atmósferas modificadas o controladas, continúan su respiración de manera natural. La respiración consume oxígeno presente en el aire y produce dióxido de carbono y vapor de agua, que son fuentes de alteración del medio (Kader, 1986).

Las atmósferas controladas o modificadas benefician a los productos frescos-cortados, principalmente por la reducción en la velocidad de respiración. De esta manera, se retarda el crecimiento microbiológico, disminuye la decoloración, reduce la velocidad de pérdidas nutricionales y de calidad e

incrementa la vida de anaquel del producto (Qi y Watada, 1997; Song, *et al.*, 1997).

Por lo tanto, la elaboración de productos empacados en atmósferas modificadas tiene las siguientes ventajas: minimización en la producción de desperdicio para el consumidor, reducción en el uso de conservadores artificiales, incremento en las posibilidades de distribución y aumento en la diversidad de alimentos.

6.5.2. Empacado en Atmósferas Modificadas.

El empacado en atmósferas modificadas utiliza películas poliméricas de características semipermeables dando como resultado una disminución en la concentración de oxígeno y/o un incremento en la concentración de dióxido de carbono en el medio (Exama, *et al.*, 1993).

El material empacado y el empaque por sí mismo, transfieren oxígeno, dióxido de carbono y vapor de agua, lo que ocasiona cambios en el medio gaseoso que rodea al producto, que de esta manera se ve modificado de sus condiciones iniciales y por eso se le da la terminología de atmósfera modificada (Brody, 1989; Zagory, 1995a).

Cabezas y Richardson (1997), reportaron que cuando se reduce el O₂ y se incrementa el CO₂ en el medio, generalmente, se disminuye la respiración y la velocidad de producción de etileno, se retarda el ablandamiento, baja la velocidad de producción de los cambios en la composición asociados, con la maduración y el envejecimiento, y el tiempo de duplicación de los microorganismos que causan deterioro en el producto es menor.

Las atmósferas modificadas pueden ser creadas ya sea pasivamente por el producto, o intencionalmente, vía activa del empaçado. Las atmósferas modificadas pueden evolucionar pasivamente dentro del empaçado sellado herméticamente, como una consecuencia de la respiración del producto y de las propiedades del empaçado. En contraste, las atmósferas modificadas en empaçados activos tienen una habilidad limitada para regular una atmósfera modificada establecida, dentro de un empaçado sellado herméticamente (Day, 1993).

El empaçado adecuado puede ser definido como un sistema el cual protege a un producto perecedero del daño físico causado por manipulación o plagas, temperaturas, atmósferas y humedad extremas, este puede ayudar a mantener la vida de anaquel y la estabilidad de las frutas y vegetales frescos-cortados (Myers, 1989).

Las principales características a considerar cuando se seleccionan materiales plásticos para empaçado en atmósferas modificadas de frutas y vegetales son permeabilidad del gas, velocidad de transmisión de vapor de agua, propiedades mecánicas, tipo de empaçado, transparencia, propiedades de sellado, seguridad y resistencia al horno de microondas (Day, 1993).

Para la selección de un empaçado, algunos atributos son considerados importantes, especialmente que el empaçado debe ser económico en relación con el valor del producto empaçado, seguro, reproducible, favorable al ambiente, estéticamente aceptable, no tóxico, resistente a la corrosión y compatible con la distribución existente y los sistemas de venta al menudeo (Day, 1993).

Una gran variedad de películas plásticas es usada en la producción de empaçados para productos frescos-cortados. Sin embargo, existe también, una

cantidad considerable de películas que no se utilizan por las desventajas que presentan, tanto económicas como físicas (NAFPP, 1998).

Algunas de las películas plásticas usadas para productos frescos empacados incluyen: platos, que son monocapas de cloruro de polivinilo (PVC); para productos en bolsa se usa polietileno (PE); también el polipropileno (PP); con tecnología de coextrusión se han logrado materiales comercialmente disponibles utilizando mezclas de polietileno con etilvinil acetato (EVA), con los cuales se han obtenido buenas condiciones de transmisión de gases, importantes para el producto a ser empacado (Barnore, 1987; NAFPP, 1998; Silliker, *et al.*, 1998).

Day (1993), mencionó que la composición de la atmósfera dentro del empaque debido a la reducción del contenido de oxígeno cuando se incrementaron los niveles de CO₂ y/o nitrógeno, mostró un aumento significativo en la vida de anaquel de alimentos perecederos almacenados a bajas temperaturas.

Zagory (1995b), reportó que el empacado en atmósferas modificadas fue capaz de disminuir la velocidad de pérdida de la calidad y extendió la vida de anaquel de frutas y vegetales frescos

La disminución de oxígeno y enriquecimiento de CO₂ son consecuencias naturales de la respiración cuando las frutas y vegetales frescos son almacenados herméticamente en algún empaque o contenedor sellado (Day, 1993).

Cuando se reduce la concentración de oxígeno por debajo del 10%, muchas frutas y vegetales disminuyen la velocidad a la cual maduran y se deterioran (Brecht, 1995).

La concentración de O₂ óptima dependerá de cada vegetal, la temperatura y el tiempo de almacenamiento. El CO₂ en concentraciones relativamente altas (>10%) ha sido capaz de suprimir el crecimiento de hongos y bacterias patógenas como *Clostridium botulinum* y *Listeria monocytogenes* (Silliker, 1980).

En los primeros avances de empaçado en atmósferas modificadas de productos frescos, la atención se centró alrededor de las películas plásticas adecuadas para productos específicos. El lograr un equilibrio favorable de la atmósfera modificada dentro del empaque depende de la velocidad de respiración del producto, de la masa, el área de la película, el grosor y la velocidad de transmisión de O₂, por lo que cada producto requiere un empaque apropiado (Zagory, 1998).

6.6. Riesgos involucrados en productos frescos-cortados refrigerados.

La nueva generación de productos refrigerados listos para consumirse, preparados o parcialmente procesados, trae consigo un potencial de problemas de seguridad, debido que al aumentar su vida de anaquel también se incrementa la posibilidad de que los microorganismos se desarrollen contando con el tiempo adecuado y se permita el crecimiento de patógenos (Ronk *et al.*, 1989).

Muchas frutas y vegetales poseen microorganismos residentes y también pueden ser contaminados por el suelo, agua, polvo y otras fuentes naturales. Por lo tanto, la cuenta total en placa puede no ser muy útil para estimar exactamente la calidad y seguridad de estos productos (IFPA, 1998d).

Además, el número de microorganismos presentes variará con el tipo de producto y el tiempo de contacto con el suelo (Brackett, 1992). Por ejemplo, la

cuenta aeróbica para las frutas y vegetales frescos puede encontrarse en un rango de 10^4 - 10^9 UFC/g (USDA, 1998b; Beuchat, 1996; Nguyen-the y Carlin, 1994).

Se ha visto que aunque las condiciones higiénicas sean exhaustivas durante el cultivo y el procesado, se puede limitar pero no excluir dicha contaminación (Nguyen-the y Carlin, 1994; Banwart, 1989). La calidad y seguridad de los alimentos refrigerados recae en el procesamiento, el empaque adecuado y el propio almacenamiento (Ronk, *et al.*, 1989).

El procesamiento mínimo puede incrementar el deterioro microbiano de las frutas a través de la transferencia de la microflora de la cáscara a la pulpa de la fruta, donde los microorganismos pueden crecer rápidamente una vez expuestos a los jugos cargados de nutrientes (O'Connor-Shaw, *et al.*, 1996).

Se ha encontrado que la población microbiana es menor en frutas mantenidas en atmósferas controladas que en aire, pero el grado de inhibición causado por la atmósfera controlada difiere en cada fruta (Qi y Watada, 1997).

Los coliformes son parte de la flora normal del suelo y algunos vegetales enteros. *Salmonella* y *Listeria* pueden también encontrarse en el suelo (Petran, *et al.*, 1988; Marth, 1998). El monitoreo para estos patógenos es importante y además prudente en frutas y vegetales (USDA, 1998b).

La calidad y seguridad del producto son casi siempre percibidas por los consumidores. Un producto de buena calidad puede ser agradable a la vista, pero puede contener patógenos o toxinas que pudieran dañar al consumidor; desafortunadamente, la seguridad de productos frescos no puede ser determinada por su apariencia o condición externa (IFPA, 1998c).

Las implicaciones en cuanto a seguridad de alimentos empacados en atmósferas modificadas han sido críticamente revisadas para frutas y vegetales, ya que existe una serie de riesgos identificados y que aún cuando la refrigeración es usada para mantener la calidad, no produce una adecuada protección contra microorganismos patógenos debido a que no los elimina, por lo que algunas bacterias patógenas pueden sobrevivir y reproducirse bajo condiciones de refrigeración. Aun cuando el almacenamiento en atmósferas modificadas reduce la velocidad del crecimiento de muchos microorganismos que causan deterioro, ciertos patógenos como *L. monocytogenes* puede crecer muy bien bajo estas condiciones (Nickelson y Schmidt, 1999).

Cuando el producto está a 7°C o más durante el almacenamiento, distribución o ambos, puede ocurrir el crecimiento de otras bacterias patógenas (*Clostridium botulinum*, *Bacillus*, *Salmonella spp* y *Staphylococcus aureus*) (Burns, 1995; Hurst, 1995).

Las operaciones de procesamiento parciales (rebanado, lavado, etc.) pueden no solo eliminar la presencia de organismos de deterioro nativos del alimento, sino también, dar entrada a patógenos que compitan en el crecimiento (Hurst, 1995; Demetrakakes, 1999).

Una amplia variedad de microorganismos puede crecer en frutas y vegetales parcialmente procesados (Harris, 1998).

Muchas de las bacterias aisladas en los vegetales son pectinolíticas y causan el deterioro debido al rompimiento del tejido vegetal. También, se incluye microflora mesofílica, bacterias ácido lácticas, coliformes fecales, hongos y

levaduras (Cantwell, 1998a). El tipo de población difiere con el producto, las practicas sanitarias y culturales (Watada, *et al.*, 1996).

Las frutas y vegetales también pueden deteriorarse por la acción de levaduras, especialmente por hongos, aunque se dan casos de descomposiciones bacterianas por *Pseudomonas*, *Xanthomonas* o *Erwinia* (Nickerson, 1978).

Las pruebas recomendadas para valoración de prácticas de sanidad y manufactura para frutas son: cuenta de levaduras, hongos, bacterias ácido lácticas y organismos coliformes (O'Connor-Shaw, *et al.*, 1994).

La Asociación Internacional de Productos Frescos-Cortados (IFPA) recientemente, propuso un plan HACCP para productos frescos-cortados (Beuchat, 1996), el cual considera los riesgos microbiológicos en cada paso del flujo de proceso. Los criterios microbiológicos son importantes para que un plan HACCP funcione (Barret, 1996a).

Los puntos de importancia especial son: monitoreo ambiental para la presencia de *L. monocytogenes*, control de temperatura (0-5 °C) y el uso de 200 ppm de hipoclorito de sodio a pH 6-7 en el agua de lavado (Brackett, 1998; Beuchat, 1996).

Un análisis de riesgos, debe considerar los riesgos potenciales en todas las fases de desarrollo del producto, iniciando desde la plantación, crecimiento, cosecha, transportación, clasificación y procesamiento (IFPA, 1998c). Así, el análisis de riesgos identifica puntos que pueden ser eliminados disminuyendo a un nivel seguro la elaboración del producto. Los principales tipos de riesgos que se pueden encontrar son biológicos, químicos y físicos (IFPA, 1998c).

Para el melón, los principios del HACCP deben ser aplicados desde la cosecha hasta la venta al menudeo (IFPA, 1998b). En 1997 la FDA reconoció al melón cortado como alimento potencialmente peligroso, que es capaz de soportar el crecimiento de microorganismos patógenos (Luna-Guzmán, 1997a).

Algunas sugerencias para la preparación del melón incluyen: uso de agua potable, uso de superficies y utensilios limpios y desinfectados y un mantenimiento de las frutas a una temperatura menor a 7 °C (Luna-Guzmán, 1997a; Luna-Guzmán, 1997b).

6.6.1. Patógenos involucrados con los productos vegetales frescos-cortados: *Listeria* y *Salmonella*.

La capacidad de elevar las concentraciones de CO₂ y reducir las de O₂ para retardar la velocidad del crecimiento de los microorganismos en los productos frescos-cortados es un gran beneficio del uso del EAM. Sin embargo, la supresión de microorganismos deteriorativos del producto dan la oportunidad de desarrollarse a algunos microorganismos patógenos como es el caso de *Salmonella*, *Listeria* y algunos cepas patógenas de *E. coli* (IFPA, 1998d).

Existen, al menos, siete especies diferentes en el género de *Listeria* pero solo *L. monocytogenes*, *L. innocua* y *L. seeligeri* son patógenos importantes relacionados con los humanos. Dentro de la especie *L. monocytogenes* existen al menos 16 serotipos, pero no todos ellos parecen ser patógenos (Acheson, 1999). Estas bacterias son bacilos pequeños Gram (+), poseen un flagelo polar que contribuye a las características de motilidad a temperatura ambiente (IFPA, 1998d).

Uno de factores más importantes acerca de este microorganismo es su habilidad para crecer a temperaturas de refrigeración de 4-10°C. Esta es una de las razones por la cual esta bacteria en particular es objeto de diversos estudios relacionados con alimentos que requieren algunos días de refrigeración (Demetrakakes, 1999; Petran, 1988; Acheson, 1999).

Se ha encontrado que *L. monocytogenes* puede sobrevivir en empacado al vacío si se presentan abusos de temperatura lo que sería un riesgo potencial para el consumidor (Juneja, *et al.*, 1998).

El Centro para el Control de Enfermedades (CDC) en Estados Unidos realizó una investigación en la cual analizaron alimentos refrigerados, encontrando que el 64% de los refrigeradores de los pacientes contenían al menos un alimento contaminado mientras que el 11% de todas las muestras estaban contaminadas (Acheson, 1999).

L. monocytogenes, ha sido recientemente reconocida como una importante causa de enfermedades transmitidas por alimentos (Kuhn, 1999; Demetrakakes, 1999). Puede causar enfermedad y muerte en los infantes, mujeres embarazadas y pacientes inmunocomprometidos (Acheson, 1999). Esta bacteria no causa cambios orgánolepticos que pudieran indicar su presencia al consumidor.

Hay evidencia de que el EAM no suprime el desarrollo de *Listeria*, por lo cual, la preocupación es que la extensión de vida de anaquel que se logra en el producto pudiera dar tiempo suficiente para el desarrollo de la bacteria (Nickelson y Schmidt, 1999).

Existen muchos serotipos de *Salmonella* causantes de enfermedades transmitidas por alimentos. Pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae*, son bacilos

Gram (-), usualmente móviles, anaerobios facultativos. Estos se encuentran ampliamente en el suelo, agua, drenaje, animales, humanos, equipo de procesamiento y algunos alimentos. Su hábitat natural es el tracto intestinal de animales, y en algunos casos, de humanos como portadores asintomáticos (IFPA, 1998b).

Salmonella pudiera ser responsable del 40% de los casos de enfermedades transmitidas por alimentos en los Estados Unidos. Buenas prácticas de desinfección e higiene laboral son los métodos más efectivos para prevenir la contaminación de los productos frescos-cortados con *Salmonella* además de la utilización de temperaturas de refrigeración que por debajo de los 5°C inhibe su desarrollo de manera significativa (IFPA, 1998b).

6.7. Melón.

El melón (*Cucumis melo*) es una fruta climatérica, miembro de la familia *cucurbitaceae*, la cual también incluye sandía, pepino, calabacín y calabaza (Lamich, 1975; Luna-Guzmán, 1996). El cultivo del melón es de estación cálida, requiriendo de 80 a 120 días de calor, preferentemente clima seco para madurar. La mejor calidad en melón es obtenida en altas temperaturas, con gran luz, mínimas lluvias durante el ciclo de crecimiento y poca humedad. El grupo del melón tiene variedades de corteza rugosa y lisa. El melón no tiene reservas de almidón y el contenido de azúcar no se incrementa de manera significativa después de la cosecha (Cantwell, 1996; Cantwell, 1994).

En trabajos que se han realizado con melón, se recomienda su almacenamiento a temperaturas de 2.5 - 5°C, ya que está considerado como

producto ligeramente sensible a bajas temperaturas (Suslow, *et al.*, 1997). Aún cuando se debe tomar en cuenta que los vegetales cortados requieren de temperatura más baja que si estuvieran intactos, ya que cortados aumentan su velocidad de respiración, y por lo tanto, su rapidez de maduración y deterioro.

Portela *et al.*, (1997) han reportado que la velocidad de respiración del melón como producto fresco-cortado fue dos veces mayor que en la fruta intacta a una temperatura de 20°C. Sin embargo, por debajo de 10°C, la velocidad de respiración del melón intacto y el procesado fueron similares.

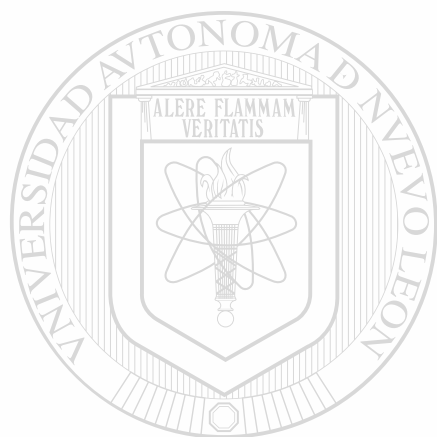
Las velocidades de respiración de melón fresco-cortado han sido similares o más bajas a aquellas del producto intacto a 0, 5 y 10°C. La velocidad de respiración de productos frescos-cortados se ha incrementado con la temperatura y el grado de incremento varía con el producto (Watada, *et al.*, 1996).

O'Connor-Shaw *et al.*, (1994) y Zagory (1998) reportaron resultados en los cuales la respiración y producción de etileno en el melón fueron inhibidas usando atmósferas controladas en el almacenamiento, disminuyendo la velocidad de los cambios deteriorativos y la senescencia.

O'Connor-Shaw *et al.*, (1996) reportaron una vida de anaquel de 28 días para trozos de melón estéril almacenado a 4.5°C en atmósferas controladas.

Otro problema que se tiene con la pulpa del melón, es que el tejido vegetal se vuelve translúcido por el uso de instrumentos sin filo, lo que causa un oscurecimiento casi inmediato de las piezas y con el tiempo quedan los trozos de pulpa translúcida, disminuyendo la calidad del producto (Cantwell, 1998 y Saltveit, 1998).

Se han encontrado pocos estudios en atmósferas modificadas para frutas y vegetales, sobre todo en melón, por lo que en este trabajo se aportará un poco de información acerca del almacenamiento de esta fruta en trozos como un producto listo para consumirse y con una vida de anaquel considerable.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Obtención de la fruta.

Se utilizó una variedad de melón chino (*Cucumis melo*) cultivado en los municipios de Tlahualilo, Durango, proporcionados por los productores "BEBO" en los ranchos "Santa Martha" y "Tierra Blanca". El melón fue cosechado en los ranchos, transportado al laboratorio en hielo, donde se almacenó bajo refrigeración y se procesó al día siguiente.

7.2. Obtención de los empaques.

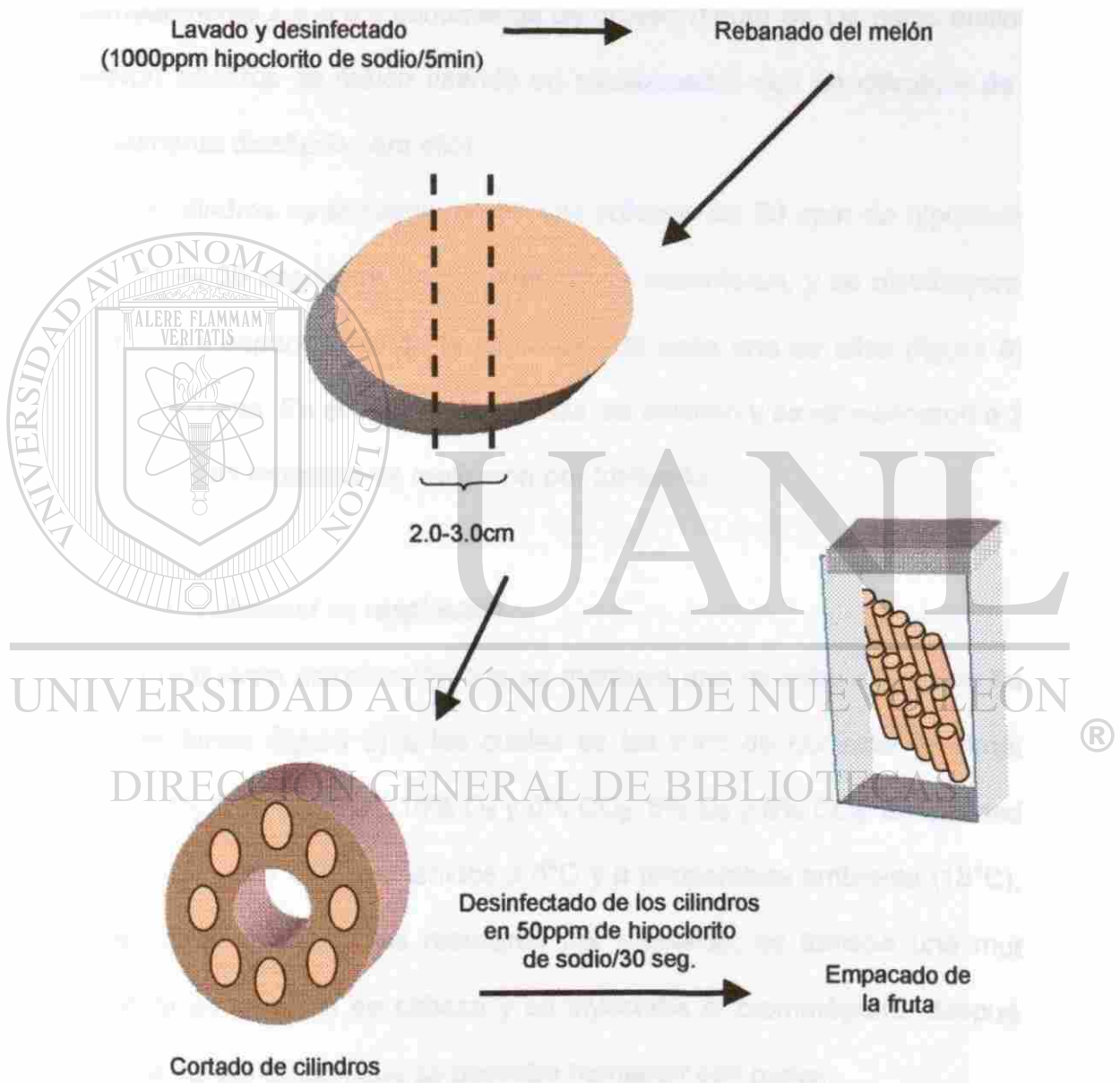
Se trabajó con cinco empaques que se obtuvieron de las compañías CURWOOD y ULTRAPACK, cuatro de los empaques eran del mismo material solo que de diferente capacidad (ver la figura 4): 500, 300, 250 y 2 de 150 gramos (una charola y una bolsa). Estos empaques fueron de tipo charola en la cual la parte correspondiente al plato era de color negro (a excepción de la charola de 150g que era totalmente transparente) elaborados a partir de PET, la parte superior o tapadera era plástico transparente. El empaque flexible utilizado fue de material altamente permeable al oxígeno.

