

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E
INGENIERÍA DE ALIMENTOS



“CONSERVACIÓN DEL PEPINILLO (Cucumis Sativus L.) AL ESTADO
FRESCO CON PRODUCTOS QUÍMICOS EMPACADO Y ALMACENADO A
TEMPERATURA AMBIENTE Y REFRIGERACION”

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR:

JAVIER ARMANDO URRELO CARDENAS

TINGO MARIA -PERU

- 2004 -

DEDICATORIA

A la memoria de mi madre Marina Isabel

A mi esposa Patricia y mis hijos Deborah, Javier y Nicole
por su abnegado apoyo durante el tiempo de ejecución
del presente trabajo

A mis padres y hermanos
por todo el apoyo brindado

AGRADECIMIENTO

- Al Ing. Msc. Raúl Natividad Ferrer, Asesor del presente trabajo de tesis.
- AL ing. Magno Meiguay Jefe del INDDA, la Molina por su apoyo incondicional en el desarrollo del trabajo.
- Al Ing. Luis de la Flor Rector de la Universidad Nacional Agraria la Molina, por su apoyo con las instalaciones del INDDA.
- Al Ing. David Natividad Bardales por su apoyo en el desarrollo de la parte estadística.
- A todas las personas que intervinieron en el desarrollo del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	08
SUMMARY	09
I. INTRODUCCIÓN	10
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFÍA	11
A . Generalidades de la materia prima	11
1. Características básicas del pepinillo	11
2. Clasificación taxonómica del pepinillo	11
3. Variedades	12
4. Composición química del pepinillo	13
5. Cosecha del pepinillo e índice de madurez	14
6. Enfermedades del pepinillo	15
7. Almacenamiento del pepinillo	15
B . Características anatómicas de los frutos	16
1. Sistema dérmico	16
2. Sistema funcional	17
3. sistema vascular	17
C . La maduración organoléptica de la fruta	17
D . Fisiología de la respiración	18
E . Transpiración	19
F . Valoración de la calidad de frutas y hortalizas	20
1. Normas de calidad	20
2. Criterios de calidad	20
G . Factores postcosecha que afectan la calidad de frutas y hortalizas	21
1. Maduración e índice de maduración de frutas	21
a. Observaciones visuales	22

2. Practicas agronómicas	22
3. Temperatura	22
4. Etileno	24
5. Dióxido de carbono	25
6. Concentración de oxígeno	26
7. Lesiones a los frutos	26
8. Humedad relativa y pérdida de agua	26
H . Pérdidas después de la cosecha	28
1. Magnitud de las pérdidas	28
2. Causas de las pérdidas	29
3. Consideraciones del manejo postcosecha.	30
I . Patología de las frutas y hortalizas.	31
J. Control de las alteraciones posteriores a la recolección.	32
1. Tratamientos químicos	32
a. Sorbato potásico	33
b. Ester de sacarosa	34
K . Empaques usados en postcosecha.	37
1. Materiales plásticos para empaques.	38
2. Ventilación de los empaques.	38
L . Refrigeración.	41
M . Operaciones básicas en el proceso de almacenamiento de hortalizas	42
N. Cambios químicos durante el almacenamiento	45
III. MATERIALES Y MÉTODOS	48
A . Lugar y fecha de ejecución.	48

B . Materiales y equipo.	48
C . Materia prima.	50
D . Método de análisis	50
E . Metodología experimental	51
F . Estudio del pepinillo durante el almacenamiento.	51
1. Estudio preliminar.	51
2. Estudio definitivo .	52
G. Análisis estadístico.	60
IV. RESULTADOS y DISCUSIONES	60
A. Características de la materia prima	60
B. Estudio del tratamiento antifúngico.	60
C. Composición fisicoquímica del pepinillo en estudio.	61
D. Almacenamiento del pepinillo en estudio a temperatura ambiente y refrigeración.	63
E. Selección de tratamiento que presentó mejor comportamiento.	110
1. Prueba triangular de diferencia	110
2. Características fisicoquímicas	113

V. CONCLUSIONES	115
VI. RECOMENDACIONES	116
VII. RESUMEN	117
VIII. BIBLIOGRAFÍA	118
ANEXOS	122

RESUMEN

El presente trabajo de tesis se ejecuto en las instalaciones del Instituto Nacional de Desarrollo Agroindustrial (INDDA) de la ciudad de Lima, utilizando como materia prima el pepinillo (*Cucumi sativus L.*) procedente del huerto hortícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

El objetivo general fue evaluar la perdida de peso, cambios fisicoquímicos y organoléptico de pepinillos sometidos a la aplicación de sorbato de potasio y ester de sacarosa, empacados con bolsas de polietileno transparentes y oscuras a temperatura ambiente y refrigeración.

Los pepinillos fueron cosechados, seleccionados , lavados, oreados y sometidos a tratamiento antifungico, con solución de sorbato de potasio al 3% y 5%, luego un primer grupo de pepinillos son tratados con ester de sacarosa a concentraciones de 0,5%, 0,8% y 1% , un segundo grupo se empacaron con bolsas transparentes y oscuras con 0%, 1% y 2% de agujeros, ambos grupos a temperatura ambiente y refrigeración.

Obteniendo como el optimo los pepinillos tratados con sorbato de potasio al 5% y recubiertos con ester de sacarosa al 1% a una temperatura de 8 C y una humedad relativa de 95% a los 28 días de almacenamiento.

En el análisis sensorial se determinó que la muestra seleccionada tiene buenas preferencia en ensalada.

SUMMARY

This thesis was worked out at the National Institute for Agroindustrial Development (INDDA), Lima, Peru, by using as input materials the Cucumber (*Cucumis sativus* L) obtained from the orchard of the National Agrarian University, La Molina.

The general objective was to evaluate weight loss, physico-chemical and ester of saccharose within transparent and dark polyethylene bags under ambient temperature and refrigeration.

Before experimentation, the cucumbers were harvested, selected, clean-washed, aerated and disinfected with potassium sorbate at 3% and 5% concentration, afterward the first group of cucumbers, arranged by treatment, were applied with concentrations of 0.5%, 0.8% and 1.0% of ester of saccharose.

A second group was put in transparent and dark polyethylene bags impinged by needles as to obtain 0%, 1% and 2% holes in the bag surface. Both groups were subjected to ambient temperature and refrigeration.

The experiment showed that the best results were obtained with cucumbers treated with 5% potassium sorbate, 1% ester of saccharose, 8°C temperature and 95% relative humidity by the day 28 from the start of the experiment.

From the sensorial analysis it was determined that selected samples have good performance in salad making.

I. INTRODUCCIÓN

Cuando se efectúa un tratamiento postcosecha de frutos u hortalizas cabe precisar tener en consideración que se trata de estructuras vivas constituidas principalmente por agua y una característica importante de estas es el hecho de que transpiran, es decir pierden agua y también respiran tomando oxígeno (O_2) y desprendiendo dióxido de carbono (CO_2) y calor. Mientras permanecen unidas a la planta, las pérdidas ocasionadas por la transpiración y respiración se compensa mediante el flujo de la savia. Después de la cosecha, continúan respirando y transpirando y como han perdido contacto con la fuente de agua, productos de la fotosíntesis y minerales depende únicamente de sus reservas alimenticias y de su propio contenido de agua por tanto las pérdidas no se compensan y se inicia el deterioro.

Teniendo en cuenta estos factores, el pepinillo (*Cucumis sativus L.*) no es ajeno a este fenómeno y está considerado como una hortaliza muy aceptada por sus buenas cualidades organolépticas y nutritivas, motivo por el cual se plantearon para el presente trabajo los siguientes objetivos:

- Evaluar la pérdida de peso de los pepinillos sometidos a la aplicación de éster de sacarosa, empacado en bolsas de polietileno a temperaturas del medio ambiente y refrigeración.
- Identificar los cambios fisicoquímicos y organolépticos del pepinillo tratado durante el almacenamiento.
- Determinar el flujo óptimo para la conservación del pepinillo (*Cucumis sativus L.*) al estado fresco con productos químicos a temperaturas ambiente y refrigeración.

II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

A. GENERALIDADES DE LA MATERIA PRIMA

1. Características básicas del pepinillo.

UNALM (1988), señala que el pepinillo pertenece a la familia de las cucurbitáceas; es una planta de la cual se puede obtener producción durante todo el año. El fruto es una baya de forma alargada oblonga e irregularmente cilíndrica, de epidermis graba o pequeños apéndices espinosos.

Es una planta anual, rastrera y con ciclo vegetativo corto (85 -90 días). Las primeras recogidas comienzan entre los 45 ó 60 días después de la germinación.

2. Clasificación taxonómica del pepinillo.

Calzada (1979) realiza la siguiente clasificación:

Reino	:	vegetal
División	:	angiosperma
Clase	:	cotiledoneae
Sub-Clase	:	metaclamides
Orden	:	cucurbitales
Familia	:	cucurbitaceae
Género	:	cucumis
Familia	:	cucurbitaceae
Especie	:	<i>Cucumis sativus L.</i>

3. Variedades

a. Ashley

Esta variedad es la que más se cultiva en nuestro país. Las plantas son vigorosas, sus frutos son cilíndricos, verde oscuro y lisos. En la parte apical ofrece una coloración más tenue. Presenta una corteza relativamente gruesa y resistente. La parte carnosa no es del todo tierna; mantiene su color después de la cosecha durante un período largo ofrece rendimientos elevados. Su mayor consumo es fresco.

b. Poinset

La planta desarrolla menos que la variedad Ashley. Las hojas son de color verde intenso de tamaño mediano. Sus frutos son verde oscuro, cilíndricos de corteza fuertes y lisos.

c. Explorer F1

El ciclo es de 51 días aproximadamente, la relación largo - diámetro del fruto es de 2,8 cm, son rectos uniformes el color de la piel es verde claro y las espinas son blancas.

d. Japonés

Es una variedad de buen desarrollo vegetativo que presenta un buen grado de resistencia al mildiu, el fruto es grande alargado con tendencia a doblarse y la sección transversal es ovalada.

4. Composición Química del Pepinillo.

En el cuadro 1 se observa que el pepinillo tiene un alto contenido de humedad que constituye un factor determinante de su fácil deterioro, se observa también que poseen apreciable contenido de vitaminas y minerales, los que nos indican su calidad nutritiva.

Cuadro 1. Composición Química del pepinillo (en base a 100 g de porción comestible)

Componente	Contenido
Calorías (Cal)	15,00
Humedad (%)	95,40
Proteínas (gr)	0,70
Grasa (g)	0,10
Carbohidratos (g)	3,40
Fibra (g)	0,40
Ceniza (g)	0,40
Calcio (mg)	16,00
Fósforo (mg)	24,00
Hierro (mg)	0,60
Vitamina A (mg)	5,00
Niacina (mg)	0,20
Acido Ascórbico mg)	14,00

Fuente: Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina
INCAP. ICNNP (1961)

UNALM (1988), entre sus propiedades se encuentra la presencia de peptasa, que facilita, la digestión y la absorción de los alimentos consumidos. Sintés (1975), señala que en estado de maduración de consumo, los frutos del pepino contienen alrededor de 95 al 96% de agua y pocas cantidades de vitamina A y C. De sólidos contienen: 0,35 a 0,95% de sustancias nítricas; 1,07 a 2,14% de azúcares; 0,39 a 0,52% de celulosa; 0,39 a 0,57% de cenizas.

5. Cosecha del pepinillo e índice de madurez.

Según Pantastico, *et. al.* (1975), los frutos se recogen o cortan las guías dejándoles una pequeña porción del pedúnculo y se colocan en cestos al final de los surcos para su acopio. Los pepinillos para rebanar deben ser de tamaño mediano de color verde oscuro, inmaduros y semillas pequeñas. Aquellos para conservas se cosechan más pronto que los que se usa para rebanar. La longitud usual de los pepinillos para conserva es de 5 cm, pero pueden llegar hasta 10 cm. (para encurtidos sazonados). Es conveniente que tenga un color verdoso. En general, los pepinillos pueden cosecharse en cualquier estado de crecimiento siempre que no hayan empezado a amarillarse.

6. Enfermedades del Pepinillo.

Sintes (1975), manifiesta que la mayor parte de las enfermedades de los pepinillos se originan en el campo. Los organismos se desarrollan durante el almacenamiento y con frecuencia rajan la epidermis, abriendo paso a infecciones secundarias. La antracnosis, causada por *Colletotrichum lagenarium*, produce lesiones negras con tejidos secos subyacentes. El escurrimiento algodonoso es causada por *Phytium aphanidermatum* y se caracteriza por lesiones suaves verde oscuras y acuosas. Las variedades para incurrir, con frecuencia son atacados por *Cladosporium cucumerinum*, que ocasiona la roña. En condiciones húmedas produce una pudrición superficial.

Molinas (1989), afirma que hay variedades que a menos de 6°C ya presentan sensibilidad al frío y por debajo de los 4 ó 5°C son muchas las variedades que se alteran, evidenciándolo en forma de manchas oscuras; por encima de los 10°C los pepinos tienden a madurar y se amarillean o presentan una mayor sensibilidad a las alteraciones producidas por los hongos *Sclerotinia*, *Phytium*, *Fusarium*, etc.

7. Almacenamiento del Pepinillo.

Molinas (1989), menciona que es posible la conservación del pepinillo de unos 15 a 20 días a una temperatura de 5 a 10°C y una humedad relativa del 80 al 90%, siendo el punto de congelación -0, 8°C.

La pre-refrigeración resulta indicada con la precaución de no descender a menos de 6 ó 7°C; igualmente resulta indicado para evitar pérdidas de peso recurrir al encerado, a la conservación en envoltura fisiológica (polietileno), papel parafinado, etc.

Pantastico, *et. al.* (1975), menciona que el pepinillo almacenado a una temperatura de 10,0 a 12,8°C y una humedad relativa de 92% puede conservarse en buenas condiciones de consumo durante dos semanas teniendo una variación de peso del 7,2%.

Según Wills, *et. al.* (1984), califica al pepinillo como una hortaliza muy perecedera, no climatérica y almacenado a una temperatura de 5 a 9°C puede conservarse de 2 a 3 semanas.

B. CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LOS FRUTOS.

Los órganos se dividen en sistemas de tejidos: el sistema dérmico, o sea la cubierta protectora externa, el sistema básico o fundamental y el sistema vascular.

1. Sistema dérmico.

El sistema dérmico representado por la epidermis, forma la cubierta protectora externa de la planta. El intercambio de gases la pérdida de humedad, la iniciación de patógenos, la penetración de sustancias químicas, la resistencia a extremos de temperatura, las lesiones mecánicas, la volatilización de compuestos aromáticos y los cambios de textura, son procesos que principian en la superficie de fruto. Aquí localizamos a las células

epidérmicas, la membrana cuticular, los estomas, las lenticelas y los trycomas.

2. Sistema Funcional

En este sistema podemos encontrar el Parenquima que es el más común de los tejidos fundamentales y el tipo fundamental de célula que se encuentra en las porciones comestibles de frutas y hortalizas. Su característica sobresaliente es que pueden almacenar sustancias tales como almidón, proteínas, aceites, taninos, cristales, etc.

También se encuentran el Colénquima y el esclerenquima, son tejidos mecánicos o de sostén.

3. Sistema Vascular.

El sistema está formado por dos tejidos conductores principales: xilema y floema. El xilema conduce agua y nutrientes minerales disueltos, mientras que el floema conduce los alimentos sintetizados en las hojas.

C. MADURACIÓN ORGANOLEPTICA DE LA FRUTA.

Cheftel (1980), menciona que cuando una fruta es separada de la planta, no recibe más agua ni nutrientes y la fotosíntesis cesa, sin embargo prosigue la respiración del tejido, así como otras diversas reacciones enzimáticas.

Pantastico, *et. al.* (1975), afirma que un fruto en proceso de maduración sufre una serie de cambios marcados en color, textura y sabor, que indican que se están efectuando cambios en su composición.

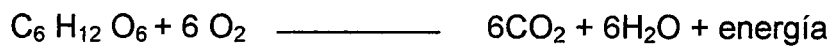
Wills, *et. al.* (1984), menciona que las frutas y hortalizas sufren tras la recolección numerosos cambios físico-químicos determinantes de su calidad al ser adquiridos por el consumidor. La maduración organoléptica es un proceso dramático en la vida de la fruta, transforma un tejido fisiológicamente maduro pero no comestible en otro visual olfatoria y gustativamente atractiva. Señala el final del desarrollo de una fruta y el comienzo de su senescencia y ordinariamente es un proceso irreversible. Las pérdidas de agua representan un descenso del peso comercial y por tanto una disminución de su valor en el mercado. De ahí de las medidas tendientes a minimizar las pérdidas de agua que puedan tener lugar después de la recolección. Pérdidas de un solo 5% marchitan y arrugan numerosos productos, lo que en ambientes secos y cálidos puede ocurrir en pocas horas. Incluso sin que lleguen a marchitarse las pérdidas de agua disminuyen la tendencia a crujir al ser masticados los productos y en numerosas hortalizas, alteraciones del color y otras propiedades organolépticas.

D. FISIOLOGÍA DE LA RESPIRACIÓN

Wills, *et. al.* (1984), la respiración es un proceso metabólico fundamental tanto en el producto recolectado como en el vegetal vivo. Puede describirse como la degradación oxidativa de los productos mas complejos normalmente presentes en las células, como el almidón, los

azúcares y los ácidos orgánicos a moléculas más simples, como el dióxido de carbono y el agua con la consiguiente liberación de energía y otras moléculas que pueden ser utilizadas para las reacciones sintéticas celulares.

El sustrato normal de la respiración es la glucosa; si su oxidación es completa la reacción global es la siguiente:



NRI (1991), menciona que los organismos para vivir requieren de energía. Esta energía es necesaria para las reacciones bioquímicas. Las plantas requieren aproximadamente de un 90% de energía captada durante la respiración.

E. TRANSPIRACIÓN.

Yanhia (1982), menciona que la transpiración es la pérdida de agua de las plantas. Los estomas intervienen en los procesos de la transpiración, respiración y maduración de los frutos sirviendo como válvulas pequeñas para el intercambio de gases. La apertura y cierre de los estomas determinan las pérdidas de vapor. Los estomas abiertos presentan poca resistencia a la transpiración pero cuando se cierran no se registra ningún flujo.

De los factores ambientales, la temperatura, la humedad relativa y la diferencia de presión de vapor son de importancia en la transpiración. Para reducir al mínimo el encogimiento o arrugado de los productos se

requiere de temperaturas bajas, humedad relativa elevada y diferencia en presión de vapor pequeña.

F. VALORACIÓN DE LA CALIDAD DE FRUTAS y HORTALIZAS

NRI (1991), define la calidad de los productos alimenticios como una combinación de las características que determinan el rechazo o la aceptación del producto a consumir.

Los métodos para determinar la calidad se dividen en métodos subjetivos y métodos objetivos de análisis.

Estos métodos involucran evaluación sensorial del producto. La percepción sensorial incluye sabor, textura, color y olor.

1. Normas de calidad

Según Wills, *et. al.* (1984), muchos países especialmente aquellos que exportan frutas y hortalizas han establecido normas de calidad para que el comprador pueda estar seguro de obtener un producto de calidad no inferior a un cierto patrón. Se emplean muchos factores de calidad entre los que se incluyen el color, el tamaño, la madurez y la inexistencia de lesiones físicas.

2. Criterios de calidad

Wills, *et. al.* (1984), manifiesta que para el consumidor, son atributos fundamentales de la calidad:

El aspecto, incluyéndose aquí el tamaño, el color y la forma; la ausencia de defectos; la textura; el aroma y el valor nutritivo.

G. FACTORES POSTCOSECHA QUE AFECTAN LA CALIDAD DE FRUTAS Y HORTALIZAS

1. Maduración e Índice de Maduración de Frutas

NRI (1991), señala que es recomendable que los frutos a ser procesados presenten una maduración uniforme lo cual hará que sean mas resistentes a posibles ataques de insectos y las enfermedades.

Natividad (1992), afirma que la cosecha en el período de madurez es un punto importante por que determina la calidad del fruto a ser ofrecido al consumidor.

Dos conceptos deben ser tomados en cuenta para definir la madurez fisiológica y comercial.

