

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS, VETERINARIAS Y FORESTALES

ESCUELA DE AGRONOMIA

MADURACION PROGRAMADA DE PALTAS
(Frutos de Persea americana Mill) cv. Hass

Diego Fernández Mesa
Claudio Fernando Ruiz Moreno

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS
(ESPECIALIDAD: FRUTICULTURA)

PROFESORES GUIAS: ING. AGR. CARMEN AUDA M.
ING. AGR. HORST BERGER S.

Santiago - Chile

1983

INDICE

| | Pág. |
|--|------|
| 1. INTRODUCCION | 1 |
| 2. REVISION BIBLIOGRAFICA | 4 |
| 2.1 Generalidades sobre el palto | 4 |
| 2.2 Características de la variedad Hass | 4 |
| 2.3 Desarrollo del fruto | 5 |
| 2.4 Maduración y respiración en paltas | 7 |
| 2.5 Acción del etileno | 11 |
| 2.6 Efectos del etileno en paltas | 14 |
| 2.7 Absorbedores de etileno | 17 |
| 2.8 Uso de bajas temperaturas en paltas | 18 |
| 2.9 Desórdenes fisiológicos de post-cosecha | 19 |
| 3. MATERIALES Y METODOS | 21 |
| 3.1 Materiales | 21 |
| 3.1.1 Variedad y procedencia de la fruta | 21 |
| 3.1.2 Lugar de los ensayos | 21 |
| 3.1.3 Absorbente de etileno | 22 |
| 3.1.4 Bolsas de polietileno | 22 |
| 3.1.5 Almacenamiento | 22 |
| 3.2 Métodos | 22 |
| 3.2.1 Fecha de cosecha | 22 |
| 3.2.2 Ensayos | 23 |
| 3.2.2.1 Ensayo N ^o 1: Efectos de la aplicación exógena de etileno | 23 |
| 3.2.2.2 Ensayo N ^o 2: Efecto de dos dosis de Ethysorb en paltas almacenadas a 20 ^o C .. | 25 |

| | Pág. |
|---------|---|
| 3.2.2.3 | Ensayo N ^o 3: Efecto del Ethysorb en paltas almacenadas a 7 ^o C 26 |
| 3.2.3 | Aplicación de etileno 27 |
| 3.2.4 | Análisis realizados 27 |
| 3.2.4.1 | Resistencia a la presión 27 |
| 3.2.4.2 | Color 27 |
| 3.2.4.3 | Pérdida de peso 27 |
| 3.2.4.4 | Tamaño de la fruta 27 |
| 3.2.4.5 | Contenido de aceite y humedad de la pulpa 28 |
| 3.2.4.6 | Determinación de desórdenes fisiológicos 28 |
| 3.2.4.7 | Medición de la respiración 29 |
| 3.2.4.8 | Control de temperatura y humedad relativa 29 |
| 3.2.4.9 | Determinación de hongos 29 |
| 3.2.5 | Análisis estadístico 30 |
| 4. | PRESENTACION DE RESULTADOS 32 |
| 4.1 | Caracterización de la fruta 32 |
| 4.2 | Ensayo N ^o 1 33 |
| 4.2.1 | Respiración de la fruta 33 |
| 4.2.2 | Pérdida de peso en paltas a las cuales se midió respiración 36 |
| 4.2.3 | Análisis de uniformidad de madurez 38 |
| 4.2.4 | Resistencia a la presión 39 |
| 4.2.5 | Pérdida de peso 42 |
| 4.2.6 | Desórdenes fisiológicos 48 |
| 4.2.7 | Aspecto externo y sabor 51 |

| | Pág. |
|-------|---|
| 4.3 | Ensayo anexo al N°1: Efecto de la presencia de pedicelo en la tasa respiratoria 53 |
| 4.3.1 | Pérdida de peso en paltas con pedicelo y sin él 55 |
| 4.4 | Ensayo N°2 56 |
| 4.4.1 | Resistencia a la presión 56 |
| 4.4.2 | Pérdida de peso 61 |
| 4.4.3 | Desórdenes fisiológicos 64 |
| 4.4.4 | Aspecto externo y sabor 66 |
| 4.5 | Ensayo N°3 68 |
| 4.5.1 | Resistencia a la presión 68 |
| 4.5.2 | Pérdida de peso 71 |
| 4.5.3 | Desórdenes fisiológicos 76 |
| 4.5.4 | Aspecto externo y sabor 78 |
| 4.5.5 | Efecto del uso de bolsa perforada y sin perforar en la resistencia a la presión. 80 |
| 4.5.6 | Efecto del uso de Ethysorb en la resistencia a la presión 80 |
| 4.5.7 | Evolución de los efectos del tipo de bolsa y la presencia de Ethysorb en la resistencia a la presión 82 |
| 5. | DISCUSION DE RESULTADOS 84 |
| 5.1 | Ensayo N°1 84 |
| 5.2 | Ensayo N°2 87 |
| 5.3 | Ensayo N°3 90 |
| 6. | CONCLUSIONES 95 |

| | Pág. |
|-----------------------|------|
| 7. RESUMEN | 97 |
| 7.1 Summary | 99 |
| 8. BIBLIOGRAFIA | 101 |

1. INTRODUCCION

En Chile existía en 1981 una superficie de 6.643 ha de paltos de distintas variedades, con una producción aproximada para la temporada 81/82 de 25.730 toneladas (28).

Las cifras anteriores permiten apreciar la gran importancia de esta especie, ya que representa el 42,7% de la superficie plantada y el 16% de la producción de los frutales de hoja perenne (28).

En la actualidad, las variedades Fuerte y Hass son las de mayor importancia comercial, porque sus frutos presentan las mejores características para comercializarlos, tanto en el mercado interno como en el extranjero (34).

En Chile, debido a que el estado de madurez con que se presentan las paltas al consumidor es muy desuniforme, éste ha adquirido el hábito de seleccionar la palta realizando una prueba de presión por medio de los dedos, afectando la calidad de la fruta. El consumidor nacional demanda fruta con una madurez uniforme que permita el consumo al momento de efectuar la compra. Por esto, la palta es un producto conflictivo para los comercializadores, ya que no disponen de un método que les permita entregar la fruta según las exigencias del consumidor.

Para solucionar los excesos de oferta y regular los precios en el mercado interno, algunos productores han incursionado en los mercados externos; pero han encontrado dificultades en la conservación de la calidad de la fruta durante el tiempo que demora en llegar al país de destino, dado que el transporte por vía aérea es antieconómico.

Los exportadores necesitan un sistema de almacenamiento que les permita llegar con la fruta en óptimo estado, después de los 25 a 35 días de transporte por vía marítima, según el mercado de destino y el tipo de flete contratado, para que la exportación sea económicamente factible.

Estudios previos sobre almacenamiento de paltas realizados en la Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales de la Universidad de Chile, por Peralta (30) y González (18) han aportado nuevos antecedentes, pero aún son necesarios estudios adicionales sobre el tema que conduzcan a un sistema práctico y posible de aplicar en forma comercial.

En esta investigación se plantean las siguientes hipótesis que pretenden solucionar los problemas anteriormente expuestos:

a) Con el etileno se puede adelantar, uniformar y dirigir los

procesos de maduración en paltas, y

- b) a través del uso de bajas temperaturas y absorbentes de etileno se puede prolongar la vida útil de la palta.

El objetivo de esta investigación es controlar el proceso de maduración de la palta, cv. Hass, de forma que permita al comercializador regular la entrega de fruta madura al consumidor.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Generalidades sobre el palto

El palto (Persea americana Mill.) es una especie frutal perteneciente a la familia Lauraceae (7).

La especie es originaria de México y América Central; comparado con otros frutales de hoja perenne la superficie mundial que ocupa es reducida y está principalmente distribuida en países del continente americano.

El fruto es considerado botánicamente como una baya, compuesto de un sólo ovario y semilla (1, 7).

La característica más sobresaliente del fruto es el alto contenido lipídico de la pulpa, muy superior al resto de las frutas, de 10 a 13% en las variedades de la raza Guatemalteca y 15 a 25% en las variedades de la raza Mexicana. El contenido de azúcar del fruto es baja, aproximadamente 1%, éste tiende a disminuir a medida que aumentan las grasas. Los niveles de proteína son altos y varían entre 0,86 y 4,39% (7).

2.2 Características de la variedad Hass

La variedad Hass es considerada la más importante de la raza Guatemalteca (18).

Produce un fruto de tamaño pequeño a mediano, con un peso promedio aproximado de 187 g. Su forma es piriforme, con el cuello no bien desarrollado. La cáscara es gruesa, coriácea y áspera, cuando madura toma una coloración pardo oscuro. Presenta una pulpa cremosa, de color amarillento en la parte contigua a la semilla, sin fibras y de buen sabor (41).