7.3. Procesamiento de la fruta.

El procedimiento seguido se puede ver en la figura 3. Las frutas intactas se lavaron con agua y jabón. Posteriormente, se desinfectaron en una solución de 1000 ppm de hipoclorito de sodio (cloro comercial, 6% a base de hipoclorito) por 5

minutos, se escurrieron y se procesaron a temperatura ambiente, bajo buenas practicas de manufactura.

Figura 3. Procesamiento de la fruta.



El equipo usado para el procesamiento así como los empaques se lavaron con agua, jabón y también se desinfectaron por inmersión en 1000 ppm de una solución de hipoclorito de sodio.

Para iniciar el procesamiento, se cortaron los frutos en anillos de aproximadamente 2.0 a 3.0 centímetros de grueso (figura 3). De estos anillos, se obtuvieron cilindros de melón usando un sacabocados con un diámetro de 2cm (especialmente diseñado para ello).

Los cilindros se sumergieron en una solución de 50 ppm de hipoclorito de sodio durante 30 segundos, posteriormente se escurrieron, y se distribuyeron en los empaques dependiendo de la capacidad de cada uno de ellos (figura 4), los cuales se cerraron. En el caso de las bolsas, se sellaron y se almacenaron a 2, 5 y 10 °C. Todas las muestras se realizaron por triplicado.

7.3.1. Velocidad de respiración.

Se realizaron estudios las que mantuvo una muestra de melón fresco-cortado en jarras (figura 5) a las cuales se les trató de controlar la atmósfera interna a 21% O₂ y 0% CO₂, 10% O₂ y 0% CO₂, 5% O₂ y 0% CO₂, almacenados a 2 °C, 21% O₂ y 0% CO₂ mantenidos a 5°C y a temperatura ambiente (18°C). Las muestras para el análisis se realizaron por triplicado, se tomaba una muestra diariamente del espacio de cabeza y se inyectaba al cromatógrafo, después se ajustaba la concentración que se deseaba mantener con gases.

Figura 4. Empaques utilizados en el almacenamiento de la ensalada de melón.



Figura 5. Jarras utilizadas en atmósferas controladas.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

7.3.2. Tratamiento con cloruro de calcio.

Con la finalidad de mantener la firmeza del producto, se realizó un tratamiento de las muestras con soluciones de cloruro de calcio. La aplicación de estas soluciones se hizo mediante un escaldado a temperatura baja. Inicialmente, se sumergieron muestras de melón fresco-cortado en solución de cloruro de calcio al 2.5% a una temperatura de 60°C por espacio de un minuto y se almacenaron en un solo tipo de empaque (charola de 150g) a una temperatura de 5°C.

También se realizaron experimentos con soluciones al 0.85% de cloruro de calcio donde se sumergió el producto a una temperatura de 60°C por espacio de 2.5 y 5 minutos y al 0.5% de cloruro de calcio más 0.35% de sacarosa efectuándose el escaldado también a una temperatura de 60°C por espacio de 2.5 y 5 minutos de inmersión de la muestra en la solución. Estas muestras se almacenaron a una temperatura de 5 y 2°C. Los experimentos para las muestras tratadas con CaCl_2 solo se realizaron en los empaques de charola de 150g, ya que únicamente se pretendía evaluar la influencia del calcio durante el almacenamiento.

A estos tratamientos también se les realizaron los análisis de calidad, de gases y microbiológicos a excepción de la detección de patógenos.

7.4. Seguimiento de la calidad.

7.4.1. Análisis de pérdida de agua.

Se determinó el peso inicial y final del producto, con la finalidad de determinar el porcentaje de pérdida durante el almacenamiento.

7.4.2. Análisis de calidad.

Se realizaron las siguientes determinaciones: pH por potenciometría, sólidos totales por refractometría, ácido ascórbico (Ranganna, 1977) el cual se determinó por la técnica de titulación con indofenol y acidez titulable con hidróxido de sodio (Suslow, 1998). Los análisis se realizaron cada tres días a partir del día cero que es el día de inicio del almacenamiento (0, 3, 6,...). Todas las muestras se realizaron por triplicado y de cada muestra se obtuvo una medición.

7.4.3. Análisis de gases.

Los gases analizados fueron oxígeno y dióxido de carbono (Enríquez-Castro, 1997). Este análisis se realizó por cromatografía de gases, en un cromatógrafo GOW-MAC serie 580 (Gow-Mac Instrument Co. Bethlehem, PA). La columna CTR-I de 0.53 cm de diámetro externo por 133.4 cm de longitud, de acero inoxidable con No. de serie 6615A. Las condiciones a las que se trabajó fueron las siguientes: temperatura de columna: 38-40°C. Se utilizó un detector de conductividad térmica operado a 100 mA; tanto la temperatura del puerto de inyección: como la del detector fue de 88-90°C. El gas acarreador fue helio con un flujo de 60 mL/min. Éstas mediciones se realizaron cada 24 horas aproximadamente, tomando muestras de 1 mL del espacio de cabeza con jeringa a través del empaque, después esta perforación se sellaba con cinta aislante en el caso del empaque flexible mientras que en los empaques de charola se les pegó con silicón una septa para poder introducir la jeringa y tomar la muestra sin dejar orificios que pudieran ocasionar fugas de gases, las mediciones se realizaron por triplicado.

7.4.4. Análisis microbiológico.

Se realizaron los análisis siguientes apoyándose en lo marcado por las Normas de la Secretaria de Salud y la FDA: cuenta total por vertido en placa, en agar para métodos estándar (Bioxon, Becton Dickinson de México), utilizando una temperatura de incubación de $35 \pm 2^\circ\text{C}$ por 18-24 horas; coliformes totales por vertido en placa en agar rojo violeta bilis (Bioxon), incubando a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ por 18-24 horas; hongos y levaduras, utilizando agar papa y dextrosa (Bioxon) acidificado con ácido tartárico, a un pH de 3.5 aproximadamente, incubando a 30°C por 5 días; lactobacilos, utilizando agar MRS (Difco, Laboratories, Detroit, MI, 48232-7058, USA) en incubación anaerobia por 6 días a 30°C y anaerobios totales en agar para anaerobios (Bioxon), utilizando el sistema anaerobio GasPak[®] BBL[®] (Becton Dickinson Microbiology Systems, Cockeysville, MD. 21030 USA) incubando a 30°C por 5 días. Todas las cuentas microbiológicas se llevaron a cabo por duplicado.

Para el caso de cuenta total, organismos coliformes, hongos y levaduras los análisis se realizaron cada tres días a partir del primer día de almacenamiento, para las cuentas de lactobacilos y organismos anaerobios se realizaron cada seis días.

Para el aislamiento de *Listeria* y *Salmonella* (figura 6 y 7) se llevó a cabo los días 6, 9, 15, 18 y 21, según la duración del producto. Primero, se realizó un enriquecimiento para los dos microorganismos; en el caso de *Salmonella* en caldo lactosado (Bioxon) en incubación a 37°C por 24h, después se llevó a cabo en el enriquecimiento selectivo en caldos Selenito cistina y caldo Tetracionato (Difco),

después se procedió al aislamiento en placa utilizando agar Verde Brillante y Sulfito Bismuto (Difco) incubando a 37°C por 24h, posteriormente, se realizó la prueba bioquímica en agar TSI, para verificar si la colonia fue sospechosa del patógeno.

Para *L. monocytogenes* el enriquecimiento se hizo en caldo UVM (Difco) a 30°C por 48h, aislando en medio Oxford con suplementos antibióticos (Oxoid, LTD, Basingstoke, Hampshire, England) a 37°C hasta 7 días para mejor definición de las colonias.

A todas las colonias aisladas como sospechosas se les realizó una tinción Gram y en el caso de *L. monocytogenes* se realizó la prueba de movilidad en fresco y catalasa positiva además de la prueba de hémolisis en agar sangre, a 35°C por 48h. La confirmación de los patógenos se realizó con el sistema comercial API® E-20 bioMérieux (BioMérieux Vitek, Inc. 69280, Marcy l'Etoile France) (para enterobacterias) para la identificación de *Salmonella* y un sistema de identificación de la misma marca para *Listeria*.

7.4.5. Análisis de textura.

La firmeza de la pulpa es un excelente indicador de la madurez de numerosos productos (melón, peras, kiwi), así como de la calidad de consumo en productos frescos-cortados. La firmeza de la pulpa puede ser medida por una variedad de métodos, siendo la más sencilla el uso de un penetrómetro, el cual mide la fuerza requerida para perforar la pulpa de la fruta (Gorny y Kader, 1998).

Las mediciones de textura se realizaron en el CIIDIR (Centro de Investigación Interdisciplinaria y Desarrollo Integral Regional), del Estado de Durango en un Texturómetro Instron Universal, con una celda de compresión de 50 kg fuerza, utilizando un punzón de 7.8 mm de diámetro, a una velocidad del cabezal de 25 cm/min y con una velocidad del papel de 10 cm/min Como se muestra en la figura 8, la evaluación se realizó de la siguiente manera: de cada empaque se tomaron tres trozos de melón, cada uno de ellos se colocaba sobre la base del aparato para que el punzón lo atravesara por el centro y de esta manera, medir la fuerza necesaria para atravesarlo, lo que se tradujo como firmeza del tejido (Mitcham y Kader 1998).

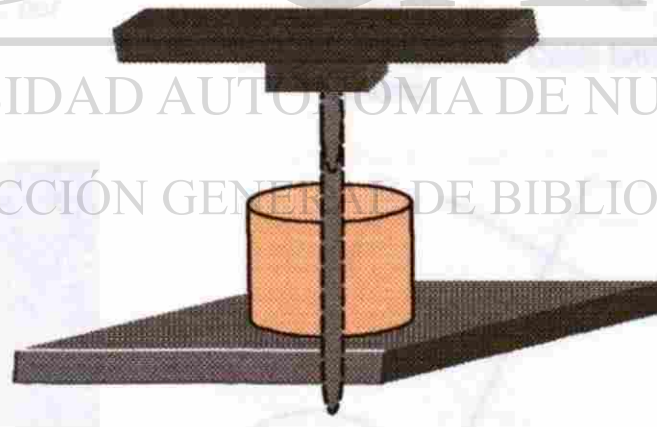


Figura 8. Medición de textura en los cilindros de fruta, con el Texturómetro Instron Universal.

Figura 6. Investigación de *Salmonella*.

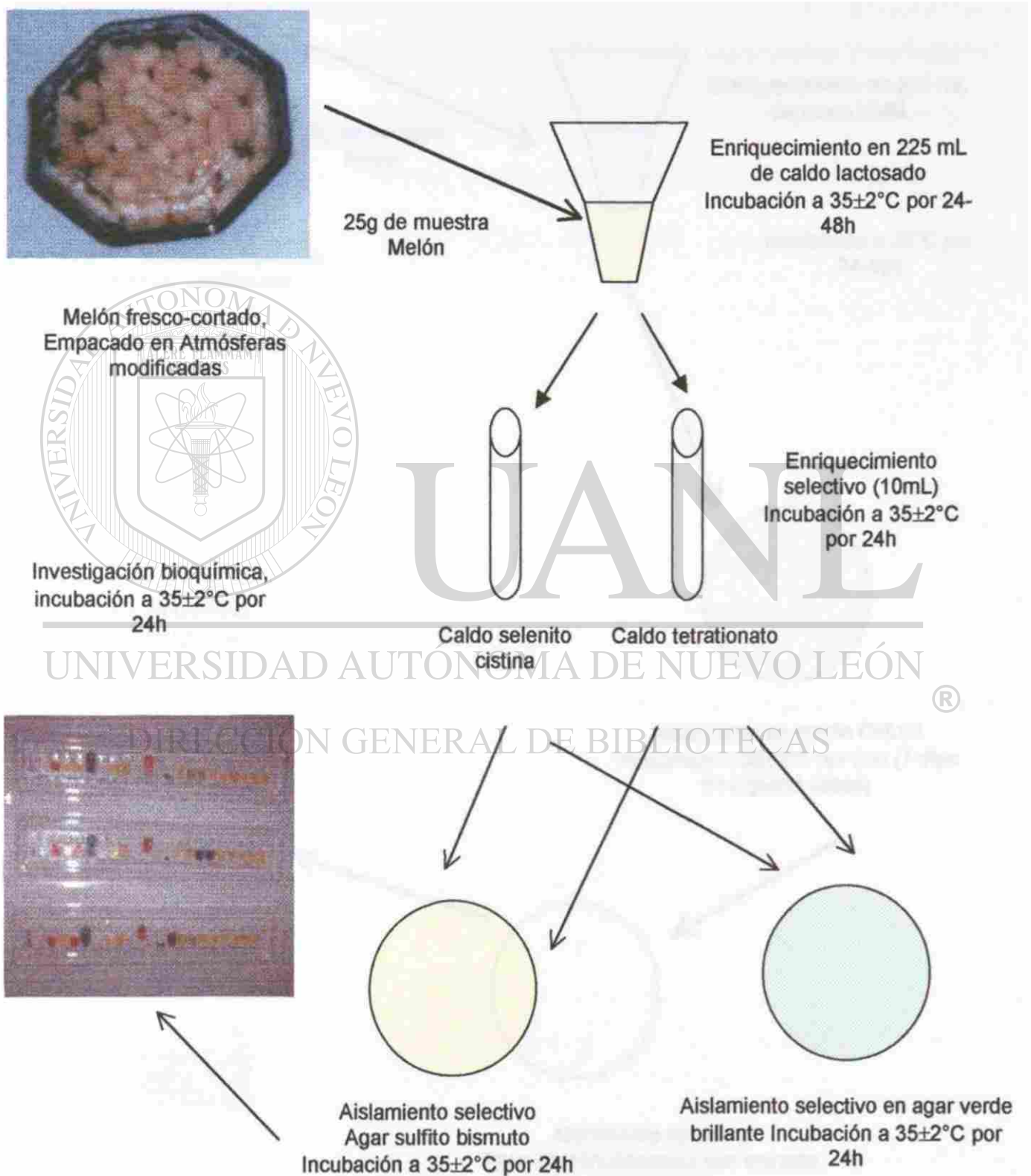
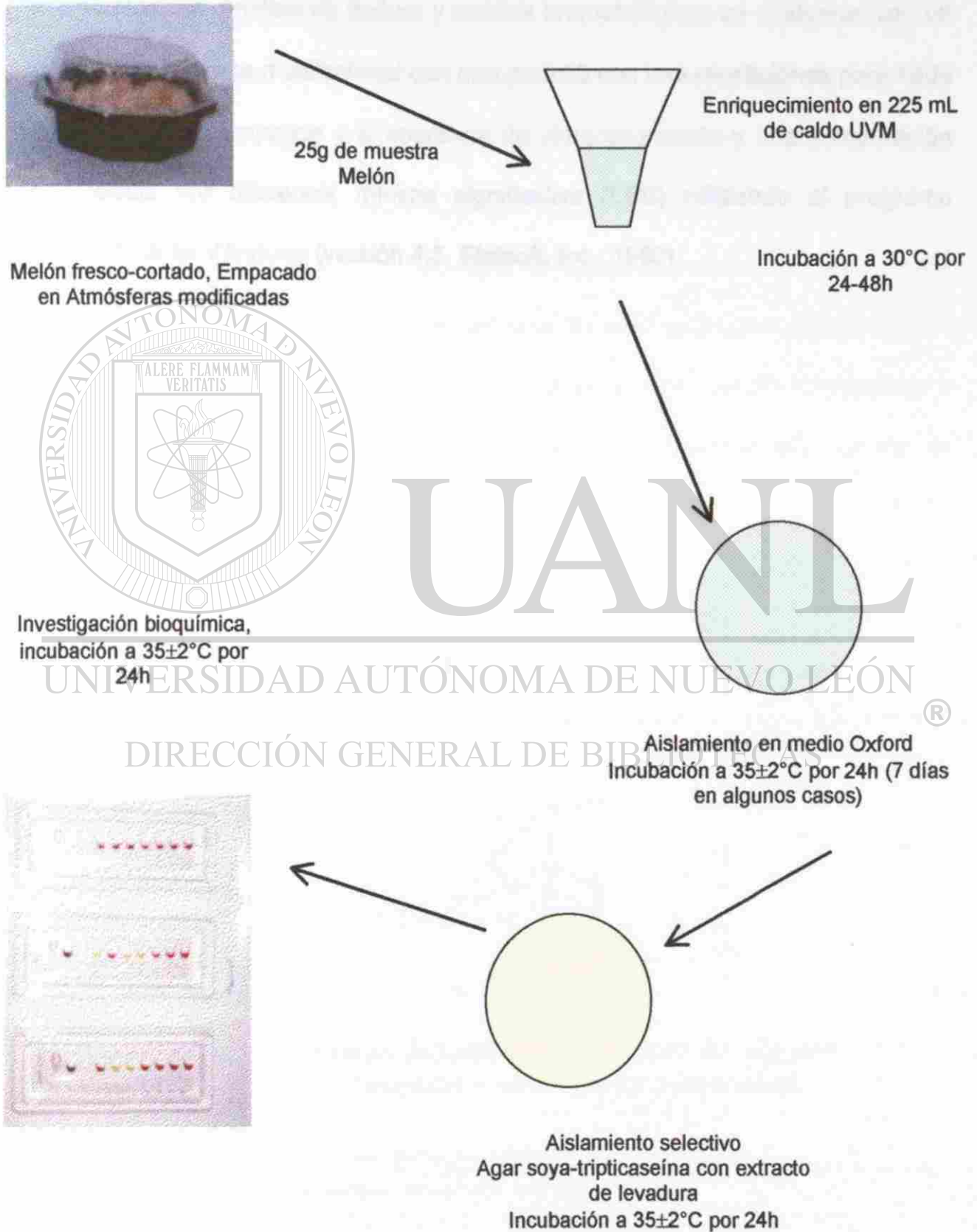
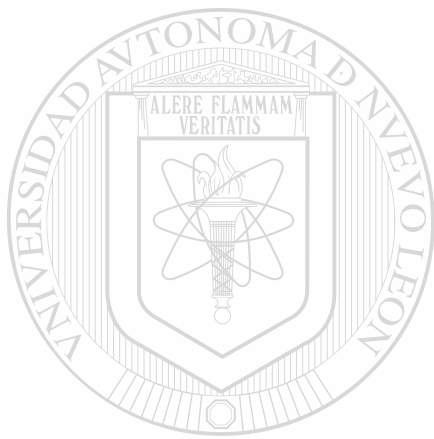


Figura 7. Investigación de *Listeria monocytogenes*.



7.4.6. Diseño experimental y análisis de datos.

El experimento se analizó por medio de un diseño completamente aleatorio. Los resultados obtenidos de las concentraciones de los gases, las cuentas microbiológicas, análisis de textura y análisis bromatológicos se evaluaron con un análisis de varianza multifactorial con una $p \leq 0.05$ con tres repeticiones para cada combinación de empaque y temperatura de almacenamiento y una comparación de medias por diferencia mínima significativa (LSD) utilizando el programa STATISTICA for Windows (versión 4.3, Statsoft, Inc., 1993).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

8. RESULTADOS

8.1. Atmosferas controladas.

8.1.1. Velocidad de respiración.

La velocidad de respiración del producto almacenado a distintas concentraciones de gases se puede observar en la fig. 9. El melón almacenado en la jarra 5 con concentración de 21% de O₂ y 0% de CO₂ mantenido a temperatura ambiente (18°C) fue el que mostró mayor velocidad de respiración, alcanzando arriba de 1.4×10^{-3} mol / kg.h para el oxígeno en solo seis días, seguida por la muestra almacenada bajo la misma concentración de gases pero almacenada a 5°C (jarra 4), donde después de los seis días de almacenamiento se vio un incremento en la velocidad de respiración.

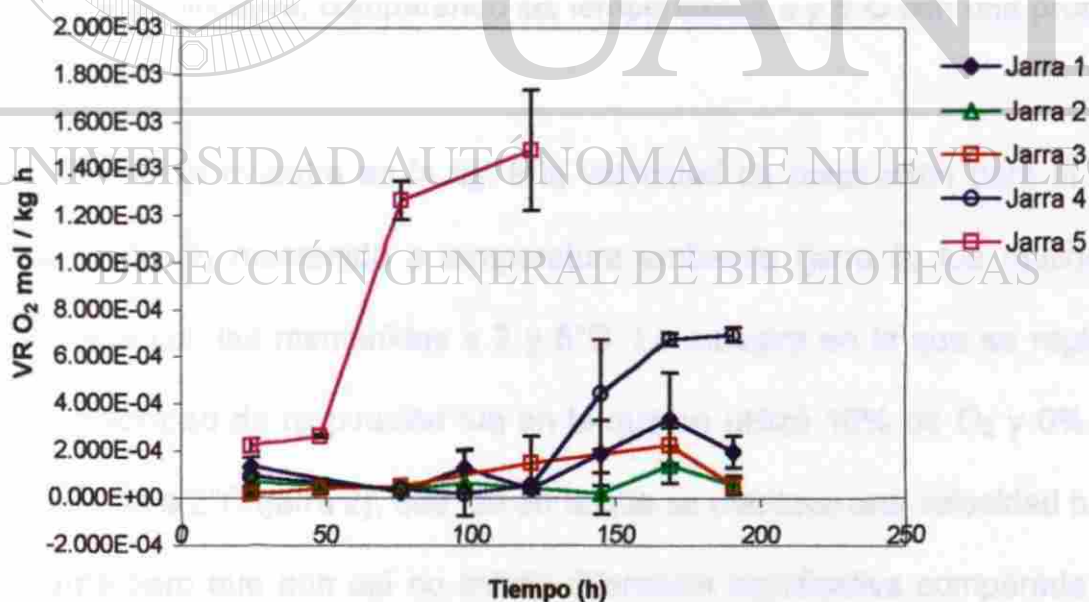


Figura 9. Velocidad de respiración en función del oxígeno en muestras sometidas a diferentes concentraciones.