Un fruto está fisiológicamente maduro si todos los factores químicos y físicos necesarios al proceso de maduración están presentes.

La madurez comercial se refiere a cualquier estado durante el desarrollo del fruto determinado por el uso intensivo del fruto, por el consumidor y mercado; por ejemplo un fruto de papaya, esta fisiológicamente maduro, cuando muestra cambios de color en una superficie; puede también ser comercialmente maduro y punto de cosecha en estado verde si se desea.

El índice de madurez comercial, son algunas medidas de sus características que cambian cuando el fruto madura. El criterio para medir la madurez puede ser objetivo, subjetivo o ambos; algunos

métodos utilizados se indica a continuación:

a. Observaciones visuales

1. Color de la cáscara:

- Uso de tonalidades de los colores con valores numéricos.
- Coloración brillante de la cáscara.
- Aparecimiento de color en la pulpa.

2. Tamaño y forma del fruto:

En muchos casos el tamaño y la forma es un factor importante de calidad para los frutos.

3. Resistencia del pedúnculo:

Aquellos frutos que presentan pedúnculo en el pecíolo, en caso de presentar antracnosis los frutos se desprenden fácilmente de la planta; en otros casos el peso del fruto no resiste el pedúnculo.

2. Prácticas agronómicas

Las prácticas agronómicas incluyen en la calidad desde el punto de vista de los siguientes factores, importe orgánico, fertilización, la humedad, cultivo y métodos de control con pesticidas. (NRI, 1991)

3. Temperatura

Las plantas para el normal funcionamiento de sus tejidos y su desarrollo fisiológico están dentro de un rango de temperatura. Este rango refleja la actividad de las enzimas (catálisis biológico) y el

control de las reacciones bioquímicas de las células. Fisiológicamente dentro de los rangos de temperatura clasifica el incremento o retraso de la respiración.

La baja temperatura hace que disminuya la respiración y los tejidos se mantengan frescos. La alta temperatura ocasiona trastornos en la actividad enzimática ocasionando la muerte desde el punto de vista térmico. Los trastornos fisiológicos y rangos de respiración de aumento o retraso están gobernados por la ley de Vant Hoff. (NRI, 1991)

Pantastico, *et. al.* (1975), afirma que entre los 0 y 35°C, la tasa de respiración de las frutas y hortalizas aumenta con una tasa de 2 a 2,5 por cada 10°C de aumento de temperatura sobre la reactividad química y el efecto favorable de la temperatura sobre la reactividad química y el efecto inhibitor de la temperatura elevada sobre la actividad enzimática. Esto se muestra cuando una fruta u hortaliza en respiración es transferida de una temperatura de 23,9°C a otra de 37,8°C presentándose una elevación inicial de la tasa de respiración, que muestra el aumento súbito de la actividad de las enzimas.

Según Wills, *et. al.* (1984), La respiración de frutas y hortalizas implica muchas reacciones enzimáticas. La velocidad a que estas reacciones transcurren, en el rango fisiológico de temperatura (Q_{10}). El químico holandés Van't Hoff, demostró que la velocidad de una reacción química multiplicaba por 2 aproximadamente cada vez que la temperatura aumentaba 10°C:

$$Q_{10} = \frac{R_2}{R_1}^{10(t_2-t_1)} = \text{Constante aproximadamente } 2$$

Donde t_2 Y t_1 son dos temperaturas cualesquiera, expresadas en grados Celsius y R_2 Y R_1 , las velocidades de la reacción a las susodichas temperaturas. A partir de esta formula puede calcularse tanto el Q_{10} como la velocidad a cualquier temperatura.

El Q_{10} , sin embargo no permanece constante en muchos procesos biológicos a lo largo del rango fisiológico; de hecho, que el Q_{10} es función de la temperatura, siendo generalmente mas elevado entre 110°C , intervalo en el que puede alcanzar valores de hasta 7 mientras que a temperaturas por encima de los 10°C decae entre dos y tres.

4. Etileno

NRI (1991) menciona que el etileno es un gas formado por los tejidos de las plantas durante el proceso de maduración. Estimula la degradación de la clorofila, la senescencia de los tejidos vivos.

Los frutos no climatéricos producen poco etileno y es la única respuesta transitoria a la respiración.

Pantastico, *et. al.* (1975), menciona que la aplicación de C_2H_4 afecta de manera significativa la escala de tiempo requerida para llegar al pico climatérico, en las frutas climatéricas, actúa solo para desviar el eje de tiempo no alterando la forma de la curva respiratoria ni ocasionando cambio alguno en los constituyentes principales. En el grupo no Climatérico puede haber un estímulo de respiración en

cualquier momento de la vida del fruto cosechado presentándose un incremento inmediato en la respiración de la aplicación del C_2H_4 .

Según Wills, *et. al.* (1984), los frutos climatéricos pueden distinguirse de los no climatéricos en virtud de su respuesta al etileno exógeno y de la pauta de su síntesis por ellos durante la maduración organoléptica. Todas las frutas producen pequeñas cantidades de etileno a lo largo de su desarrollo. Sin embargo, durante la maduración organoléptica los frutos climatéricos lo producen en cantidades mucho más elevadas que los no climatéricos.

No existen datos claros que sugieran cual es el mecanismo a través del que el etileno inicia y controla el proceso de maduración organoléptica y es muy poco lo que se sabe acerca del lugar en que ejerce su acción y del mecanismo por el que promueve la maduración organoléptica o acelera la actividad respiratoria en los frutos no climatéricos.

5. Dióxido de Carbono

Pantastico, *et. al.* (1975), afirma que la concentración apropiada de CO_2 actúa prolongando la vida en almacenamiento de las frutas y hortalizas debido a inhibición de la respiración.

6. Concentración de oxígeno

Vidigal (1981), menciona que una baja concentración de oxígeno proporcionará menores tasas respiratorias y consecuentemente

menor metabolismo, La maduración de los frutos y hortalizas sería retardado.

7. Lesiones a los Frutos

Pantastico, *et. al.* (1975), manifiesta que dependiendo de la variedad de los frutos y de la severidad de las magulladuras, la lesión puede estimular la respiración, probablemente debido a un efecto indirecto del etileno. Aún una ligera caída o ralladura en la superficie del fruto ocasiona un aumento en la respiración.

8. Humedad relativa y perdida de agua.

Según Pantastico, *et. al.* (1975), todas las hortalizas de fruto requieren de una humedad relativa elevada (92%). Con este nivel de Humedad no se presenta picaduras ni ablandamiento. La pérdida de agua es rápida con humedad relativa menor del 80% y cuando pasa del 95% es posible que se presenten pudriciones.

Wills, *et. al.* (1984), menciona que la mayor parte de las frutas y hortalizas contienen mas de un 80% de agua, en algunos como los pepinos, la lechuga y los melones esta cifra se eleva hasta valores próximos a 95%. Las pérdidas de agua representa un descenso del peso comercial y por tanto una disminución de su valor en el mercado. De ahí de las medidas tendientes a minimizar las pérdidas de agua que puedan tener lugar después de la, recolección. Pérdidas de un solo 5% marchitan y arrugan numerosos productos, lo que en

ambientes secos y cálidos puede ocurrir en pocas horas. Incluso sin que lleguen a marchitarse las pérdidas de agua disminuyen la tendencia a crujir al ser masticados los productos y en numerosas hortalizas, alteraciones del color y otras propiedades organolépticas.

Yanhia (1982), señala que la mayoría de las frutas y hortalizas contiene en peso del 85% al 90% de agua, en algunos casos llega hasta el 95% como el caso del pepino. Estos productos continúan perdiendo vapor de agua después de cosechados. La pérdida excesiva de agua en frutas y hortalizas frescas da como resultado que se vuelvan marchitas, arrugadas, blandas, correosas y carentes de sabor para cuando la mayor parte de las frutas y hortalizas han perdido del 5 al 10% de su peso se les considera invendibles. La pérdida de agua de los productos frescos es una de las principales causas de desperdicio a nivel de menudeo. La pérdida de agua se puede reducir (a) manteniendo una HR% elevada, (b) bajando la temperatura, (c) proporcionando solo el movimiento de aire suficiente para remover el calor de respiración del producto y (d) cubriéndola con una película impermeable al agua y/o empacándolas en diversas bolsas de plástico o envolturas de película.

H. PÉRDIDAS DESPUÉS DE LA COSECHA

1. Magnitud de las pérdidas

Natividad (1992), menciona que se ha estimado que las pérdidas poscosecha de frutas y hortalizas es de 25 a 80% acentuándose el

mayor porcentaje de pérdidas en las regiones tropicales y en países en vías de desarrollo perdiendo el valor nutritivo y económico, tanto para el producto vendedor y consumidor.

Para lograr avance en la reducción de pérdidas poscosecha, se necesita identificar y eliminar las limitaciones para la aplicación de la tecnología existente .

Las limitaciones más importantes pueden estar en la falta de fondos, de conocimientos, de personal capacitado, de incentivos locales y también en la falta de aspectos políticos y culturales.

Las pérdidas pueden variar según el cultivo, la variedad, el año, la combinación de plagas, longitud del tiempo de almacenaje, métodos de pelado, secado, manejo, procesamiento, transporte y distribución, por la velocidad que se consume el alimento.

Es necesario conocer a los productores a los intermediarios y a los gobiernos para que apliquen las técnicas conocidas para controlar las plagas y los factores de manejo que evitarán y reducirán las pérdidas.

2. Causas de las pérdidas

Las pérdidas pueden ser originadas por causas primarias y secundarias.

a. Causas Primarias.

Son aquellas que afectan directamente al producto y son:

Microbiológica.- Deterioro causado por hongos y bacterias

Mecánica.- Impacto, abrasión, aplastaduras.

Química.- Oscurecimiento, pérdida de sabor, textura, ablandamiento y valor nutricional.

Física.- Alta temperatura, acumulación de gases.

Fisiológica.- Respiración, Transpiración y sobremaduramiento.

b. Causas Secundarias.

Son aquellas que llevan a condiciones que promueve una causa primaria de pérdida y son:

Grado de madurez inadecuado

Método de cosecha inadecuado

Ausencia de selección, clasificación y estandarización

Manejo inadecuado de embalajes.

c. Causas relacionadas con el transporte:

Condiciones precarias de transporte

Sobrecarga de frutas transportadas conjuntamente.

Transporte en horas del día inadecuado (hora de sol).

Concentración de calor o falta de ventilación en los vehículos de transporte.

Atrasos durante el transporte.

Condiciones de almacenamiento inapropiado (temperatura, humedad relativa, circulación de aire, sanidad y equipamiento).

3. CONSIDERACIONES DEL MANEJO POSCOSECHA

Concientizar respecto de la importancia de mantener la calidad de las frutas y reducción de pérdidas poscosecha.

Tener conocimientos básicos sobre el comportamiento de las frutas después de la cosecha.

Determinar el estado de madurez adecuado para la cosecha de frutas.

Aplicar técnicas adecuadas para aumentar el periodo de almacenamiento de frutas cosechadas.

Esquema y construcción de cámaras frigoríficas con requisitos de cada producto para prolongar la vida útil del producto.

I. PATOLOGÍA DE FRUTAS Y HORTALIZAS.

Wills, *et. al.* (1984), señala que el deterioro de las frutas y hortalizas por los agentes microbianos, en el transcurso del tiempo que media entre la recolección y el consumo puede ser grave y rápido, en especial en las áreas tropicales en las que el desarrollo microbiano se ve favorecido por las temperaturas y humedades relativas elevadas. El etileno producido por los vegetales en descomposición acelera, por otra parte, la maduración organoléptica de la fruta y el envejecimiento de los almacenados conjuntamente con ellos a los que pueden además contaminar.

Numerosos hongos y bacterias son causantes del deterioro de las frutas siendo las mas importantes las ocasionadas por hongos de los géneros

Aternarias, Botritis, Diplodia, Monilinia, Penicillium, Phomopsis, Rhizopus y *Sclerotinia* y por las bacterias de los generos *Erwinia* y *Pseudomonas*. La mayor parte de estos microorganismos son débilmente patógenos, en el sentido que solo pueden invadir productos dañados; unos pocos como los *Colletotrichum*, son capaces de penetrar a través de la piel de ejemplares sanos.

J. CONTROL DE LAS ALTERACIONES POSTERIORES A LA RECOLECCIÓN

Wills, *et. al.* (1984), afirma que para el control de las alteraciones se han utilizado muchos tratamientos físicos y químicos después de la recolección. La eficacia de los mismos dependen de tres factores fundamentales:

- De capacidad del tratamiento o el agente químico de alcanzar al agente patógeno.
- El número de gérmenes y su sensibilidad al tratamiento.
- La sensibilidad al tratamiento del producto hospedador.

1. Tratamientos químicos

Wills, *et. al.* (1984) y Pantastico, *et. al.* (1975), coinciden en señalar que el control de las alteraciones posteriores a la recolección por medio de productos químicos se ha convertido en los últimos 25 años en práctica habitual en la comercialización de las frutas y ha resultado de importancia definitiva para el desarrollo del comercio mundial . El éxito del tratamiento químico destinado a evitar las aliteraciones posteriores a la recolección depende de los siguientes factores:

- La carga inicial de esporas.
- La profundidad de la infección en el interior de los tejidos hospedadores.
- La velocidad de crecimiento del agente infectante.
- La temperatura y la humedad.
- La profundidad a la que es capaz de penetrar el producto químico en el interior de los tejidos del hospedador.
- El producto químico aplicado debe además, no ser fitotóxico (es decir, no lesionar a los tejidos del hospedador) y estar tolerado por la reglamentación vigente.

a. Sorbato potásico

Luck (1981), menciona que en forma de solución de sorbato se emplea el ácido sórbico para conservar verduras fermentadas y verduras en vinagre. En este campo representa de 0,05 - 0,15% de sorbato potásico, según en contenido de sal común no impide el desarrollo de la fermentación láctica deseada o lo hace en grado muy pequeño y sin embargo inhibe el desarrollo de levaduras peliculiformes y de mohos dando lugar a una fermentación apropiada. El rendimiento obtenido en los pepinillos es hasta en un 20% más elevado que en los lotes control a los que no se habían adicionado ácido sórbico. Para proteger a los pepinos y aceitunas de levaduras y mohos se añade a los líquidos de curado 0,1 a 0,2% de sorbato potásico. De mayor importancia

económica es el empleo de sorbato potásico para conservar salsas y verduras fermentadas. El ácido sórbico no tiene acción antioxidante contra la descomposición enzimática su acción se dirige casi totalmente contra mohos y levaduras.

Luck (1981), afirma que el ácido sórbico y los sorbatos están permitidos en todos los países del mundo para la conservación de muchos alimentos. En Alemania la dosis mas alta permitida oscila entre 0,1 y 0,2 % . En USA se permite su uso sin limitación para alimentos en general y de acuerdo con algunas normas para determinados alimentos estandarizados.

Existe la tendencia en todo el mundo de ir admitiendo legalmente el ácido sórbico a causa de su inocuidad para sustituir a otros conservadores de menor garantía.

b. Ester de sacarosa

Aunque se conoce desde hace más de un siglo , los esteres de azúcar no empezaron a fabricarse comercialmente hasta los principios del decenio de 1960, a raíz del descubrimiento del procedimiento Nebraska-Shell en los Estados Unidos que patentó en 1959 la Fundación de Investigación sobre el Azúcar.

Kammerlohr(1968), afirma que la producción de esteres ácidos grasos de la sacarosa se basa en la transesterificación de la sacarosa mediante esteres metílicos y otros esteres alcanoles inferiores de ácidos grasos. El sebo, los aceites de coco y de

ricino figuran entre las sustancias que pueden utilizarse para fabricar esteres de los ácidos grasos.

La transesterificación se lleva a cabo en un disolvente por lo general propilenglicol o dimetil formamida (DMF) a elevadas temperaturas y en presencia de un catalizador alcalino, normalmente carbonato potásico. Después de esperar el alcohol metílico, así como el azúcar que no ha reaccionado otras materias, se obtiene los ésteres del azúcar en forma cristalina.

PROPIEDADES

Kollonitsch (1970) , menciona que los ésteres de sacarosa se utilizan principalmente como agentes tenso activos no iónicos por su elevado poder detergente, emulsionante y humectante. Entre sus principales propiedades figuran las siguientes:

- Son neutros.
- Insípidos e inodoros.
- No irritan la piel.
- No son tóxicos.
- Tiene gran capacidad de biodegradación.
- Son fisiológicamente compatibles con el organismo y de fácil digestión.
- Son suaves al tacto y carecen de viscosidad.
- Son compatibles con otras sustancias.

Yudkin, *et. al.* (1991) afirman que los esteres de ácidos grasos de sacarosa no saturados son sustancias peliculígenas y por

consiguiente , pueden emplearse como revestimiento debido a las siguientes propiedades:

- Secado rápido
- Baja absorción de oxígeno
- Buenas cualidades de adhesión y extensibilidad y resistencia a la humedad.
- Buenas cualidades de brillo y dureza.

Pantastico, *et. al.* (1975), señala que en lugares donde no se dispone de instalaciones de almacenamiento refrigerado, el recubrimiento protector es uno de los métodos desarrollados para aumentar la vida de almacén de frutas y hortalizas frescas a temperatura ambiente. De ordinario se añaden a las formulas fungicidas o bactericidas adecuados para dar protección contra microbios.

Kammerlohr (1968), asegura que el éster de sacarosa es seguro, comestible, biodegradable, rendidor en función de los costos.

Asegura la cosecha en condiciones frescas desde el cultivador al consumidor dando los siguientes beneficios:

- La protección contra la baja temperatura y daños mecánicos.
- La protección contra la pérdida de peso
- Un prolongado periodo de vida en almacén.
- Después de la cosecha los rendimiento son mayores.
- El sueño dulce.
- El producto hortícola fresco vive y respira.

- En la ruta hacia el consumidor, los frutos tienen la necesidad de ser protegidas contra el daño, deterioro y enfermedad, particularmente durante el embarque y almacenaje prolongado. Sobre todo debe vigilarse en el proceso de maduración.

Desde el decenio de 1960, se ha conocido que una muy delgada película invisible de ester de sacarosa puede proteger la fruta contra el deterioro. El revestimiento protector forma una membrana blanda que reduce la toma de oxígeno y cambia la atmósfera adentro cada fruta individual. El proceso de respiración se demora, y la fruta efectivamente va a dormir. El resultado es que el proceso de maduración se demora la frescura se conserva y la vida saludable de la fruta se extiende.

K. EMPAQUES USADOS EN POSCOSECHA

Yanhia (1982), afirma que un empaçado adecuado aporta una contribución capital a la disminución de este desperdicio, esta contribución cobra mayor importancia cuando pensamos en el almacenamiento en regiones tropicales del mundo. Recientes reuniones científicas ha determinado que la industria alimentaría debe orientar su interés en el sentido de obtener mayor conocimiento de las propiedades intrínsecas de sus productos y como consecuencia conocer las necesidades de la protección a través de un adecuado embalaje.

Pantastico, *et. al.* (1975), menciona que el empaque de productos en unidades para el consumidor debe complementar, no sustituir a la

refrigeración. Dentro del producto empacado la humedad relativa se vuelve muy elevada, produciendo condiciones favorables para el crecimiento de microorganismos y el desarrollo de la pudrición en especial a temperaturas elevadas.

Mc.Gregor (1987), manifiesta que el empaque apropiado de frutas y hortalizas es esencial para mantener la calidad del producto durante el transporte, almacenamiento y conservación. Además de proteger el producto, proporciona un medio para su manipuleo.

El empackado debe orientarse a retardar los procesos de respiración y transpiración sin matar las células en el producto o dañar su calidad. Mas importante aun se debe empackar productos de alta calidad, debido a que aún un empackado perfecto no puede mejorar la calidad del producto. Las tasas de respiración de productos en empackados de películas delgadas de polietileno puede retardarse cambiando la atmósfera, pero no de manera tan efectiva a lo que se obtiene por la refrigeración (Yanhia, 1982).

1. MATERIALES PLASTICOS PARA EMPAQUES

Pantastico, *et. al.* (1975) indica que entre los materiales de plástico flexible tenemos: polietileno (baja y alta densidad y lineal), celulosa regenerada (celofán), hidrocarburos de caucho (plioflim), película de cloruro de polivinilo (PVC), poliestireno, nylon, policarbonatos y otros.