En Chile el período de cosecha se extiende desde noviembre hasta marzo (18).

2.3 Desarrollo del fruto

El tipo de crecimiento del fruto corresponde al de una curva sigmoidea, con una rápida división celular en los primeros estados de desarrollo que continúa hasta la maduración, por lo que el tamaño de las paltas se debe principalmente al número de células y a la división celular, más que a la elongación o tamaño de ellas (7).

Su desarrollo es diferente al de otros frutos, en el cual la división celular ocurre durante todo el crecimiento del fruto. En algunos casos el elongamiento celular cesa cuando el fruto alcanza el 50% de su tamaño cuando maduro, y la división celular se toma en cuenta para el crecimiento que continúa (1).

Abeles (1) establece que alrededor del 4 a 25% del

peso fresco es graso, dependiendo de la raza. A pesar del alto contenido graso, la evidencia no apoya la idea de la utilización de lípidos como substrato respiratorio durante el curso del climacterio (7).

El contenido de aceite del fruto en un comienzo es muy bajo, 1 a 2%, aumenta lentamente a medida que se desarrolla el fruto, cerca de la época de cosecha lo hace con mayor rapidez. Este aumento paulatino se ha usado en California como índice de cosecha (45).

Aun cuando las paltas poseen un alto contenido de lípidos, la cantidad de éstos no disminuye durante la maduración; por el contrario, aumentan ligeramente durante la maduración, en vez de disminuir como podría anticiparse (39).

Bean (1958), citado por Biale y Young (7), señala que el contenido de hidratos de carbono es extremadamente variable, estableciendo un contenido total de 1,75% a comienzos de la temporada y 0,68% a mitad de ellas, esto en la variedad Fuerte. El nivel de azúcares disminuye rápidamente durante el almacenamiento y madurez, por lo que los análisis pueden variar considerablemente según las condiciones de desarrollo, época de cosecha y tiempo de almacenamiento.

Según Jaffe y Gross, citados por Biale y Young (7), los niveles de proteína en la palta son bastante altos y varían entre 0,86 y 4,39%, con un promedio de 2,1%,

mientras la mayoría de las frutas contiene menos de 1%; estos valores son influidos por las regiones de las cuales procede la fruta.

2.4 Maduración y respiración en paltas

La maduración de las frutas puede definirse como la secuencia de cambios en color, sabor y textura que llevan al estado en el cual la fruta es aceptable para ser consumida. Esto no significa necesariamente que se trata de un estado fisiológico fijo, puede, y de hecho lo hace, variar de un tipo a otro de fruta, y en algunos casos los cambios pueden ocurrir en direcciones opuestas. Acompañan a estas modificaciones, observadas por los sentidos, y llamadas cambios sensoriales, una serie de alteraciones básicas en la composición y metabolismo de la fruta (35).

Los cambios más obvios que ocurren cuando la fruta madura son las alteraciones en los pigmentos, textura y compuestos que dan el sabor; pero detrás de ellos puede haber variación en los niveles hormonales, respiración y organización celular (39).

En muchas frutas la maduración está asociada a un rápido incremento en la respiración. Este repentino aumento, llamado alza climactérica en la respiración, es a menudo considerado como un punto decisivo en la vida de la fruta, cuando el desarrollo y la maduración se han completado y antes que haya comenzado la senes-

cencia y el deterioro (39).

Young y Lee (45) definen la madurez de cosecha en paltas como el estado de desarrollo en el que la fruta, después de separada del árbol, puede madurar y ser apetecida para el consumo. Las características que hacen apetecible una fruta no sólo incluyen un equilibrio entre sabor y aroma, también lo son el color y textura que no aparecen hasta que la maduración se ha completado.

Las paltas con madurez de cosecha no sufren ablandamiento en el árbol; pero ablandan una vez cosechadas (1, 2, 4, 11, 12, 40). Una de las posibles explicaciones para este fenómeno es que mientras la fruta permanece en el árbol recibe algunos inhibidores que impiden su maduración (2).

Al estudiar el comportamiento de la respiración de un producto bajo diferentes condiciones, se puede determinar su período óptimo de cosecha, la temperatura adecuada de almacenamiento, y evaluar la influencia de diversas condiciones de la duración durante el almacenamiento y comercialización (23).

El climacterio puede ser definido como un período en la ontogenia de ciertas frutas, durante el cual se inician una serie de alteraciones bioquímicas por la producción autocatalítica del etileno, marcando el cambio entre crecimiento y senescencia, que involucra

un incremento en respiración y que lleva a la maduración (35).

Wardlaw y Leonard (1935), citados por Biale y Young (7), vieron por primera vez este incremento en la respiración de las paltas, el cual variaba desde 40 mg CO₂/kg-h, en estado preclimacterio hasta 170 mg CO/kg-h en el máximo del climacterio.

Chandler (10) establece que el rápido ablandamiento y descomposición de las paltas después de la recolección va unido a una respiración relativamente activa. Sostiene que el cultivar Fuerte a una temperatura de 15,5°C puede desprender 65 a 70 mg CO₂/kg-h antes del período crítico (preclimacterio) y de 100 a 150 mg CO₂/kg-h o más durante ese período (máximo climacterio).

En la variedad Hass, Vázquez (41) establece que el climacterio se observó a los 13 días de cosechado el fruto, alcanzando entonces un valor de 122 ml CO₂/kg-h; este tiempo se compara con el citado por la literatura al medir el O₂ consumido. Señala que tanto el incremento de CO₂ como la disminución de O₂ se observan al mismo tiempo.

Eaks (12) reporta que en palta Hass, a 20°C, el máximo climacterio alcanzó un valor de 115 ml CO₂/kg-h.

La palta que es un fruto climacterio presenta un nivel de respiración de 60 ml CO₂/kg-h Maxie (1975),

citado por Peralta), 30].

Ligado estrechamente al proceso respiratorio se encuentra el ablandamiento de la pulpa, ya que las paltas no son comestibles antes que el climacterio alcance su máximo (6).

El ablandamiento de la pulpa es el reflejo de uno de los cambios más marcados durante la maduración, los cuales ocurren en la pared celular y se deben fundamentalmente al metabolismo de sustancias pécticas causado por enzimas presentes en este período (7).

Existiría una relación directa entre el ablandamiento de las paltas y la celulasa, ya que la actividad de estas enzimas, muy escasa en fruta recién cosechada, aumenta considerablemente con la disminución de la firmeza de la pulpa. La mayor actividad de la celulasa se produce en el extremo distal y disminuye hasta ser muy baja en el extremo proximal del fruto (31).

Awad y Young (4) encontraron que existe una estrecha relación entre el rápido incremento en las enzimas polimerizantes (celulasa, poligalacturonasa, pectinmetilesterasa) de la pared celular, el alza en la respiración y la producción de etileno.

En investigaciones realizadas con paltas Fuerte y Hass se encontró que la actividad de la pectinmetil

esterasa fue máxima al momento de la cosecha, permaneciendo al 70% del valor inicial durante el período preclimactérico y cayendo rápidamente al 20% de la pequeña actividad inicial antes del peak climactérico en respiración y producción de etileno (5).

Según Chandler (10), un fruto cosechado 2 a 3 meses antes de la época en que se hubiera desprendido de un modo natural puede ablandarse después de 2 a 3 semanas o antes, a una temperatura de 21°C; el tiempo difiere en las distintas variedades. También señala que cuanto más tarde se coseche, menor puede ser el tiempo para que se ablande.

La madurez de la variedad Hass está asociada con un cambio en el color de la piel, de verde a negro (1).

2.5 Acción del etileno

Se considera al etileno como la hormona que regula la maduración de la fruta (20, 24, 26, 35, 43). Es importante, puesto que el lograr regular, modificar o suprimir al etileno, haría lo mismo con el proceso de maduración de la fruta. Es un gas simple de 2 carbonos, no saturado. Es la más simple de las hormonas vegetales (24).

Con la introducción de sensibles instrumentos de cromatografía gaseosa a principios de la década del

60, los fisiólogos en postcosecha establecieron el papel esencial del etileno como hormona de la maduración (43).

El etileno es una hormona vegetal naturalmente producida que regula una larga lista de procesos (22, 43).

Los variados efectos de esta hormona sobre las plantas o sobre partes de ellas incluyen: inhibición del crecimiento, iniciación de raíces, desverdeamiento de frutos, iniciación floral, modificación de la expresión sexual de flores, iniciación de la maduración de frutos, participación en la resistencia a enfermedades de las plantas, abscisión de flores y frutos y dehiscencia, pérdida de dominancia apical y regulación de la proliferación de tejidos (43).

Lizana (24) refiriéndose a trabajos posteriores a la controversia sobre si el etileno era subproducto de la maduración o inducía a ella, señala que en una serie de frutas el etileno endógeno aumenta antes de iniciarse el aumento climactérico de la respiración, íntimamente asociado con la precipitación de la madurez de la fruta.