1) 21% O₂ y 0% CO₂, 2) 10% O₂ y 0% CO₂, 3) 5% O₂ y 0% CO₂, 4) 21% O₂ y 0% CO₂ a 5 °C, 5) 21% O₂ y 0% CO₂ a temperatura ambiente. 1, 2 y 3 almacenados a 2 °C. Promedio de tres muestras.

El análisis estadístico no mostró diferencia significativa en las velocidades de respiración obtenidas con respecto al tiempo, así como las concentraciones de gas utilizadas; sin embargo, al hacer una comparación de medias (LSD) se obtuvo que conforme avanzó el tiempo, a partir del séptimo día, las velocidades empezaron a ser significativamente diferentes ($p \leq 0.03-0.01$).

Con respecto a las concentraciones utilizadas, el efecto total no fue significativo, cuando se realizó una comparación de medias se encontró una ligera diferencia entre la jarra en la que se utilizó 21% O₂ (jarra 4) a 5°C y las que se mantuvieron aproximadamente a 10 y 5% O₂ ($p \leq 0.03-0.04$, jarras 1 y 2), que tuvieron una menor velocidad de respiración entre 1 y 2×10^{-4} mol / kg.h, ya que la jarra 4 alcanzó más de 6.00×10^{-4} mol / kg.h.

Analizando las temperaturas de almacenamiento se vio que existió una diferencia significativa, comparando las temperaturas 2 y 5°C con una probabilidad de $p \leq 0.03$.

Como se muestra en la fig. 9 la velocidad de respiración para la muestra con 21% de O₂ mantenida a temperatura ambiente (jarra 5) fue mucho mayor comparada con las mantenidas a 2 y 5°C. La muestra en la que se registró una menor velocidad de respiración fue en la que se utilizó 10% de O₂ y 0% de CO₂ almacenada a 2°C (jarra 2), que fue en la que se mantuvo una velocidad baja, casi constante pero que aun así no existió diferencia significativa comparada con las otras concentraciones utilizadas; conforme transcurrió el tiempo, en todas las muestras, la velocidad de respiración aumento ligeramente.

8.1.2. *Atmósferas internas.*

La concentración de oxígeno en los empaques almacenados a 10°C se mantuvo constante. En el caso de los empaques rígidos o de charola no disminuyó más allá de 18% (fig. 10) hasta los 5 días de almacenamiento. Para el empaque flexible esta concentración disminuyó a las 24 horas y permaneció dentro de un rango de 12-15% de O₂.

En el caso de los empaques almacenados a 5°C, la concentración de O₂ disminuyó hasta 17% para dos de los empaques rígidos al igual que para el empaque flexible (fig. 11). En los empaques de mayor capacidad que fueron los de 300 y 500g (fig. 4) no se observó ninguna disminución sino un mantenimiento de la concentración de oxígeno

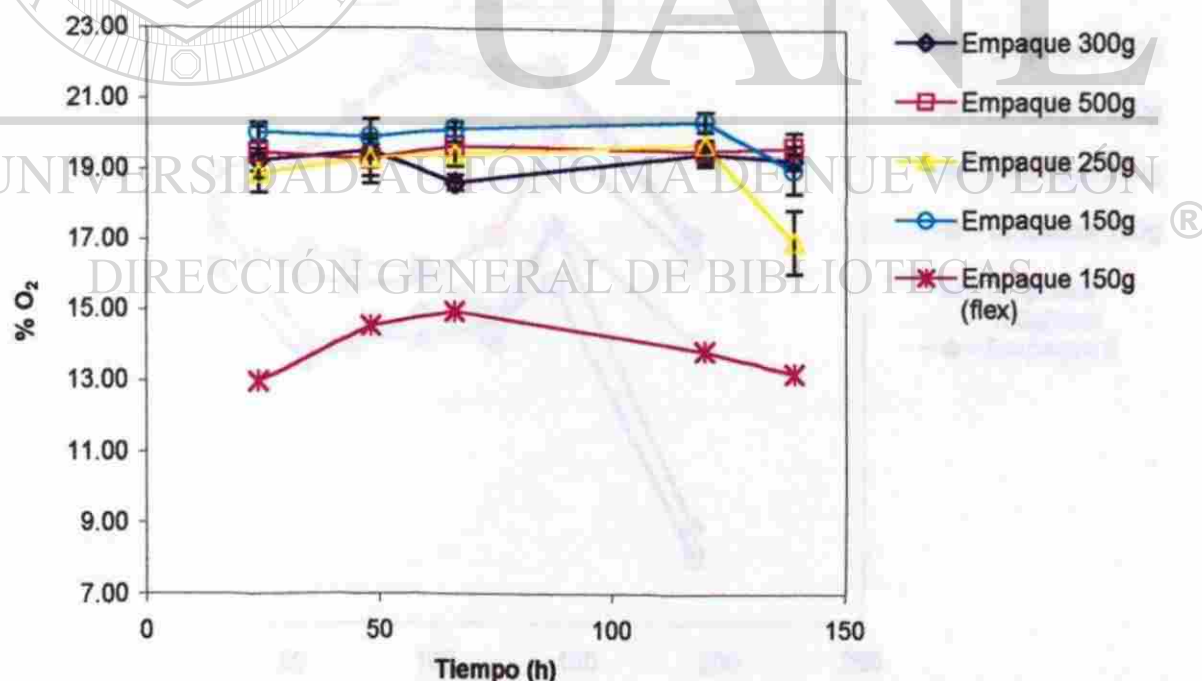


Figura 10. Concentración de Oxígeno en los empaques almacenados a 10 °C.

La muestra tratada con cloruro de calcio al 2.5% y almacenada a 5°C mostró una disminución en la concentración de O₂ como se ve en la fig. 11 (Empaque 6). En los empaques almacenados a 2°C se puede ver (figura 12) que en los de mayor capacidad (al igual que los almacenados a 5°C) es en los que se presentó una mayor concentración de oxígeno mientras que en los empaques de 250 y 150g se obtuvo una disminución de la concentración, en el empaque flexible de 150g no disminuyó más del 15% a los 10 días aproximadamente.

Todas las muestras tratadas con CaCl₂ mostraron una rápida disminución en la concentración de O₂ durante los primeros 4 días, pero después se presentó un incremento para volver a disminuir a los 15 días aproximadamente (fig. 13).

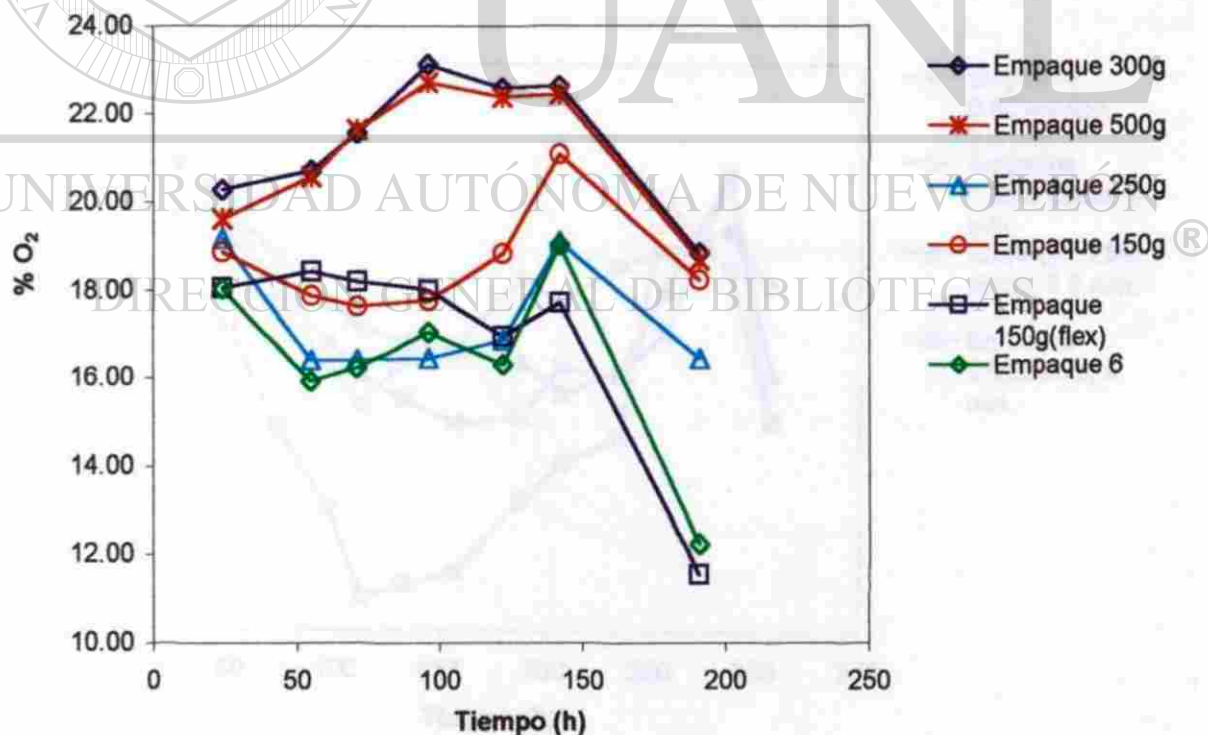


Figura 11. Concentración de oxígeno en los empaques almacenados a 5 °C.

*Nota: el empaque 6 es con calcio es a una concentración de 2.5% por 1 min. a 60 °C.

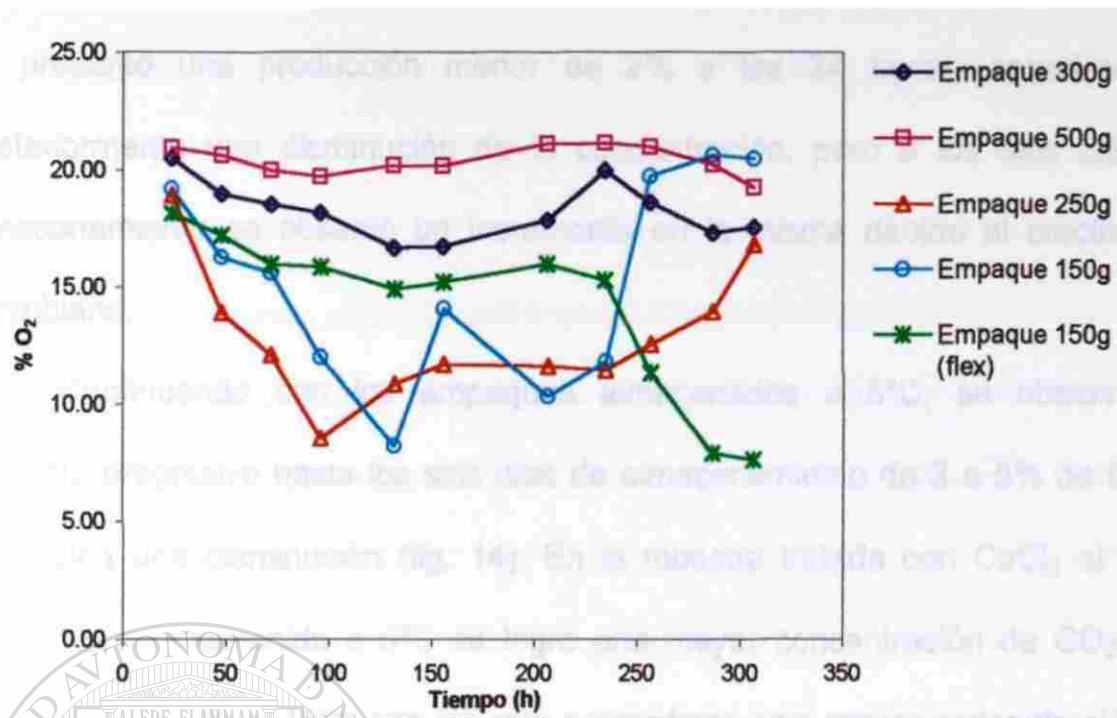


Figura 12. Concentración de oxígeno en los empaques almacenados a 2°C.

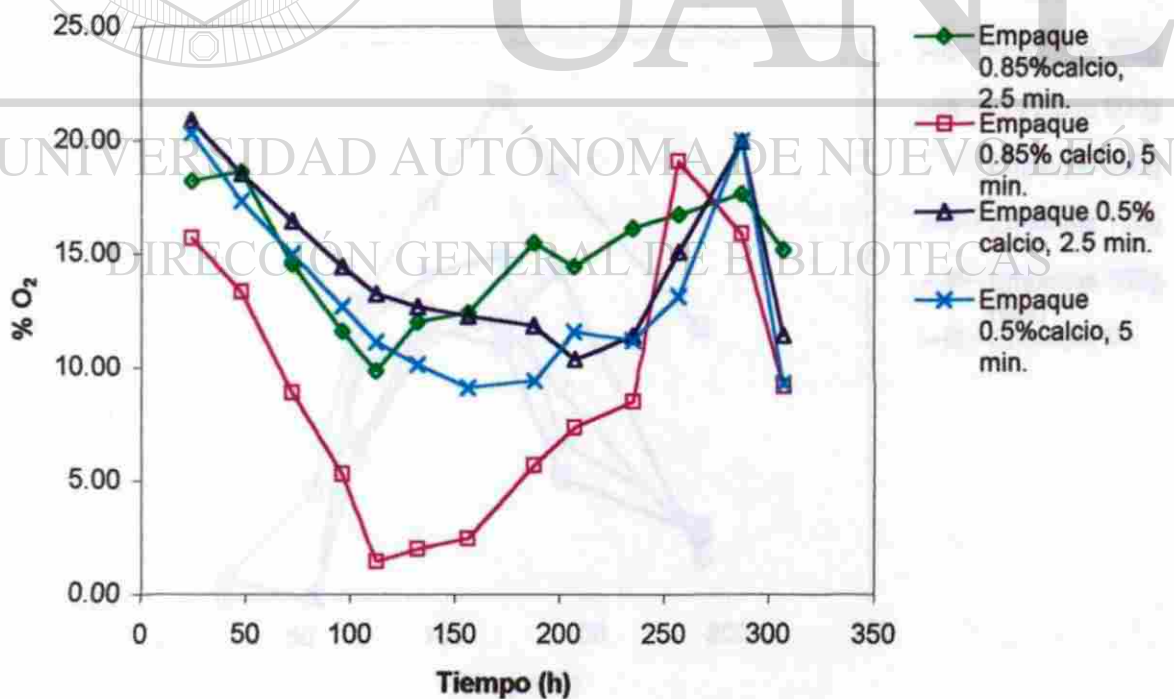


Figura 13. Concentración de oxígeno en los empaques almacenados a 2°C tratados con cloruro de calcio

Nota: las muestras con 0.5% de CaCl₂ además tienen 0.35% de sacarosa

Con respecto al dióxido de carbono en los empaques almacenados a 10°C se presentó una producción menor de 2% a las 24 horas, apreciándose, posteriormente una disminución de la concentración, pero a los seis días de almacenamiento se observó un incremento en la misma debido al crecimiento microbiano.

Continuando con los empaques almacenados a 5°C, se observó un aumento progresivo hasta los seis días de almacenamiento de 3 a 5% de CO₂ y enseguida una disminución (fig. 14). En la muestra tratada con CaCl₂ al 2.5% (empaque 6) mantenida a 5°C se logró una mayor concentración de CO₂. Los empaques de 250 y 150g son los que presentaron una mayor concentración de CO₂ de casi un 8% a una temperatura de almacenamiento de 2°C. Los demás empaques no sobrepasaron el 2% (fig. 15).

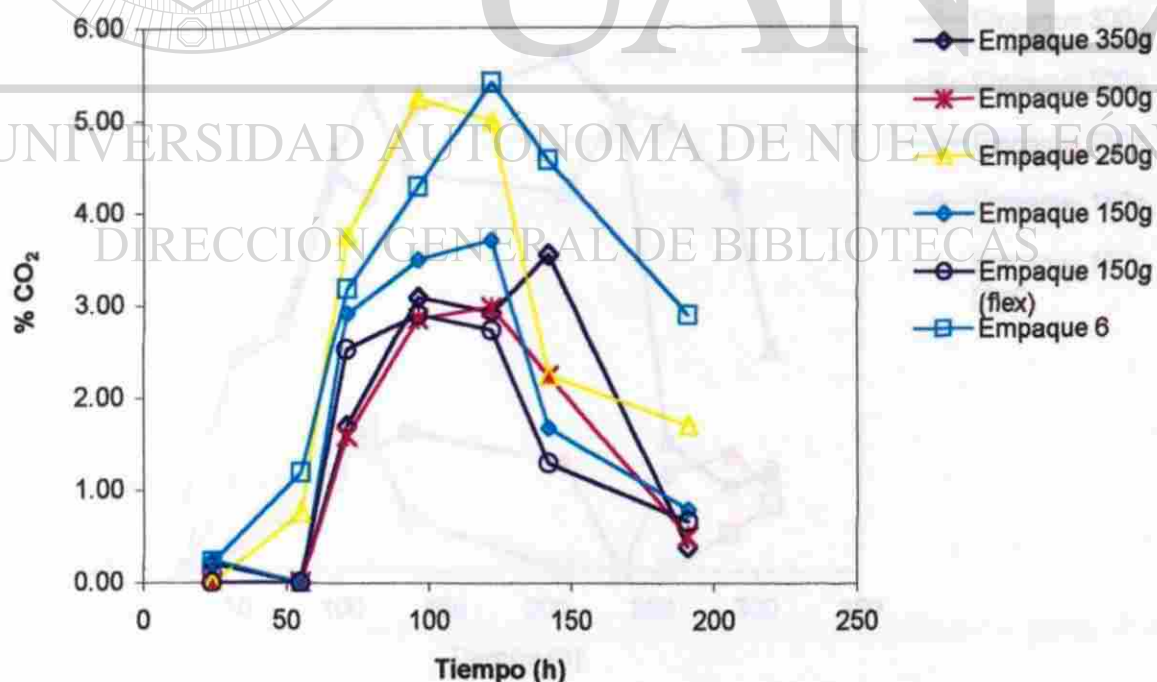


Figura 14. Concentración de dióxido de carbono en los empaques almacenados a 5°C.

Empaque 6: tratado con CaCl₂ al 2.5% a 60 °C por 1 min.

Las muestras tratadas con CaCl_2 mantenidas a 2°C presentaron un incremento mayor al 3% de CO_2 , en la mayoría de los casos (fig. 16).

Realizando el análisis estadístico para el caso del oxígeno tuvimos una gran diferencia significativa como se puede apreciar en las figuras anteriores. Al igual que en el caso anterior, la temperatura marcó una gran diferencia, ya que a menor temperatura la concentración de oxígeno es mayor y más en los empaques de menor capacidad, algo similar ocurre con la concentración de CO_2 donde se presentó una gran diferencia en cuanto a la acumulación de este gas a menor temperatura y en los empaques más pequeños, pero todo es debido a permeabilidad a los gases y velocidad de respiración del producto (ver discusión). En el empaque en el que no se observa una disminución importante en la concentración de oxígeno es en el de 500g almacenado a 2°C .

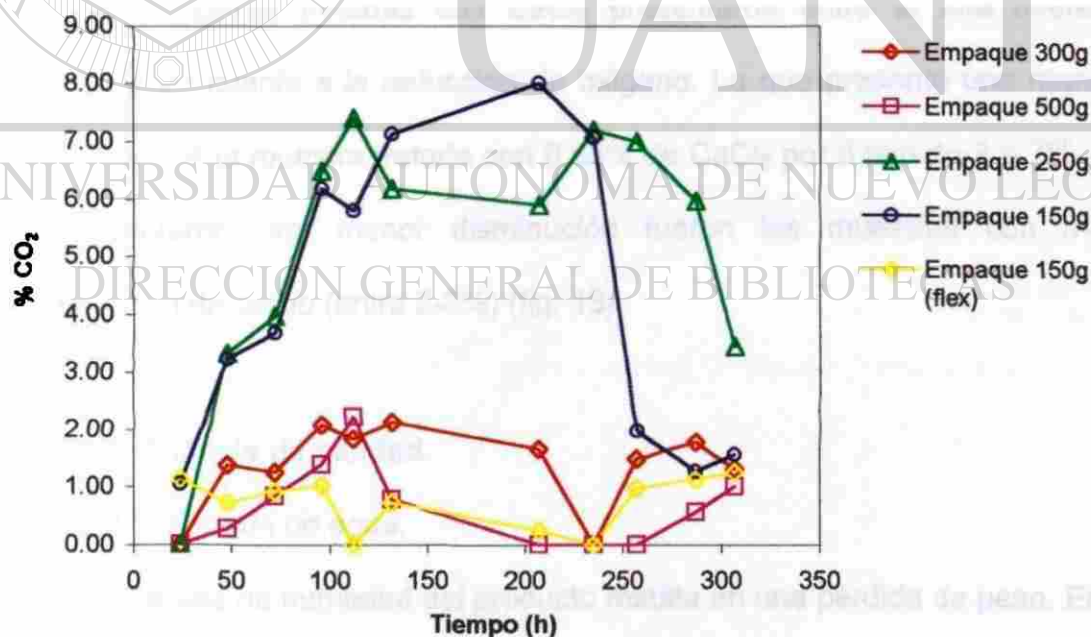


Figura 15. Concentración de dióxido de carbono en los empaques almacenados a 2°C .