Plank (1980), menciona que las hojas de polietileno son hoy el material de embalaje mas empleado para el envasado de verduras,

pues no solamente combina una buena permeabilidad para el CO₂ y O₂ con elevada permeabilidad al vapor de agua, sino que es adecuada para la confección de paquetes (con cantidades de 1 a 5 kg) debido a su solidez.

Como la permeabilidad a los gases del polietileno no es suficiente para la elevada velocidad de respiración de ciertos productos, si se mantienen estos en grandes paquetes a temperatura ambiente es normal perforar las bolsas.

Pantastico, *et. al.* (1975), afirma que el polietileno es conocido como el material plástico transparente mas vendido y de menor precio en el mundo. Su resistencia y flexibilidad lo hacen aplicable a numerosas opciones de embalaje.

En función a la densidad existen tres tipos de polietileno; de baja densidad (PEBB), de alta (PEAD) y de densidad intermedia. Sus propiedades químicas se diferencian radicalmente, más sus características físico mecánicas son distintas, el polietileno es un modo de polímero más simple, es un hidrocarburo olefínico de cadena recta.

Goren y Monselise (1987), menciona que el uso de películas plásticas, envolver cajas y paquetes pequeños del producto o la fruta individual o en pareja ha recibido más atención recientemente porque la técnica ayuda a reducir la pérdida de agua y mantiene el Producto en una condición buena, la mayoría de las películas son parcialmente permeables al vapor de agua y gases. La película plástica permite

modificar la atmósfera entre la película y la fruta o legumbre. En muchos de los casos el equilibrio logrado puede resultar en una atmósfera que ayuda para extender la vida de almacenaje del producto de forma similar a la atmósfera controlada de almacenaje pero más económica y simplemente.

2. VENTILACIÓN DE LOS EMPAQUES

Handenburg (1971), menciona que es usualmente deseable perforar los envases o films para producir o suministrar la ventilación. Perforando pequeños paquetes sellados con films plásticos con dos o mas agujeros de $\frac{1}{4}$ de pulgada o con numerosos orificios hechos con agujas permitirán una entrada adecuada de oxígeno para prevenir una respiración anaerobia y evitar el daño que pueda producir el CO_2 durante la comercialización a temperaturas altas.

Plank (1980), recomienda que en bolsas para un peso de 1 kg bastan 4 a 8 agujeros de 3 a 6 mm. De diámetro para asegurar el intercambio de gas suficiente. Las bolsas grandes con una capacidad de 2 a 5 g deben perforarse mas.

Pantastico (1975), señala que es conveniente perforar los envases de películas usados en frutas y hortalizas para proporcionar ventilación. Las perforaciones de paquetes de películas con 2 a 4 agujeros de 6,3 a 3,2 mm y con numerosas perforaciones de alfiler. Es suficiente para dejar entrar O_2 en cantidades adecuadas y evitar los daños por CO_2 que se acumula.

L. REFRIGERACION

Wills, *et. al.* (1984), señala que el objetivo perseguido por el almacenamiento es el de restringir la velocidad de deterioro sin acarrear una maduración anómala u otros cambios perjudiciales, manteniendo así el producto durante periodos tan largos como sea posible, en condiciones aceptables para su consumo.

Pantastico, *et. al.* (1975), manifiesta que por lo general, la refrigeración a la temperatura optima, empleada con humedad elevada es el mejor método para prolongar la vida de almacén .La refrigeración controla el crecimiento de muchas bacterias y hongos que producen pudriciones y retarda el metabolismo del producto. La refrigeración retarda de manera efectiva la respiración, lo cual de ordinario es conveniente ,ya que con ellos se retardan también la maduración la senescencia y la producción de calor.

M. OPERACIONES BASICAS EN EL PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE HORTALIZAS.

1. Cosecha

Shewfelt (1993) ,afirma que la fase final de conservación de la fruta depende directamente de varios factores relativos a la cosecha, como determinación del momento oportuno de la cosecha, manipuleo y cuidado de la mismos en el embalaje.

Pantastico, *et. al.* (1975) ,señala que la cosecha deficiente y el manejo rudo en las granjas afectan en forma directa la calidad para el mercado. Los golpes y lesiones después aparecen como manchas pardas y negras haciendo poco atractivos los productos. Las lesiones en la corteza sirven como entrada a los microorganismos y conducen a la pudrición. Además la respiración se incrementa marcadamente con los daños y en consecuencia, la vida de almacén se acorta.

La cosecha de las hortalizas difiere la de las frutas, debido a la diversidad de tipos estructurales de plantas que se presentan. Las hortalizas de hoja y fruto por lo general son recolectadas a mano para evitar rupturas generales de hoja y frutos.

Wills, *et. al.* (1984), menciona que es conveniente efectuar la recolección durante las primeras horas de la mañana aprovechándose las bajas temperaturas que generalmente reinan a estas horas.

2. Selección

Shewfelt (1993), menciona que la selección juega un papel muy importante en el control de muchos procesos de manufactura de los alimentos, puesto que se adecua para las operaciones mecanizadas y proporciona un mejor control de los procesos añadidos.

Se pueden clasificar de acuerdo a los siguientes criterios: tamaño, finura, madurez, textura, sabor, aroma, color, carencia de desperfectos, carencia de contaminantes y carencia de partes no deseables de la materia prima.

3. Clasificación

Shewfelt (1993), señala que es uno de los factores de mayor importancia para la determinación de la buena calidad de los vegetales, ya que en esta operación, da como resultado la gran uniformidad del producto acabado.

Se clasifica la fruta bajo tres puntos de vista:

Tamaño: grande, mediano y pequeño

Madurez: verde, pintonada y madura.

Aspecto: sano y alterado.

4. Lavado

Shewfelt (1993), afirma que el lavado es importante, ya que permite eliminar impurezas y partes de la carga microbiana adherida en la fruta y/o hortaliza. El lavado se hace con agua corriente.

Pantastico, *et. al.* (1975), señala que el lavado mejora el aspecto del producto. Con frecuencia se encuentran presentes mugre, tierra, insectos, hongos hollinosos que dan mal aspecto. También muchas veces se encuentran residuos de fungicidas e insecticidas que el lavado los remueve.

5. Empacado

Wills, *et. al.* (1984), señala que el empacado persigue dos objetivos fundamentales:

Ordenar las unidades en grupos idóneos para su manejo.

Proteger al producto durante el almacenamiento y la comercialización del mismo.

Pantastico, *et. al.* (1975), menciona que el empaclado es la inclusión de frutos o productos de mejor calidad en los envases al por mayor. El mantenimiento de la calidad se logrará mejor cuando un buen empaclado se combina con almacenamiento o transporte refrigerado.

6. Almacenado.

Wills, *et. al.* (1984), señala que existe tres hechos fundamentales en relación con la conservación de frutas y hortalizas del los que el hombre se ha beneficiado: en primer lugar, que se conservan mejor si se mantienen fríos; en segundo lugar que la congelación los deteriora y en tercer lugar , que se marchitan y arrugan en aire seco.

Pantastico, *et. al.* (1975), menciona que todas las frutas y hortalizas están formadas por tejidos vivientes después de la cosecha, la tendencia es que se continúe todos estos procesos vitales. El objetivo del almacenamiento es reducir al mínimo la tasa a la que se efectúen eso procesos.

N. CAMBIOS QUIMICOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO

En determinado momento del desarrollo de las frutas y hortalizas el consumidor reconoce que han alcanzado una comestibilidad optima.

Esta condición no es consecuencia de un mismo y único tipo de

transformación común a todos los productos vegetales sino que alcanza de diversas formas en los diferentes tejidos.

1. Carbohidratos

Según NRI (1991), el balance de almidón/azúcar es incluido notablemente por la temperatura. Por encima de los 4,5 °c los niveles de sacarosa aumentan hasta un 6% del peso fresco comparado a un 0,2%. En un tubérculo fresco maduro. Los cambios similares ocurren en patatas dulces a 15,6°c.

Según Biale (1960) citado por Pantastico, *et. al.* (1975), la tendencia general es hacia un incremento inicial de azúcares seguido por una disminución. En frutos no climatéricos, los cambios son ligeros y lentos. La madurez del fruto y la temperatura de almacenamiento determinan la tasa de conversión de los azúcares reductores.

Wills, *et. al.* (1984), afirma que la degradación de los hidratos de carbono poliméricos, esencialmente la de las sustancias pecticas y hemicelulosas, debilita las paredes celulares y las fuerzas cohesivas que mantienen una células unida a otras.

2. Acidos

Pantastico, *et. al.* (1975), menciona que durante el almacenamiento, los cambios en acidez pueden variar de acuerdo con la madurez y la temperatura de almacenamiento, la disminución en el contenido de ácido ascórbico es mas rápida a temperaturas de almacenamiento más elevadas.

Goren (1987), señala que la síntesis y pérdida de la vitamina C ocurre en frutos cosechados. La degradación de la vitamina C ocurre más rápidamente a temperaturas más altas y bajo condiciones de pH alto.

Wills, *et. al.* (1984) ,señala que los ácidos pueden ser considerados como una reserva energética más de la fruta, siendo por consiguiente de esperar que su contenido decline en el período de actividad metabólica máxima durante el curso de la maduración.

3. Lípidos

Geeson (1979), menciona que pocos productos perecederos contienen niveles suficientes altos de lípidos, pero el cambio en su contenido es importante. Ocasiona la rancidez por la oxidación de los lípidos ocasionando malos sabores.

Los cambios de los lípidos en las membranas de los frutos ocurren en la fase de la senescencia . Y estos cambios aumentan mediante el daño por frío. Estos cambios de fase producen metabolismo anormal que se expresa como síntomas de daño por frío.

Pantastico, *et. al.* (1975), afirma que en el almacén los frutos se vuelven grasosos y el incremento de cera depende de la variedad del fruto. En general los ácidos grasos saturados aumentan a medida que se prolonga el periodo de almacenamiento y los ácidos grasos no saturados como el periodo de almacenamiento y los ácidos grasos no saturados como el linolenico, linoleico y oleico, se metabolizan rápidamente durante la primera etapa de almacenamiento. Esto tiene inferencia en el procedimiento, debido a que elevados porcentajes de

ácidos grasos polinsaturados, de bajo peso molecular pueden provocar malos sabores de oxidación. Los ácidos grasos tienen mucho menos oxígenos por átomo de carbono que los azúcares y por consiguiente requieren para su conversión en CO₂ un mayor consumo de oxígeno.

Según Wills, *et. al.* (1984), los lípidos representan menos del 1% del peso fresco de las frutas y hortalizas y se hallan asociados con las capas cuticulares protectoras de la superficie y con las membranas.

4. Proteínas

NRI (1991), señala que la degradación de las proteínas en productos cosechados eventualmente ocurre una síntesis que conduce al deterioro de enzimas mediante reacciones de catálisis. Este daño del metabolismo es la parte en la etapa de desarrollo llamado senescencia.

Wills, *et. al.* (1984), señala que tanto las proteínas como los aminoácidos libres constituyen componentes minoritarios de las frutas que no parecen jugar papel alguno en la determinación de la calidad comestible. No obstante, si se dan modificaciones en los constituyentes, que presentan cambios de la actividad metabólica, en las distintas fases del crecimiento. Durante la senescencia aumenta en cambio el nivel de los aminoácidos libres lo que revela una degradación de las enzimas y un descenso de la actividad metabólica.

5. Enzimas

Pantastico, *et. al.* (1975), menciona las enzimas tales como la Catalasa, pectinesterasa, celulasa y amilasa aumentan su actividad durante el almacenamiento. Las actividades de las enzimas dependen de la temperatura de almacenamiento y de la madurez del fruto almacenado.

6. Color.

Wills, *et. al.* (1984), afirma que el color verde se debe a la presencia de clorofila que es un complejo orgánico de magnesio. La pérdida del color verde es consecuencia de la degradación de la clorofila. Causas primordiales de esta degradación son los cambios de pH principalmente como consecuencia de la fuga de ácidos orgánicos al exterior de la vacuola, el desarrollo de procesos oxidativos y la acción de las clorofilasas.

7. Aroma

Según Goren y Monselise (1987), en el desarrollo de la calidad comestible óptima juega un importante papel el aroma. Se debe a la síntesis de muchos compuestos orgánicos volátiles. Los frutos no climatéricos, no sintetizan componentes tan aromáticos como los climatéricos, sin embargo, los volátiles producidos siguen teniendo importancia en la determinación del aprecio que por ellos siente el consumidor.

III. MATERIALES Y METODOS

A. LUGAR Y FECHA DE EJECUCION.

El presente trabajo se ejecutó en las Instalaciones del Instituto Nacional de Desarrollo Agroindustrial (INDDA) y en los laboratorios "La Molina Calidad Total", Institutos pertenecientes a la Universidad Nacional Agraria la Molina ubicado en la ciudad de Lima, con una humedad relativa promedio de 75% y una temperatura promedio de 25°C, Los ensayos experimentales se desarrollaron en los laboratorios de Calidad Total (análisis fisicoquímicos y organolépticos) y Planta de Frío (almacenamiento), en un periodo comprendido entre Diciembre de 1996 y Abril de 1997.

B. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Materiales

- Mesa
- Cuchillo de acero inoxidable.
- Papel Filtro
- Buretas.
- Cápsula de Porcelana
- Termómetro graduado en °C.
- Materiales de vidrio: microbureta, digestor y destilador, desacadador, balones kjendahl, erlemmeyer, vasos de

precipitación, pipetas, fioles, probetas, matraces, luna de reloj, embudos.

- Micrometro
- Bolsas de polietileno negras y transparentes.
- Fuentes de ternopol.

2. Equipo

- Balanza analítica de aproximación ± 0.0001 gr
- Deshidratador de aire caliente
- Potenciometro
- Termohidrografo
- Cámara de Refrigeración
- Balanza comercial MOBBA , cap. 1 Kg
- Bomba de vacio
- Baño maria ,tipo LP 202
- Estufa GCA
- Equipo para determinar grasa ,Labconco
- Equipo para determinar fibra ,Labconco
- Mufla 1500 furnace
- Espectofotometro, Baush & Lomb.

3. Reactivos

- Sorbato de potasio
- Ester de sacarosa
- Ácido sulfúrico Concentrado
- Ácido Clorhídrico 0.1 N

- Hidróxido de sodio 0.1 N
- Éter de petróleo
- Cloro comercial

C. MATERIA PRIMA

Pepinillos fresco, de color verde oscuro de la variedad Ashley, procedente de huerto hortícola de la Universidad Nacional Agraria la Molina, óptimo para su consumo como hortaliza.

D. MÉTODOS DE ANÁLISIS

1. Análisis de la materia prima

a. Determinaciones biométricas.

Se determinaron las siguientes características:

Longitud: mediante regla graduada de 30 cm.

Diámetro: con un micrómetro tomando como referencia la parte mas ancha de la parte comestible del fruto .

Peso: se usó una balanza electrónica comercial de capacidad de 5,0 kg.

Forma: se evaluó en forma visual.

Color del epicarpio: en forma visual.

Color de la pulpa: en forma visual .

Las medidas se consideraron según el cuadro del anexo 1 recomendado por ITINTEC (1942)

b. Análisis fisicoquímico

Se determinaron humedad, proteína, grasa, fibra, ceniza y carbohidratos siguiendo la metodología sugerida por la A.O.A.C. (1997).

pH:

Se determinó mediante un potenciómetro, siguiendo el método recomendado por la A.O.A.C.(1997)

Vitamina C.

Se utilizó el método Ross recomendado por la A.O.A.C. (1997)

E. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**1. Prueba preliminar**

La primera etapa fue tratamiento antifúngico con Sorbato de potasio (3 y 5 %) según Julca (1982), con el objeto de escoger parámetros que mejor respondan al estudio una vez evaluado y encontrado la concentración antifúngica; la segunda etapa consistió en el almacenamiento del pepinillo a temperatura ambiente y de refrigeración en la cual se evaluó la pérdida de peso y la evaluación organoléptica (con 9 panelistas) cada dos días de las muestras tratadas con ester de sacarosa, con el objetivo de encontrar la mejor concentración de recubrimiento de la superficie del fruto y empacadas (bolsas transparentes y oscuras) a temperatura de ambiente y refrigeración con la

finalidad de encontrar el tratamiento óptimo y que mejor responda al objetivo planteado en el presente trabajo de investigación.

2. Prueba definitiva

Determinado el flujo ideal del estudio se repite las operaciones del flujo con el mejor tratamiento, efectuando pruebas de comparación sensorial y fisicoquímico desde el primer día de almacenamiento.

F. Estudio del pepinillo durante el almacenamiento .

1. Estudio preliminar

a. Concentración del antifúngico

Se utilizó sorbato de potasio por ser un preservante muy usado en la industria alimentaria por su actividad antifúngica. Se utilizaron concentraciones al 3 y 5 % .Los frutos se sumergieron durante 5 minutos luego fueron secadas y almacenadas a temperatura ambiente por 3 semanas. Se contó con dos jueces quienes según la escala presentada en el anexo 6 elaborada por Julca (1982), para la evaluación visual del área atacada por los microorganismos.

b. Estudio del empaquetado y tratamiento con ester de sacarosa en almacenamiento.

Los frutos tratados se almacenaron a temperatura del medio ambiente de 25°-27 °C bajo sombra en el laboratorio de Calidad Total del Instituto Nacional de Desarrollo Agroindustrial (INDDA) y

a temperatura de refrigeración de 8° C. El tiempo de almacenamiento de los frutos a temperatura ambiente fue de 20 días y a temperatura de refrigeración fue de 40 días, la temperatura y la humedad relativa se controlaron mediante la utilización de termohidrógrafos, también se controló la circulación de aire dentro de la cámara. Se evaluó la pérdida de peso de los frutos almacenados, los análisis organolépticos fueron realizados por nueve panelistas conformados por trabajadores del INDDA según una escala hedónica de 6 puntos (Anexo 2). Los pepinillos fueron sometidos a los siguientes tratamientos:

1. Empacado

Se acondicionaron tres pepinillos en una bandeja de termopol de 14 x 20 x 4 cm, se empacaron con bolsas de polietileno transparentes y oscuras con distintos grados de perforación para su almacenamiento. Los tratamientos fueron:

Bolsas Oscuras:

0%, 1%, 2% agujeros, Testigo.

Bolsas Transparentes:

0%, 1%, 2% agujeros, Testigo.

2. Tratamiento con ester de sacarosa:

Se prepararon las soluciones de ester de sacarosa disolviendo este a concentraciones de 0.5%, 0.8% y 1% en agua previamente tratada con el antifúngico. Los frutos se sumergieron en la solución por tres minutos, luego se orearon y

fueron acondicionados en las bandejas de termopol para su almacenamiento. Los tratamientos fueron 0,5% ester de sacarosa 0,8% ester de sacarosa; 1% ester de sacarosa; Testigo.

2. Estudio definitivo:

Encontrado en la prueba preliminar el mejor tratamiento se repiten todas las operaciones de la primera fase con la finalidad de evaluar los cambios fisicoquímicos y organolépticos desde el primer día e almacenamiento.

a. Evaluación organoléptica

Al mejor tratamiento dado por los panelistas según la escala hedónica correspondiente de un valor en que estadísticamente exista diferencia significativa entre los promedios.

Prueba triangular de diferencia

Con el pepinillo almacenado se elaboró ensalada de pepinillo, en la prueba se contó con 17 panelistas entrenados, se utilizó el método del Prueba triangular mencionado por Natividad (1988) que consiste en la de gustación de tres muestras dos iguales y una diferente, preguntando al panelista cual es la muestra diferente. Lees (1981) afirma que las pruebas de degustación pueden utilizarse con dos fines diferentes:

- Para comprobar que los productos tienen aroma y textura constante cuando se modifica su producción tecnológica.

- Para comprobar el probable éxito de un nuevo producto.

b. Análisis fisicoquímico

El mejor tratamiento almacenado fue sometido a este análisis desde el primer día hasta que la evaluación organoléptica de la prueba triangular presente diferencia significativa.