Por otra parte, Rhodes (35) señala que en la mayoría de las frutas el establecimiento de concentraciones fisiológicamente activas de etileno, en los espacios intercelulares del interior de la fruta, precede al aumento de respiración, y que una fuente exógena

de etileno provoca el comienzo del climacterio en la fruta inmadura, además de inducir en ella un proceso autocatalítico de síntesis de etileno. Indica que el aumento de la biosíntesis de etileno a concentraciones estimuladoras, más que el aumento en respiración, es el evento que marca la transición entre crecimiento y senescencia de la fruta.

Se calculó que para paltas, además de otras frutas, la concentración interna de etileno antes que comience el climacterio respiratorio está probablemente muy por encima de 0,1 ppm, que es el promedio mínimo necesario para estimular la maduración del fruto (8, 39).

Yang (43) cita que casi todos los tejidos vegetales parecen ser capaces de producir etileno, aunque la tasa de producción es generalmente baja. La producción de etileno, se sabe, está regulada por varios factores internos y externos. Como parte de la vida de una planta, la producción de etileno se induce durante ciertas etapas del crecimiento, como la germinación, maduración de frutas y abscisión.

La producción de etileno puede ser inducida por factores externos tales como heridas, enfermedades, radiaciones y ciertos productos químicos incluyendo auxinas y otros reguladores de crecimiento (29, 43).

Es evidente que la manipulación de los niveles de etileno en las plantas ya sea inhibiendo o estimulando

su producción, son opciones útiles en el sistema agrícola (43).

Como el etileno es un gas producido normalmente por la fruta, el hecho de proporcionarlo artificialmente no causa efectos anormales en sabor y aroma. Se usa comercialmente en bananas para inducir una maduración uniforme a temperaturas relativamente bajas, 15 a 18°C. Con el mismo objeto se usa en melones Honey Dew. También se usa a nivel comercial para remover el color verde de frutos cítricos, los que son expuestos a etileno durante 24 a 72 horas, a temperaturas de 30°C y 85% de humedad relativa (24, 19).

2.6 Efectos del etileno en palta

Se ha establecido que las paltas responden a los tratamientos con etileno madurando antes, siendo mayor el efecto de la duración del tratamiento, que las concentraciones de etileno utilizadas (10, 100, 1.000 y 10.000 ppm), pues el efecto de estas últimas sobre la tasa de ablandamiento difieren muy poco entre sí (2, 11, 17, 47, 48).

Adato y Gazit (2) señalan la importancia de la relación entre el tiempo de tratamiento con etileno y el tiempo de cosecha. Indican que el lapso entre cosecha e inicio del tratamiento debe considerarse tanto en las investigaciones como en la práctica.

Diversos autores (11, 13, 17) señalan que el adelanto de la maduración de la fruta es mucho más marcado con los tratamientos de etileno iniciados 24 horas después de la cosecha, que los efectuados inmediatamente después de sacada la fruta del árbol.

Por otra parte, algunos investigadores (2, 17) recomiendan que la aplicación se inicie 48 horas después que la fruta se ha cosechado. En contraposición a lo establecido por Zauberman y Fuchs (46), quienes dicen que la aplicación es efectiva inmediatamente después de la cosecha.

Gazit y Blumenfeld (17) encontraron que las paltas sin cosechar no muestran respuesta a la aplicación de etileno.

Lo anterior se debería a la existencia de sustancias que llegan al fruto desde el tallo inhibiendo el sistema de respuesta al etileno, y cuando el fruto es separado de su fuente de abastecimiento, empieza a ser susceptible al etileno ocurriendo el proceso de maduración (6, 17, 26, 40).

Se presupone que hay factores inhibitorios que previenen la maduración de la fruta antes de la cosecha. Se ha demostrado que en paltas estos factores, no identificados aparentemente, continúan ejerciendo su influencia inhibitoria por un período limitado después de la cosecha (2, 26).

Biale y Young (7) señalan que las hojas del árbol entregan una hormona a la fruta que previene la maduración. En trabajos posteriores, Tingwa y Young (38) rechazan esta teoría.

Mapson (26) y Tingwa y Young (40) sugieren que una auxina es al menos uno de los factores involucrados en la inhibición de la maduración de paltas prendidas en el árbol.

Se ha informado de un antagonismo entre giberelinas y etileno en otros frutos, pero aún no se tiene evidencias para asegurar que ésto ocurra en paltas (17).

Los ensayos realizados por Gazit y Blumenfeld (17) muestran una gran variabilidad en la respuesta al etileno. Explican que la razón para esta respuesta desuniforme podría residir en las variadas concentraciones de sustancias inhibidoras en los distintos frutos.

Un aspecto importante que debe ser considerado en las aplicaciones de etileno es la duración del tratamiento. Eaks (11) indica que 6 y 12 horas de exposición a etileno no es suficiente para gatillar el proceso de maduración, por el contrario, Adato y Gazit (2) señalan que 12 horas de exposición en fruta de mediados y fin de temporada sería suficiente.

De acuerdo a los resultados obtenidos por diferentes autores (2, 11, 17), la duración del tratamien

to para asegurar su efectividad, debiera ser de 24 horas.

En diversos estudios (2, 12, 13, 47, 48) se ha observado que los peak de respiración y producción de etileno coinciden. El completo ablandamiento de la fruta ocurre aproximadamente 2 días después.

Se ha establecido que la respuesta a la aplicación de etileno es marcadamente mejor mientras la fruta tiene mayor madurez de cosecha (2, 11, 13, 48).

Eaks (12) realizando ensayos para determinar la tasa respiratoria, producción de etileno y maduración de paltas Hass, a temperaturas entre 20 y 40°C, encontró que la máxima producción de etileno disminuyó al tiempo que la temperatura aumentó, con una disminución significativa entre los 25 y 35°C, sólo trazas se produjeron a 35°C y no fué detectado a los 40°C.

2.7 Absorbedores de etileno

La maduración o senescencia en frutos climactéricos es retrasada manteniendo bajos niveles de etileno en las cámaras de almacenamiento (42).

Existen métodos físicos y químicos para reducir los niveles de etileno en las cámaras de almacenamiento, el más práctico es el uso de Permanganato de Potasio ($KMnO_4$), que es un fuerte agente oxidante (16, 42).

Para asegurar una eficiente eliminación del etileno es necesario exponer una gran área superficial de $K Mn O_4$ en la atmósfera de almacenamiento (42).

Se ha encontrado que este método retrasa la maduración de bananas y paltas cuando se ha usado en conjunto con almacenaje en atmósfera modificada (42).

Hatton y Reeder (19) concluyen que el Permanganato de Potasio usado en su estudio es eficiente en la remoción del etileno de la cámara de almacenamiento de paltas "Lula" en atmósfera controlada a $10^{\circ}C$.

2.8. Uso de bajas temperaturas en paltas

Kosiyachinda y Young (21) establecen que la sensibilidad a bajas temperaturas de las paltas Fuerte y Hass depende del estado del climacterio. En el estado menos sensitivo, el post climacterio, la fruta se puede mantener a $2^{\circ}C$ por 6 a 7 semanas. Al ascender al climacterio y en su máximo peak las paltas Hass son más sensibles a las bajas temperaturas mostrando daños después de 19 días de tratamiento a $2^{\circ}C$. La fruta post climactérica puede ser transferida a $2^{\circ}C$, después de 36 a 48 horas pasado el peak climactérico.

La temperatura óptima de almacenaje para el cultivar Hass está entre los 6 y $9^{\circ}C$, y madura mejor a una humedad sobre 90% (21).

Erickson y Yamashita (15) establecen que palta Hass recién cosechada no madura si es almacenada a 6°C durante 32 días, pero sí a 9°C.

Vázquez (41) señala que los principales síntomas de daño por frío que aparecen en palta almacenada a 7°C corresponde a oscurecimiento externo de la piel, fibras vasculares pardeadas y pulpa acuosa.

González (18) estableció en fruta del cultivar Hass almacenada a bajas temperaturas, con polietileno o sin él, la aparición de tres tipos de desórdenes fisiológicos en la pulpa, que son pardeamiento de la base, pardeamiento del sector pedicelar y oscurecimiento de fibras.

2.9 Desórdenes fisiológicos de post-cosecha

Los desórdenes fisiológicos de la fruta son manifestaciones anormales que no se deben a problemas provocados por parásitos; pueden presentarse en la forma de sabores o apariencias anormales (externa o internamente), o en la forma de carencia de madurez o madurez anormal [Wilkinson (1975), citado por González (18)].