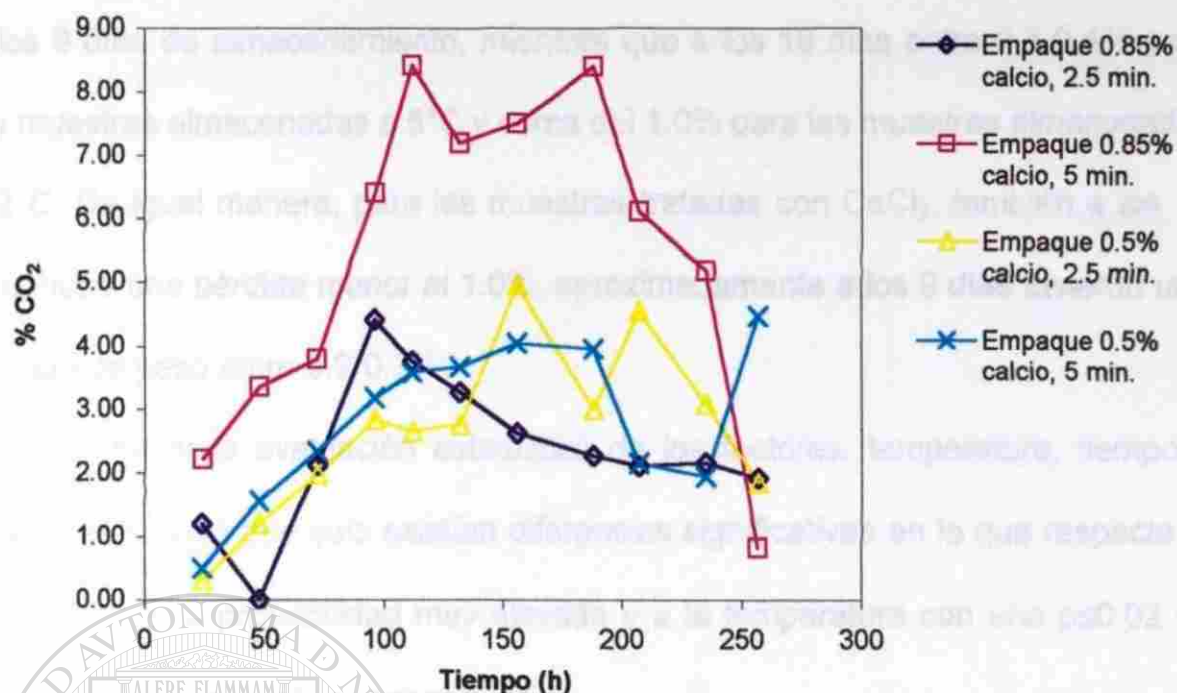


Figura 16. Concentración de dióxido de carbono en los empaques almacenados a 2 °C con cloruro de calcio

Las muestras tratadas con CaCl_2 presentaron entre sí una diferencia significativa en cuanto a la reducción de oxígeno. La que presentó una marcada disminución fue la muestra tratada con 0.85% de CaCl_2 por 5 min de 8 a 7% y las que presentaron una menor disminución fueron las muestras con menor concentración de calcio (entre 2-3%) (fig. 13).

8.2. Análisis de calidad.

8.2.1. Pérdida de agua.

La pérdida de humedad del producto resulta en una pérdida de peso. En los resultados que se obtuvieron, la pérdida de agua, en promedio, no aumentó más del 1% a las temperaturas de almacenamiento (fig.17 y 18).

A una temperatura de 10°C existió una pérdida de peso de menos del 0.3% a los 9 días de almacenamiento, mientras que a los 18 días entre 0.3-0.4% para las muestras almacenadas a 5°C y cerca del 1.0% para las muestras almacenadas a 2°C. De igual manera, para las muestras tratadas con CaCl₂, también a los 18 días hubo una pérdida menor al 1.0%, aproximadamente a los 9 días tuvieron una pérdida de peso entre 0.2-0.3%.

Al hacer la evaluación estadística de los factores: temperatura, tiempo y empaque, resultó que solo existían diferencias significativas en lo que respecta al tiempo con una probabilidad muy elevada y a la temperatura con una $p \leq 0.02$ ya que a menor temperatura menor pérdida.

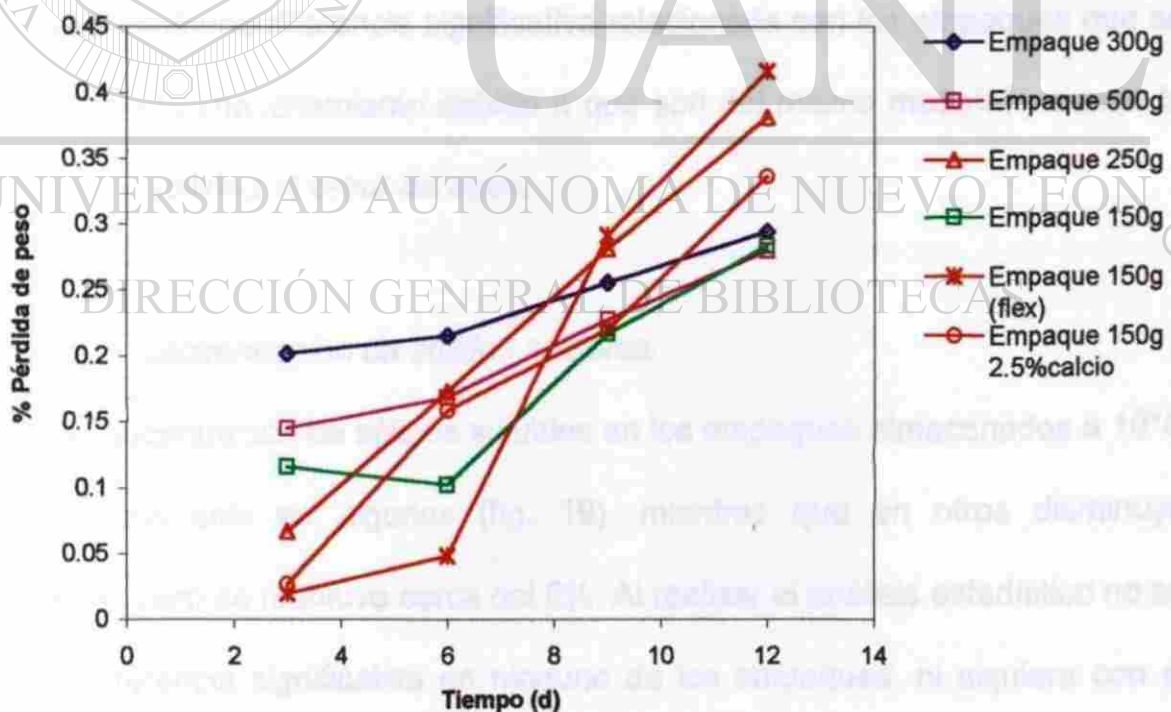


Figura 17. Pérdida de peso como pérdida de humedad en los empaques almacenados a 5 °C.

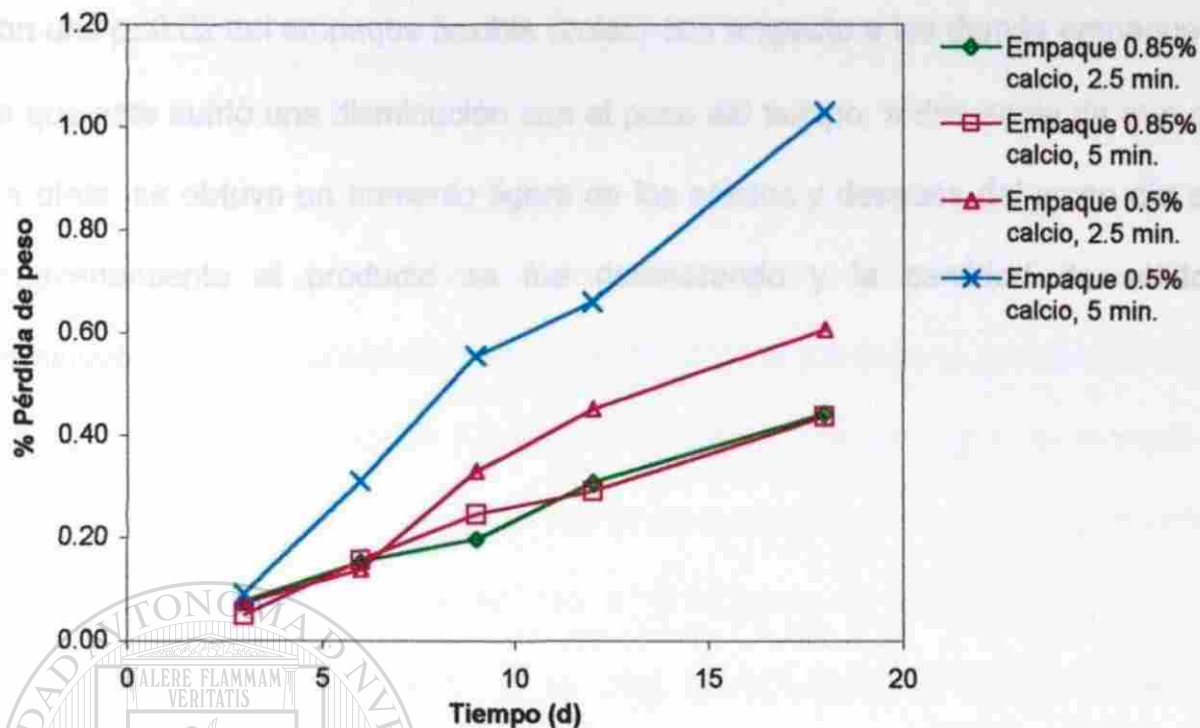


Figura 18. Pérdida de peso como pérdida de humedad para las muestras tratadas con CaCl_2 almacenadas a 2°C .

No existió una diferencia significativa relacionada con los empaques que se utilizaron en el almacenamiento debido a que son del mismo material y tienen la misma permeabilidad al vapor de agua.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

8.2.2. Concentración de sólidos solubles.

La concentración de sólidos solubles en los empaques almacenados a 10°C se incrementó solo en algunos (fig. 19), mientras que en otros disminuyó ligeramente, pero se mantuvo cerca del 8%. Al realizar el análisis estadístico no se encontró diferencia significativa en ninguno de los empaques, ni siquiera con el paso del tiempo, donde se esperaría un deterioro debido al metabolismo de los azúcares ya sea como una producción o asimilación de los mismos.

Realizando una comparación de medias se encontró diferencia significativa con una $p \leq 0.02$ del empaque flexible (bolsa) con respecto a los demás empaques, ya que este sufrió una disminución con el paso del tiempo, a diferencia de que en los otros, se obtuvo un aumento ligero de los sólidos y después del sexto día de almacenamiento el producto se fue deteriorando y la cantidad de sólidos disminuyó.

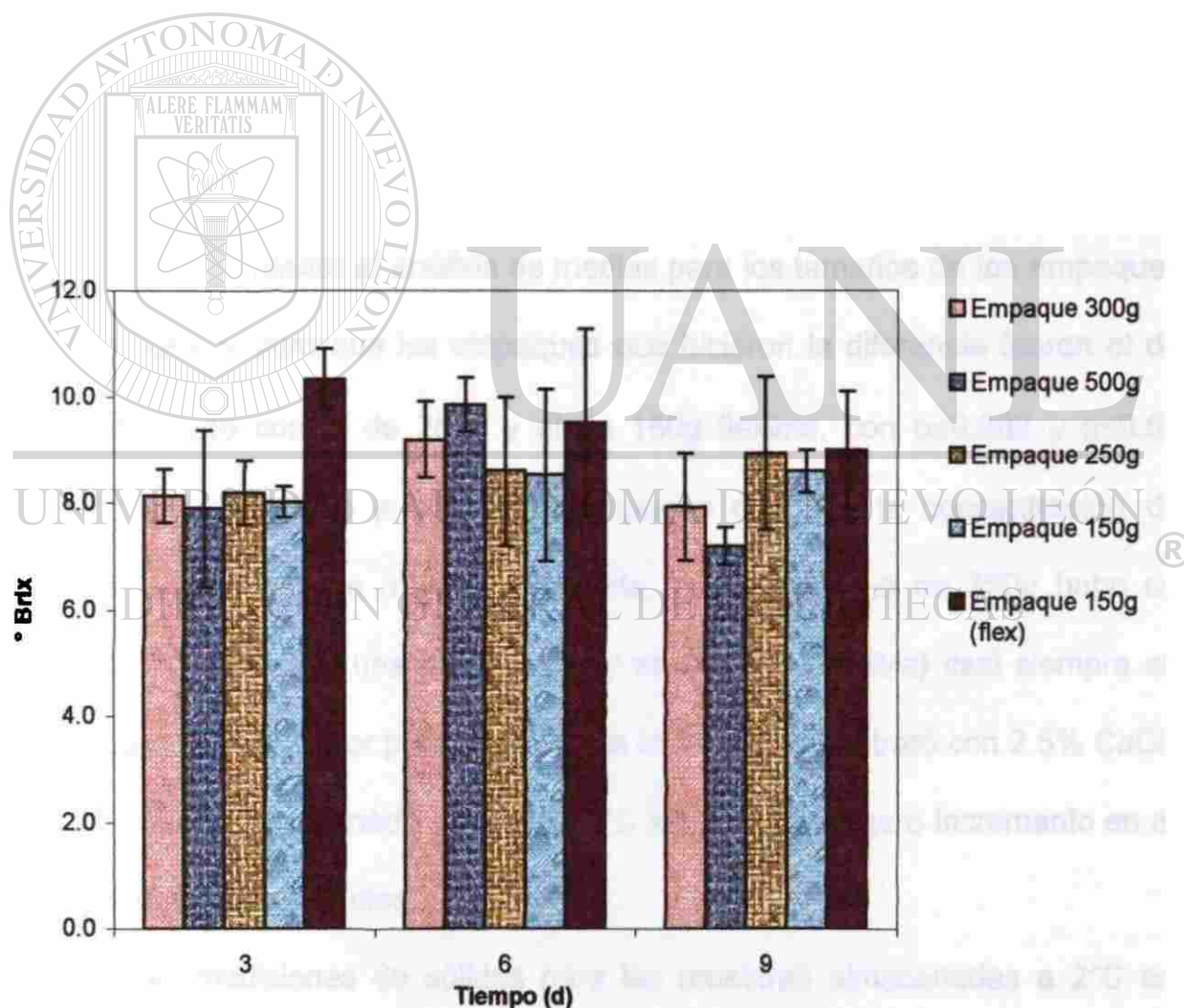


Figura 19. Concentración de sólidos solubles en los empaques almacenados a 10°C.

Por otro lado en la concentración de los sólidos en los empaques almacenados a 5°C si se obtuvo una diferencia significativa con respecto al tiempo de almacenamiento y al tamaño de empaque utilizado con una $p \leq 0.03$ donde el empaque de 350g y el de 150g flexible hicieron la diferencia, ya que en las mediciones se obtuvo que los dos aumentaron su concentración, aunque la medición para el último día en el empaque flexible fue demasiado grande.

Haciendo un análisis de medias con respecto al tiempo como se esperaba, para el día 9 la concentración de sólidos empezó a disminuir después de haberse mantenido casi constante, mientras que en el empaque de 350g la concentración fue en aumento al igual que en el de 150g flexible donde la concentración de sólidos en el día 12 tuvo un incremento bastante alto.

Cuando se realizó el análisis de medias para los tamaños de los empaques utilizados, se encontró que los empaques que hicieron la diferencia fueron el de 350g comparado con el de 250g y el de 150g flexible, con $p \leq 0.002$ y $p \leq 0.04$ respectivamente. Debido a que en el empaque de 350g la concentración de sólidos se incrementó de manera constante, en el empaque de 250g hubo un incremento y enseguida una disminución y en el 150g (flexible) casi siempre se tuvo un aumento en mayor proporción. En la muestra que se trató con 2.5% CaCl_2 a 60°C por 1 min almacenada también a 5°C se obtuvo un ligero incremento en el contenido de sólidos solubles.

En las mediciones de sólidos para las muestras almacenadas a 2°C se apreció un mantenimiento de la concentración de sólidos en el empaque flexible, en los demás se notó cierto aumento, lo que causó una diferencia significativa con

respecto al empaque utilizado; la diferencia más marcada estuvo entre el empaque flexible y el empaque de charola de 500g con una $p \leq 0.0008$. Como era de esperarse, existieron diferencias por los tiempos de almacenamiento, ya que en los primeros días la concentración de los sólidos se incremento y a partir de día 18 se observó una disminución.

Las muestras tratadas con CaCl_2 no muestran diferencia significativa ni con respecto al tiempo de almacenamiento ni del tiempo de inmersión, ni con las diferentes concentraciones de calcio utilizadas, ni siquiera todos los factores juntos (fig. 20). Las muestras mantuvieron su concentración de sólidos casi constante durante el período de almacenamiento en un rango de 8-9% de sólidos solubles.

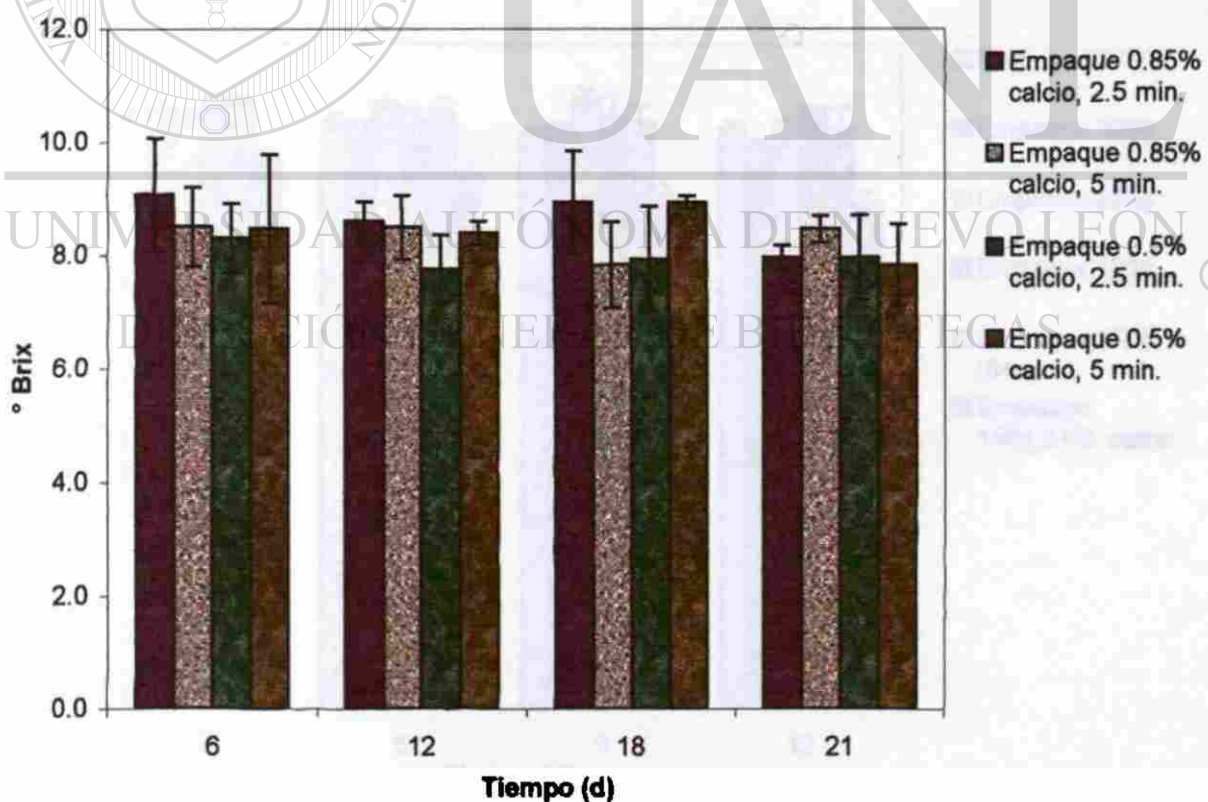


Figura 20. Concentración de sólidos solubles en las muestras tratadas con CaCl_2 almacenados a 2°C .

8.2.3. Acidez titulable y pH.

En las muestras almacenadas a 10°C, no existió efecto significativo con respecto a los empaques utilizados, pero se tuvo una diferencia con una $p \leq 0.02$ para el factor tiempo, donde hubo una disminución en la acidez.

En las muestras almacenadas a 5°C, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ni con los empaques utilizados ni por el tiempo de almacenamiento.

En la medición de pH, fue donde se tuvo una disminución ligera y resultó en una diferencia apreciable con respecto a los empaques utilizados, haciendo la diferencia fueron el empaque de 250g en el que se pudo ver un incremento mayor con respecto a los otros empaques (fig. 21).

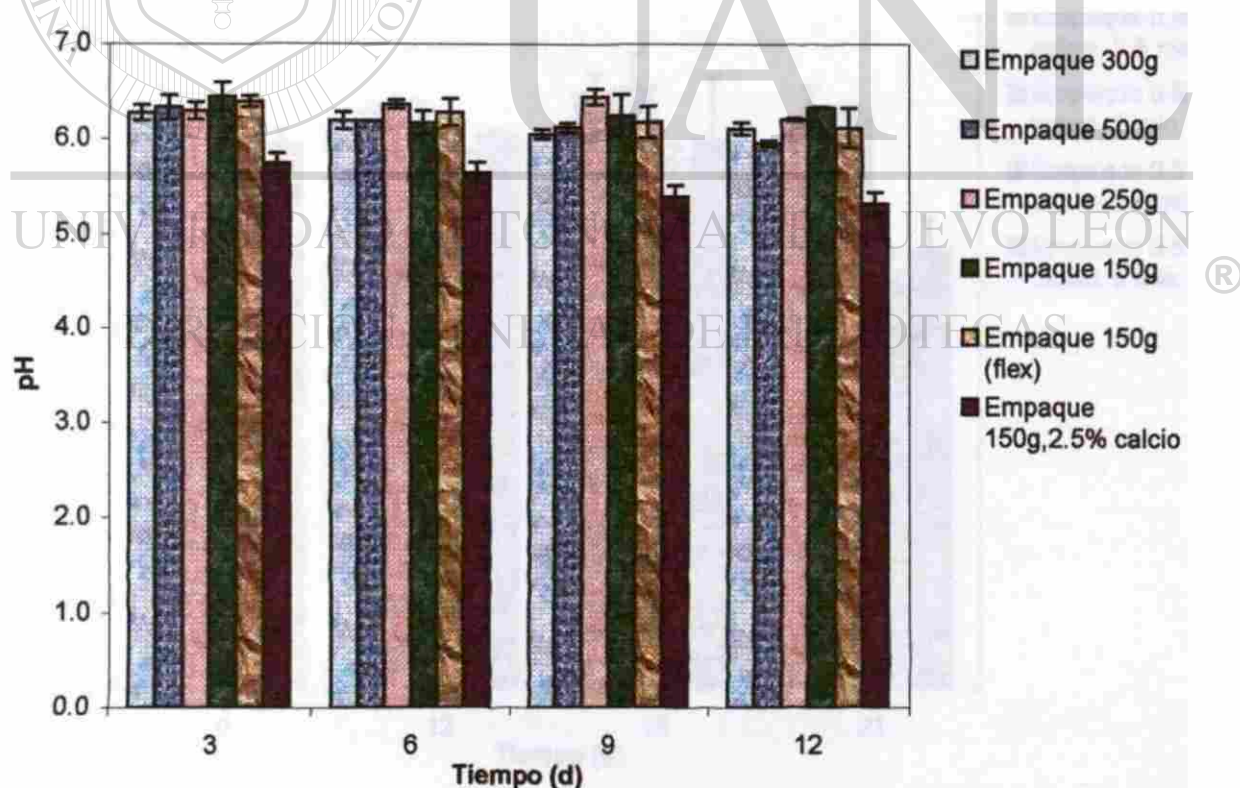


Figura 21. Valores de pH para los empaques almacenados a 5°C.

