

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*)

2000

L4 M6

FM

TX612



1080124321

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



INFLUENCIA DEL EMPACADO EN ATMOSFERAS
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

MONTERREY, N. L., MEXICO

OCTUBRE DEL 2000



TM

TX612

• M6

L4

2000



UNIVERSIDAD AUTONOMA 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 ACADEMICO
DE MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MICROBIOLOGÍA.

PRESENTA

I.A. ALMA IVONNE LECHUGA

MONTERREY, N.L., MÉXICO

OCTUBRE DEL 2000

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
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 ACADEMICO
DE MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MICROBIOLOGÍA.

PRESENTA

I.A. ALMA IVONNE LECHUGA

COMISIÓN DE TESIS



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.

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.

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.

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**.

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

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

TABLAS

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

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

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.