En algunas variedades de palta la pulpa se presenta a veces algo gris y durante algunas temporadas, posiblemente a causa de condiciones anormales de desarrollo, la pulpa puede presentarse oscura, lo cual puede deberse además a condiciones de sobremadurez en fruta

muy blanda [Smoot (1971), citado por González (18)].

Harton y Reeder (1965), citados por González (18), señalan que el síntoma más común de daño es un tono pardo semejante al escaldado o un oscurecimiento de la piel, y una coloración pardo grisácea de la pulpa, especialmente en el tejido vascular.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Variedad y procedencia de la fruta

En esta investigación se utilizó paltas de la variedad Hass, provenientes de un mismo huerto y cosechadas el 5 de febrero de 1982, día en que se iniciaron los ensayos.

La fruta fue cosechada en un huerto ubicado en la comuna de La Cruz, provincia de Quillota, V Región.

Posteriormente la fruta fue llevada a un packing donde fue sometida al proceso de selección y embalaje que se realiza en forma habitual. Toda la fruta utilizada no presentaba pedicelo.

3.1.2 Lugar de los ensayos

La parte experimental de esta investigación se realizó en el frigorífico y laboratorio de post-cosecha, del Departamento de Producción Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales de la Universidad de Chile, Campus Antumapu.

Los análisis del contenido de aceite se realizaron en los laboratorios de Química del Departamento de Agroindustrias

3.1.3 Absorbente de etileno

El producto utilizado como absorbente de etileno fue el Ethysorb, nombre comercial de un compuesto químico formado por sales de Permanganato de Potasio y Oxido de Aluminio ($K Mn O_4 / Al_2 O_3$).

El producto está formulado como gránulos de color violeta contenidos dentro de un sobre de celofán con perforaciones y que tiene un tamaño de 7 x 8 cm y su contenido neto es de aproximadamente 5 g.

3.1.4 Bolsas de polietileno

En los dos ensayos con Ethysorb se emplearon bolsas de polietileno transparente de un tamaño de 30 x 50 cm y de 0,038 mm de grosor.

3.1.5 Almacenamiento

Para el almacenamiento de la fruta se ocuparon tres cámaras con control de temperatura mantenidas a 2; 7 y 20°C, y una pieza que permaneció a temperatura ambiente.

3.2 Métodos

3.2.1 Fecha de cosecha

La fruta fue cosechada en la mañana del día 5 de

febrero de 1982.

3.2.2 Ensayos

Se realizaron los tres ensayos que a continuación se describen:

3.2.2.1 Ensayo N^o1: Efectos de la aplicación exógena de etileno. Las paltas fueron guardadas en cajones cosecheros de 18 kg en una cámara a 20°C. Allí permanecieron durante 48 horas, posteriormente se distribuyeron en tres tratamientos de 189 paltas cada uno, que consistieron en:

Et 0 h (testigo): sin exposición a etileno.

Et 3 h : 3 horas de exposición a etileno.

Et 27 h : 27 horas de exposición a etileno.

Los tratamientos Et 3 h y Et 27 h fueron colocados en frascos de vidrio de 5 galones americanos (aproximadamente 20 lt), equipados con tapas de metal selladas herméticamente, con dos conexiones al exterior de 5 mm de diámetro, para permitir la circulación del flujo de aire con etileno. A éstas se les conectó una manguera por la cual se inyectó un flujo de aire de 47 lt/hora que acarrearba aproximadamente 200 ppm de etileno.

El tratamiento Et 0 h o testigo permaneció a 20°C, al igual que el resto de los tratamientos, en cajas

cosecheras.

La fruta del tratamiento Et 3 h fue extraída a las 24 horas de iniciada la exposición; pero debido a un desperfecto en el equipo dosificador de etileno, las horas de exposición al gas fueron sólo 3, en vez de las 24 horas establecidas en el proyecto, permaneciendo la fruta expuesta a un flujo de aire puro durante 21 horas.

Las paltas del tratamiento Et 27 h fueron extraídas a las 48 horas de iniciada la exposición; pero debido a la misma razón anterior sólo recibieron 27 horas de exposición a etileno, en vez de las 48 horas preestablecidas.

Al término del tratamiento Et 27 h se empezó a medir, cada 24 horas, el desprendimiento de CO_2 de 4 frutos, en forma independiente, de los tres tratamientos en forma separada; paralelamente se pesó cada uno de estos frutos todos los días.

Cuando la tasa respiratoria de cada tratamiento indicó que había ocurrido su peak climactérico, se realizó un análisis de madurez a las 24 y 48 horas después de éste.

Toda la fruta fue colocada en cajones nectarineros, distribuida en 4 repeticiones de 9 frutos cada una, manteniéndola en una cámara de 2°C .

Para ingresar los tratamientos a frío, 2°C, se estipuló que debían cumplir con un requisito de uniformidad de madurez. Este consistió en que al menos 7 de las 9 paltas de referencia de cada una de las 4 repeticiones presentaran una presión inferior a las 8 lbs; éste se cumplió a las 24 horas para los tratamientos Et 0 h y Et 3 h, y a las 48 horas en el tratamiento Et 27 h.

Una vez cumplido este requisito la fruta de los tres tratamientos fue sometida a frío por 7, 14 y 21 días, luego se dejó 1 día a temperatura ambiente simulando la comercialización, al término de la cual se realizaron los análisis.

3.2.2.2 Ensayo N°2: Efecto de dos dosis de Ethysorb en paltas almacenadas a 20°C. El mismo día de la cosecha, en la tarde, cada unidad experimental se colocó en una bolsa de polietileno con 18 perforaciones realizadas con alfiler y se distribuyeron en los siguientes tratamientos:

- 0 SE: bolsa sin sobre de Ethysorb.
- 1 SE: bolsa más 1 sobre de Ethysorb.
- 2 SE: bolsa más 2 sobres de Ethysorb.

Se colocaron 4 bolsas por cajon, que correspondían a las repeticiones de cada tratamiento para cada fecha de análisis, más una bolsa de observación a la cual se le efectuó una prueba al tacto para establecer el ablan

damiento de la fruta que determinó la fecha de los análisis.

Los tres tratamientos fueron mantenidos en una cámara a 20°C.

3.2.2.3 Ensayo N°3: Efectos del Ethysorb en paltas almacenadas a 7°C. Después de la cosecha cada unidad experimental se guardó en una bolsa de polietileno distribuyéndose en los siguientes tratamientos:

- T₁: 1 sobre de Ethysorb y bolsa perforada.
- T₂: 1 sobre de Ethysorb y bolsa no perforada.
- T₃: sin Ethysorb y bolsa perforada.
- T₄: sin Ethysorb y bolsa no perforada.

Las bolsas perforadas tenían 18 orificios realizados con un alfiler.

Se utilizó cajas de cartón, diseñadas para la exportación de paltas, en las cuales se embalaron 2 bolsas por caja.

Estas cajas se guardaron en una cámara mantenida a 7°C durante 25, 35 y 45 días, al final de los cuales se sacó la fruta de las bolsas y se colocó en cajones a temperatura ambiente durante 5 días simulando la comercialización; al término de ésta se procedió a realizar los análisis.

3.2.3 Aplicación de etileno

La aplicación de etileno se efectuó mediante un flujo de aire continuo mezclado con 200 ppm de etileno, en forma aproximada, utilizando el método descrito por Pratt et al, (33) (Anexo 1).

3.2.4 Análisis realizados

3.2.4.1 Resistencia a la presión. Se midió en dos costados opuestos de la fruta, removiendo previamente la piel en estos sectores. Se ocupó un presionómetro de pie marca UC, provisto de un émbolo de 5/16 de pulgada de diámetro. Los resultados fueron expresados en libras.

3.2.4.2 Color. Se determinó el color externo e interno de la fruta utilizando el abanico de colores Nickerson, basado en la escala Munsell.

3.2.4.3 Pérdida de peso. Se determinó mediante la diferencia de peso ocurrida en cada etapa de cada tratamiento.

3.2.4.4 Tamaño de la fruta. En la medición del tamaño de la fruta, se usó el calibrómetro marca Cranstons para determinar el diámetro ecuatorial y una regla para medir la longitud de la fruta al iniciar los ensayos.

3.2.4.5 Contenido de aceite y humedad de la pulpa.

Este análisis se hizo solamente al iniciarse los ensayos.

El contenido de aceite se determinó tomando un trozo de pulpa en forma longitudinal, el cual fue molido y posteriormente secado en una estufa a 70°C durante 24 horas. De la muestra seca se tomaron 5 g los que fueron sometidos a la extracción de aceite con eter etílico puro en ebullición en un aparato Soxhlet, hasta agotar el aceite presente en la muestra. Lo anterior se realizó a 6 frutos en forma individual, al momento de la cosecha.

El contenido de humedad se determinó mediante la diferencia entre peso fresco y peso seco.