3. Flujo de operaciones para el estudio de almacenamiento del pepinillo.

a. Recepción de la materia prima

El pepinillo recolectado fue trasladado en jabas de plástico, evitando las lesiones mecánicas acomodándose en la mesa de selección.

b. Selección

Se seleccionaron frutos según las características de calidad señaladas en el anexo 1, que para nuestro estudio se efectuó con frutos de primera.

c. Lavado

Se lavaron los frutos con agua potable con la finalidad de eliminar tierra, hojarasca y sustancias extrañas adheridas a la fruta y de un gran porcentaje de microorganismos, así como también enfriar al fruto y eliminar el calor de campo del mismo.

d. Oreado

El oreado consiste en la eliminación del agua que pudiera haber quedado adherida después del lavado.

e. Tratamiento antifungico.

Se aplicó la solución antifungica de sorbato de potasio al 3% y 5%.

f. Tratamiento con ester de sacarosa

Se sumergió el fruto en la solución de éster de sacarosa a diferentes concentraciones previamente preparadas (0.5%, 0,8% y 1%) y luego fueron acondicionados en las fuentes de termopol.

g. Empacado

Esta operación se consistió en empacar los pepinillos frescos con las bolsas de polietileno transparentes y oscuras en las fuentes de termopol con porcentajes de agujeros de 0%,1% y 2%.

El porcentaje de agujeros se determinaron, calculando el área total de la superficie del empaque (100%) y el area de los agujeros y de acuerdo al porcentaje requerido se determino el numero de agujeros con una regla de tres simple.

h. Almacenamiento

Se almacenaron los pepinillos a temperatura ambiente y refrigeración. La temperatura y humedad relativa se controlaron mediante la utilización de un termohidrografo

.....

G. ANALISIS ESTADISTICO

1. Para la pérdida de peso

Las evaluaciones de los tratamientos durante el almacenamiento fueron: los valores de pérdida encontrados se transformaron a porcentajes y este a su vez al arco seno de la raíz del porcentaje según lo señalado por Snedecor y Cochran (1971) ellos también señalan que el coeficiente de variación debe estar comprendido entre 5% y 15% valores fuera de este intervalo haría pensar que se ha cometido o no algún error de calculo. Se empleo el diseño completo al azar con arreglo factorial de 4 x 11 (con tres repeticiones) para los tratamientos a temperatura ambiente y refrigeración respectiva cuyo modelo lineal es:

$$Y_{ij} = U + T_i + t_j + T_{ij} + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Resultado de las observaciones a registrar

U: Media poblacional

T_i : Efecto de los i-esimo nivel del factor tratamientos.

i = 4 niveles; 1= Esterizada; 2= Embolsado transparente; 3= Embolsado oscuro; 4= Testigo

t_j : Efecto de los j-esimo nivel del factor peso(w) en días , durante el almacenamiento.

T_{ij} : Efecto de la interacción de tratamiento y días de almacenamiento.

E_{ij} : Efecto aleatorio del error de una unidad experimental.

Cuando fe de los tratamientos , resultaron significativos , se sometió a la prueba de tuckey a nivel de 5 y 1 % de probabilidad.

2. Para las evaluaciones de apariencia general

Se evaluaron según la escala hedonica de 6 puntos de apariencia general del pepinillo (anexo 2) diseñada para el presente estudio, con arreglo factorial de 4 x 11, con nueve repeticiones.

Cuando el Valor estadístico de prueba (F_c) de los tratamientos, resultaron significativos, se sometió a la prueba de tuckey a nivel de 5 y 1 % de probabilidad.

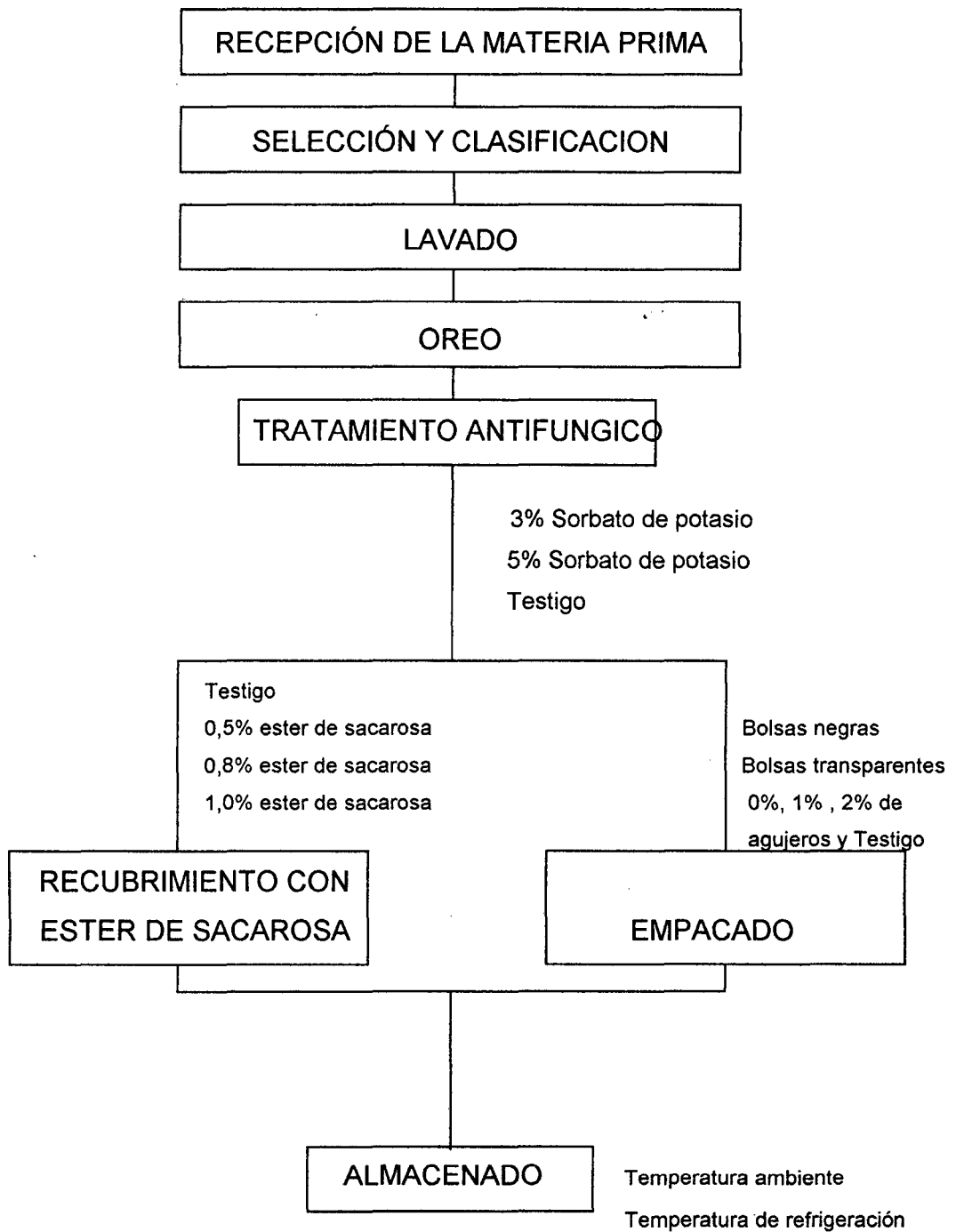


Figura 1. Flujograma para el almacenamiento del pepinillo al estado fresco.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MATERIA PRIMA

Las características generales del pepinillo estudiado fueron:

Forma	:	Ovalada
Color epicarpio	:	Verde intenso
Color de la pulpa	:	Blanco
Longitud promedio	:	23,00 cm
Diámetro promedio	:	5,55 cm
Peso promedio	:	324,00 g

Las características presentadas por los pepinillos y según la tabla del anexo 1 se puede afirmar que son frutos de primera y que no presentan daños entomológicos ni fitopatológicos .

B. ESTUDIO DEL TRATAMIENTO ANTIFÚNGICO

En el Cuadro 2, se puede apreciar que las frutas tratadas con sorbato de potasio al 5%, tuvieron mejor comportamiento que las de 3% y el testigo sin tratamiento.

Cuadro 2 . Resultados de la evaluación antifúngica con sorbato de potasio a las tres semanas de almacenamiento.

Jueces	Sorbato de potasio		
	0%	3%	5%
1	2,50	0,50	0,00
2	2,50	1,00	0,50
Promedio	2,75	0,75	0,25

La acción del fungicida estudiado, se limita en este caso a proteger ataques posteriores a la cosecha, por este motivo los frutos tratados con fungicidas presentaron menos daños que los frutos sin tratamiento de fungicidas. Estos resultados refuerzan los resultados encontrados Julca (1982) y Guere(1990) en el estudio antifúngico realizado por ellos, cabe señalar que la aplicación del Sorbato de Potasio se realizó a nivel de la superficie del fruto en concentraciones recomendadas para alimentos según Luck(1981), indica que en USA no está restringido su uso y se puede usar en concentraciones elevadas.

C. COMPOSICION FISICOQUÍMICA DEL PEPINILLO EN ESTUDIO

Los resultados del análisis fisicoquímico del pepinillo en estudio al primer día del almacenamiento se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3 . Composición fisicoquímica del pepinillo en estudio para 100g. de porción comestible.

Análisis	Cantidad
Humedad (%)	95,73
Ceniza(g)	0,40
Fibra(g)	0,22
Grasa(g)	0,07
Proteína(g)	0,07
Carbohidratos(g)	2,88
Vitamina C (mg)	34,14
pH	5,60

Se puede apreciar del cuadro 3 en comparación con el cuadro 1 que no difiere considerablemente con respecto al contenido de humedad, pero si existe una diferencia con respecto al contenido de vitamina C del fruto, esto puede deberse por las condiciones de tratamiento de siembra y mantenimiento durante el desarrollo del producto o por la variedad del mismo, pero por el mismo caso nos indica que posee muy buenas cualidades nutritivas.

D. ALMACENAMIENTO DEL PEPINILLO EN ESTUDIO A TEMPERATURA AMBIENTE Y REFRIGERACIÓN.

El estudio del almacenamiento se realizó en dos grupos y diferentes condiciones de almacenamiento, un primer grupo se almacenó a temperatura ambiental de 25°C y humedad relativa de 78% bajo sombra y condiciones de luz natural y un segundo grupo a temperatura de refrigeración de 8°C y 95% de humedad relativa controlado con un termohidrógrafo .

1. Pepinillo empacado en bolsa transparente y almacenado a temperatura ambiente.

a. Pérdida de peso

En la figura 2 se aprecia para el tratamiento T3 pepinillo empacado en bolsa con 2% de agujeros presenta una menor de pérdida de peso, siendo T1 y T0, los que presentaron mayor pérdida de peso, este comportamiento puede deberse al efecto de ventilación que proporcionan los agujeros dentro del empaque, suficiente para ingresar O₂ en cantidades adecuadas y evitar los daños por CO₂, por tanto la pérdida de peso es menor. (Pantastico, *et. al.* 1975).

El cuadro 6 corresponde a la prueba de Tukey, no existe diferencia significativa entre los tratamientos T1 y T0 pero si existe diferencia significativa con respecto a los tratamientos T2 y T3 (tratamiento empacados con bolsas agujeradas al 1% y 2% respectivamente) de pérdida de peso.

Cuadro 4. Porcentaje promedio de pérdida de peso del pepinillo empacado con bolsas transparentes y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

	DIAS										
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
T0	0	0,95	3,88	6,17	10,2	13,7	15,3	16,4	17,2	18,1	19,1
T1	0	2,77	6,26	8,48	11,7	14	14,4	15,1	15,9	16,5	17,3
T2	0	1,31	3,98	8,36	10,3	11,5	12,5	13,2	14,7	15,7	17,1
T3	0	0,82	3,17	5,31	6,72	8,17	9,25	12,1	13,8	15,6	16,7

T0 = Testigo

T1 = 0% agujeros

T2 = 1% agujeros

T3 = 2% agujeros

Numero de repeticiones = 3

Cuadro 5. Análisis de variancia de los porcentajes promedio de pérdida de peso del pepinillo empacado con bolsas transparentes y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Sing.
TRATAMIENTO	3	166,4	55,46	45,42	**
DIAS	10	4453	445,3	364,7	**
TXD	30	125,2	4,175	3,419	**
ERROR	88	107,5	1,221		
TOTAL	131	4852			

CV. = 13,69762

Cuadro 6: Prueba de Tukey para los promedios de porcentaje de pérdida de peso del pepinillo empacado con bolsas transparentes y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	
T1 = 0% agujeros	11,12	a
T0 = testigo	11,01	a
T2 = 1% agujeros	9,869	b
T3 = 2% agujeros	8,335	b

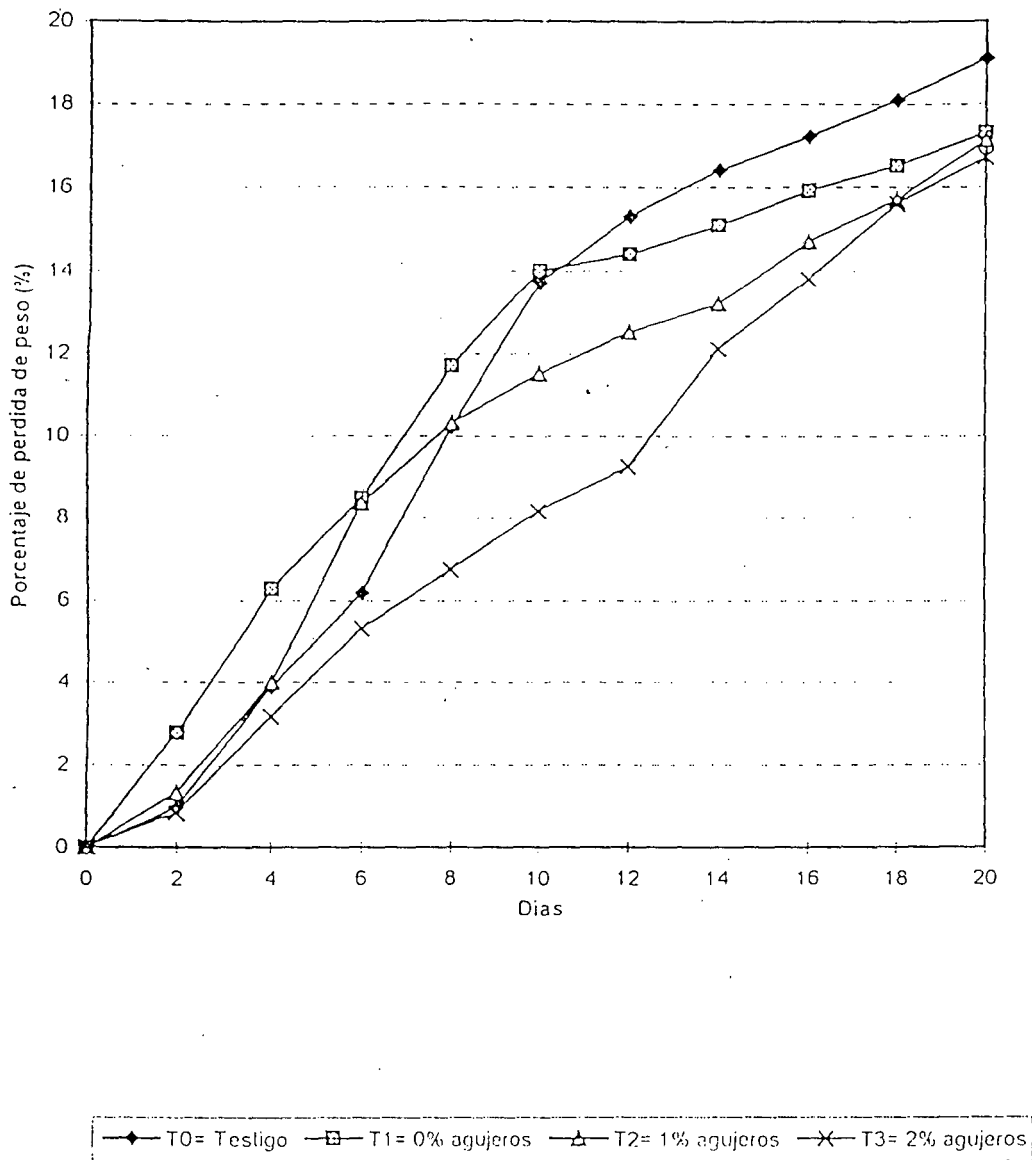


Figura 2. Porcentaje de pérdida de peso del pepinillo empacado con bolsas transparentes a temperatura ambiente por un periodo de 20 días.

b. Evaluación de apariencia general

Según la figura 3 y el cuadro 9, T3 que corresponde al tratamiento empacado con bolsas agujeradas al 2% presenta mejores condiciones de apariencia general evaluados por 20 días. El tratamiento T3 con un promedio de 3,76 para la prueba de Tukey presenta diferencia significativa con respecto a los tratamientos T2, T1 y T0. Entre los tratamientos T2, T1 y T0 no existe diferencia significativa, esto puede deberse a que las tasas de respiración de productos en empaques de películas delgadas de polietileno puede retardarse cambiando la atmósfera controlada interna de tal manera que le permite un mejor control. (Yanhia, 1982).

Cuadro 7. Promedio de las evaluaciones de apariencia general del pepinillo empacado con bolsas transparentes y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

	DIAS										
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
T0	6,00	5,89	5,44	4,78	4,22	3,89	3,67	2,33	1,78	1,22	1,00
T1	5,90	5,78	4,89	4,22	3,89	3,78	2,89	2,22	1,67	1,33	1,11
T2	5,80	5,33	5,00	4,78	4,44	4,11	3,67	2,78	1,89	1,67	1,22
T3	6,00	5,89	5,44	5,11	4,89	4,33	3,89	3,78	3,44	3,22	2,89

T0 = Testigo

T1 = 0% agujeros

T2 = 1% agujeros

T3 = 2% agujeros

Numero de panelistas = 9

Las evaluaciones se tomaron en función a la escala hedónica de apariencia general con puntuación de 6 a 1.