En el caso de las muestras que se trataron con CaCl_2 se observó una disminución del pH de forma constante, durante el tiempo de almacenamiento, al igual que la acidez, tuvo un valor menor que en las muestras no tratadas (fig. 22).

Existió una diferencia significativa muy alta para la concentración de cloruro de calcio utilizada y el tiempo de almacenamiento, en las muestras con mayor concentración de calcio se tuvo una menor disminución en el pH y este se mantuvo casi constante, en el caso de las muestras con menos calcio pero con sacarosa el pH fue más bajo. El tiempo de inmersión no afectó este parámetro.

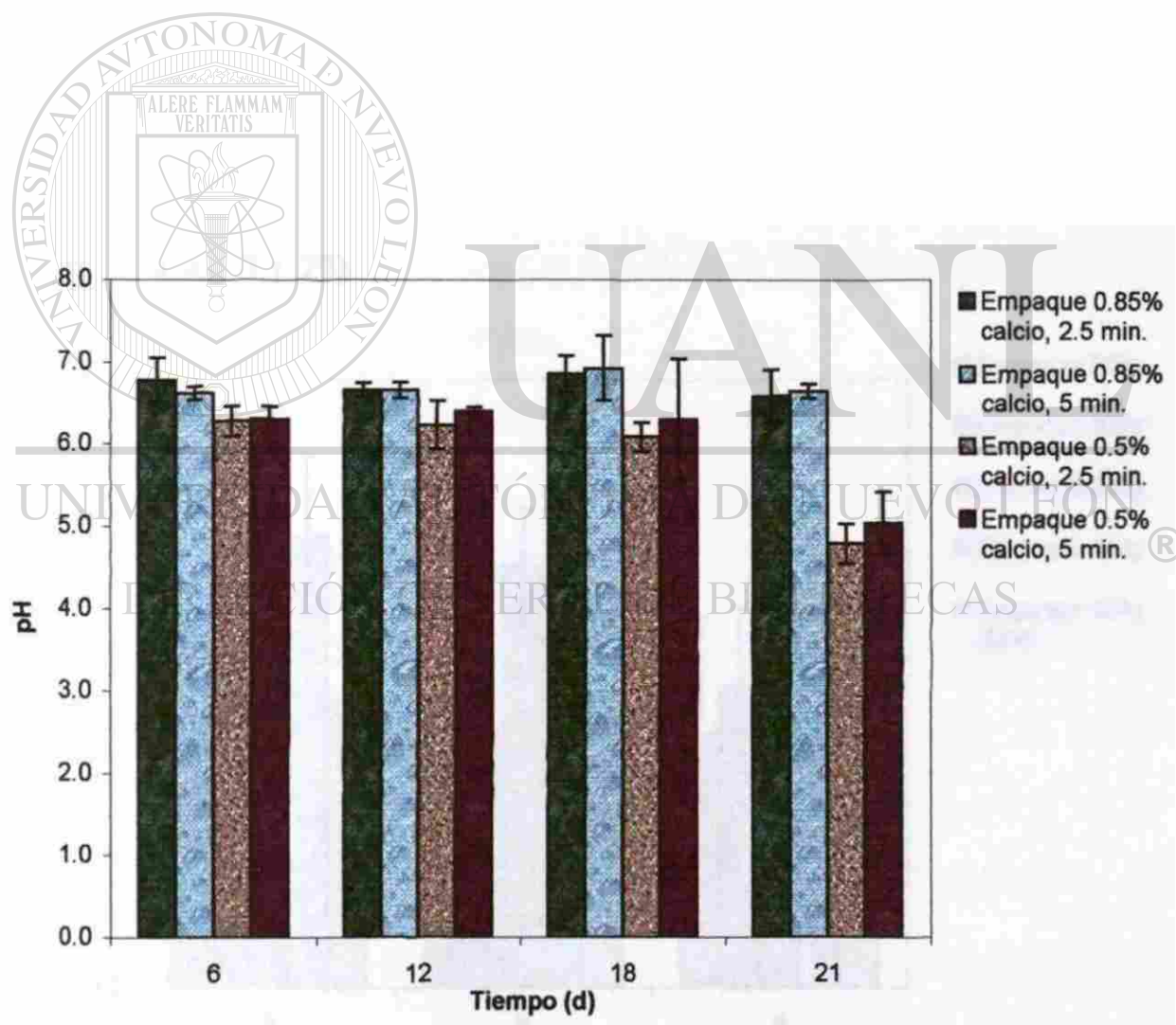


Figura 22. pH en las muestras tratadas con CaCl_2 almacenadas a 2°C .

8.2.4. Ácido ascórbico.

En el caso del ácido ascórbico se presentó una disminución, la cual se vio afectada tanto por los empaques como por el tiempo de almacenamiento, debido a que es un compuesto poco estable, del cual se esperaba su degradación con el tiempo.

En los empaques almacenados a 10°C se tuvieron diferencias significativas con respecto a los empaques y al tiempo de almacenamiento con una $p \leq 0.001$ y en los empaques en los que se observó una diferencia mínima significativa fue entre los de 300, 250 y 150g, por ejemplo en el de 250g se tuvo un mantenimiento de ácido ascórbico y en los otros dos empaques se tuvo una disminución del mismo, al igual para el empaque de 500g ya que también sufrió una disminución brusca del ácido (fig. 23).

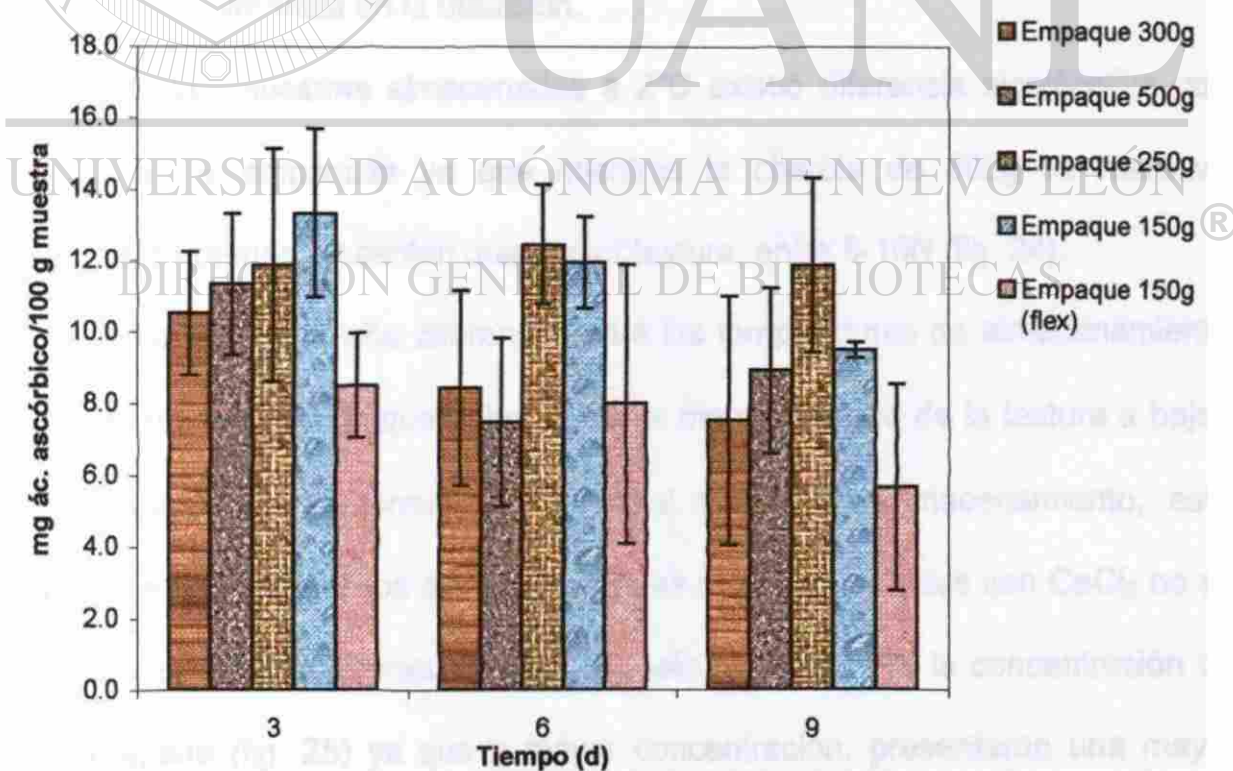


Figura 23. Concentración de ácido ascórbico en los empaques almacenados a 10°C.

Para el caso de los empaques almacenados a 5°C, no se obtuvieron diferencias significativas con respecto al tiempo ni la temperatura, aún realizando análisis de medias se pudo apreciar alguna diferencia, lo que nos indica que en el almacenamiento a bajas temperaturas disminuye la pérdida de esta sustancia con valor vitamínico. En la muestra tratada con 2.5% de CaCl₂ almacenada a 5°C se tuvo un mantenimiento uniforme en la cantidad de este ácido.

8.2.5. Textura.

De las muestras almacenadas a 5°C, una se trató con 2.5% CaCl₂ a 60°C por 1 min, y se encontró una diferencia significativa de $p \leq 0.03$ para la muestra no tratada (con el mismo empaque de 150g); las mediciones de textura para estas muestras se encontraron en un rango de 8-10N. Entre las muestras no tratadas no hubo ninguna diferencia en la medición.

Para las muestras almacenadas a 2°C existió diferencia significativa con respecto a los empaques ya que mientras la charola de 500g se mantuvo constante las demás presentan una mayor textura, entre 8-10N (fig. 24).

Analizando si existía diferencia entre las temperaturas de almacenamiento se obtuvo una $p \leq 0.02$ ya que hubo un mejor mantenimiento de la textura a bajas temperaturas, solo conforme transcurrió el tiempo de almacenamiento, esta medición, en algunos casos disminuyó. En las muestras tratadas con CaCl₂ no se vio un efecto de la temperatura (2 y 5°C) solo se afectó por la concentración de calcio utilizada (fig. 25) ya que a mayor concentración, presentaron una mayor firmeza. El tiempo de inmersión no tuvo ningún efecto sobre este parámetro.

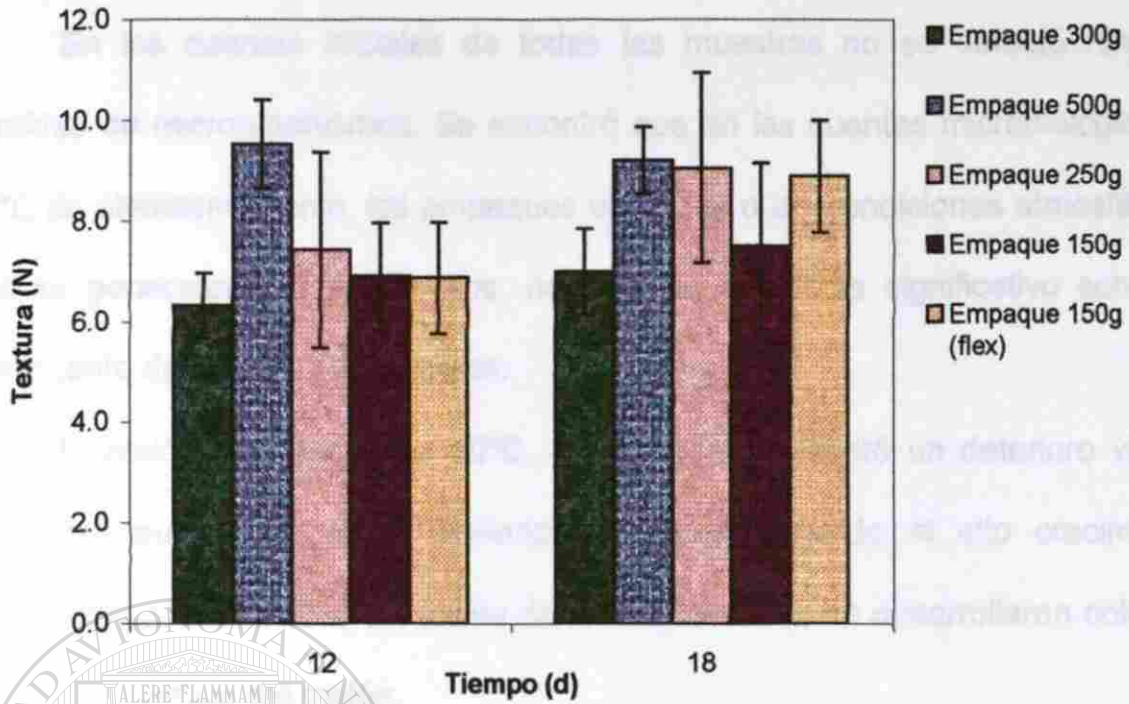


Figura 24. Mediciones de textura para las muestras almacenadas a 2°C.

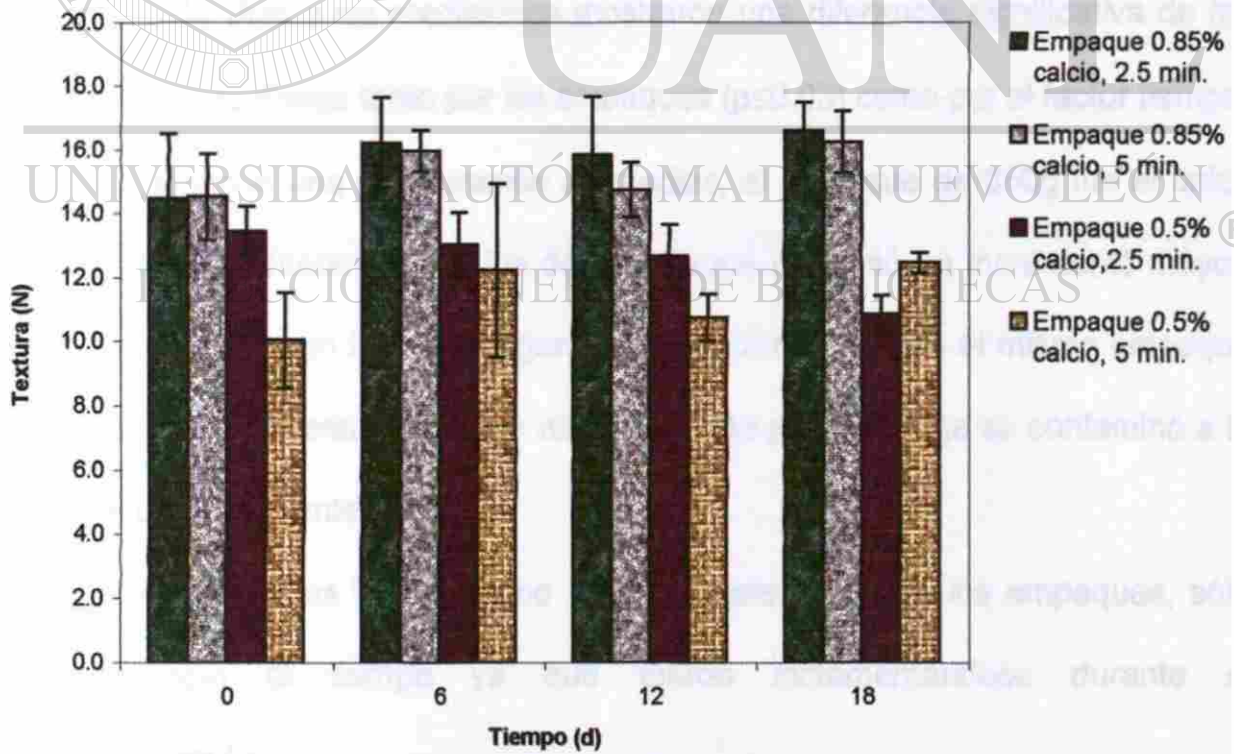


Figura 25. Mediciones de textura para las muestras tratadas con CaCl₂ almacenadas a 2°C.

8.2.6. Análisis microbiológico.

En las cuentas iniciales de todas las muestras no se detectó ninguna cantidad de microorganismos. Se encontró que en las cuentas microbiológicas a 10°C de almacenamiento, los empaques utilizados o las condiciones atmosféricas que se generaron dentro de ellos, no tuvieron un efecto significativo sobre el crecimiento de los microorganismos.

El melón almacenado a 10°C, a los 8 días presentó un deterioro visual, donde se pudieron apreciar sustancias gomosas, debido al alto crecimiento microbiológico, además a los 9 días de almacenamiento se desarrollaron colonias sobre la superficie del melón.

En las muestras almacenadas a 5°C, a los 9 días, los trozos de melón presentaron buenas características visuales, pero su vida de anaquel no fue más allá de los 12 días y las mediciones mostraron una diferencia significativa de las cuentas de mesofílicos tanto por los empaques ($p \leq 0.03$) como por el factor tiempo.

Realizando una comparación de medias, el empaque de 350g fue el único que mostró una diferencia con los demás porque presentó un incremento mayor. Lo mismo ocurrió con los microorganismos coliformes, siendo el mismo empaque donde se hizo la diferencia (lo que nos indica que posiblemente se contaminó a la hora del procesamiento).

Respecto a las levaduras no se tuvo diferencia entre los empaques, sólo con respecto al tiempo ya que fueron incrementándose durante el almacenamiento.

Tabla 1. Cuentas microbiológicas a los 9 días de almacenamiento, para la temperatura de 10°C, 12 días para la temperatura de 5°C y 18 días de almacenamiento para las muestras mantenidas a 2°C.

Empaque	Almacenamiento a 10°C		Almacenamiento a 5°C		Almacenamiento a 2°C	
	Mesofílicos	Coliformes	Mesofílicos	Coliformes	Mesofílicos	Coliformes
300g	7.1E+08	6.0E+07	1.3E+06	1.5E+06	1.8E+04	3.6E+03
	1.6E+08	2.1E+08	3.3E+06	4.4E+05	2.6E+04	5.9E+03
	2.6E+08	3.9E+08	6.8E+04	4.0E+04	2.2E+04	6.4E+03
500g	7.7E+07	4.1E+07	7.9E+05	7.0E+05	6.6E+03	1.0E+02
	1.2E+08	1.3E+08	6.1E+04	3.2E+04	7.1E+03	1.0E+02
	3.0E+08	1.9E+08	2.2E+05	1.6E+05	4.2E+03	1.0E+02
250g	1.2E+08	9.6E+07	1.0E+03	1.0E+03	1.8E+03	1.0E+02
	2.2E+08	1.0E+08	1.0E+03	1.0E+03	3.0E+03	1.0E+02
	1.6E+08	1.4E+08	1.0E+03	1.0E+03	2.8E+03	1.0E+02
150g	1.5E+08	5.2E+08	5.0E+03	3.5E+03	2.1E+05	4.4E+04
	4.4E+08	3.3E+08	1.0E+03	1.0E+03	2.3E+05	4.0E+04
	6.2E+08	3.1E+08	7.0E+03	1.8E+04	2.0E+05	4.0E+04
150g (flexible)	9.0E+08	5.7E+08	2.0E+06	1.2E+06	1.5E+03	1.1E+03
	7.0E+07	8.5E+06	2.1E+06	2.5E+06	2.2E+03	1.9E+03
	3.6E+07	1.3E+07	5.2E+05	6.6E+06	1.7E+03	1.0E+03

Nota: los datos son por tres repeticiones para cada empaque.

Tabla 2. Cuentas microbiológicas a los 9 días de almacenamiento, para la temperatura de 10°C, 12 días para la temperatura de 5°C y 18 días de almacenamiento para las muestras mantenidas a 2°C y las tratadas con CaCl₂ a 2°C.

Empaque	Almacenamiento a 10°C		Almacenamiento a 5°C		Almacenamiento a 2°C	
	Anaerobios	B. lácticas	Anaerobios	B. lácticas	Anaerobios	B. lácticas
300g	2.2E+03	2.9E+03	1.2E+05	1.2E+05	1.4E+06	1.6E+06
	1.5E+02	1.0E+02	4.0E+06	3.6E+06	1.5E+06	1.2E+06
	1.0E+02	1.0E+02	1.0E+03	3.9E+06	1.3E+06	1.0E+06
500g	1.6E+04	8.3E+06	4.3E+06	3.2E+06	7.2E+04	8.4E+04
	2.4E+07	1.1E+06	1.2E+06	9.9E+05	5.7E+04	6.5E+05
	5.8E+06	5.4E+06	1.0E+06	7.7E+05	4.6E+04	7.8E+04
250g	2.1E+07	1.7E+07	1.0E+03	1.0E+03	1.9E+02	3.0E+02
	1.1E+07	2.2E+07	8.7E+04	1.0E+03	1.2E+02	3.0E+02
	1.6E+07	1.6E+07	1.0E+03	1.0E+03	1.8E+02	3.7E+02
150g	2.5E+07	3.0E+07	4.6E+05	3.2E+05	3.3E+05	3.3E+05
	3.1E+08	4.5E+08	4.6E+05	2.8E+05	3.0E+05	3.3E+05
	3.7E+08	3.8E+08	3.3E+05	1.7E+05	2.4E+05	3.0E+05
150g (flexible)	4.4E+08	7.0E+08	3.6E+06	2.9E+06	2.5E+05	3.0E+05
	9.1E+07	1.6E+06	4.8E+06	3.6E+06	2.2E+05	2.6E+05
	5.8E+07	1.6E+07	2.1E+06	1.9E+06	1.7E+05	1.5E+05
6*			1.0E+03	1.0E+03		
			1.0E+03	1.0E+03		
			1.0E+03	1.0E+03		

*empaque 6 tratado con 2.5% de CaCl₂ por 1 min y 60 °C almacenado a 5 °C.

Nota: los datos son por tres repeticiones para cada empaque.

Tabla 3. Cuentas microbiológicas a los 9 días de almacenamiento, para la temperatura de 10°C, 12 días para la temperatura de 5°C y 18 días de almacenamiento para las muestras mantenidas a 2°C y las tratadas con CaCl₂ a 2°C.

Empaque	Almacenamiento		
	a 10°C	a 5°C	a 2°C
	Levaduras	Levaduras	Levaduras
300g	5.8E+05	1.1E+05	5.2E+02
	4.7E+05	4.4E+05	4.5E+02
	2.0E+05	7.1E+05	5.6E+02
500g	5.0E+04	4.9E+05	2.7E+02
	2.0E+05	5.8E+05	2.8E+02
	1.5E+05	3.8E+05	2.3E+02
250g	2.5E+05	3.0E+03	2.0E+01
	2.0E+05	4.0E+05	1.0E+01
	1.4E+06	3.0E+05	1.0E+01
150g	1.0E+05	5.2E+04	1.0E+01
	1.0E+06	4.6E+04	1.0E+01
	1.0E+06	4.1E+03	1.0E+01
150g (Flexible)	1.0E+06	1.3E+05	1.0E+01
	1.0E+05	1.2E+05	2.0E+01
	1.5E+06	3.0E+04	1.0E+01
6*		7.5E+03	
		1.0E+03	
		1.5E+03	

*empaque 6 tratado con 2.5% de CaCl₂ por 1 min y 60 °C almacenado a 5 °C.