3.2.4.6 Determinación de desórdenes fisiológicos.

La determinación de cada uno de los desórdenes fisiológicos se realizó en forma visual. Cada uno de ellos se valoró en forma independiente de acuerdo a la siguiente escala:

| <u>Valor</u> | <u>Intensidad</u> |
|--------------|-------------------|
| 0 | Fruta sana |
| 1 | Daño incipiente |
| 2 | Daño leve |
| 3 | Daño moderado |
| 4 | Daño severo |

Por otra parte el porcentaje de la fruta afectada

se multiplicó por la intensidad de daño, obteniéndose el valor ponderado.

Los resultados obtenidos en cada repetición para los tres desórdenes encontrados se promediaron con el fin de utilizarlos en el análisis estadístico.

Los valores pudieron fluctuar entre 0, que corresponde al 100% de la fruta sana y 400 que equivale a la totalidad de la fruta dañada en forma severa.

3.2.4.7 Medición de la respiración. La medición de respiración se hizo en base al desprendimiento de CO_2 de la fruta, mediante el Analizador Infrarrojo de Gases HB, modelo URAS.

Los resultados fueron expresados en $\text{ml CO}_2/\text{kg-h}$.

3.2.4.8 Control de temperatura y humedad relativa. Las mediciones de temperatura ambiente y temperatura de pulpa de la fruta se realizaron diariamente mediante un aparato termistor, de marca Yelow Spring, modelo 44 TE.

Además se llevó un registro de temperatura ambiente y humedad relativa mediante un higrotermógrafo marca Weather Measure modelo H 311, para cada una de las cámaras y la pieza donde se simuló la comercialización.

3.2.4.9 Determinación de hongos. Se efectuó cultivo de micelio encontrado en la fruta de los ensayos y

se inoculó a fruta sana en cámara húmeda, para determinar su patogenicidad.

3.2.5 Análisis estadístico

La unidad experimental consistió en 9 frutos y se realizaron 4 repeticiones en cada tratamiento por cada fecha de análisis.

Se utilizó dos pruebas de estadística no paramétrica y una paramétrica para el análisis de los resultados, a un nivel de 5% de significación.

Prueba H de Kruskal-Wallis. Esta es una prueba de análisis de varianza de una clasificación por rango de los valores, que examina la hipótesis de nulidad que supone que R muestras (repeticiones) proceden de la misma población o de poblaciones idénticas con respecto a los promedios (37).

Prueba U de Mann-Whitney. Es una prueba no paramétrica que indica si dos grupos independientes corresponden a una misma población, lo cual correspondería a la hipótesis de nulidad (37).

En el Ensayo N^o1, para cada tratamiento y en cada fecha se determinaron parámetros de posición y dispersión de la resistencia a la presión. Los desórdenes fisiológicos fueron comparados entre los tratamientos y entre las fechas por medio de la prueba H de Kruskal-

Wallis.

Los resultados del Ensayo N^o2 se analizaron estadísticamente mediante las pruebas H de Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney, empleándose para comparar la resistencia a la presión y los desórdenes fisiológicos entre los tratamientos y entre las fechas de análisis.

En el Ensayo N^o3 se utilizó la prueba F de Snedecor para la comparación de los tratamientos en cada fecha de análisis y para determinar la evolución que presentaron ambos en base a la resistencia a la presión; posteriormente se realizó la prueba Q de Duncan. Para comparar los tratamientos en cuanto a los desórdenes fisiológicos y la evolución que presentaron en cada tratamiento, se utilizó la prueba H de Kruskal-Wallis.

4. PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1 Caracterización de la fruta

Al inicio de los tratamientos se caracterizó la fruta en base a los siguientes parámetros.

- a) Fecha de cosecha: 5-II-1982.
- b) Resistencia a la presión: los valores de este parámetro obtenidos al momento de la cosecha fluctuaron entre 43 y 46 lb, con un promedio de 44,5 lb.
- c) Color externo: los frutos presentaron un color externo que fluctuaba entre el 5 GY 4/3 correspondiente a un verde oliva moderado y el 7.5 Y 3/1 correspondiente a pardo oliváceo.
- d) Color de pulpa: el color de pulpa externo que predominó fue el 2.5 GY 5/5 correspondiente a verde amarillento moderado.

El color de pulpa interno predominante fue el 2.5 GY 9/8 que corresponde a verde amarillento brillante.

- e) Calibre: el diámetro de la fruta varió entre 6,5 cm y 11 cm, con una longitud que fluctuó entre 8,5 y 11 cm. Correspondiendo los mayores valores a la fruta que fue destinada al

Ensayo N^o3, ya que el objetivo de éste fue el de simular una exportación.

f) **Peso unitario:** el peso unitario de las paltas utilizadas en los ensayos N^o1 y N^o2 fluctuó entre 150 y 200 g. Los valores de peso unitario de la fruta empleada en el ensayo N^o3 varió entre 184 y 264 g.

g) **Contenido de aceite:** se apreció una gran variación del contenido de aceite expresado en base a materia seca, encontrándose porcentajes límites de 61,1 y 77,4% con un promedio de 65,9%. En base a materia fresca los valores fluctuaron entre 17,6 y 26,5% con un promedio de 21,1%.

h) **El contenido de humedad:** fluctuó entre un 59.1 y un 71,1%, con un promedio de 68,0%.

4.2 Ensayo N^o1: Efectos de la aplicación exógena de etileno

4.2.1 Respiración de la fruta

Al inicio de las mediciones los niveles de respiración promedio fueron similares entre los tratamientos Et 3 h y testigo (Et 0 h), alcanzando valores de 70 y 74 ml CO₂/kg-h, respectivamente. Para el tratamiento Et 27 h fue de 177 ml CO₂/kg-h.

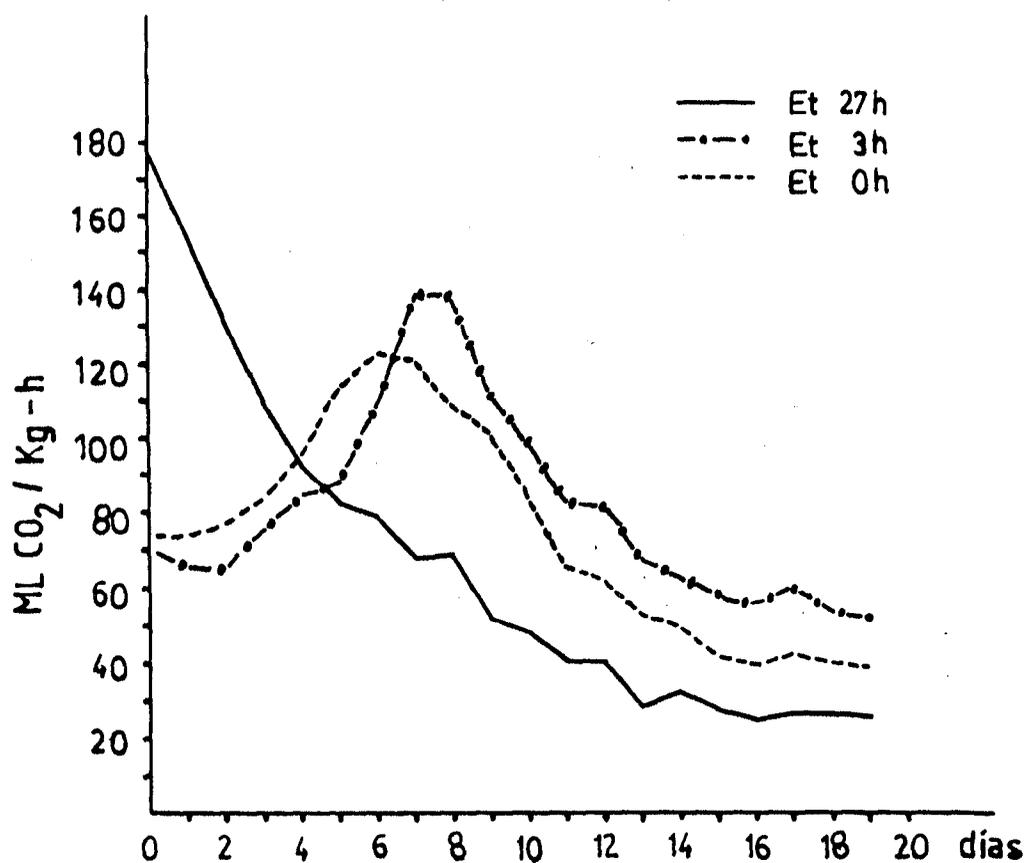


FIGURA 1: Curvas de respiración promedio de cada tratamiento.

La fruta del tratamiento Et 27 h tuvo su peak climactérico aproximadamente 6 días antes que el promedio del tratamiento testigo y 7 días antes del tratamiento Et 3 h (Fig. 1)

En el tratamiento testigo se observó que cada una de las frutas de éste presentaron su peak climactérico en distintos días; estos ocurrieron al 4^o, 5^o, 6^o y 7^o día de iniciada la medición (Anexo 2).