Cuadro 8. Análisis de variancia de las evaluaciones de apariencia general del pepinillo empacado con bolsas transparentes y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	
TRATAMIENTOS	3	57,96	19,32	84,538	**
DIAS	10	862,14	86,216	377,24	**
TXD	30	38,874	1,2958	0,2285	
ERROR	352	80,444	0,2285		
TOTAL	395	1039,4			

CV. = 14,83615

Cuadro 9 . Prueba de Tukey para las evaluaciones de apariencia general del pepinillo empacado en bolsas transparentes y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
T3 = Bolsas agujeradas al	3,7607	a
T2 = Bolsas agujeradas al	3,1368	b
T0 = Testigo	3,094	b
T1 = Bolsas sin agujeros al	2,8974	b

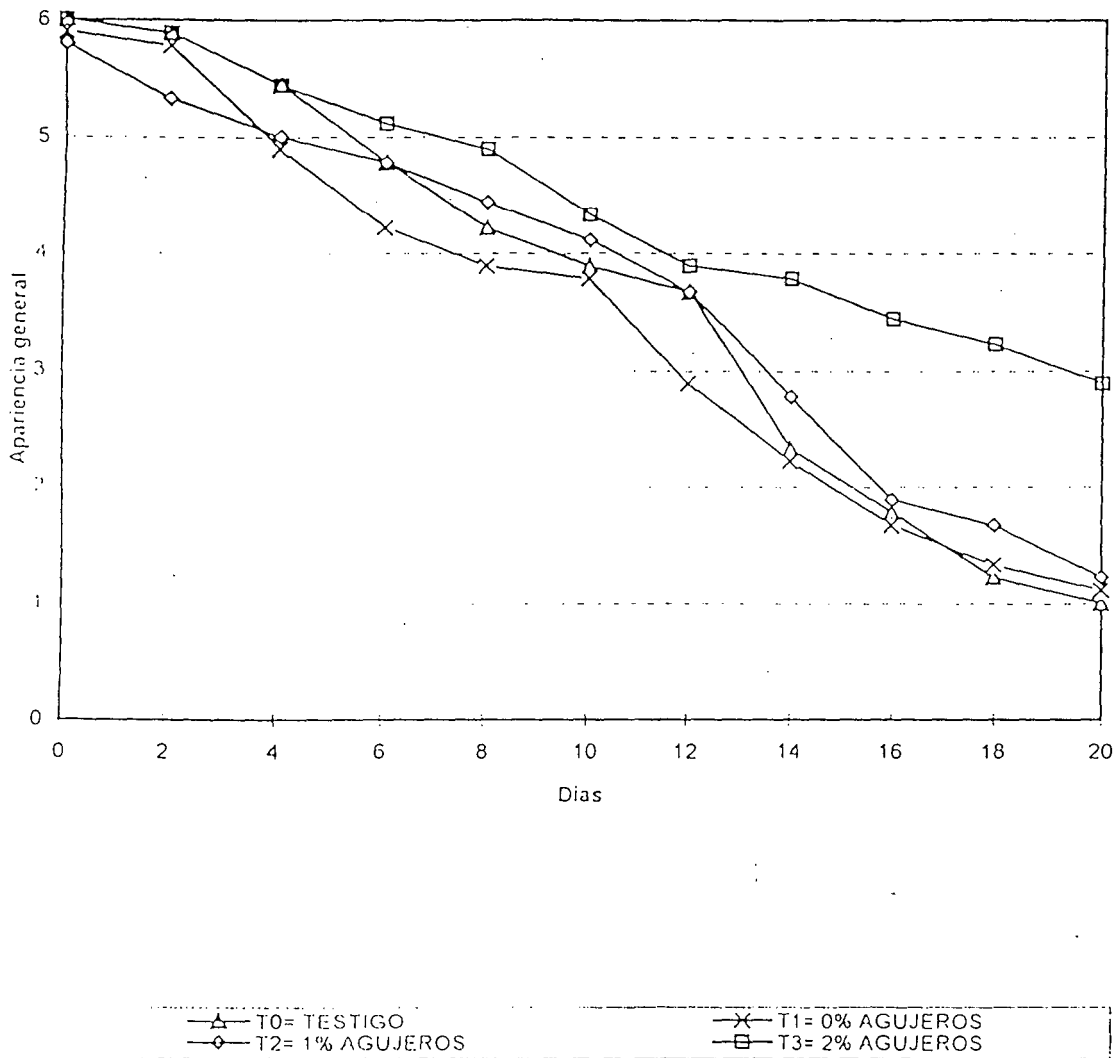


Figura 3. Promedio de la evaluación general del pepinillo empacado con bolsas transparentes y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente

2. Pepinillo empacado en bolsa oscura y almacenado a temperatura ambiente.

a. Pérdida de peso.

Según la figura 4, podemos observar que el tratamiento T3 (bolsas agujereadas al 2%) tuvo menor porcentaje de pérdida de peso durante el tiempo de almacenamiento y el T2 tuvo mayor porcentaje de pérdida de peso, este comportamiento puede estar influenciado por que los agujeros en el empaque proporcionan al producto un mejor control en cuanto al ingreso de oxígeno y salida de CO₂, por lo cual el proceso de respiración se retarda. Estadísticamente T3 (bolsas agujereadas al 2%) presenta diferencia significativa con respecto a los tratamientos T0, T1 y T2.

b. Apariencia general

Según la figura 5 los tratamientos T2 y T0 presentan mejores características de apariencia general, mayor uniformidad de color en la superficie, esto puede deberse a que el empaque oscuro no permite el paso directo de la luz lo cual hace que la pérdida del color verde es consecuencia de la degradación de la clorofila, causas primordiales de esta degradación son los cambios de pH. (Shewleft, 1993)

En cierta forma los desordenes funcionales también pueden ser afectados por la luz. (Wills, *et. al.* 1984)

Cuadro 10. Porcentaje de pérdida de peso promedio del pepinillo empacado con bolsas oscuras y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

	DIAS										
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
T0	0	0,95	3,88	6,17	10,2	13,7	15,3	16,4	17,2	18,1	19,1
T1	0	3,28	5,56	9,58	10,8	12,0	12,5	13,4	14,5	16,1	17,1
T2	0	3,60	6,32	8,79	10,3	11,7	13,2	14,1	16,6	18,1	19,6
T3	0	1,88	3,43	5,26	7,78	9,84	11,9	13,7	16,0	16,9	18,2

T0 = Testigo

T1 = 0% agujeros

T2 = 1% agujeros

T3 = 2% agujeros

Numero de repeticiones = 3

Cuadro 11 . Análisis de variancia de los porcentajes promedio de pérdida de peso del pepinillo empacado con bolsas oscuras y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

FUENTES	GL	SC	CM	Fc	
TRATAMIENTO	3	51,32	17,11	12,08	**
DIAS	10	3815	460,5	325,1	**
TXD	30	123,8	4,128	2,914	**
ERROR	88	124,7	1,416		
TOTAL	131	4904			

Cuadro 12 . Prueba de Tukey para los porcentajes promedio de pérdida de peso del pepinillo empacado con bolsas oscuras y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
T2 = 1% agujeros	11,12	a
T0 = testigo	11	a
T1 = 0% agujeros	10,44	a
T3 = 2% agujeros	9,542	b

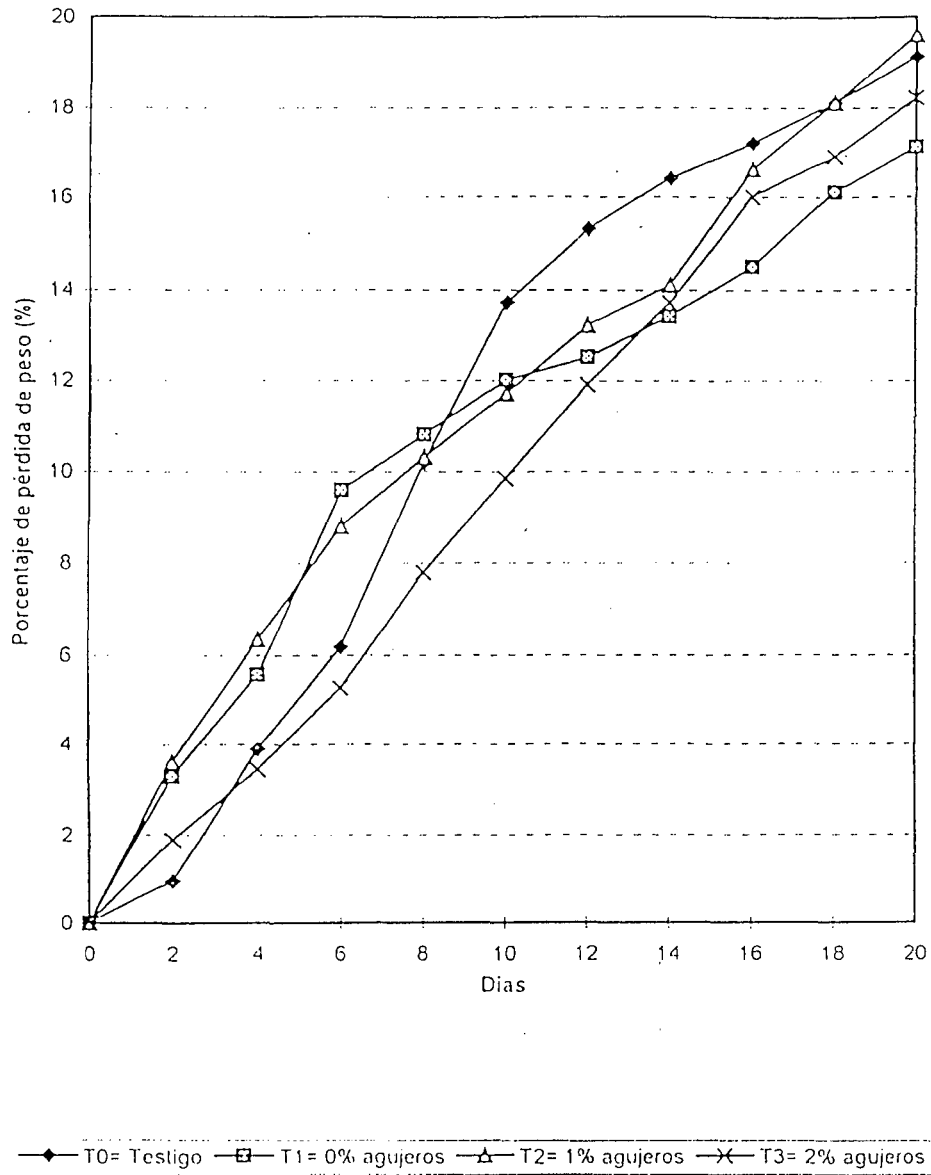


Figura 4. Porcentaje de pérdida de peso del pepinillo empacado con bolsas oscuras y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

Cuadro 13. Promedio de las evaluaciones de apariencia general del pepinillo empacado en bolsas oscuras y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

	DIAS										
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
T0	6,00	5,89	5,44	4,78	4,22	3,89	3,67	2,33	1,78	1,22	1,00
T1	5,89	5,67	5,33	4,44	3,89	3,22	2,89	2,33	1,67	1,33	1,11
T2	6,00	5,89	5,78	5,33	4,89	4,67	3,78	2,33	2,22	1,78	1,33
T3	5,89	5,67	5,22	4,22	3,78	2,78	2,56	2,22	2,00	1,78	1,33

T0 = Testigo

T1 = 0% agujeros

T2 = 1% agujeros

T3 = 2% agujeros

Numero de panelistas = 9

Las evaluaciones se tomaron en función a la escala hedónica de apariencia general con puntuación de 6 a 1.

Cuadro 14. Análisis de variancia de las evaluaciones de apariencia general del pepinillo empacado en bolsas oscuras y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

FUENTES	GL	SC	CM	Fc	Sig.
TRATAMIENTO	3	22,45	7,484	34,66	**
DIAS	10	1077	107,7	498,9	**
TXD	30	25,35	0,845	3,914	
ERROR	352	76	0,216		
TOTAL	395	1201			

CV. = 12,82268

Cuadro 15 . Prueba de Tukey para las evaluaciones de apariencia general del pepinillo empacado con bolsas oscuras y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T2 = Bolsas agujereadas al 1%	4
T0 = Testigo	3,657
T1 = Bolsas sin agujeros	3,434
T3 = Bolsas agujereadas al 2 %	3,404

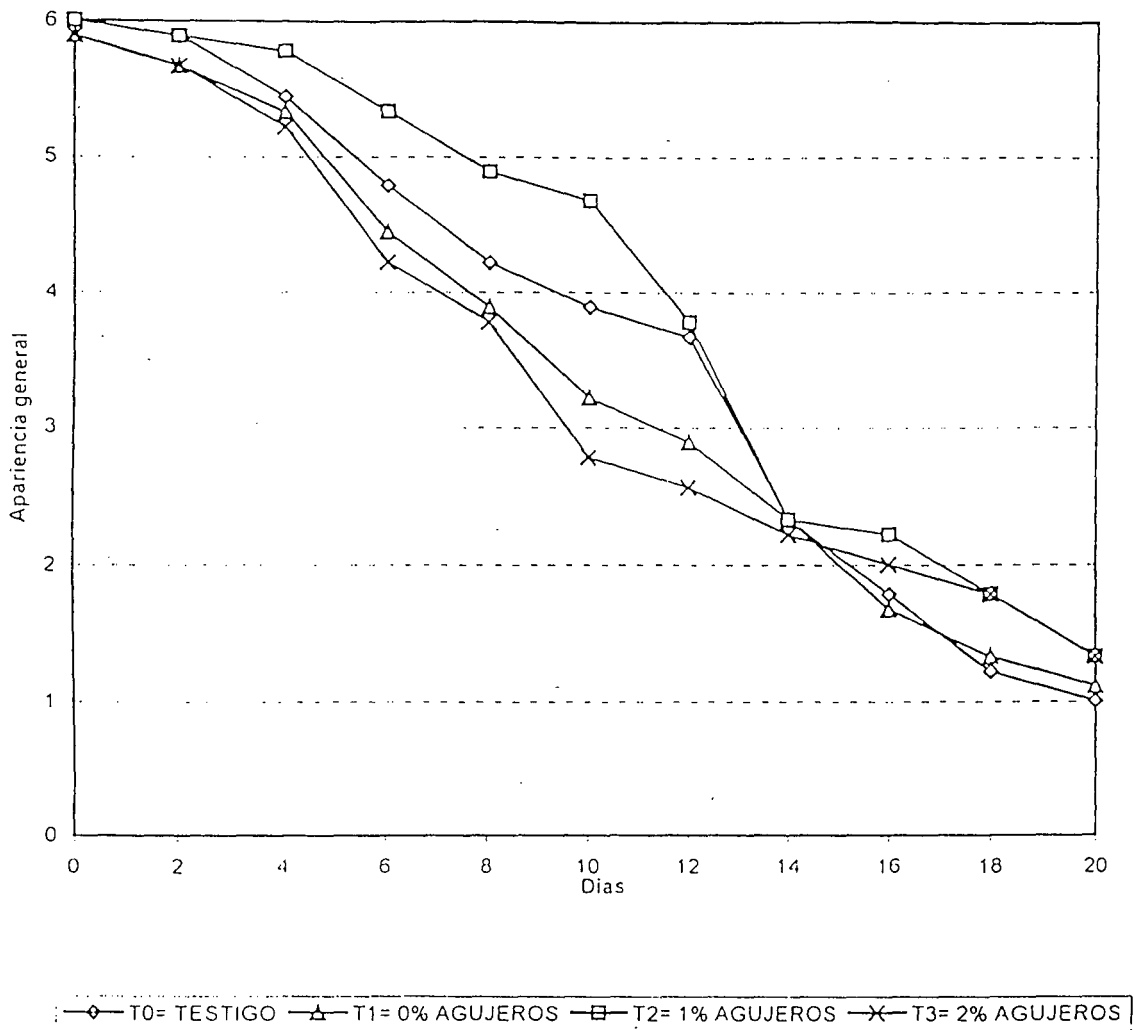


Figura 5. Promedio de la evaluación de la apariencia general del pepinillo empacado don bolsas oscuras y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

3. Pepinillo Tratado con ester de sacarosa y almacenado a temperatura ambiente

a. Pérdida de peso

Se puede apreciar en la figura 6 que el T3 (pepinillo tratado con solución al 1% de ester de sacarosa) tuvo un menor porcentaje (7.1%) de pérdida de agua en relación a un 11% de pérdida de peso promedio que poseen el T0 y T1 (testigo y tratado con solución al 0.5% de ester de sacarosa), y en el cuadro 18 que corresponde a la prueba de Tukey observamos que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

La regulación inicial de muchos procesos físicos y químicos dependen de la naturaleza de sus capas epidérmicas. La transpiración y la entrada de patógenos están sujetas al grado de cutinización de la epidermis. Al aplicar una capa o película extra artificialmente se cubren en cierta forma los poros abiertos de la epidermis de tal manera que el intercambio de gases con el medio que lo rodea se hace más lento reduciendo la transpiración en el fruto , evitando al mismo tiempo una respiración anaeróbica. (Pantastico, 1975, Shewfelt ,1993).

Cuadro 16. Porcentaje promedio de pérdida de peso del pepinillo tratado con ester de sacarosa y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

	DIAS										
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
T0	0	0,95	3,88	6,17	10,2	13,7	15,3	16,4	17,2	18,2	19,1
T1	0	1,70	4,09	7,39	9,40	12,2	14,4	16,5	17,7	18,3	19,2
T2	0	3,86	5,82	8,37	10,8	12,1	12,4	12,6	12,9	13,2	13,7
T3	0	1,36	3,56	5,51	6,77	8,06	8,65	9,08	9,95	11,4	13,8

T0 = Testigo

T1 = 0,5 % Ester de sacarosa

T2 = 0,8 % Ester de sacarosa

T3 = 1% Ester de sacarosa

Numero de panelistas = 9

Las evaluaciones se tomaron en función a la escala hedónica de apariencia general con puntuación 6 a 1.

Cuadro 17 . Análisis de variancia de los porcentajes promedio de pérdida de peso del pepinillo tratado con ester de sacarosa y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

FUENTE	GL	SL	CM	Fc	Sig
TRATAMIENTO	3	340,8	113,6	149,4	**
DIAS	10	3815	381,5	501,6	**
TXD	30	297,6	9,922	13,05	**
ERROR	88	66,93	0,761		
TOTAL	131	4520			

CV. = 11,25653

Cuadro 18 . Prueba de Tukey para los porcentajes promedio de pérdida de peso del pepinillo tratado con ester de sacarosa y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
T1 = 0,5 ester de sacarosa	11,06	a
T0 = testigo	11,01	a
T2 = 0,8 ester de sacarosa	9,565	b
T3 = 1% ester de sacarosa	7,103	c

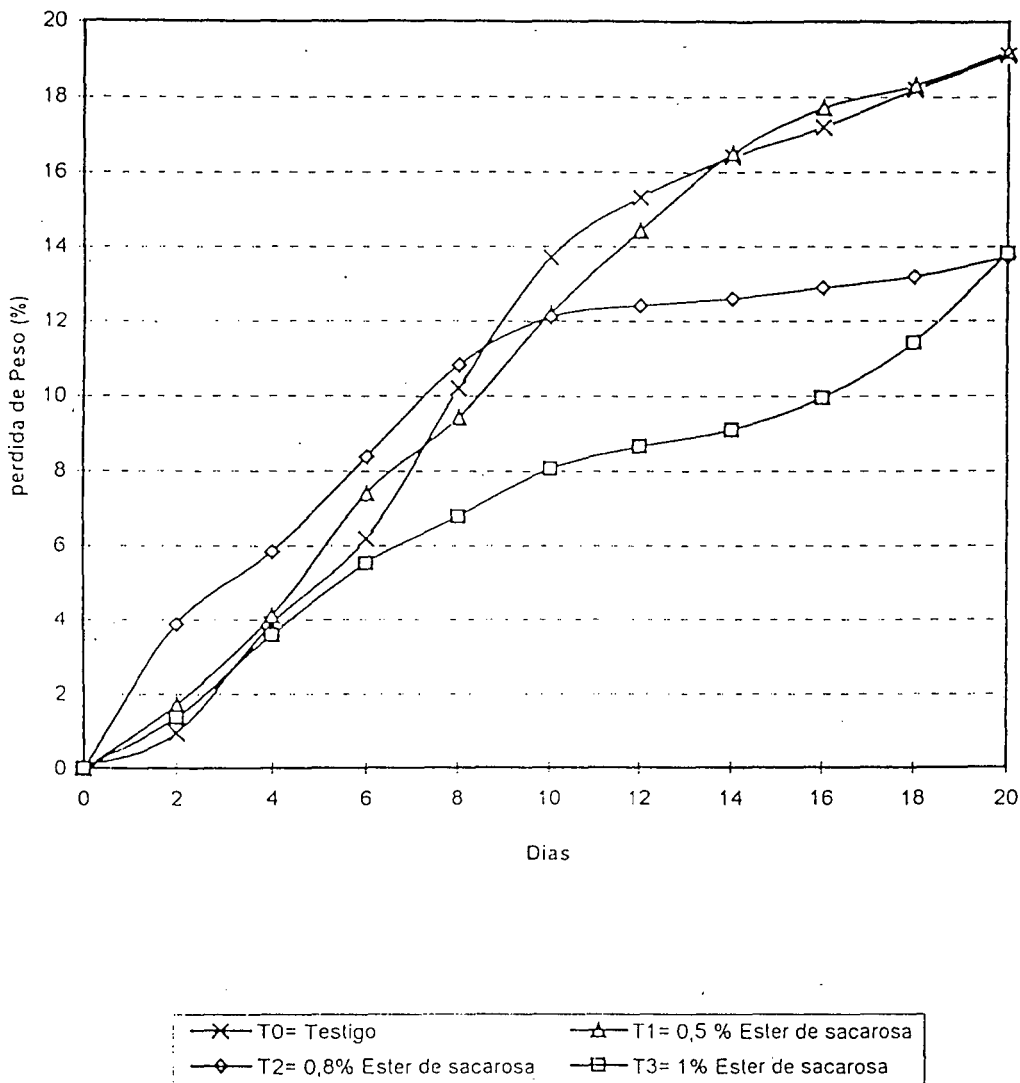


Figura 6. Porcentaje de pérdida de peso del pepinillo tratado con ester de sacarosa y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

2. Apariencia general

Se puede apreciar en la figura 7 que el tratamiento T3 (tratado con solución al 1% de ester de sacarosa) tuvo mejor apariencia general a los 20 días de almacenamiento presentado mejor uniformidad de color y textura, en comparación al testigo que presentaba características de estar totalmente podrido y con decoloración total.