Nota: los datos son por tres repeticiones para cada empaque.

En las muestras almacenadas a 2°C se percibió una diferencia en el crecimiento de los microorganismos en los empaques utilizados (tabla 1).

Para la cuenta de organismos mesofílicos aeróbicos, el empaque que mostró una diferencia bastante significativa fue el de 150g solamente, donde se pudo ver un ligero incremento en el día 18 que es de los últimos días en que el producto tuvo una calidad más o menos aceptable.

Para el caso de los organismos coliformes, ocurrió algo parecido al empaque de 150g, ya que tuvo un incremento de estos microorganismos mayor que los demás lo que hizo la diferencia. A esta temperatura, los empaques mostraron una diferencia, que pudo verse también en las concentraciones de los gases donde se observó un mayor incremento en la concentración de CO₂ y disminución de O₂.

Por lo que podemos ver, los cambios en las concentraciones de los gases no afectaron la multiplicación de los microorganismos, por lo que probablemente, el incremento en este empaque se debió a las condiciones iniciales de procesamiento, o a que se contaminó durante el almacenamiento.

En cuanto a las cuentas de hongos, estos casi no se presentaron en el muestreo, sin embargo, sí se observaron levaduras (ver tabla 3). En las levaduras, se apreció una diferencia en los empaques de 500 y 300g, ya que estos presentaron una cantidad más elevada de éstos microorganismos.

En el caso de las bacterias lácticas, el empaque de 250g a 5 y 2°C fue menor que en el caso de los otros empaques, puesto que no hubo otros factores que pudieran favorecer o inhibir su crecimiento, a excepción de la temperatura y el gas, atribuimos esta diferencia a las condiciones individuales del producto ya que

solo existió diferencia con la temperatura al igual que con los organismos anaerobios. La diferencia estuvo en el empaque de 300g donde hubo un menor número de microorganismos a 10°C.

La carga microbiana se vio muy afectada por la temperatura y el tiempo de almacenamiento. Se tuvieron mejores resultados a 2°C, que a 5 y 10°C. Como se puede observar en las tablas (1 y 2), la carga microbiana fue menor a los 18 días de almacenamiento en la temperatura más baja y por lo tanto, se aumentó la vida de mercado del producto almacenándolo a 2°C que a otra temperatura.

Con respecto a los organismos anaerobios y a las bacterias acidolácticas, existió una diferencia muy grande en el empaque de 300g a la temperatura de 10°C, ya que las cuentas fueron muy bajas aún con respecto a las cuentas a los 18 días a 2°C, esto se puede explicar por diferencias en el procesamiento de las muestras y por las condiciones iniciales de la fruta.

Para las muestras que se trataron con CaCl_2 , se tuvieron diferencias muy elevadas con lo que respecta a la concentración de calcio utilizada (0.85% y 5%+0.35% de sacarosa) y al tiempo de inmersión en la solución (2.5 y 5.0 min).

Se tuvo que estas diferencias radicaron en que las cuentas tanto de organismos mesofilicos y coliformes, fueron menores cuando se utilizó mayor concentración de calcio y mayor tiempo de inmersión. El escaldado que se realizó a 60°C en la aplicación de CaCl_2 por un corto tiempo no afectó sensorialmente al producto, además de que con este tratamiento se tuvo una vida de anaquel mayor de 18 días, ya que a los 21 días, las cuentas microbiológicas para las muestras tratadas con 0.85% de CaCl_2 quizá pudieran ser aceptables.

La concentración de calcio fue la que más afectó la calidad microbiológica, aún más que el tiempo de inmersión, como se puede ver en la tabla 4. En cuanto a la medición de hongos o levaduras, casi nunca estuvieron presentes en este tratamiento.

Tabla 4. Cuentas microbiológicas para las muestras tratadas con CaCl_2 a los 6 días de almacenamiento para la temperatura de 5°C y 18 días de almacenamiento para las muestras mantenidas a 2°C .

Empaque	Almacenamiento a 5°C		Almacenamiento a 2°C	
	Mesofílicos	Coliformes	Mesofílicos	Coliformes
1*	7.0E+01	1.0E+01	2.0E+02	1.8E+02
	4.0E+01	4.0E+01	2.9E+02	1.5E+02
	4.0E+01	>1.0E+01	2.0E+02	1.9E+02
2*	4.0E+01	>1.0E+01	1.4E+02	4.0E+01
	1.2E+02	1.5E+01	1.3E+02	6.5E+01
	7.0E+01	1.0E+01	1.9E+02	5.0E+01
3*	1.5E+02	>1.0E+01	9.9E+02	4.8E+01
	6.0E+02	2.0E+01	1.0E+03	4.0E+02
	3.5E+01	>1.0E+01	1.1E+03	3.9E+02
4*	3.0E+01	>1.0E+01	2.4E+02	1.0E+02
	1.9E+02	>1.0E+01	1.8E+02	1.6E+02
	3.0E+01	>1.0E+01	2.6E+02	1.6E+02

* empaque 1: 0.85% CaCl_2 /2.5 min; e2: 0.85% CaCl_2 /5 min.; e3: 0.5% CaCl_2 +0.35% sacarosa/2.5 min; e4 0.5% CaCl_2 +0.35% sacarosa/5 min El empaque de 150g es el empaque que se utilizó para estas muestras por lo cual se utilizó como control de muestra no tratada.

Con respecto al análisis de los microorganismos patógenos, solo se obtuvieron de todas las muestras en todos los experimentos seis colonias sospechosas de *L. monocytogenes*, las cuales se desarrollaron en caldo de enriquecimiento y después, crecieron en el medio de aislamiento. Cabe mencionar

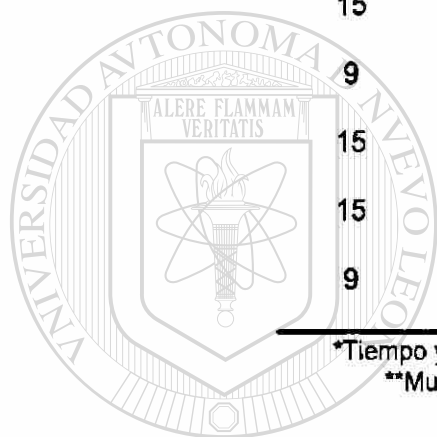
que en algunos casos, se les dio hasta ocho días de incubación a 37°C para permitir el desarrollo algunas colonias puesto que éstas se desarrollaron solo a partir del día 7, aisladas de los empaques y temperaturas que se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Aislamiento de colonias sospechosas de *L. monocytogenes*.

Tiempo *	Temperatura *	Empaque
(días)	(°C)	
15	5	500g
9	5	150g
15	5	150g (flexible)
15	5	250g
9	5	150g**

*Tiempo y temperatura de almacenamiento.

**Muestra tratada con 2.5% CaCl₂.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Aunque las colonias aisladas del medio Oxford (Difco) presentaron[®] características de coloración café a negra, con tamaños en el rango de 1-2 mm de diámetro, no se tuvo la certeza de que fueran colonias sospechosas de *Listeria* debido a lento crecimiento pudiéndose distinguir pocas colonias en el agar.

A las colonias que crecieron, se les aplicaron las pruebas de identificación. Se les realizó una prueba de Gram y se encontró positiva, con catalasa positiva y movilidad en fresco también positiva. Se sembraron en agar sangre para verificar si eran bacterias hemolíticas y la prueba resultó negativa, solo positiva en la cepa control.

Aun así, se realizaron las pruebas bioquímicas con un *Sistema de identificación de Listeria (Biomériux)* en donde se encontró que todas las colonias aisladas como sospechosas no pertenecían a *Listeria*, por lo cual se descarta la presencia de este microorganismo en el melón procesado.

Por otro lado se encontraron 10 colonias sospechosas de pertenecer al género *Salmonella*, mismas que fueron aisladas a partir de las muestras que se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Muestras en las que se aislaron colonias sospechosas de *Salmonella*.

Tiempo* (días)	Temperatura* (°C)	Empaque	
15	5	150g	
6	10	250g	
9	5	150g	
15	5	150g	
15	5	150g	(flexible)
6	10	500g	
6	10	150g	
9	5	150g	(flexible)
6	10	150g	(flexible)

*Tiempo y Temperatura de almacenamiento

Estas colonias se obtuvieron a partir de los medios selectivos de agar Verde Brillante (Difco) y Agar Sulfito Bismuto (Difco), donde presentaron las características de colonias sospechosas de *Salmonella*: coloración rosa o verde en agar verde brillante y coloración verde, café o negra con brillo metálico y

precipitado negro en agar sulfito bismuto, colonias de 1-2 mm de diámetro, además de que presentaron Gram (-), se realizaron las pruebas bioquímicas con API E20 Biomériux para su identificación, donde se obtuvo lo siguiente:

Se encontró que ninguna de las colonias se trataba de *Salmonella* sino que en su mayoría se trataban de colonias pertenecientes al género *Enterobacter* como se muestra en la tabla 7:

Tabla 7. Identificación bioquímica de las colonias aisladas como sospechosas de *Salmonella*.

Tiempo* (días)	Temperatura* (°C)	Empaque	Resultado
15	5	150g	<i>Enterobacter cloacae</i>
6	10	250g	<i>Enterobacter cloacae</i>
9	5	150g	<i>Enterobacter cloacae</i>
15	5	150g	<i>Enterobacter cloacae</i>
15	5	150g (flexible)	<i>Enterobacter cloacae</i>
6	10	500g	<i>Enterobacter cloacae</i>
6	10	150g	<i>Enterobacter amnigenus</i> 1
9	5	150g (flexible)	<i>Enterobacter cloacae</i>
6	10	150g (flexible)	<i>Xanthomonas maltophilia</i>

*Tiempo y Temperatura de almacenamiento

9. DISCUSIÓN

9.1. Estudio bajo atmósferas controladas.

La respiración de las frutas y vegetales es regulada por la acción enzimática y esta a su vez es sensible a la temperatura y se incrementa casi al doble por cada 10°C (Mitchell, *et al.*, 1998). Por lo cual si disminuye la temperatura también lo hará la velocidad de respiración de las frutas y vegetales, lo que reducirá su deterioro.

Las velocidades de respiración que obtuvimos en nuestros estudios fueron con respecto al consumo de oxígeno, ya que como se tenía un espacio de cabeza demasiado grande en los recipientes, el oxígeno fue el que se detectó mejor para obtener la velocidad de respiración del producto.

Lo que encontramos fue que, efectivamente, a mayor temperatura, mayor velocidad de respiración. Como se apreció en los resultados anteriores (fig. 9), la jarra almacenada a temperatura ambiente (18°C), fue la que presentó mayor velocidad de respiración (1.4×10^{-3} mol / kg.h), mientras que las almacenadas a 5 y 2°C tuvieron velocidades de respiración de 4.0×10^{-4} mol / kg.h a los 6 días de almacenamiento aproximadamente.

Los resultados que obtuvimos en nuestro estudio fueron similares a los que obtuvieron Qi y Watada (1998) en melón que fue de 2.0 ± 0.12 mL O₂ / kg.h en melón rebanado y almacenado en aire (sin la utilización de AC/AM) y de 1.0 ± 0.17 para melón rebanado en atmósferas controladas (2% de O₂ y 10% de CO₂).

De acuerdo a nuestros resultados, para la temperatura de 18°C se obtuvo un valor de, aproximadamente, 31.9 mL O₂ / kg.h (ver apéndice para conversión C) es 10 veces mayor que la que obtuvimos a 5°C.

Comparando nuestro resultado de la jarra 4 que es de 1.6 mL O₂ / kg.h con 21% de O₂ y 0% de CO₂ almacenada a 5°C con el que obtuvieron Qi y Watada (1997) de 2.0 vemos que no es muy grande la diferencia. En las jarras 1 y 2 obtuvimos VR de 0.91 mL / kg.h mientras ellos la obtuvieron de 1.0, aunque nosotros no utilizamos concentración de CO₂, la VR son similares, lo que podría indicarnos que bajas concentraciones de CO₂, no modifican mucho el metabolismo del melón que pudiera alterar su VR.

9.2. Velocidad de respiración en los empaques utilizados.

Las concentraciones de gases dentro de los empaques dependen de varios factores: de la permeabilidad del empaque, del tipo y cantidad del producto, de la temperatura de almacenamiento y del grosor del empaque, entre otros (Zagory, 1995).

Obtuvimos en nuestros empaques una ligera reducción de la concentración de oxígeno inicial y un incremento de dióxido de carbono en algunos casos. A 10°C encontramos que ninguno de los empaques de charola disminuyó sus concentraciones de O₂, a valores menores de 18% y posteriormente la concentración de este gas permaneció estable (fig. 10).

A 5°C, las charolas presentaron más cambios en el O₂; las de mayor capacidad (300 y 500g), mantuvieron alta su concentración de O₂, (fig. 11) lo que puede explicarse de la siguiente manera: debido a que existe mayor área de

transferencia de gases y que como ya vimos, el melón tiene una VR baja, no esperábamos que los cambios en la concentración de los gases fueran drásticos, así que, rápidamente, los empaques alcanzaron el equilibrio entre la VR del melón y la permeabilidad del empaque. A esto se debe la ligera disminución en la concentración del O_2 .

Se apreció una reducción más considerable en la concentración de O_2 en la charola de 250g. Al parecer, en este tamaño de empaque requiere mayor tiempo para alcanzar el equilibrio gaseoso y eso permitió que se mantuviera una baja concentración de O_2 por más tiempo, siendo beneficioso para el producto, ya que como el espacio de aire libre que queda en la charola es poco, el consumo de oxígeno, inicialmente, supera la permeabilidad del empaque al oxígeno. Conforme transcurrió el tiempo, la VR disminuyó y se empezó a alcanzar el equilibrio interno de gases. Como se pudo observar en las gráficas (fig. 11), los empaques vuelven a aumentar su concentración de oxígeno después de varios días de almacenamiento.

A $2^\circ C$ ocurre lo mismo con los empaques de mayor capacidad, ya que éstos alcanzan el equilibrio rápidamente debido a que hay mayor cantidad de aire disponible y mayor área de transferencia de gases y estabilizan su concentración en 21% de O_2 , mientras que en las charolas más pequeñas el equilibrio tarda en lograrse un poco más, por lo cual se mantienen por más tiempo a concentraciones bajas de O_2 (fig. 12 y 13).

En el empaque flexible en las tres temperaturas, hay una marcada disminución de la concentración de O_2 , lo cual se debe a la permeabilidad del empaque, ya que encontramos que la concentración de O_2 es menor al 17%.

Con este empaque que muestra mayor estabilidad en cuanto a la reducción de la concentración de oxígeno, podemos ver que a mayor temperatura hay un mayor consumo de O_2 , como se vio a $10^\circ C$ (fig. 10) donde la concentración de O_2 disminuyó hasta 13%. A $5^\circ C$ la VR del producto fue más lenta ya que la concentración de O_2 estuvo entre 18-17% (fig. 11) a los 6 días de almacenamiento y a $2^\circ C$ se mantuvo todavía más estable en 18% (fig. 12).

Con lo anterior comprobamos que a menor temperatura de almacenamiento menor VR y por lo tanto, menor velocidad de metabolismo, dando como resultado una velocidad de deterioro más lenta, beneficiando al producto en un aumento de su vida de anaquel.

Por otro lado en el empaque flexible la concentración de O_2 disminuyó porque el material era muy permeable al O_2 y alcanzó su propio equilibrio, el resto lo consume el producto en su metabolismo.

En las charolas, lo que esperábamos era una menor concentración de O_2 a menor temperatura, pero también una menor permeabilidad de gases a menor temperatura, de tal manera que a mayor temperatura ($10^\circ C$) hubo una mayor permeabilidad al O_2 en nuestros empaques, por lo que la permeabilidad igualó rápidamente al consumo de O_2 , manteniéndolo cerca de 21%. A 5 y $2^\circ C$, la permeabilidad del O_2 disminuyó, lo que indica que existió menos entrada de O_2 y los cambios en el consumo de este gas fueron más notorios, es decir, se pudo apreciar la reducción en la concentración.

Con el CO_2 , pasó algo similar, a mayor temperatura menor concentración, pero se lo atribuimos a que la permeabilidad a este gas fue mayor, lo que indica que permitió más salida de CO_2 que la que producía la VR.

En los empaques de mayor capacidad, la explicación que tenemos es que la cantidad de aire en estos empaques es mayor que la que tenían los empaques pequeños, por lo que la concentración de CO₂ producida se encontraba distribuida en mayor cantidad de aire y su posibilidad de cuantificación disminuía; en cambio para los empaques de menor capacidad, debido a que el volumen de aire libre dentro del empaque fue menor, existían más posibilidades de cuantificar la producción de CO₂.

En la muestra tratada con CaCl₂ obtuvimos una disminución en la concentración de O₂ (fig. 13) debido a que, posiblemente, se incrementó el consumo de oxígeno por una activación enzimática debida al escaldado. Este efecto se debe a que a temperaturas de 50-60°C es activada la PME (Ilker, et al., 1990; Alonso, 1997).

En general el tratamiento con calcio en melón fresco-cortado disminuyó la velocidad de respiración. El papel del calcio en el retardo de la maduración ha sido discutido en términos de expresión de poligalacturonasas o actividad y producción de polímeros pécticos los cuales inducen la maduración.

En estudios reportados por Luna-Guzmán (1996) se observó que la producción de etileno fue más alta en las muestras que trató con calcio (0.5-5%), pero la actividad metabólica pareció disminuirse basándose en la velocidad de respiración.

En nuestro estudio, inicialmente, se aumentó el metabolismo, por las concentraciones tan elevadas de dióxido de carbono que obtuvimos en los primeros días de almacenamiento, y debido también, a que el espacio de cabeza en estos empaques fue muy pequeño, por lo que el equilibrio de gases tardó en

alcanzarse y durante casi todo el experimento en estos empaques se tuvieron altas concentraciones de CO₂ (3-5%) y bajas de O₂ (12-15%) (fig. 14, 15 y 16).

El aumento en la concentración de dióxido de carbono en los empaques de las muestras tratadas con calcio no se debió a una invasión microbiana, ya que como se mostró en los resultados, la carga microbiológica para estas muestras fue menor que en los empaques no tratados (fig. 13).

En nuestro caso, las muestras que se trataron con menos calcio y más tiempo de escaldado (0.5% por 5 min) presentaron mayor consumo de O₂ que la muestra de 2.5% de calcio.

En su revisión, Luna-Guzmán (1996) encontró que el tratamiento con calcio en melón fresco-cortado resultó en una disminución de la VR. En nuestros resultados se corrobora algo de esto ya que a menor concentración de calcio utilizada, hay una mayor velocidad de respiración, lo que se aprecia por la producción de CO₂ y el consumo de O₂.

9.3. Evaluación de la calidad.

9.3.1. Pérdida de agua.

La pérdida de humedad del producto es una pérdida en el peso que llega a ser considerable al momento de la venta del producto, ya que si se llega a perder un 5% causaría 1lb menos por cada 20lb de producto o 100lb menos por cada tonelada que se ofrece en vender (Mitchell, *et al.*, 1998); debido a esto, es muy importante tener en cuenta la pérdida de humedad al momento de empacar algún producto.

La ganancia o pérdida de agua puede tener efectos adversos tales como: reducción en la calidad del producto, condiciones propicias para crecimiento microbiológico debida a la alta humedad dentro del empaque, por lo que la condensación dentro del empaque es indeseable (Brody, 1997).

En los resultados que se obtuvieron, la pérdida de agua en promedio no fue más allá del 1% (fig. 17), lo cual indica que los empaques resultan adecuados en el mantenimiento del peso y humedad del producto, ya que impiden la salida de agua de una manera excesiva evitando la desecación del producto.

Se observó que la temperatura fue un factor muy importante en el almacenamiento ya que hubo una menor velocidad de respiración a temperaturas más bajas y por lo tanto menor producción de vapor de agua, hecho al que podemos atribuir el que dentro de los empaques existió una cantidad de agua menor que requirió salir del mismo.

El vapor de agua en el medio debe estar en equilibrio con el agua del producto. Aproximadamente un 85% de humedad es considerada óptima (Brody, 1997).

Cabezas y Richardson (1997), encontraron que en estudios de almacenamiento de brocoli en empaques, se redujo significativamente la pérdida de agua comparada con controles de brocoli almacenado en empaques perforados. Ellos obtuvieron pérdidas de humedad del 2-7% de agua y en el control hasta 12%, por lo que el EAM minimiza la pérdida de humedad y reduce la disminución en la calidad.

Las películas plásticas usadas para el empacado en atmósferas modificadas en productos frescos son relativamente buenas como barreras para el

vapor de agua y son capaces de mantener alta la humedad interna, aun cuando las condiciones externas sean secas (Day, 1993).

Los empaques que nosotros utilizamos en el almacenamiento de nuestro producto resultaron eficientes en el mantenimiento de la humedad, ya que solo tuvimos pérdidas del 1%, lo que se traduce en que los empaques usados fueron buenas barreras contra el vapor de agua (fig. 17 y 18).

Uno de los beneficios más grandes del EAM, es el mantenimiento de la humedad relativa alrededor del producto fresco-cortado (Gorny, 1997).

9.3.2. Concentración de sólidos solubles.

Los sólidos solubles son una medida de la cantidad de azúcar en las frutas.

Como regla general, la cantidad de sólidos solubles de los frutos se incrementa conforme se van madurando; posteriormente, disminuyen cuando el fruto llega a la senescencia (Gorny y Kader, 1998).

En el caso del melón, este no tiene reservas de almidón y su contenido de sólidos no aumenta significativamente después de la cosecha (<15%) (Cantwell, 1994).

La concentración de los sólidos se mantuvo con una variación de 1-2°Brix, los cambios que existieron se pueden atribuir al mismo producto ya que, a pesar de que las frutas sean del mismo cultivo, presentan variaciones en sus características fisicoquímicas individuales, puesto que, como se mencionó línea arriba, el melón no tiene reservas para elevar la cantidad de sólidos solubles, pero estos si pueden disminuir conforme avanza el almacenamiento debido a un deterioro del mismo producto y de los microorganismos presentes.

En nuestro estudio, la concentración de los sólidos se mantuvo casi constante entre 8-10°Brix, para las muestras almacenadas a 10°C (fig. 19) y disminuyeron ligeramente al final del almacenamiento por condiciones microbiológicas.

Cantwell y Portella (1998a) reportaron una reducción de sólidos de 12-10% en melón cortado almacenado en aire (sin uso de AC/AM) a 5°C.