En el Et 3 h en cambio se observó que tres de las cuatro frutas, a las cuales se midió respiración, tuvieron su peak climactérico entre el 7^o y 8^o día des-

pués de iniciadas las mediciones, en tanto que sólo una palta ya lo había presentado entre el 4^o y 5^o día (Anexo 3).

El tratamiento de mayor tiempo de exposición al etileno (Et 27 h) presentó en los cuatro frutos el mismo comportamiento: su peak climactérico ocurrió antes o al momento de iniciadas las mediciones (Anexo 4).

El nivel promedio de respiración en el peak climactérico del tratamiento Et 27 h fue superior en 38 ml CO₂/kg-h al tratamiento Et 3 h y en 54 ml CO₂/kg-h al tratamiento testigo.

Al décimo noveno día de medición los valores de respiración promedio para los tratamientos Et 0 h, Et 3 h y Et 27 h fueron de 39,5; 52 y 26 ml CO₂/kg-h respectivamente, que es lo esperado por la secuencia de los peak climactéricos de cada uno de los tratamientos, correspondiendo el valor menor al tratamiento en el cual ocurrió primero éste, ya que el día de la medición los tratamientos Et 0 h, Et 3 h y Et 27 h cumplían 13, 12 y 19 días de haber pasado su climacterio, respectivamente.

Al término de la exposición a etileno, el tratamiento Et 27 h presentó toda su fruta con la coloración oscura típica de la variedad cuando está madura; no ocurrió lo mismo con el tratamiento Et 3 h.

4.2.2 Pérdida de peso en paltas a las cuales se midió respiración

Al finalizar las mediciones los valores promedio de pérdida de peso fueron de 14,6; 13,8 y 18,7% para los tratamientos Et 0 h, Et 3 h y Et 27 h, respectivamente (Fig. 2).

El tratamiento que en promedio tuvo una menor pérdida de peso fue el Et 3 h y sólo tuvo una diferencia de 0,8% con el tratamiento testigo al décimo noveno día, después del comienzo de las mediciones. El tratamiento que experimentó la mayor pérdida de peso fue el Et 27 h, la que alcanzó en promedio a una diferencia de 4,1% respecto del testigo.

En los tres tratamientos la pérdida de peso promedio, expresado en porcentaje, mantuvo una tendencia constante a través del tiempo.

La máxima diferencia de pérdida de peso se observó entre los frutos del tratamiento Et 27 h, siendo ésta de un 7,0%, en tanto que el Et 0 h y Et 3 h presentaron valores de 2,2 y 3,4%, respectivamente.

Los tratamientos Et 0 h y Et 3 h tuvieron un comportamiento similar entre ellos en cuanto a la pérdida de peso, dado que sus peak climactericos ocurrieron aproximadamente con sólo un día de diferencia, siendo primero el del testigo que tuvo un 0,8% más de pérdida de peso que la fruta del Et 3 h.

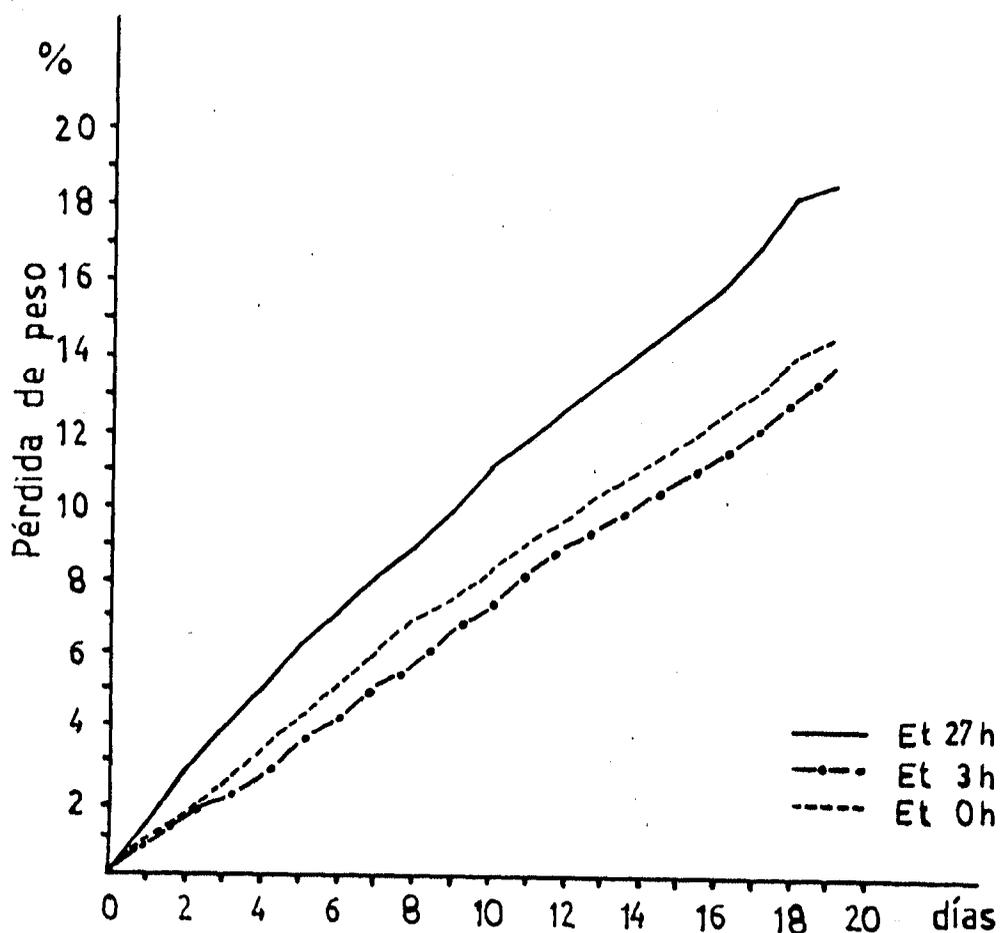


FIGURA 2: Evolución de la pérdida de peso promedio expresada en porcentaje, en paltas a las cuales se midió respiración.

4.2.3 Análisis de uniformidad de madurez

La muestra de paltas del tratamiento testigo cumplió el requisito de uniformidad de madurez a las 24 horas después de su peak climactérico, ya que todos sus frutos presentaron presiones inferiores a 8 lb, por lo cual la fruta fué ingresada a frío inmediatamente (Fig.3).

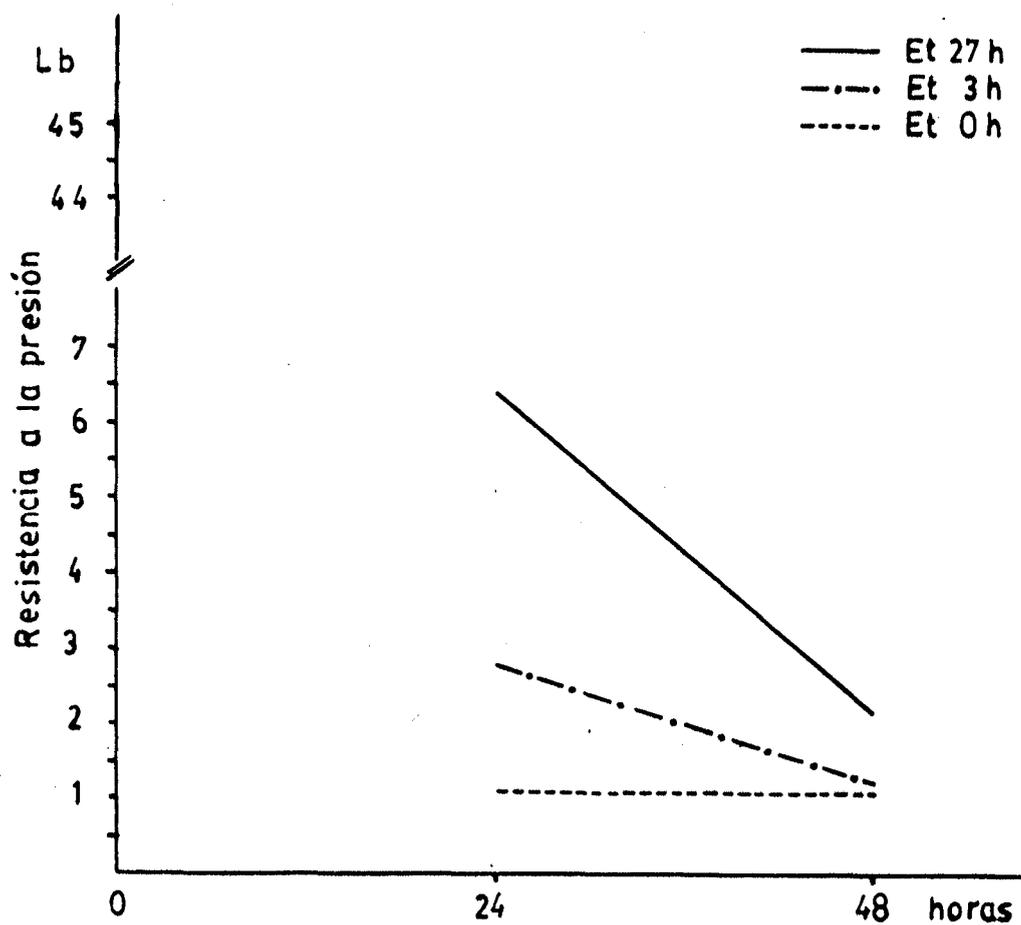


FIGURA 3: Resistencia a la presión 24 y 48 horas después del peak climactérico.