Según el cuadro 21 para la prueba de Tukey existe diferencia significativa entre los tratamientos tratados con ester de sacarosa y el testigo, pero en particular el tratamiento T3 presenta diferencia significativa con el resto de los tratamientos.

Cuadro 19. Promedio de las evaluaciones de apariencia general del pepinillo tratado con ester de sacarosa y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

	DIAS										
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
T0	6,00	5,89	5,44	4,78	4,22	3,89	3,67	2,33	1,78	1,22	1,00
T1	6,00	5,89	5,56	4,67	3,89	3,67	3,33	2,89	2,22	1,89	1,78
T2	5,89	5,44	4,89	4,56	4,44	3,78	3,33	2,56	2,22	2,11	1,97
T3	6,00	5,89	5,33	5,00	4,89	4,56	4,11	3,78	3,56	3,00	2,44

T0 = Testigo

T1 = 0,5 % Ester de sacarosa

T2 = 0,8 % Ester de sacarosa

T3 = 1 % Ester de sacarosa

Numero de panelistas = 9

Las evaluaciones se tomaron en función a la escala hedónica de apariencia general con puntuación de 6 a 1.

Cuadro 20 . Análisis de variancia de las evaluaciones de apariencia general del pepinillo tratado con ester de sacarosa y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

FUENTES	GL	SC	CM	Fc	Sig
TRATAMIENTOS	3	36,371	12,124	58,728	**
DIAS	10	795,78	79,578	385,48	**
TXD	30	31,934	1,0645	5,1756	
ERROR	352	72,667	0,2064		
TOTAL	395	936,76			

CV. = 12,45515

Cuadro 21 . Prueba de Tukey para las evaluaciones de apariencia general del pepinillo tratado con ester de sacarosa y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	
T3 = 1% ester de sacarosa	4,0463	a
T0 = testigo	3,6566	a
T1 = 0,5% ester de sacarosa	3,4815	b
T2 = 0,8% ester de sacarosa	3,4074	b

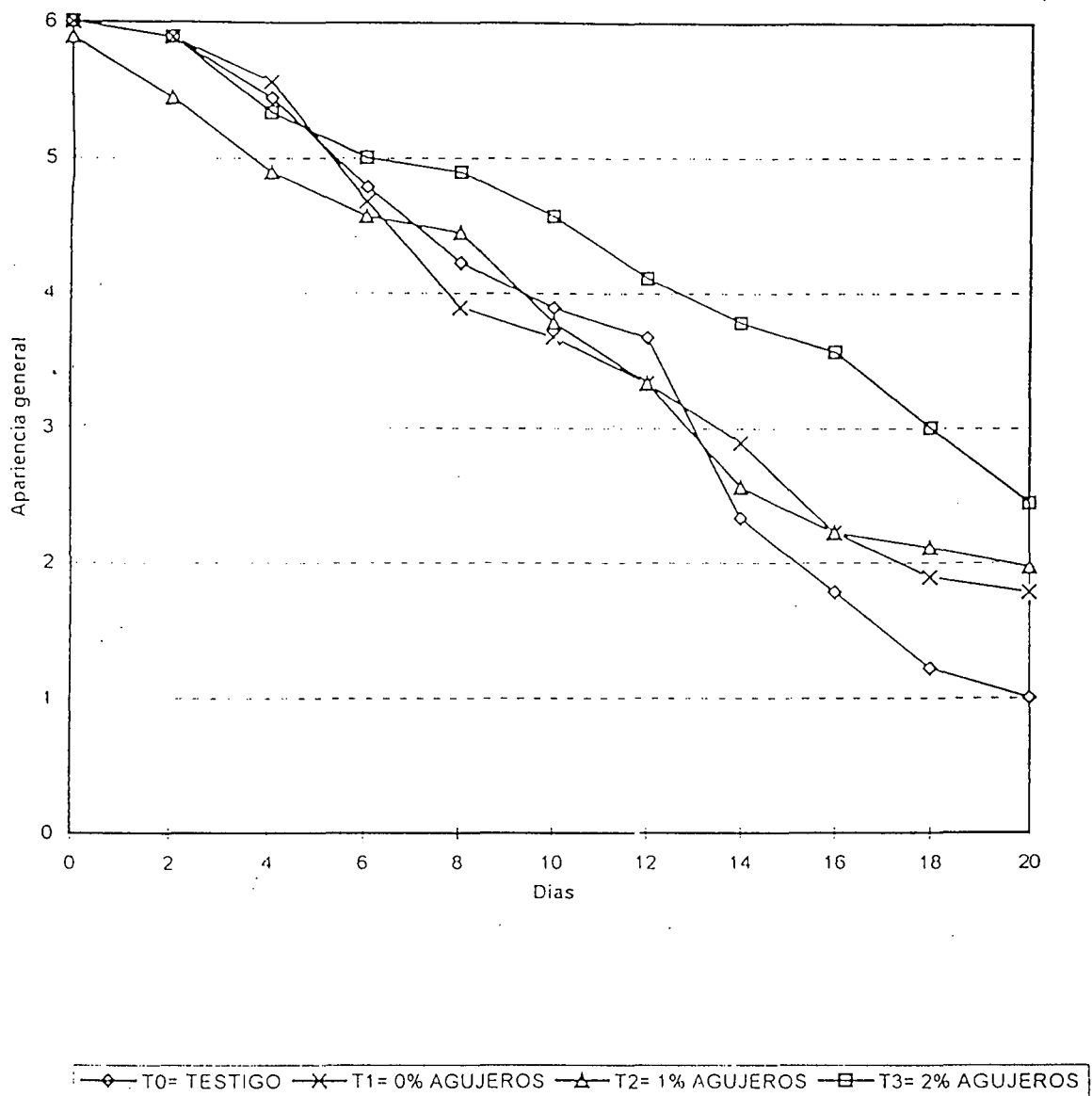


Figura 7: Promedio de la evaluación de apariencia general del pepinillo tratado con ester de sacarosa y almacenado por un periodo de 20 días a temperatura ambiente.

3. Pepinillo empacado en bolsas transparentes y almacenado a temperatura de refrigeración

a. Pérdida de peso

Para esta evaluación se puede observar en la figura 8. que el T2 (pepinillo empacado con bolsas al 2% de agujeros) tuvo menor porcentaje de pérdida de peso con respecto a los tratamientos T3, T1 y T0 presentando un mayor porcentaje de pérdida de peso el tratamiento T0 (testigo), se debe hacer resaltar el valor de la refrigeración en el mantenimiento de la calidad, ya que ejerce un efecto principal sobre la atmósfera del interior del envase, el empaque de productos en unidades para el consumidor debe complementar no sustituir a la refrigeración (Yanhia, 1982).

La refrigeración retarda de manera efectiva la respiración, lo cual de ordinario es conveniente ya que con ellos se retardan también la maduración la senescencia y la producción de calor (Pantastico, *et. al.* 1975),

Cuadro 22 . Porcentaje promedio de pérdida de peso del pepinillo empacado con bolsas transparentes y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

	DIAS										
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
T0	0	1,95	3,26	5,02	6,52	7,46	8,81	10,2	11,6	13,0	13,6
T1	0	1,16	2,8	3,1	4,29	5,56	6,37	7,85	8,83	10,0	13,1
T2	0	0,66	1,67	2,46	3,11	4,24	4,84	6,01	6,98	8,02	9,65
T3	0	1,84	2,45	3,53	4,42	5,74	6,53	7,25	8,06	9,22	10,3

T0 = Testigo

T1 = 0% agujeros

T2 = 1% agujeros

T3 = 2% agujeros

Numero de repeticiones = 3

Cuadro 23. Análisis de variancia del porcentaje promedio de pérdida de peso del pepinillo empacado con bolsas transparentes y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

FUENTES	GL	SC	CM	Fc	Sig
TRATAMIENTOS	3	160,89	53,628	110,95	**
DIAS	10	1660,6	166,06	343,55	**
TXD	30	54,496	1,8165	3,758	**
ERROR	88	42,537	0,4834		
TOTAL	131	4852,2			

Cuadro 24 . Prueba de Tukey para los porcentaje promedio de pérdida de peso del pepinillo empacado con bolsas transparentes y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	
T0 = Testigo	7,4052	a
T1 = 0% agujeros	5,6733	b
T3 = 2% agujeros	5,3942	b
T2 = 1% agujeros	4,3312	c

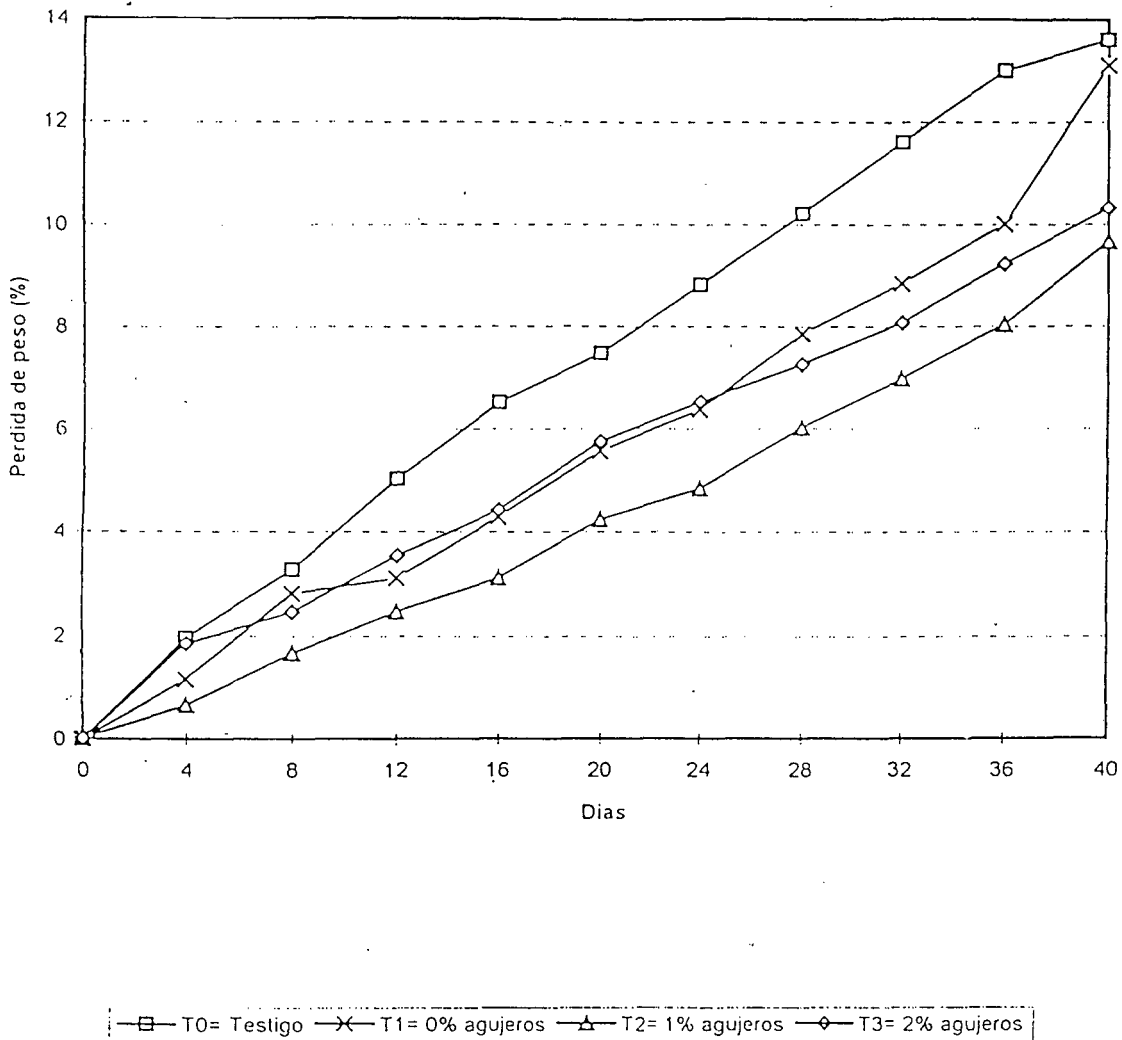


Figura 8. Porcentaje de pérdida de peso del pepinillo empacado con bolsas transparentes y almacenado durante un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

b. Apariencia general

En la presente evaluación se puede observar en la figura 9 que los tratamientos T3, T1 y T2 (pepinillo empacado con bolsas transparentes al 2%, 0% y 1% de agujeros) presentaron mejor apariencia general con respecto al testigo, estadísticamente según el Cuadro 27 mediante la prueba del Tukey se demuestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos T3, T2 y T1 con respecto a T0. La refrigeración ayuda a mantener los atributos de calidad de un producto, en los paquetes envueltos con películas se puede desarrollar una actividad metabólica favorable. Esto retarda la maduración y prolonga la vida en almacén. Sin embargo en los paquetes sellados, deben ser perforados o abiertos antes de venderlos para permitir una maduración normal e impedir daños por concentraciones elevadas de CO₂ o agotamiento de O₂, un empaque atractivo puede motivar a los clientes a adquirir y a repetir las compras, ayudando así a mantener un buen nivel de utilidad (Shewfelt, 1993).

Cuadro 25 . Promedio de las evaluaciones de apariencia general del pepinillo empacado con bolsas transparentes y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

	DIAS										
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
T0	5,78	5,22	4,89	4,22	3,67	3,44	3,33	2,67	2,22	1,56	1,44
T1	5,89	5,78	4,89	4,22	3,89	3,78	2,89	2,22	1,67	1,33	1,11
T2	5,89	5,33	5,00	4,78	4,44	4,11	3,67	2,78	1,89	1,67	1,22
T3	6,00	5,89	5,44	5,11	4,89	4,33	3,89	3,78	3,44	3,22	2,89

T0 = Testigo

T1 = 0% agujeros

T2 = 1% agujeros

T3 = 2% agujeros

Numero de panelistas = 9

Las evaluaciones se tomaron en función a la escala hedónica de apariencia general con puntuación de 6 a 1.

CUADRO 26 . Análisis de variancia de las evaluaciones de apariencia general del pepinillo empacado con bolsas transparentes y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

FUENTES	GL	SC	CM	Fc	Sig.
TRATAMIENTOS	3	37,179	12,393	53,49	**
DIAS	10	706,16	70,616	30,478	**
TXD	30	13,904	0,4635	2,0004	
ERROR	352	81,555	0,2317		
TOTAL	395	936,76			

CV. = 14,95701

Cuadro 27 . Prueba de Tukey para las evaluaciones de apariencia general del pepinillo empacado con bolsas transparentes y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	
T3 = 2% agujeros	4,3232	a
T1 = 0% agujeros	4,1818	a
T2 = 1% agujeros	4,0707	a
T0 = Testigo	3,5152	b

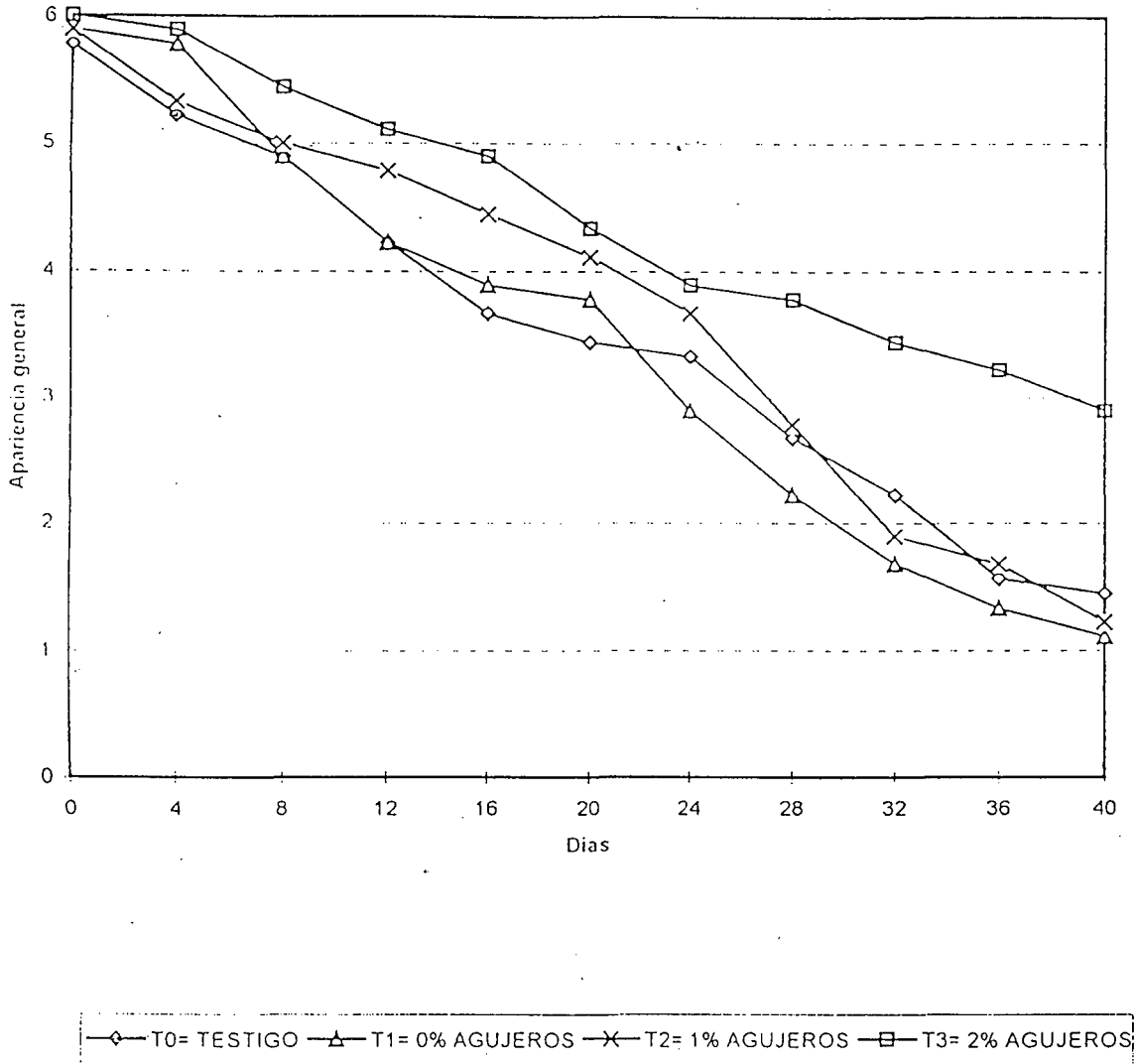


Figura 9. Evaluación de la apariencia general del pepinillo empacado con bolsas transparentes y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

2. Pepinillo empacado en bolsas oscuras y almacenado a temperatura de refrigeración

a. Pérdida de peso

En la figura 10 se observa que los tratamientos T3 y T1 tuvieron mejor comportamiento en lo que se refiere a pérdida de peso, a los 40 días de almacenamiento el tratamiento T0 (testigo) tuvo una mayor pérdida de peso (7,40%) con respecto a los tratamientos empacados presentado (Cuadro 30, prueba de Tukey) mayor diferencia significativa con los tratamientos T3 y T1 (pepinillos empacados con bolsas al 2% y 0% de agujeros) .Esto también tiene relación con que los pepinillos empacados tienen mejor comportamiento en el almacenamiento refrigerado que los pepinillo sin empaques ya que la refrigeración combinada con el empaque retarda de manera efectiva la respiración, lo cual de ordinario es conveniente, ya que con ellos se retardan también la maduración la senescencia y la producción de calor (Pantastico, *et .al.* 1975).