O'Connor-Shaw, *et al.*, (1994) han encontrado que los cambios sensoriales en melón almacenado a 4°C en AC no son estadísticamente significativos, es decir que el melón conservó sus características de sabor y olor, que es un reflejo en cierta forma del contenido de sólidos solubles en el fruto.

Portela, *et al.*, (1997) reportaron resultados de concentraciones de sólidos solubles en melón fresco-cortado almacenado en AC más altas que de melón almacenado en aire (sin modificación de gases). Lo que nos indica que el EAM o AC ayuda en la conservación de los sólidos.

9.3.3. Acidez titulable y pH.

La acidez titulable está definida como una medida de la cantidad de ácidos orgánicos presentes en el fruto. La abundancia de estos ácidos disminuye cuando la fruta va madurando (Cantwell, 1994).

En los casos en los que existe una disminución de la acidez es debida a que el metabolismo utiliza los ácidos orgánicos para sintetizar azúcares después de la cosecha. Debido a esto, el factor tiempo de almacenamiento si presentó una diferencia significativa en nuestros resultados y se esperaba que conforme pasara el tiempo, las características del producto cambiaran, aunque también se

esperaba que al utilizar EAM estos cambios fueran mínimos y no afectaran la calidad del producto durante el período de almacenamiento.

En los empaques almacenados a 10°C obtuvimos descensos en la acidez desde un 12 hasta un 30% muestra mientras que a 2°C el descenso fue desde 12-15%, es decir, se conservo un poco más de los ácidos orgánicos pero aun así no existió diferencia significativa entre las temperaturas de almacenamiento.

Sin embargo, existió una diferencia significativa con respecto a un aumento en la acidez del empaque de 250g, pero esto se atribuye a características propias del producto.

A 5°C se almacenó la muestra que se trató con 2.5% CaCl₂ y debido a la activación de la PME que liberó ácido poligalacturónico y se disminuyó el pH a 5.8. Esto fue muy significativo con respecto a la muestra en la que se utilizó el mismo tamaño de empaque (150g) pero sin CaCl₂ ya que el pH se encontró en 6.5 (fig. 21). Lo que se explica de la siguiente manera: la PME presente en la pared celular es activada por el escaldado bajas temperaturas (<60°C). Este enzima demetoxila sustancias pécticas con la consecuente producción de alcohol metílico, pectina y ácido poligalacturónico, lo que disminuyó el pH (Quintero-Ramos, *et al.*, 1998).

En las muestras en las que se utilizó CaCl₂ a dos concentraciones y tiempos de inmersión, en las concentraciones de calcio más elevadas (0.85%) se observó un pH mayor, mientras que en las de menor concentración (0.5%), un pH menor (fig. 22). Este es debido a que el Ca⁺⁺ enlaza grupos ionizados y una falta de este implica que los grupos carboxilo sigan libres disminuyendo el pH (ver Fig. 1).

9.3.4. Ácido ascórbico.

En los alimentos procesados existe una pérdida significativa de nutrientes, por lo que el consumidor prefiere alimentos frescos, más nutritivos que los congelados o enlatados (Barry-Ryan y Beirne, 1999).

El ácido ascórbico es lábil y su retención es casi siempre monitoreada cuando se evalúan los efectos de almacenamiento poscosecha en la calidad nutricional. Debido a que en EAM se disminuye la concentración de oxígeno, se pretende retener la mayor concentración de los nutrientes naturales del producto.

En estudios reportados por Qi y Watada (1997), el contenido de ácido ascórbico, contenido de sólidos solubles y pH en melón, duraznos y fresas, almacenados a 5°C en AC o aire cambiaron ligeramente durante 9 días de almacenamiento en aire o AC.

En nuestro experimento, esperábamos cambios en la concentración del ácido ascórbico a 10°C, ya que es una temperatura que es muy alta para mantener frutos frescos-cortados, según Qi y Watada, (1997).

Nosotros tuvimos una disminución aproximada de 18-20% de ácido ascórbico (fig. 23), valor comparado con los datos que reportan Barry-Ryan y Beirne (1999) en pérdidas de 20-30% en lechuga cortada, almacenada en bolsas con AM o aire a 3-8°C, nos indican que la pérdida no es tan considerable y el que se mantenga un 80% de la vitamina significa que las AM son útiles en el mantenimiento de los nutrientes naturales de los productos así empacados.

En el caso del ácido ascórbico, las variaciones se atribuyen fundamentalmente al propio producto. El ácido ascórbico es muy sensible a la luz, temperatura elevada, metales y al O₂, por lo que se degrada fácilmente. En este

caso podemos decir que el EAM ayuda en gran manera a la conservación de esta sustancia importante nutricionalmente hablando.

A 10°C existió una mayor degradación de ácido áscorbico, más sin embargo se mantuvo casi constante a 5°C, lo que nos indica que el almacenamiento a bajas temperaturas ayudó a la conservación de la vitamina C.

En el empaque de mayor capacidad existió una pérdida brusca de ácido lo que puede deberse a que tuvo mayor área de exposición a la luz, sin embargo, otro hecho más factible es que estos valores se deban a las diferencias normales entre cada producto o que posiblemente existieron fallas en la técnica de medición.

9.4. Textura.

La textura junto con la apariencia, el sabor y el olor son pruebas de calidad las cuales gobiernan la aceptabilidad del alimento por el consumidor (Ryall y Lipton, 1979).

Las variaciones que encontramos en las mediciones de textura, las atribuimos a diferencias entre los mismos frutos y no a cambios debidos a los empaques utilizados puesto que son del mismo material, ya que existió mucha variación para los tiempos de almacenamiento, pero podemos decir que el producto se mantiene en un rango de 8-10N a los 9 días de almacenamiento a 5°C y a los 18 días a 2°C, y es, aproximadamente, la medida con que se inicia el experimento.

En la primer muestra, utilizamos cloruro de calcio al 2.5% apoyándonos en los resultados obtenidos por Luna-Guzmán (1996), donde concluye que es la

concentración de calcio adecuada para mejorar la firmeza del melón. En esta muestra almacenada a 5°C se pudo obtener un mejoramiento en la textura de 15N, ya que esta se mantuvo durante todo el almacenamiento, mientras que las muestras no tratadas se mantuvieron entre 8-10N

Con la utilización de 2.5% de CaCl_2 se presentó un cambio de sabor (amargo) en el producto pero un mejoramiento de la textura por más de 30%, por lo cual se decidió seguir usando cloruro de calcio pero, en concentración más baja.

Las muestras tratadas con mayor cantidad de calcio (0.85%) obtuvieron un mejoramiento de la textura por arriba de 14N, es decir, casi un 50% más de textura, siendo que sin la utilización del cloruro de calcio, la textura se conserva en 9N aproximadamente.

En las muestras en las que se usó 0.5% de calcio se ve que la reducción en la textura (de 11-13N) es debida a la menor cantidad de calcio utilizada, a pesar de que se combinó sacarosa (0.35%), que también ayuda a mantener la textura, el mejor mantenimiento se logró con mayor concentración de calcio (0.85%). Estas concentraciones no cambiaron las propiedades del producto ya que no se detectaron sabores amargos.

Existe una variación sustancial en la composición de la pared celular entre los tejidos de las frutas y los vegetales y entre los mismos grupos botánicos. Además hay diferencias en la composición celular entre productos que afectan la textura. Estudios anteriores han demostrado variaciones de más de 30-40% en lecturas de textura para albaricoques sólo de una fruta a otra (King y Bolin, 1989).

El calcio reafirma el tejido celular en frutas y vegetales por reacción con el ácido péctico para formar pectato de calcio. El calcio mantiene la permeabilidad celular por establecimiento de una actividad eléctrica en las membranas celulares. Estos iones divalentes también pueden reducir la velocidad de respiración (King y Bolin, 1989).

Además del tratamiento con calcio, el escaldado que se les dió a 60°C, también ayudó a conservar la textura ya que se ha comprobado que con esta etapa se activan PME (Alonso, *et al.*, 1997).

Quintero-Ramos, *et al.* (1998) encontraron que el pretratamiento a bajas temperaturas fue efectivo para mantener la firmeza en chile jalapeño rebanado congelado. Gu, *et al.*, (1999) encontraron que el calcio mejoró la textura debido a que mantiene bajos niveles de sustancias pécticas insolubles y reduce la solubilización de pectina.

El efecto del calcio en la textura de los vegetales ha sido atribuida a la formación de puentes de calcio entre residuos de ácido galacturónico (Alonso, *et al.*, 1997).

9.5. Análisis microbiológico.

El melón maduro tiene un pH de aproximadamente 7, una vez cortado expone la pulpa a los contaminantes del medio y puede servir como sustrato para el crecimiento de bacterias (Luna-Guzmán, 1997). El uso de AC en el almacenamiento ha resultado exitoso en el aumento de la vida de anaquel de frutas y vegetales. O'Connor-Shaw, *et al.*, (1996) reportó una vida de anaquel de 28 días para melón estéril a 4.5 °C utilizando AC con flujo de gases.

En este trabajo, utilizamos las cuentas microbiológicas como una medida de la vida de anaquel basándonos en especificaciones microbiológicas para vegetales mínimamente procesados (Nguyen-the y Carlin, 1994; Banwart, 1989) ya que para frutos frescos-cortados, no existen normas aún. Cuando nuestra ensalada presentó cuentas microbiológicas por arriba de 10^6 UFC/g, (ver apéndice B) ya se encontraba en un deterioro ligeramente visible y con cambios en el olor y sabor.

En nuestro experimento, la temperatura fue el factor principal, en la vida de anaquel del producto, puesto que a menor temperatura se tuvo un período de almacenamiento mayor, debido a que el desarrollo de los microorganismos es dependiente de la temperatura y entre mayor sea ésta se multiplican con mayor rapidez.

Aún cuando la variación de la concentración de gases pudiera presentar un efecto inhibitorio sobre el crecimiento de los microorganismos, el efecto es mayor, debido a la temperatura, ya que a 2°C se logró una mayor vida de anaquel.

A 10°C obtuvimos en casi todos los empaques cargas microbianas de 10^8 UFC/g, a los 9 días de almacenamiento; cuando almacenamos a 5°C , la carga disminuyó hasta 10^5 , a los 12 días y mejor todavía al realizar el experimento a 2°C las cargas fueron de 10^3 UFC/g a los 18 días de almacenamiento (ver tabla 1).

Las variaciones dentro de cada empaque a la misma temperatura fueron mínimas, pero aquí podemos apreciar que la vida de anaquel del producto dependió directamente de la temperatura a la cual fue almacenado, ayudada por los empaques, ya que si se hubiera almacenado a la misma temperatura pero sin

AM su vida no hubiera ido más allá de los 6 días, que es la vida de anaquel para el melón almacenado sin utilizar AC/AM.

La variación en la concentración de los gases dentro de los empaques fue mínima; en el caso del oxígeno, por lo que creemos que los gases tuvieron poca influencia en el comportamiento de los microorganismos durante el almacenamiento, refiriéndonos a diferencias apreciables entre los mismos empaques. El crecimiento de los hongos y levaduras es más sensible a la concentración de dióxido de carbono presente hecho, al que se atribuye el no detectar hongos y de levaduras.

En otros experimentos, Nguyen-the y Carlin, (1994) han encontrado que las cuentas bacterianas mesofílicas en placa son altamente variables en un rango de 10^3 - 10^9 UFC/g para frutas y vegetales crudos, y aun así la calidad del producto es casi siempre aceptable a pesar de las cuentas tan elevadas.

En los empaques almacenados a 2°C la disminución de la carga microbiana total de 10^8 (a 10°C) a 10^3 ufc/g se puede atribuir además de la temperatura a que existe una mayor cantidad de CO₂ en el interior del empaque (de un 2% a 10°C hasta un 5-8% a 2°C).

La calidad visual de las frutas frescas-cortadas disminuyó durante el almacenamiento a 5°C al llegar al día 12. Qi y Watada, (1997) reportaron que la calidad de durazno y melón fresco-cortado almacenado en aire a 5°C disminuyó desde una excelente condición en el día cero a una condición deplorable al día 6, mientras que los mantenidos en AC disminuyeron su calidad pero son aceptables.

Portela, *et al.*, (1997) reportaron que la carga microbiana de aerobios totales en piezas de melón almacenadas por 6 días a 10°C y 12 días a 5°C fue

significativamente reducida en AC con altas concentraciones de CO₂. El efecto de la temperatura fue aumentado por bajas concentraciones de O₂. Asimismo, la proporción de bacterias lácticas se incrementó con concentraciones de CO₂ elevadas.

Por otro lado podemos decir, que el calcio aplicad, además de que mejoró la textura del producto durante su almacenamiento, ayudó también a reducir los niveles en las cargas microbiológicas de las muestras tratadas, como se vio en los resultados, las muestras con calcio presentan cargas de 10¹ UFC/g a los 18 días de almacenamiento a 2°C y las no tratadas también a 18 días y 2°C presentan 10²-10⁴ UFC/g (ver tabla 3. Esto se atribuye a la disminución del pH causado por la aplicación del calcio, además de que como ya se explicó con anterioridad, el calcio refuerza los tejidos del vegetal y de cierta manera impide el paso de los microorganismos, formando una barrera de compuestos pécticos lo que disminuye la velocidad de degradación del tejido vegetal.

Los resultados que obtuvimos en nuestro estudio con respecto a las bacterias anaerobias y las bacterias acidolácticas fue que a 10°C las cuentas fueron altas (10⁷ UFC/g) comparadas con las de 2°C a los 18 días (10⁴ UFC/g). En importancia numérica, después de las bacterias mesofílicas se encontraron las bacterias acidolácticas numeradas en MRS bajo condiciones anaerobias, las cuentas llegan a alcanzar hasta 10⁹ UFC/g en algunos casos (Nickerson y Sinskey, 1978). Las propiedades especiales de las *Lactobacteriaceas* les permite constituirse en la flora alternativa predominante en ciertos tipos de alimentos refrigerados.

Las frutas y vegetales llegan a contaminarse con microorganismos patógenos mientras son cultivados o durante la cosecha, manipulación postcosecha, procesado o distribución (Beuchat, 1996) por lo que es importante el monitoreo de patógenos en los alimentos vegetales. *L. monocytogenes* puede crecer en productos frescos almacenados a temperatura de refrigeración. Han sido reportados casos de crecimiento a 5 °C en lechuga y en espárragos, brócoli y coliflor almacenados a 4.5 °C (Beuchat, 1996)

En nuestro estudio, no se encontró ninguna cepa relacionada con el género de *Listeria*. Con el sistema de identificación utilizado no se pudo lograr una identificación de las colonias por lo que suponemos que las colonias cuya presencia observamos, fueron producto de contaminación del medio selectivo ya que estas colonias tardaron más de 7 días en desarrollarse y el crecimiento fue poco debido a la alta selectividad del medio.

La preocupación de la presencia de este patógeno es que solo puede ser eliminado por calentamiento pero en este tipo de productos, no se aplica por lo que sí el microorganismo está presente se podría generar un brote de *Listeria* al consumir. Este peligro está latente, a pesar de que se haya realizado un procesamiento cuidadoso, ya que el microorganismo sobrevive al mismo.

Su ausencia en estos estudios puede explicarse por el hecho de que en el procesamiento del melón se realizaron dos desinfecciones en el producto, lo que redujo altamente la carga microbiana, entre ella, a los patógenos que pudieran estar presentes.

En su recopilación Nguyen-the y Carlin (1994), encontraron que del 80-90% de las bacterias contabilizadas en medios sólidos para bacterias mesofílicas

aerobias son bacilos Gram (-), las *Pseudomonas spp.*, *Enterobacter spp.* o *Erwinia spp.*

Pseudomonas usualmente prevalecen sobre otros microorganismos. Otras especies identificadas son *Flavobacterium spp.*, *Xanthomonas spp.*, *Chromobacterium spp.*, *Chryseomonas spp.*, *Rahnella aquatilis*, *Serratia spp.*, *Alcaligenes spp.* y *Bacillus spp.*

En nuestros experimentos, se realizó un monitoreo para detectar la presencia de *Salmonella* y *L. monocytogenes* ya que en Estados Unidos se han detectado varios brotes debidos a consumo de melón contaminado con *Salmonella* (Luna-Guzmán, 1997; IFPA, 1998b).

No se encontró ninguno de los dos patógenos, debido a que se utilizaron buenas prácticas de manufactura además de que se realizó una desinfección al producto entero con 1000 ppm de hipoclorito de sodio, que eliminó una buena cantidad de microorganismo; en su lugar, se encontraron bacterias del género *Enterobacter* (*cloacae* y *amnigenus* 1) y *Xanthomonas maltophila*, que son las bacterias predominantes en los suelos. *E. cloacae* representa más del 1% de las bacterias mesofílicas en algunas muestras. Poca información se encuentra disponible acerca de la microflora de frutas mínimamente procesadas (Nguyen-the y Carlin, 1994).

9.6. Vida de anaquel.

La vida de anaquel se extendió utilizando bajas temperaturas ya que a 10°C solo se aumentó hasta 9 días aproximadamente. Sin embargo, este incremento no

es significativo comparado con el que se tiene si el producto no se almacena en AM (Qi y Watada, 1997) que es de 6 días a 5°C.

Utilizando 5°C se obtuvo casi el doble de vida de anaquel (12 días), y más aún almacenando a 2°C en los empaques utilizados, se tuvo un incremento hasta por 18 días que podría ser suficiente tiempo para expendirse y transportarse de un lugar a otro ya que durante este tiempo de almacenamiento en AM no se presentan cambios significativos en las características sensoriales del producto y la calidad microbiológica es muy buena. Estos datos nos permiten concluir que el almacenamiento en empaques que modifican la atmósfera interna es excelente para mantener ensaladas de frutas con características de fresca por un período de tiempo mayor que si se almacenaran sin empaque. Además, se aumenta la cantidad de productos frescos de consumo en el mercado listos para consumirse.

Como se puede ver en la tabla 3, a los 18 días de almacenamiento a 2°C las cuentas microbiológicas para las muestras tratadas con calcio son más bajas (10^1 - 10^2 UFC/g) que las muestras que no se trataron con calcio (10^5 UFC/g).

Por lo que podemos concluir que la utilización de cloruro de calcio, además de mejorar y mantener la textura durante el almacenamiento del producto, prolonga su vida de anaquel, ya que refuerza las paredes del tejido con complejos pépticos, protegiéndolo del ataque microbiano, del escape de sólidos del interior de la célula y agua, previniendo la deshidratación del mismo, manteniendo sus cualidades sensoriales aceptables por más tiempo.

9.- CONCLUSIONES.

- ✓ En los empaques no se encontró gran diferencia en las concentraciones de gases internos debido a que todos eran del mismo material pero con diferente volumen.
- ✓ Aún cuando la modificación de la atmósfera fue pequeña, el EAM es eficiente en coadyuvar junto con la temperatura a aumentar la vida de anaquel del producto y mantener estables sus características de calidad.
- ✓ La temperatura fue el factor más significativo en el almacenamiento de la ensalada de melón en trozos utilizando empaques.
- ✓ A menor temperatura se obtuvo una mayor vida de anaquel, logrando 18 días de almacenamiento en buenas condiciones para su consumo a 2°C.
- ✓ El empaque de 250g parece ser el más práctico ya que aumentó un poco más la concentración de CO₂ y la porción utilizada fue adecuada para el tamaño del empaque.
- ✓ Los parámetros de acidez y ácido ascórbico no se vieron afectados por la atmósfera generada dentro del empaque.
- ✓ La utilización de cloruro de calcio como agente de firmeza, realizando inmersiones a 60 °C fue efectiva para mantener la firmeza del producto durante su vida de anaquel.
- ✓ El calcio fue útil tanto para mantener la firmeza del tejido como para aumentar la vida de anaquel del producto.
- ✓ El producto fue seguro para el consumidor, ya que no se encontraron microorganismos patógenos que pudieran afectar la salud.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Acheson, D.** 1999. Clinical Perspective: *Listeria monocytogenes*. Food Quality. April 36-38.
2. **Alonso, J., Canet, W. and Rodríguez, T.** 1997. Thermal and Calcium Pretreatment Affects Texture, Pectinesterase and Pectic Substances of Frozen Sweet Cherries. *J. Food Sci.* **62(3): 511-515.**
3. **Andrews, W. H., Bruce, V. R., June, G., Satchell, F. and Sherrod, P.** 1992. FDA, Bacteriological Analytical Manual, 77th Edition, p. 51-69.
4. **Badui-Dergal, S.** 1997. "Enzimas", Química de Alimentos, Quinta reimpresión, México, D.F., p. 303-304.
5. **Banks, N. H., Cleland, D. J., Cameron, A. C., Beaudry, R.M. and Kader, A. A.** 1995. Proposal for Rationalized System of Units for Postharvest Research in Gas Exchange. *HortScience*, **30(6): 1129-1130.**
6. **Banwart, G. J.** 1989. Food Microbiology: Estimating the Number of Microorganisms. Second Edition, an AVI Book, p.11-41, 732-738.
7. **Barmore, C. R.** 1987. Packaging Technology for Fresh and Minimally Processed Fruits and Vegetables, *J. Food Quality*, **10: 207-217.**
8. **Barret, D. M.** 1996. Quality Assurance for Processed Fruit and Vegetable Products, *Perishables Handling Newsletter Issue*, **85(2): 21-24.**
9. **Barret, D. M.** 1996. Sanitation Requirements in Quality Control and HACCP, *Perishables Handling Newsletter Issue*, **85(2): 25-27.**
10. **Barret, D. M.** 1998. Special Treatments to Maintain Product Quality. Fresh-cut Products: Maintaining Quality and Safety, UC Davis, Workshop. Sep. 15-16.

11. **Barry-Ryan, C.** and O'Beirne, D., 1999. Ascorbic Acid Retention in Shredded Iceberg Lettuce as Affected by Minimal Processing. *J. Food Sci.* **64(3): 498-500.**
12. **Batrash, S.,** Makhlof, J. Castaigne, F. and Willemot, C. 1993. Optimal Controlled Atmosphere Conditions for Storage of Broccoli Florets. *J. Food Sci.* **58 (2): 338-341.**
13. **Beuchat L. R.** 1996. Pathogenic Microorganisms Associated with Fresh Produce. *J. Food Protect.* **59(2): 204-216.**
14. **Brackett, R. E.** 1992. Shelf Stability and Safety of Fresh Produce as Influenced by Sanitation and Disinfection. *J. Food Protect.* **55(10): 808-814.**
15. **Brackett, R. E.** 1998. Safe Handling of fruits and Vegetables. Fresh-cut Products: Maintaining Quality and Safety, UC Davis. Workshop. Sep. 15-16.
16. **Brecht, J. K.** 1995. Physiology of Lightly Processed Fruits and Vegetables, *HortScience*, **30(1): 18-22.**
17. **Brody, A. L.** 1989. Controlled/Modified Atmosphere/Vacuum Packaging of Foods, Food & Nutrition Press, Inc. USA.
18. **Brody, A. L.** 1997. Modified Atmosphere Packaging: A Future Outlook, Proceedings Volume 5: Fresh-cut fruits and vegetables and MAP, Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference, at UC Davis CA. p. 104-112.
19. **Bruhn, C.** 1995. Consumer Perception of Fresh-cut Produce, *Perishables Handling Newsletter Issue*, **81(2): 18-19.**
20. **Bruhn, C.** 1998. Consumer Trends: Implications for the Produce Industry. Fresh-cut Products: Maintaining Quality and Safety, UC Davis, Sep. 15-16.