En el Et 3 h se cumplió el requisito a las 24 horas y fue ingresado a frío, ya que hubo sólo 2 repeticiones que presentaron un fruto cada una con presiones mayores de 8 lb.

En el tratamiento Et 27 h no se cumplió el requisito de uniformidad de madurez a las 24 horas, dado que hubo una repetición que presentó 4 frutos con presiones mayores de 8 lb.

Al realizar el análisis a las 48 horas post climactérico se cumplió el requisito de uniformidad, pues sólo hubo un fruto en una repetición con una presión mayor de 8 lb.

Una vez que las muestras de los tratamientos cumplieron con el requisito de uniformidad de madurez, éstas fueron ingresados a frío en las siguientes fechas y días después de la cosecha:

| <u>Tratamiento</u> | <u>Fecha de ingreso a frío</u> | <u>Días después de cosecha</u> |
|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Et 0 h | 19-II-1982 | 14 |
| Et 3 h | 20-II-1982 | 15 |
| Et 27 h | 13-II-1982 | 8 |

4.2.4 Resistencia a la presión

Las diferencias de resistencia a la presión entre frutos de un mismo tratamiento fueron una parte del objetivo de este estudio motivando a dar énfasis a las

desviaciones que dicho parámetro presentó.

Para la primera fecha de análisis, a los 7 días a 2°C más 1 día de comercialización, los promedios de presión y su desviación estándar fueron de 1,336 lb con σ_{n-1} de 0,477 para el tratamiento Et 0 h; de 1,328 lb con σ_{n-1} de 0,254 para el Et 3 h y 0,942 lb con σ_{n-1} de 0,068 para el tratamiento Et 27 h (Fig. 4).

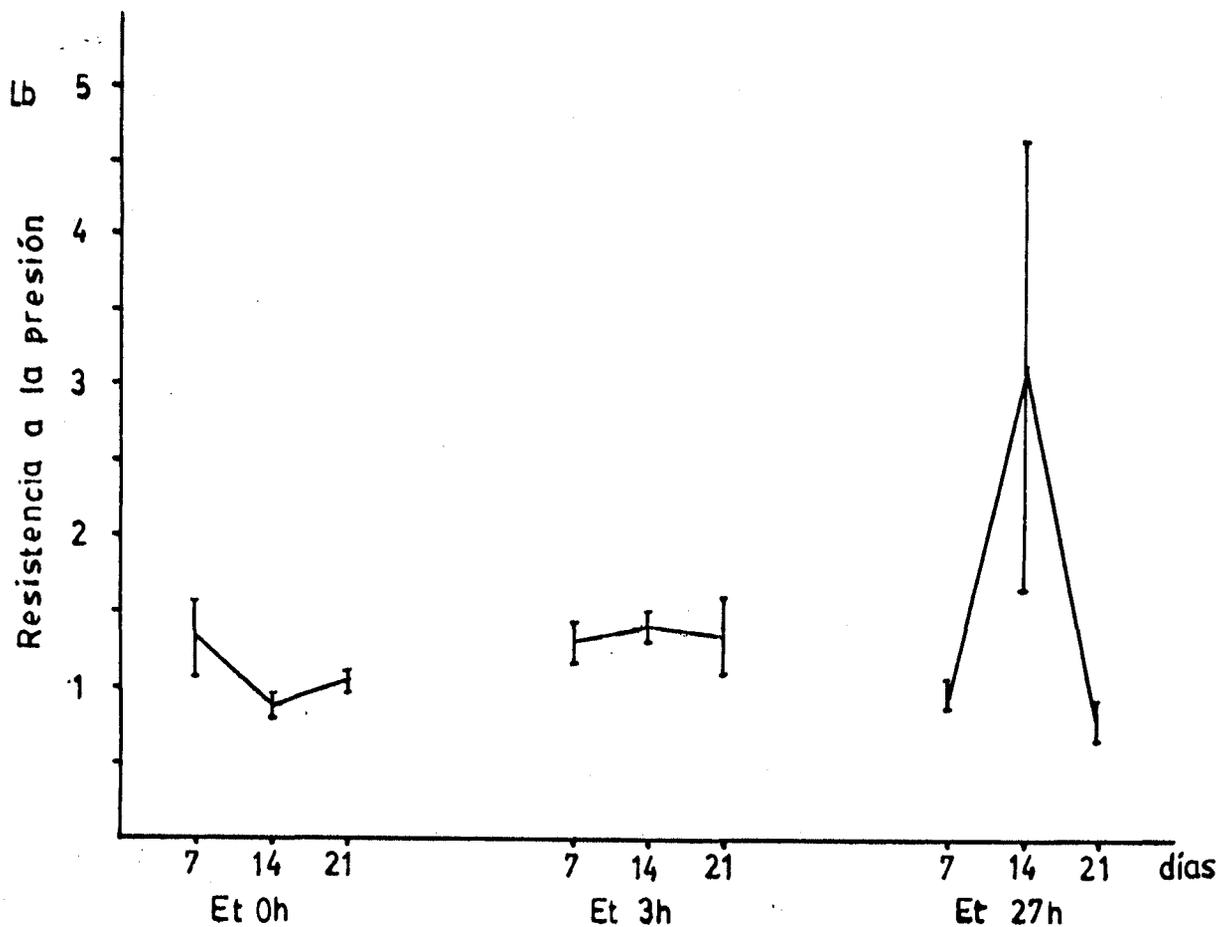


FIGURA 4: Presión promedio y desviación estándar de los tratamientos en las tres fechas de análisis.

Finalizado el período de comercialización, los tratamientos Et 0 h, Et 3 h y Et 27 h, que permanecieron 14 días en cámara a 2°C, presentaron un promedio de presiones de 0,88 lb con σ_{n-1} de 0,095, 1,40 lb con σ_{n-1} de 0,425 y 3,17 lb con σ_{n-1} de 2,972 respectivamente (Fig. 4).

La presión promedio del tratamiento Et 27 h, en esta fecha, fue superior a la del resto de los tratamientos, debido a que dos de sus cuatro repeticiones presentaron una presión promedio de 3,37 y 7,31 lb. Estos valores a su vez se deben a que en la primera de estas repeticiones 1 fruto presentó 23 lb de presión y en la segunda hubo 2 frutos con 30 lb, mientras que los restantes estaban entre las 0,75 y 1,25 lb (Anexo 7).

Después de 21 días en cámara a 2°C, más 1 día de comercialización, la fruta de los tratamientos Et 0 h, Et 3 h y Et 27 h presentaron un promedio de presión y desviación estándar de 1,05 lb con una σ_{n-1} de 0,053; 1,35 lb con σ_{n-1} de 0,494 y de 0,80 lb con una σ_{n-1} de 0,19, respectivamente.

En esta fecha de análisis la presión promedio de la fruta del tratamiento Et 27 h presentó valores bajos, ya que numerosos frutos tuvieron valores de presión cercanos a las 0,5 lb, que representa un ablandamiento excesivo, lo cual determina una calidad regular para el consumo, en base a este parámetro (Anexo 7).

Como se aprecia en la Figura 4 hubo una escasa

diferencia entre las presiones promedio de los tratamientos Et 0 h y Et 3 h a través de las tres fechas de salida de frío, puesto que el primero fluctuó entre 0,88 y 1,34 lb y el segundo entre 1,33 y 1,40 lb.

En cambio, en el tratamiento Et 27 h hubo una gran diferencia entre el promedio de presiones de la segunda fecha de análisis que fue de 3,17 lb, mientras que el promedio de la primera y tercera fecha fue de 0,94 y 0,80 lb, respectivamente, aunque si no se considera 3 frutos de los 36 el valor promedio de la segunda fecha quedaría en 0,92 lb.

4.2.5 Pérdida de peso

La mayor pérdida de peso que corresponde fundamentalmente a deshidratación ocurrió durante el período en que la fruta permaneció a 20°C, previo a su ingreso a frío, después de efectuados los tratamientos.