Cuadro 28 . Porcentaje promedio de pérdida de peso del pepinillo empacado con bolsas oscuras y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

	DIAS										
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
T0	0	1,95	3,26	5,02	6,52	7,46	8,81	10,2	11,6	13,0	13,6
T1	0	1,54	2,44	3,50	4,51	5,50	6,60	7,79	8,83	9,83	11,2
T2	0	2,87	4,1	5,26	6,47	7,91	8,69	9,37	10,6	11,7	12,9
T3	0	1,89	2,31	3,35	4,24	5,07	5,61	6,81	7,69	8,60	10,4

T0 = Testigo

T1 = 0% agujeros

T2 = 1% agujeros

T3 = 2% agujeros

Numero de repeticiones = 3

Cuadro 29. Análisis de variancia de los porcentajes promedio de pérdida de peso del pepinillo empacado con bolsas oscuras y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

FUENTES	GL	SC	CM	Fc	Sig.
TRATAMIENTOS	3	134,41	44,804	84,379	**
DIAS	10	1723,4	172,34	324,56	**
TXD	30	40,48	1,3493	2,5412	
ERROR	88	46,727	0,531		
TOTAL	131	1945			

CV. = 14,36876

Cuadro 30 . Prueba de Tukey para los de porcentajes promedio de pérdida de peso del pepinillo empacado con bolsas oscuras y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	
T0 = Testigo	7,4052	a
T2 = 1% agujeros	7,253	a
T1 = 0% agujeros	5,6155	b
T3 = 2% agujeros	5,083	b

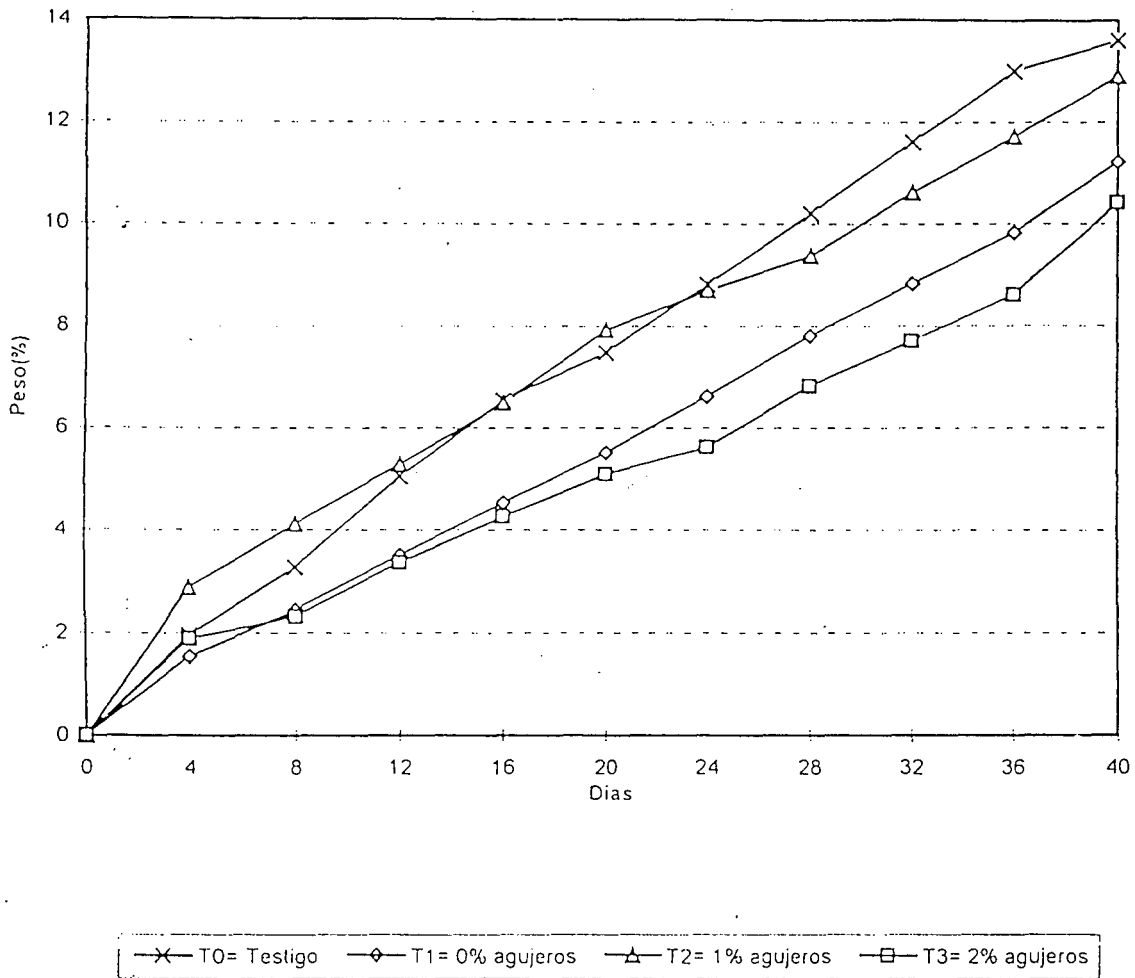


Figura 10. Porcentaje de pérdida de peso del pepinillo empacado con bolsas oscuras durante un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

b. Apariencia general

La interpretación de la figura 11 indica que los tratamientos empacados presentaron mejores características de apariencia general con respecto al tratamiento T0 (testigo), los tratamientos T2 y T3 presentaron comportamientos similares, mientras que T1 presentó menores características de apariencia general, posiblemente esto se debe a que durante el almacenamiento se pudo observar la condensación del agua en la superficie interna del empaque el cual de alguna forma pudo afectar en la calidad y deterioro del fruto.

Cuadro 31 . Promedio de las evaluaciones de apariencia general del pepinillo empacado con bolsas oscuras y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

	DIAS										
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
T0	5,78	5,22	4,89	4,22	3,67	3,44	3,33	2,67	2,22	1,56	1,44
T1	5,89	5,67	5,33	5,00	4,78	4,00	3,44	3,22	2,33	2,22	1,89
T2	6,00	5,78	5,22	5,11	4,78	4,56	4,00	3,33	3,11	2,55	2,22
T3	6,00	5,78	5,67	5,22	4,89	4,00	3,56	3,44	2,89	2,37	2,11

T0 = Testigo

T1 = 0% agujeros

T2 = 1% agujeros

T3 = 2% agujeros

Numero de panelistas = 9

Las evaluaciones se tomaron en función a la escala hedónica de apariencia general con puntuación de 6 a 1.

Cuadro 32 . Análisis de variancia de las evaluaciones de apariencia general del pepinillo empacado con bolsas oscuras y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

FUENTES	GL	SC	CM	Fc	Sig.
TRATAMIENTO	3	34,99	11,66	56,31	**
DIAS	10	687,2	68,72	331,8	**
TXD	30	10,51	0,35	1,692	
ERROR	352	73,11	0,208		
TOTAL	395	805,8			

CV. = 14,31427

Cuadro 33 . Prueba de Tukey para las evaluaciones de apariencia general del pepinillo empacado con bolsas oscuras y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	
T2 = 1% agujeros	4,244	a
T3 = 2% agujeros	4,202	a
T1 = 0% agujeros	3,98	a
T0 = Testigo	3,495	b

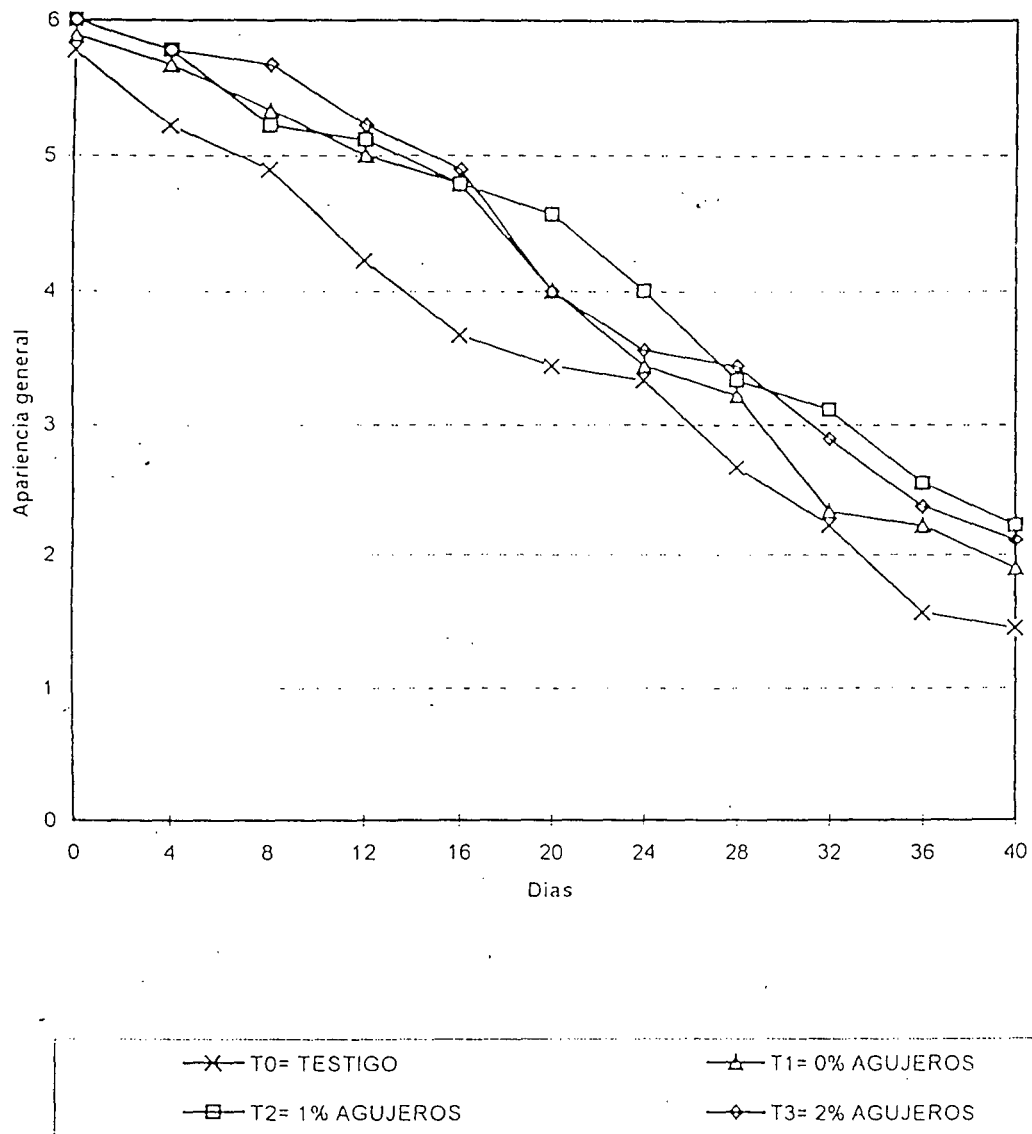


Figura 11. Evaluación del promedio de apariencia general del pepinillo empacado con bolsas oscuras y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

3. Pepinillo Tratado con ester sacarosa y almacenado a temperatura de refrigeración

a. Pérdida de peso

En la figura 12 el tratamiento T0 (testigo) presenta mayor porcentaje de pérdida de peso llegando a un 13,6% con relación a un 10.4% de pérdida de peso de T3 y de acuerdo al cuadro 35 y 36 presentan diferencias con respecto al testigo.

Al aplicar una película protectora extra artificialmente en la superficie del fruto se disminuye las pérdidas de agua por transpiración a través de las lenticelas y poros estomáticos presentes en la epidermis, (Pantastico, *et. al.* 1975), (Shewfelt ,1993); el efecto de la refrigeración retarda la actividad metabólica del fruto (Wills, *et. al.* 1984).

Cuadro 34 . Promedio del porcentaje de pérdida de peso del pepinillo tratado con ester de sacarosa y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

	DIAS										
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
T0	0	1,95	3,26	5,02	6,52	7,46	8,81	10,2	11,6	13,0	13,6
T1	0	1,24	2,35	3,39	3,64	4,87	5,90	7,37	9,30	9,84	11,0
T2	0	1,03	2,70	3,5	5,58	6,82	8,24	9,61	11,0	12,4	12,9
T3	0	0,90	2,00	2,8	3,74	4,71	6,12	7,33	8,27	10,5	10,4

T0 = Testigo

T1 = 0,5 % Ester de sacarosa

T2 = 0,8 % Ester de sacarosa

T3 = 1% Ester de sacarosa

Numero de repeticiones = 3

CUADRO 35 : Análisis de variancia de los porcentajes promedio de pérdida de peso del pepinillo tratado con ester de sacarosa y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

FUENTE	GL	SC	CM	FC	SIG
TRATAMIENTO	3	106,76	35,588	69,051	**
DIAS	10	1850,1	185,01	358,97	**
TXD	30	26,579	0,886	1,719	
ERROR	88	45,354	0,5154		
TOTAL	131	2028,8			

CV. = 15,08399

CUADRO 36 . Prueba de Tukey para los porcentajes promedios de pérdida de peso del pepinillo tratado con ester de sacarosa y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
T0 = testigo	7,4052	a
T1 = 0,5 % ester de sacarosa	5,9532	b
T2 = 0,8 % ester de sacarosa	5,377	b
T3 = 1% ester de sacarosa	5,0615	c

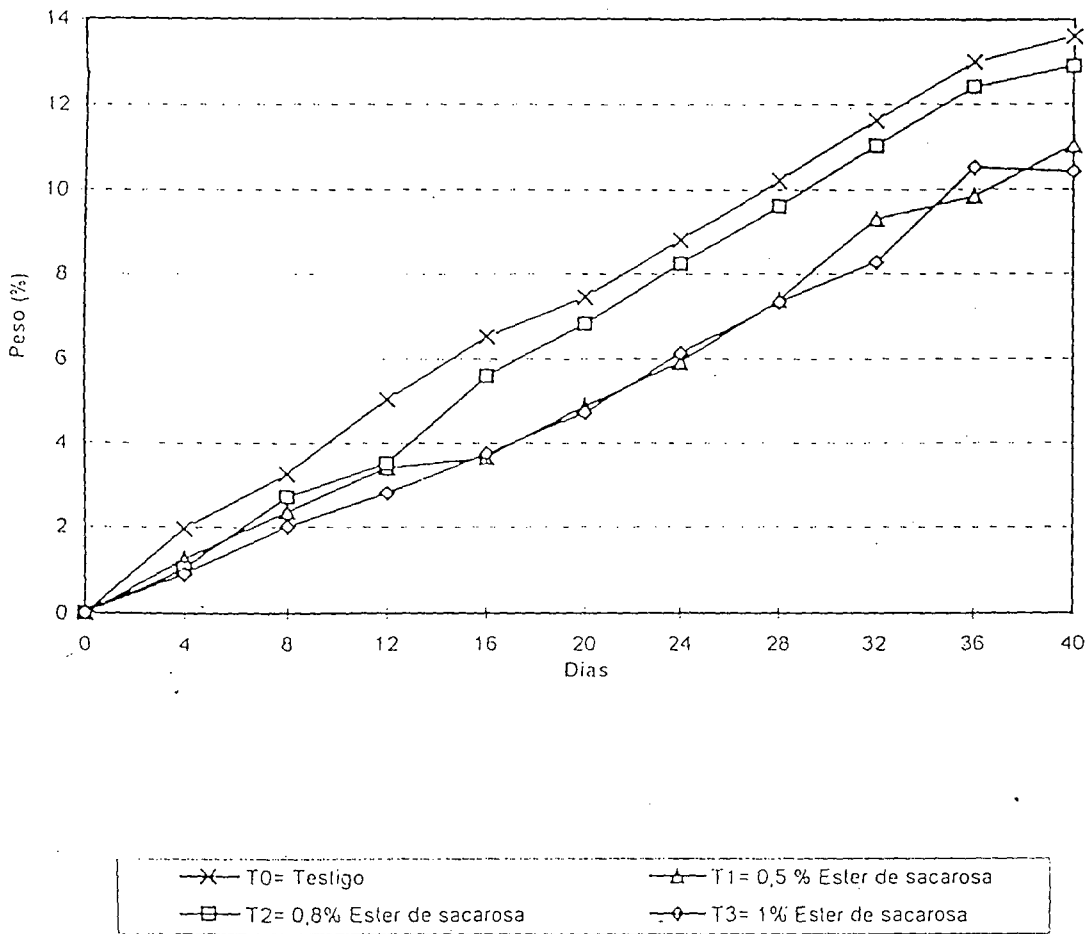


Figura 12: Porcentaje de pérdida del peso del pepinillo tratado con ester de sacarosa y almacenado durante un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

b. Apariencia general

En la figura 13 se puede apreciar que existe un comportamiento similar con los tratamientos T1 y T2 hasta el día 24 de almacenamiento, empezando estos luego a decaer bruscamente teniendo casi las mismas características con el testigo para el día 32 de almacenamiento mientras que T3 mantiene un comportamiento uniforme. Estadísticamente presenta también diferencia altamente significativa con respecto a la apariencia general con un promedio de 4,455 frente a un 3,495 que presenta el testigo. Estas cualidades de calidad están básicamente ligadas a la reducción de la tasa respiratoria del producto por efecto de la baja temperatura y a la aplicación de una capa extra artificial en la superficie del fruto manteniendo sus cualidades organolépticas (Pantastico, *et. al.* 1975).

CUADRO 37 . Promedio de las evaluaciones de apariencia general del pepinillo tratado con ester de sacarosa y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

	DIAS										
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
T0	5,78	5,22	4,89	4,22	3,67	3,44	3,33	2,67	2,22	1,56	1,44
T1	5,89	5,89	5,78	5,33	5,00	4,56	4,22	3,11	2,22	1,89	1,33
T2	6,00	6,00	5,78	5,33	5,00	4,67	3,56	3,00	2,33	2,11	1,44
T3	6,00	6,00	5,89	5,11	4,89	4,67	4,11	3,67	3,33	3,00	2,33

T0 = Testigo

T1 = 0,5 % Ester de sacarosa

T2 = 0,8 % Ester de sacarosa

T3 = 1 % Ester de sacarosa

Numero de panelistas = 9

Las evaluaciones se tomaron en función a la escala hedónica de apariencia general con puntuación de 6 a 1.

Cuadro 38 . Análisis de variancia de las evaluaciones de apariencia general del pepinillo tratado con ester de sacarosa y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

FUENTES	GL	SC	CM	Fc	Sig
TRATAMIENTOS	3	47,42	15,81	81,03	**
DIAS	10	823,5	82,35	422,1	**
TXD	30	24,72	0,824	4,236	
ERROR	352	68,67	0,195		
TOTAL	395	964,3			

CV. = 13,65575

Cuadro 39. Prueba de Tukey para las evaluaciones de apariencia general del pepinillo tratado con ester de sacarosa y almacenado por un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	
T3 = 1% ester de sacarosa	4,455	a
T2 = 0,8% ester de sacarosa	4,111	a
T1 = 0,5% ester de sacarosa	4,111	a
T0 = Testigo	3,495	b

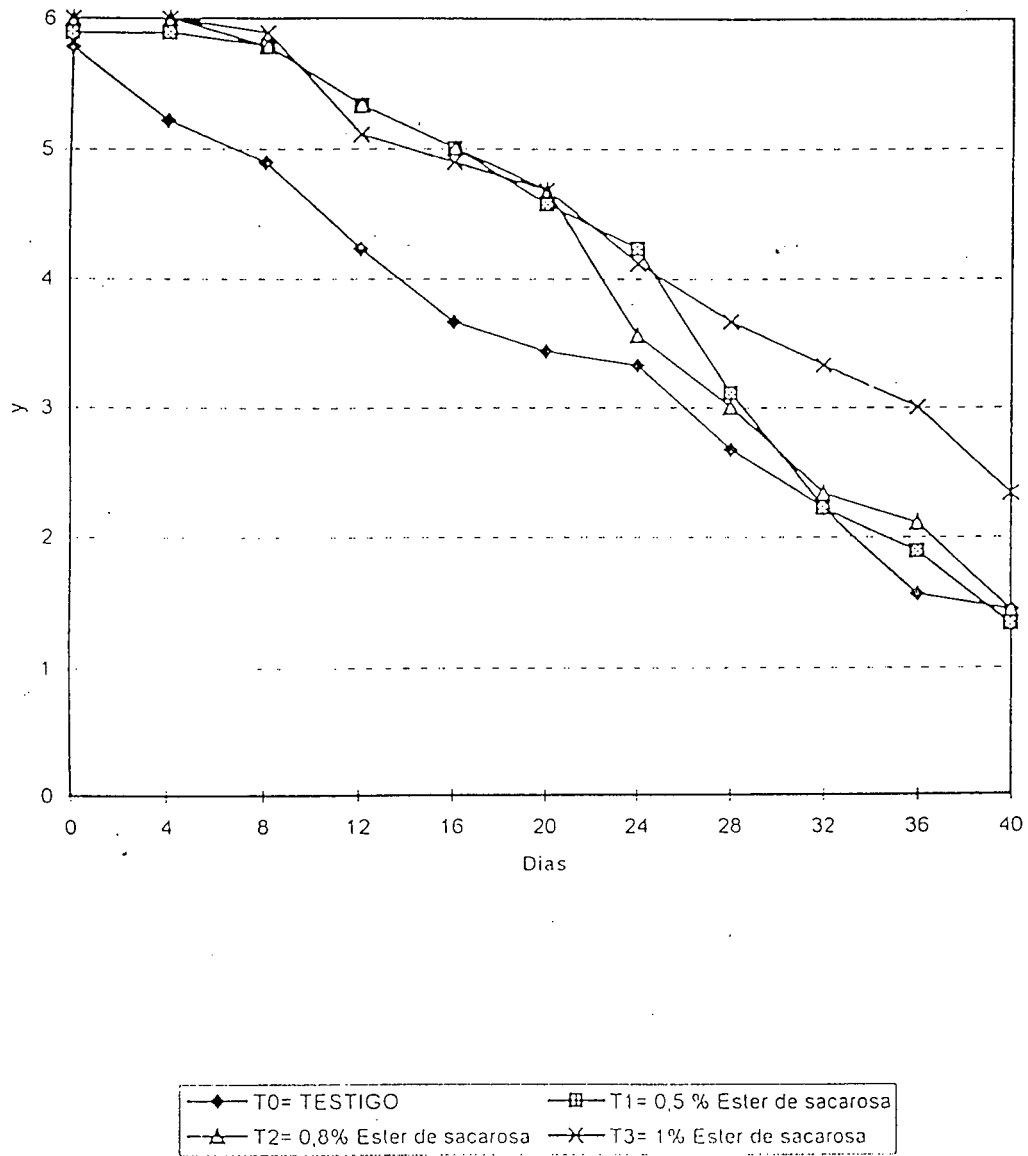


Figura 13. Promedio de las evaluaciones de apariencia general del pepinillo tratado con ester de sacarosa y almacenado durante un periodo de 40 días a temperatura de refrigeración.