21. **Burns, J. K.** 1995. Lightly Processed Fruits and Vegetables: Introduction to the Colloquium, *HortScience*, **30 (1): 14**.
22. **Cabezas, A.** and Richardson, D. G. 1997. Modified Atmosphere Packaging Of Broccoli Florets: Effects of Temperature and Package Types, Proceedings Volume 5: Fresh-cut fruits and vegetables and MAP, Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference, At UCDavis CA. p. 8-15.
23. **Cantwell, M.** and Portela, S. 1998a. Fresh-cut Cantaloupe Melon: Recent Research, Fresh-cut Products: Maintaining Quality and Safety, UCDavis. Workshop. Sep. 15-16.
24. **Cantwell, M.** and Portela, S. 1998b. The Importance of Raw material Quality for Fresh-cut Products: The Impact of Melon Defect as an example, *Perishables Handling Quarterly Issue*, **96(11): 2-3**.
25. **Cantwell, M.** 1994. Optimum Procedures for ripening Melons. *Perishables Handling Newsletter Issue*, **80(11): 17-18**.
26. **Cantwell, M.** 1996. Case Study: Assurance for Melons, *Perishables Handling Newsletter Issue*, **85(2): 10-12**.
27. **Cantwell, M.** 1998a. Food Safety: I. Microbiological Concerns. Fresh-cut Products: Maintaining Quality and Safety, UCDavis, Workshop Sep. 15-16.
28. **Cantwell, M.** 1998b. Fresh-Cut product Respiration. Fresh-cut Products: Maintaining Quality and Safety, UCDavis, Workshop Sep. 15-16.
29. **Cantwell, M.** 1998c. Translucency in Melons: another example of Cutting Damage and the Need for Very Sharp Knives, *Perishables Handling Quarterly Issue*, **96(11): 4**.

30. **Cook, R.** 1998. The Future of Fresh-cut Products, Fresh-cut Products: Maintaining Quality and Safety, UC Davis, Workshop Sep. 15-16.
31. **Day, B. P. F.** (edited by Parry, R. T.), 1993. Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods, Chapter 6: Fruits and Vegetables, Blake Academic & Professional, Chapman & Hall, p.114-136.
32. **Demetrakakes, P.** 1999. Why Cold-growing *Listeria* is a Chilling Pathogen. *Food Processing*. March, p. 22-23.
33. **Dougherty, R. H.** 1990. Future Prospects for Processed Fruit and Vegetable products. *Food Technol.* **44(5): 124-126.**
34. **Enríquez-Castro, C. M.** 1997. Diseño de un Sistema de Almacenamiento bajo Atmósfera Controlada para Manzana de la Región y los Efectos en los Atributos de Calidad, Tesis, (Instituto Tecnológico de Durango). p.61.
35. **Exama, A., Arul, J., Lencki, R.W., Lee, L.Z., and Toupin, C.** 1993. Suitability of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables. *J. Food Sci.* **58(6): 1365-1370.**
36. **Flickinger, B.** 1999. Quality Drives a Growing Industry. *Food Quality.* **6(2): 27-32.**
37. **Forcinio, H.** 1997. MAPping Out A Fresh Approach. *Prepared Foods*. April, p.62-64.
38. **Frazier, W. C. and Westhoff, D.C.** 1993. Microbiología de los Alimentos; Apéndice B: Especificaciones Microbiológicas. Cuarta Edición, Editorial Acribia. Zaragoza, España, p.665-668.
39. **Gorny, J. R. and Kader, A. A.** 1998. Fresh-cut Fruit Products, Fresh-cut Products: Maintaining Quality and Safety, UC Davis, Workshop Sep. 15-16.

40. **Gorny, J. R.** 1997. A summary of CA and MA Requirements And Recommendations For Fresh-cut (Minimally Processed) Fruits And Vegetables, Proceedings: Volume 5: Fresh-cut fruits and vegetables and MAP, Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference, at UCDavis CA. p.30-34.
41. **Gorny, J. R.** 1998. Fresh-cut Product, Preparation. Fresh-cut Products: Maintaining Quality and Safety, UCDavis, Workshop Sep. 15-16.
42. **Gu, Y. S., Howard L.R., Wagner A. B.** 1999. Firmness and Cell Wall Characteristics of Pasteurized Jalapeño Peppers Rings as Affected by Calcium and Rotary Processing. *J. Food Sci.* **64(3): 494-497.**
43. **Harris, L. J.** 1998. Food Safety: II. Microbial Pathogens Associated with Produce. Fresh-cut Products: Maintaining Quality and Safety, UCDavis, Workshop Sep. 15-16.
44. **Hitchins, A. D.** 1992. FDA (USA) Bacteriological Analytical Manual. 7TH Edition. Chapter 10. *Listeria monocytogenes*. p. 141-150.
45. **Hurst, W. C.** 1995. Sanitation of Lightly Processed Fruits and Vegetables, *HortScience*, **30(1): 22-24.**
46. **Ilker, R. and Szczesniak A.** 1990. Structural and Chemical Bases for Texture of Plants Foodstuffs. *J. Food Sci.* **21: 1-36.**
47. **International Fresh-cut Produce Association**, 1998a. Fact Sheet on Fresh.cut Produce. Info@fresh-cuts.org – powered by iapps®.

48. **International Fresh-cut Produce Association**, 1998b. Food Safety Guidelines for the Fresh-cut produce Industry. Third Edition. Maintaining Quality and Safety, UC Davis, Sep. 15-16.
49. **International Fresh-cut Produce Association**, 1998c. Fresh-cut Produce & Food Safety FAQ's. Info@fresh-cuts.org – powered by iapps®.
50. **International Fresh-cut Produce Association**, 1998d. Microbiology of Fresh-cut Produce. Info@fresh-cuts.org – powered by iapps®.
51. **International Fresh-cut Produce Association**, 1999. IFPA Reconfirms Definition of Fresh.cut. Info@fresh-cuts.org – powered by iapps®.
52. **Juneja, V.K.**, Martin, S.T. and Sapers, G. M. 1998. Control of *Listeria monocytogenes* in Vacuum-Packaged Pre-Peeled Potatoes. *J. Food Sci.* **63(5)**: 911-914.
53. **Kader, A. A.** 1986. Biochemical and Physiological Basis for Effects of Controlled and Modified Atmospheres on Fruits and Vegetables. *Food Technol.* **5. 99-104.**
54. **Kader, A. A.** 1994. Ethylene may Accelerate Deterioration of Horticultural Perishables, Fresh-cut Products: Maintaining Quality and Safety, UC Davis, Workshop Sep. 15-16, 4e section.
55. **King Jr., A. D.** and Bolin, H.R. 1989. Physiological and Microbiological Storage Stability of Minimally Processed Fruits and Vegetables. *Food Technol*, Feb., p. 132-135.
56. **Kuhn, M. E.** 1999. In the Shadow of *Listeria*. *Food Processing*. March 16-23.

57. **Lamich, F. J.** 1975. *Horticultura Actual, de familiar a empresarial*, Editorial Aedos, Barcelona, España, p.166-168.
58. **Lewis, M. J.** 1993. *Reología y Textura de los sólidos, Propiedades Físicas de los Alimentos y de los sistemas de procesado*. Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España.
59. **Luna-Guzmán, I.** 1997b. *Microbiological Aspects of fresh-Cut Cantaloupe*, Department of Food Science and Technology, University of California, Davis CA 95616.
60. **Luna-Guzmán, I.** 1996. *Use of calcium and Heat Treatments to Maintain the Quality of Fresh-cut Cantaloupe Melons*, Thesis (Master), University of California Davis, p. 36-37.
61. **Luna-Guzmán, I.** 1997b. *Food Safety and Fresh-cut Cantaloupe, Perishables Handling Quarterly Issue*, **91(8): 13-14**.
62. **Marth, E. H.** 1998. *Extended Shelf Life Refrigerated Foods: Microbiological Quality and Safety. Food Technol.* **52(2): 5762**.
63. **Mitcham, B.** and Kader, A. 1998. *Methods for Determining Quality of Fresh Horticultural Commodities. Fresh-cut Products: Maintaining Quality and Safety*, UC Davis, Workshop Sep. 15-16.
64. **Mitchell, G. F.**, Thompson, J.F., Crisosto, C.H. and Kasmire, R.F. 1998. *Commercial Cooling of Fruit, Vegetables and Flowers: The Commodity*. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 21567.
65. **Mohsenin, N. N.** 1970. *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. Chapter 2 and 7. Gordon and Breach Science Publishers, New York.

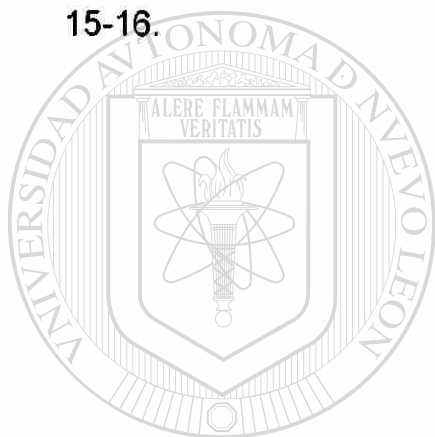
66. **Myers, R. A.** 1989. Packaging Considerations for Minimally Processed Fruits and Vegetables, *Food Technol.*, Feb., p. 129-131.
67. **NAFPP**, 1998. Fresh-cut Packaging, Making Intelligent Decisions. Fresh-cut Products: Maintaining Quality and Safety, UC Davis, Workshop Sep. 15-16.
68. **Nguyen-the, C.** and Carlin, F., 1994. The Microbiology of Minimally Processed Fruits and Vegetables, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **34(4):371-401**.
69. **Nickelson, N.** and Schmidt, C.W. 1999. Taking the Hysteria out of *Listeria*: the mechanics of *Listeria* and Strategies to Find It. *Food Quality*. April 28-34.
70. **Nickerson, J. T.** and Sinskey, A.J. 1978. Microbiología de los Alimentos y sus Procesos de Elaboración: Los Microorganismos y la Alteración de los Alimentos Refrigerados. Editorial Acribia. Zaragoza, España. P.86-95.
71. **Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA-1994**, Bienes y Servicios. Método para la Cuenta de Bacterias Aerobias en Placa.
72. **Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA-1994**, Bienes y Servicios, Preparaciones y diluciones de muestras de alimentos para análisis microbiológicos.
73. **Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA-1994**, Bienes y Servicios, Método para la cuenta de Mohos y Levaduras en Alimentos.
74. **Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA-1994**, Bienes y Servicios. Método para la cuenta de Microorganismos Coliformes Totales en Placa.
75. **Norma Oficial Mexicana NOM-114-SSA-1994**, Bienes y Servicios. Métodos para la Determinación de Salmonella en Alimentos.

76. O'Connor-Shaw, R. E., Roberts, R., Ford, A. L. and Nottingham, S. M. 1996. Changes in Sensory Quality of Sterile Cantaloupe Diced Stored in Controlled Atmosphere, *J. Food Sci.* **61(4): 847-851.**
77. O'Connor-Shaw, R. E., Roberts, R., Ford, A. L. and Nottingham, S. M. 1994. Shelf life Of Minimally Processed Honeydew, Kiwifruit, Papaya, Pineapple and Cantaloupe, *J. Food Sci.* **59(6): 1202-1206, 1215.**
78. Peiser, G., López-Gálvez, G. and Cantwell, M. 1997. Changes in Off-odor Volatile of Salad Products during Storage, Proceedings Volume 5: Fresh-cut fruits and vegetables and MAP, Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference, At UC Davis, CA p. 23-27.
79. Petran, R.L., Zottola, E.A. and Gravani, R.B. 1988. Incidence of *Listeria monocytogenes* in Market Samples of Fresh and Frozen Vegetables. *J. Food Sci.* **53(4): 1238-1240.**
80. Portela, S., and Cantwell, M. 1998. Recent Research: Comparing Quality Changes between Intact and Fresh-cut Melons. *Perishables Handling Quarterly Issue*, **96(11): 5.**
81. Portela, S., Nie, X., Suslow, T. and Cantwell, M. 1997. Changes in Sensory Quality and Fermentative Volatile Concentrations of Minimally Processed Cantaloupe Stored in Controlled Atmosphere, Proceedings Volume 5: Fresh-cut fruits and vegetables and MAP, Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference, At UC Davis CA. p.123-129.
82. Qi, L. and Watada, A. E. 1997. Quality Changes of Fresh-cut Fruits in CA Storage, Proceedings Volume 5: Fresh-cut fruits and vegetables and MAP,

- Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference, At UC Davis CA p. 116-121.
83. **Quintero-Ramos, A.**, Bourne, M.C., Barnard, J. and Anzaldúa-Morales, A. 1998. Optimization of Low Temperature Blanching of Frozen Jalapeño Pepper (*Capsicum annuum*) Using Response Surface Methodology. *J. Food Sci.* **63(3): 519-522.**
84. **Ranganna, S.** 1977, Manual of Analysis of Fruit and Vegetables Products Tata, Mc Graw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, p. 94-95
85. **Ronk, J.**, Carson, K. L. and Thompson, P. 1989. Processing, Packaging and Regulation of Minimally Processed Fruits and Vegetables, *Food Technol.*, Feb., p. 136-139.
86. **Ryall, A. L.** and Lipton, W.J. 1979. Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables. Second Edition, Volume 1. AVI Publishing, Westport, Connecticut. Chapter 1 and 8.
-
87. **SAGAR.** 1997. Centro de Estadística Agropecuaria.
88. **Saltveit, M. E.** 1998. Fresh-cut Product Biology, Fresh-cut Products: Maintaining Quality and Safety, UC Davis, Workshop Sep. 15-16.
89. **Schlimme, D. V.** 1995. Marketing Lightly Processed Fruits and Vegetables, *HortScience*, **30(1): 15-17.**
90. **Silliker, J.H.**, Elliott, R. P., Baird-Parker, A. C., Bryan, F. L., Christian, J. H. B, Clark, D. S., Olson Jr., J. C. and Roberts, T. A. 1980. Microbial Ecology of Foods: Factor Affecting Life and Death of Microorganisms, International Commission on Microbial Specifications for Foods. Academic Press Inc. Chapters 10, 11 and 12.

91. **Song, J., Deng, W., Fan, L., Verhoor, J. and Beaudry, R.** 1997. Aroma Volatiles and Quality Changes in Modified Atmosphere Packaging. Maintaining Quality and Safety, UC Davis, Workshop Sep. 15-16, 4e section.
92. **Suslow, T. V., Cantwell, M. and Mitchell, J.** 1997. Produce Facts Cantaloupe, Recommendations For Maintaining Postharvest Quality, Department of Vegetables Crops, University of California, Davis CA. 95616.
93. **Suslow, T.** 1998. Trait Targeting for the Fresh-Cut Industry. Fresh-cut Products: Maintaining Quality and Safety, UC Davis, Workshop. Sep. 15-16.
94. **Thompson, J. F., Mitchell, F. G., Rumsey, T. R., Kasimire, R. F., and Crisosto, C. H.** 1997. Commercial Cooling Of Fruits, Vegetables And Flowers, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 21567.
95. **USDA, AMS and F&V,** 1998. Fresh-Cut Produce, Shipping Point and Market Inspection Instructions. Fresh-cut Products: Maintaining Quality and Safety, UC Davis, Sep. 15-16.
96. **Watada, A. E., Abe K. and Yamuchi N.** 1990. Physiological Activities of Partially Processed Fruits and Vegetables. *Food Technol.* **44(5): 116-122.** ®
97. **Watada, A. E., Ko, N. P. and Minott, D. A.** 1996. Factors Affecting Quality of Fresh-cut Horticultural Products, *Postharvest Biology and Technology*, **98:115-125.**
98. **Yahia, E. M.** 1993. Modified/Controlled Atmosphere Storage in Mexico, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Apartado postal 1735, Hermosillo, Sonora, 83000, México.

99. **Zagory, D.** 1995a. Controlled and Modified Atmospheres for Fresh-cut Product: Film Technology and Selection, *Perishables Handling Newsletter Issue*, **81(2)**: 20-22.
100. **Zagory, D.** 1995b. Principles and Practice of Modified Atmosphere and Sous Vide Product Packaging, Edited by Farber, J. M. and Dodds, K. L., Technomic Publishing Co. Inc., p.175-206.
101. **Zagory, D.** 1998. Controlled and Modified Atmospheres: Advances in MAP, Fresh-cut Products: Maintaining Quality and Safety, UC Davis, Workshop. Sep. 15-16.

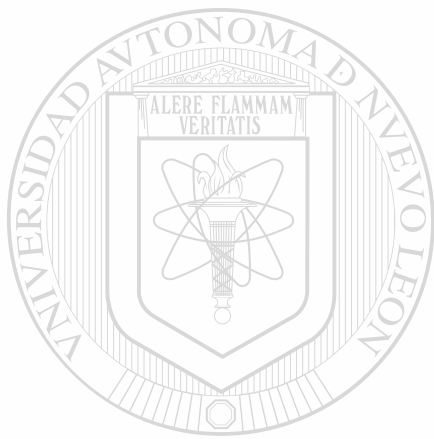


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



APÉNDICES

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

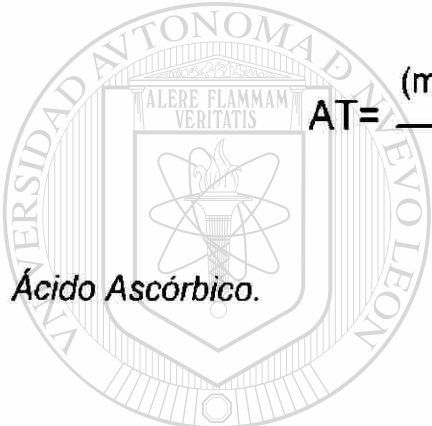
®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

APÉNDICE A

Acidez titulable.

La acidez titulable se determinó por titulación del jugo de 10g de melón con hidróxido de sodio 0.1N hasta el vire de color (a rosa) con indicador de fenolftaleína y se expresó como miligramos de ácido cítrico por 100g de muestra, calculado de la siguiente manera:



ALERE FLAMMAM
VERITATIS

Ácido Ascórbico.

$$AT = \frac{(mL_{NaOH}) * (N_{NaOH}) * (meq. \text{ác. cítrico})}{mL \text{ de jugo}} \quad (\text{Suslow, 1998})$$

U A N L

La determinación del nivel de ácido ascórbico en una muestra de melón, se llevó a cabo ya que el parámetro es indicativo de valor nutricional y constituye un factor determinante en su calidad. Los cálculos se realizaron de la siguiente manera:

$$\frac{\text{mg ác. ascórbico}}{100\text{g de muestra}} = \frac{A * B * C * 100}{D * E}$$

donde:

A.- título de la muestra

B.- factor indofenol

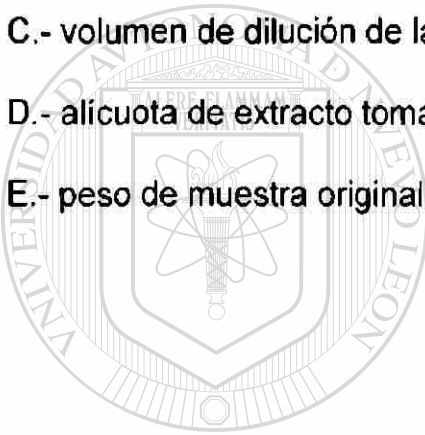
$$B = \frac{0.5}{\text{Título}}$$

Título.- Estandarización del indofenol.- 5mL de solución estándar de ácido ascórbico más 5 mL de solución de ácido metafósforico, titulando con indofenol, hasta una coloración rosa.

C.- volumen de dilución de la muestra (25 mL)

D.- alícuota de extracto tomado para la estimación (10 mL)

E.- peso de muestra originalmente tomado para la estimación (10g)



UANL

(Ranganna, 1977)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

APÉNDICE B

Especificaciones para cuentas microbiológicas en vegetales mínimamente procesados.

Microorganismos	Tamaño de muestra	C ^a	m ^b	M ^c
Cuenta Total	5	2	5x10 ⁵ UFC/g	5x10 ⁶ UFC/g
Coliformes a 44.5 °C	5	2	10 UFC/g	10 ³ UFC/g
Salmonella en 25g	5		Negativa	Negativa

Nota: los valores son para cuentas realizadas en medio sólido.

^a número máximo de muestras comprendidas entre M y m para aceptación.

^b valor que separa la buena calidad de la calidad marginalmente aceptable.

^c valor inaceptable.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN (Nguyen-the y Carlin, 1994)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Cabe mencionar que se tomaron estos valores como referencia ya que no existen para el caso de frutas.

APÉNDICE C

Cálculo de la velocidad de respiración en las jarra, utilizando diferentes concentraciones de gases:

$$VRO_2 = \frac{\left\{ [(C_1 - C_2) / 100] * V \right\} * (0.0122) * (T + 273.15)}{W * t}$$

Donde:

C₁.- concentración inicial de O₂ (%)

C₂.- concentración final de O₂ (%)

V.- volumen (mL)

W.- peso del melón (kg)

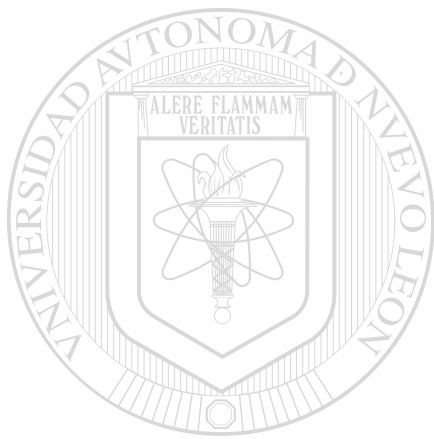
t.- tiempo que pasa entre cada lectura (h)

T.- temperatura de almacenamiento (°C)

VRO₂.- velocidad de respiración (mol/kg h)

0.0122.- factor para obtener el resultado en mol/kg h

(Bank, *et al.*, 1995)



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