E. Selección del tratamiento que presentó mejor comportamiento

Según los resultados obtenidos en la primera fase del estudio definitivo , el análisis de los cuadros 3 al 39 y las figuras 2 al 13 de los tratamientos sometidos a temperatura ambiente y refrigeración el mejor tratamiento fue:

Pepinillo tratado con ester de sacarosa al 1% almacenado a temperatura de refrigeración (8°C) y una humedad relativa de 95%. Las hortalizas como el pepinillo son sensibles a las temperaturas bajas y se deben almacenar a temperaturas de 4,4 a 10°C, las temperaturas más elevadas ocasionan endurecimiento, amarillez y pudrición mientras que las temperaturas inferiores provocan la formación de picaduras. Todas la hortalizas de fruto requieren de una humedad relativa elevada (92%). (Molinas ,1989).

1. Prueba Triangular de diferencia

Se aplicó la prueba a los 14,19, 25 y 28 días de almacenamiento el cual se detalla en el cuadro 40 según el Anexo 5 para 17 números de juicio donde se puede observar que existe diferencia significativa al 5% de probabilidad para el día 28 por lo que se consideró el último día de almacenamiento óptimo sensorialmente.

Cuadro 40. Prueba triangular de diferencia al 5% de probabilidad aplicado al mejor tratamiento del estudio.

	Nº juicios	DÍAS			
		14	19	25	28
1	NO	NO	SI	SI	
2	NO	NO	NO	NO	
3	NO	NO	NO	SI	
4	NO	NO	SI	SI	
5	NO	NO	SI	SI	
6	SI	NO	NO	SI	
7	NO	SI	NO	SI	
8	NO	SI	SI	NO	
9	SI	SI	NO	NO	
10	NO	NO	NO	SI	
11	SI	NO	SI	SI	
12	SI	SI	SI	SI	
13	NO	NO	SI	NO	
14	NO	SI	NO	SI	
15	NO	NO	SI	SI	
16	SI	NO	NO	SI	
17	NO	SI	NO	SI	
<u>TOTAL</u>	5	6	9	13	
<u>SI ACERTO</u>					

NO = no acertó

SI= si acertó

Cuadro 41 . Variación de la composición química y fisicoquímica del pepinillo tratado con ester de sacarosa durante el almacenamiento (en base a 100 gr. de porción comestible)

ANALISIS	0 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
FISICOQUIMICO				
Humedad %	95,73	92,36	91,88	90,24
Cenizas %	0,40	0,40	0,40	0,40
Fibra %	0,22	0,33	0,32	0,29
Grasa %	0,69	2,01	2,14	3,00
Proteínas %	0,07	0,40	0,39	0,34
Vitamina C mg	34,14	23,48	11,54	7,22
Carbohidratos	2,89	4,50	4,87	5,73
PH	5,68	5,52	5,44	5,26

2. Características fisicoquímicas

Como se puede observar en el Cuadro 41 el contenido de humedad baja en un 7.49%. La pérdida de agua es rápida con humedad relativa menor del 80% y cuando pasa del 95% es posible que se presenten pudriciones, (Shewfelt ,1993). En cuanto al contenido de grasa aumenta de 0,69 a 3%, los ácidos grasos saturados aumentan a medida que se prolonga el período de almacenamiento, (Pantastico, *et. al.* 1975). Esto tiene inferencia en el procedimiento, debido a que elevados porcentajes de ácidos grasos polinsaturados, de bajo peso molecular provocan malos sabores de oxidación en el fruto , (Wills, *et. al.* 1984). Se puede apreciar del mismo modo que existe un marcado descenso en cuanto al contenido de Vitamina C de 34,4 a 7,22, la disminución en el contenido de ácido ascórbico es mas rápida a temperaturas de almacenamiento mas elevadas (Pantastico, *et. al.* 1975), los ácidos pueden ser considerados como una reserva energética más de la fruta, siendo por consiguiente de esperar que su contenido decline en el periodo de actividad metabólica máxima durante el curso de maduración (Wills, *et. al.* 1984). El contenido de ceniza no varió significativamente, en cuanto al contenido de proteínas este se incremento ligeramente de 0,07 a 0,34 , debido básicamente a la disminución de la actividad metabólica y la degradación de las enzimas (Wills, *et. al.* 1984) Y (Pantastico, *et. al.* 1975). El contenido de carbohidratos tiende a subir de 2,88 a 7,72, la tendencia general es hacia un incremento inicial de azúcares seguido por una disminución (Wills, *et. al.* 1984).

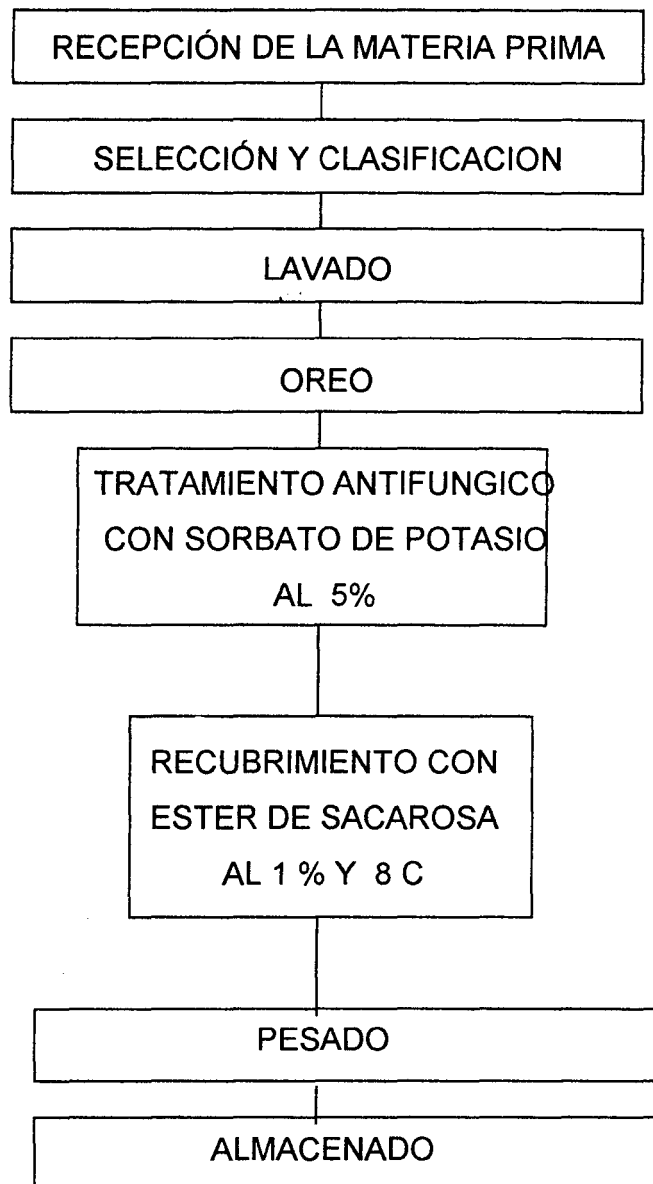


Figura 14. Flujograma definitivo para el almacenamiento óptimo del pepinillo al estado fresco.

V. CONCLUSIONES

- El almacenaje del pepinillo tratado con sorbato de potasio al 5% y recubierto con ester de sacarosa al 1% (T3) a temperatura de 8 °C y humedad relativa de 95% resultó comparablemente más eficaz con 28 días de almacenamiento óptimo, reduciendo en 23% la pérdida de peso comparado con el tratamiento T0 (cuadro 34).
- El recubrimiento extra del pepinillo a temperatura de 8 °C humedad relativa de 95% hace que las características fisicoquímicas y organolépticas cambien lentamente prolongando su vida útil, según se puede observar en el cuadro 34 en base a la pérdida de peso T0 presenta características similares en 16 días de almacenamiento comparado a T3 en 24 días de almacenamiento y de acuerdo al cuadro 37 de apariencia general que en 12 días de almacenamiento T0 presenta similares característica que T3 en 24 días de almacenamiento, que según la prueba triangular de diferencia los resultados sensoriales óptimos son de 28 días de almacenamiento.
- El flujo encontrado (figura 14), planteado según el objetivo del presente trabajo es el óptimo para la conservación del pepinillo (*Cucumis sativus* L.) al estado fresco con productos químicos, empacado y almacenado a temperatura ambiente y refrigeración.

VI. RECOMENDACIONES

- Es necesario que durante las estaciones de verano en la costa, la cosecha debe realizarse durante las primeras horas de la mañana.
- Es necesario el tratamiento antifúngico con sorbato de potasio u otro fungicida para inhibir el desarrollo de hongos.
- En el acondicionamiento de la cámara debe ponerse esmerado cuidado y hacer pruebas que aseguren su normal funcionamiento.
- Para un almacenaje eficaz y prolongado del pepinillo se recomienda iniciar con frutos totalmente verdes, ello facilita las operaciones de manejo y tratamiento.

VII. BIBLIOGRAFIA

Amos, J. 1969. Manual de Industria de los Alimentos. Zaragoza, España, Ed. Acribia.

A.O.A.C. (1997). Official Method of Analysis Chemist, Editorial Biar, Usa.

Bergeret, G. Conservas Vegetales, Frutas y Hortalizas. Salvat Editores, S.A. Barcelona España.

Braverman, J. 1980. Introducción a la bioquímica de alimentos. Ed. Omega. Barcelona, España

Calzada, B. 1979. Métodos estadísticos para la investigación. Ed. Jurídica. Lima. Perú.

Calzada, J. Frutales Nativos. Lima. Perú. UNA.

Cheftel, J. y CHEFTEL, H. 1980. Introducción a la bioquímica y tecnología de alimentos. Zaragoza, España. Ed. Acribia.

Desrosier, N. 1978. Conservación de alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza, España.

Geeson, J.D. 1979. Prolonged life for fresh fruit and vegetables. Institut of food research. Cambridge.

Goren, R. y Monselise, S. 1987. Preharvest Growing Conditions and Postharvest Behavior of Subtropical and Temperature-zone Fruits. HortScience, Vol,(6). University of California.

- Guere, CH. A. 1990. Estudio para la preservación de la cocona al estado fresco por el método de parafinado. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria, Perú, 138 p.
- Hardenburg, R.E. 1971. Efectos del sellado en bolsas de plástico, en el ambiente para mantener la calidad de frutas y hortalizas. Edit. Hort Science. USA. 201 p.
- Horwitz, W. 1995. Oficial methods of analysis of the asociación oficial Agricultura chemystri, 9na. Ed. Washington, Board.
- INCP-ICNNP. 1961. Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina. Guatemala.
- INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION. 1945. Composición de los Alimentos Peruanos. Ministerio de Salud.
- ITINTEC. 1972. Normas técnicas nacionales N° 001.107 y 011.101, Lima. Perú.
- Julca, R. 1982 Conservación de la papaya (Carica papaya L.) al estado fresco por refrigeración y fungicidas. Tesis, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria. Perú.
- Lees, J. 1981. Análisis moderno de los alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza. España.
- Lück, E. 1981. Conservación Química de los Alimentos. Zaragoza, España, Ed. Acribia.
- Kammerlohr, L. 1968. Sugars sters. National Institute Scientific. Washington D.C. E.E.U.U.

Kollonitsch, V. 1970. Chemistry. Company Inc. New York. E.E.U.U.

León, J. 1980. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales, Instituto Interamericano de Ciencia Agrícolas de la OEA, San José-Costa Rica.

Molinas, S. y Duran, L. 1989. Frigoconservación. Salvat Editores, S.A. Barcelona, España.

Mc Gregor. 1987. Manual Transporte de Productos Tropicales. Departamento de agricultura de los Estados Unidos. Washington DC. 148 p.

NATURAL RESOURCES INSTITUTE (NRI). 1991. 7th Course in Post-Harvest Fruit, Vegetable and Root Crop Technology. Kent. United Kingdom.

Natividad, A. 1995. Almacenamiento de cuatro hortalizas frescas en ambiente y refrigeración con empaques de polietileno. Universidad Nacional Agraria de la Selva. FIA. Tingo María. Perú. 59 p.

Natividad, R. 1988. Evaluación sensorial de alimentos. Universidad Nacional Agraria de la Selva. FIA. Tingo María. Perú. 59 p.

Natividad, R. 1992. Postcosecha de frutas y hortalizas. Boletín técnico N° 1 UNAS-PEAH.

Pantástico, R.; CHATTOPADHYAY, R. y SUBRA MANYAM, H . 1975. Almacenamiento y operaciones comerciales de almacenaje. En fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. AMBROSA pad. México. CECOSA. 663 p.

- Pearson, D. 1981. Técnicas de laboratorio para análisis de alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- Plank, R. 1980. El Empleo del Frío en la Industria de la Alimentación. Edit. Reverte, Barcelona, España, 805 p.
- Potter, N. 1978. La ciencia de los Alimentos. México. Edutex. 749p.
- Sintes, P. 1975. Virtudes curativas del pepino, cultivo del pepino, las sales minerales y las vitaminas del pepino. Barcelona, España.
- Shewleft, R. 1993. Postharvest Handling, A systems approach. Academic press, inc. San Diego. California.
- Snedecor, G. 1971. Métodos estadísticos. Ed. Continental S.A. México D.F.
- UNALM. 1988. Cultivo de Hortalizas, Universidad Nacional Agraria La Molina, Boletín Técnico. 18p.
- Yanhia, E. 1982. Fisiología, postcosecha de productos hortícolas. Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación. Madrid, España.
- Yudkin, J. 1991. Productos químicos y orgánicos. Organización de comercio internacional. Chicago. E.E.U.U.
- Vidigal, J. 1981. Curso de postcosecha y almacenamiento de frutas. Instituto de tecnología de alimentos, Campinas, Brasil.
- Wills, H. y LEE, H. 1984. Fisiología y Manipulación de Frutas y Hortalizas post recolección. Zaragoza, España, Ed. Acribia. 195 p.

ANEXOS

ANEXO 1

Características generales para la determinación de la calidad del pepinillo.

FACTOR DE CALIDAD	EXTRA	PRIMERA	DA SEGUN
1. TAMAÑO (Rel. Long./peso)			
Longitud máxima	17 cm	20 cm	mas de 20 cm
Peso máximo	260 gr	380 gr	mas de 380 gr
Tolerancia	5% de frutas de cal. mediana	Idem	
2. DIAMETRO			
Máximo	4.5 cm	5.0 cm	mas de 5 cm
Tolerancia	5% de frutos de cal. inferior	Idem	
3. COLOR			
Color comercial	Verde Oscuro	Idem	Idem
Tolerancia	10% coloración comerc. mediana	15% Idem	20% Idem
4. FORMA			
Tolerancia	Normal	Normal	Normal
	10% frutos ligeramente deformados	15% Idem	20% Idem
5. GRADO DE MADUREZ			
Formación de semillas	Incipiente		
Dureza de la cascara	Cascara Suave 10%		
	frutos con semillas formadas	Incipiente. 15% Idem	25% Idem
6. GRADO DE DESIDRATACION			
Tolerancia	10% Perdida de peso	Idem	Idem
7. DAÑOS MECANICOS			
Tolerancia	5%	5%	10%
8. SANIDAD			
a) Daños entomológicos	1%	3%	5%
Comeduras			
Daños fitopatologicos (enfermedades)	0%	3%	5%
Pudriciones	0%	0%	3%
TOLERANCIAS ACUMULADAS	10%	20%	30%

Fuente: ITINTEC (1972).

ANEXO 2

Escala hedónica de seis puntos (6-1) de apariencia general del pepinillo.

- 6 El producto presenta coloración verde, uniforme en todas su superficie; textura firme y turgente de la parte comestible y olor acentuado a pepinillo fresco.
 5. El producto presenta coloración verde, uniforme; textura de la parte comestible ligeramente turgente y el olor ligeramente acentuado a pepinillo fresco.
 4. El producto presenta color ligeramente desuniforme textura elástica al tacto y olor suave a pepinillo fresco.
 - 3 El producto presente coloración desuniforme en su superficie, textura ligeramente blanco al tacto, no presenta zonas acuosas, sin olor anormal, pero sin aroma a pepinillo fresco.
 - 2 El producto presenta el color totalmente desuniforme en su superficie, textura blanca y olor tenue a fermentado .
 1. El producto presenta decoloración total en su superficie, totalmente blanco, acuoso y olor rechazable
-

ANEXO 3**Ficha de evaluación organoléptica del pepinillo tratado con ester de sacarosa**

.....

Ficha N° :

Nombre:

Fecha:

Hora:

Existe una muestra diferente a los demás.

Escribir el código de la muestra diferente:

.....

ANEXO 4

**TEST TRIANGULAR (P=1/3). NUMERO MINIMO DE IDENTIFICACION,
CORRECTAS NECESARIAS PARA INDICAR DIFERENCIAS
SIGNIFICATIVAS A LOS NIVELES DE:**

Nº de Juicios	5%	1%	0.1%
5	4	5	5
6	5	6	6
7	5	6	7
8	6	7	8
9	6	7	8
10	7	8	9
11	7	8	10
12	8	9	10
13	8	9	10
14	9	10	11
15	9	10	12
16	9	11	12
17	10	11	13
18	10	12	13
19	11	12	14
20	11	13	14
21	12	13	15
22	12	14	15
23	13	14	16
24	13	14	16
25	13	15	17
26	14	15	17
27	14	16	18
28	15	16	18
29	15	17	19
30	16	17	19
31	16	18	19
32	16	18	20
33	17	19	20
34	17	19	21
35	18	19	21
36	18	20	22
37	18	20	22
38	19	21	23
39	19	21	23
40	20	22	24

ANEXO 5

Escala de evaluación del ataque microbiano utilizado en el presente estudio.

Puntaje	Descripción
0	Fruto sano
1	Fruto con infección del 1% de su superficie.
2	Fruto con infección del 12.5% de su superficie.
3	Fruto con infección del 25% de su superficie.
4	Fruto con infección del 50% de su superficie.
5	Fruto con infección del 100% de su superficie.