El tratamiento Et 0 h permaneció 11 días a 20°C y tuvo una pérdida de peso promedio de 9,23%; y el Et 3 h que permaneció por 12 días a esta temperatura experimentó un 9,42% de pérdida, mientras que el Et 27 h que estuvo sólo 4 días a 20°C, perdió, en promedio,

un 4,55% de su peso.

Las pérdidas de peso ocurridas durante los 7 días que la fruta permaneció a 2°C, fueron similares y correspondieron a 0,89; 0,90 y 0,78% para tratamientos Et 0 h, Et 3 h y Et 27 h respectivamente (Fig.5).

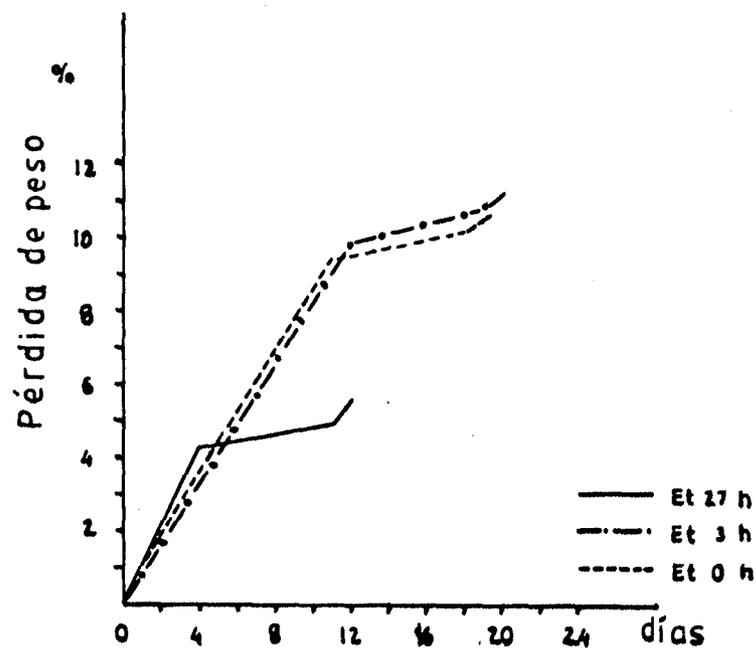


FIGURA 5: Pérdida de peso promedio en porcentaje para la primera fecha de análisis.

La pérdida de peso experimentada por la fruta de los tratamientos Et 0 h, Et 3 h y Et 27 h durante el día de comercialización fue de 0,29 0,51 y 0,63% para cada uno de ellos.

La suma de las pérdidas de peso de cada etapa da el total que corresponde al tratamiento; éstos fueron de 10,55% para el tratamiento Et 0 h, de 11,29% para el Et 3 h y de 5,61% para el Et 27 h.

En la segunda fecha de análisis el comportamiento de la pérdida de peso fue similar al de la fecha anterior, siendo los porcentajes de pérdida de peso total de 10,78 ; 10,14 y 6,24% para los tratamientos Et 0 h, Et 3 h y Et 27 h respectivamente (Fig 6).

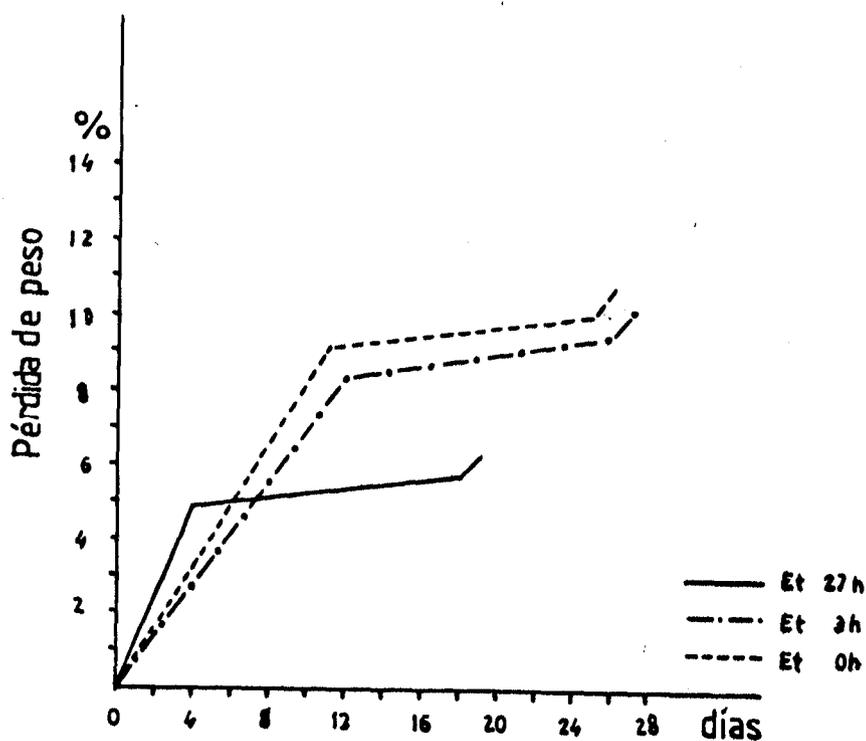


FIGURA 6: Pérdida de peso promedio en la segunda fecha de análisis, en %.

El porcentaje de pérdida de peso total, en la tercera fecha de análisis mantuvo la tendencia de las fechas anteriores, siendo los valores de 11,8% para el tratamiento Et 0 h, de 11,68% para el Et 3 h y de 6,26% para el tratamiento Et 27 h (Fig. 7).

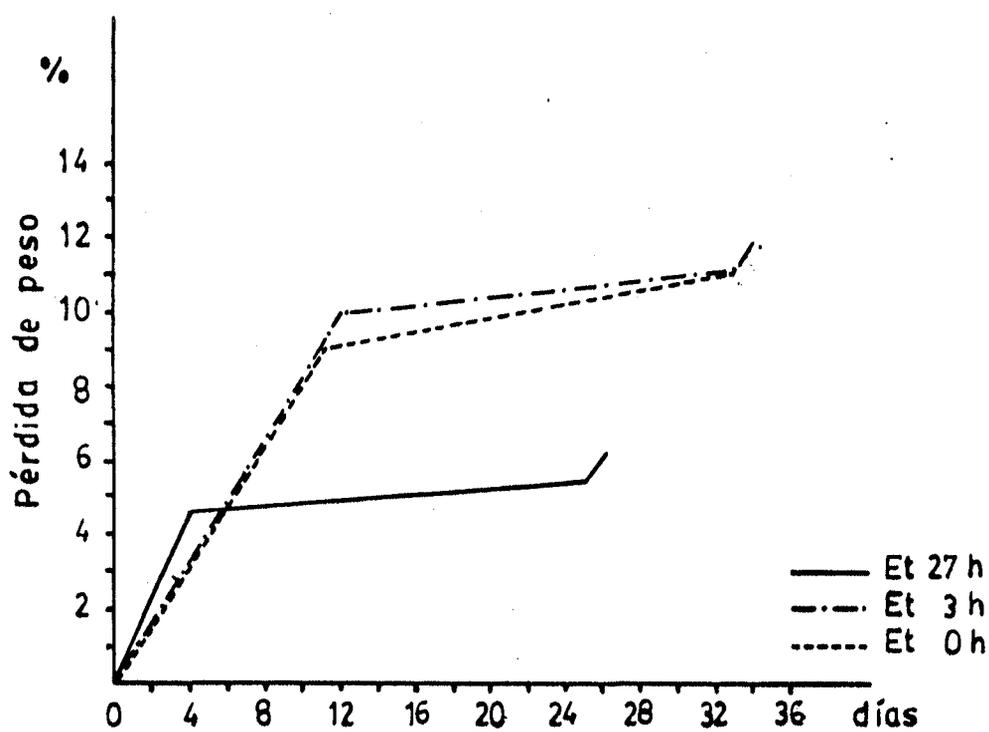


FIGURA 7: Pérdida de peso promedio en la tercera fecha de análisis, en %.

La pérdida de peso de cada tratamiento a través de las tres fechas de análisis experimentó una escasa variación. Esto se debería a que la fruta se mantuvo en una cámara con alta humedad relativa (95%) y baja tem-

peratura (2°C), factores que minimizan la pérdida de peso, por lo cual la variable tiempo (7, 14, 21 días) no influiría notoriamente en la pérdida de peso.

Dado que el período previo al ingreso a frío y el día de comercialización fueron constantes en cada tratamiento, no se aprecia un incremento sustancial de los valores de pérdida de peso de cada uno de ellos, a través de las tres fechas de análisis.

En el gráfico siguiente se muestra la magnitud de las pérdidas de peso promedio de cada tratamiento en cada una de las etapas (Fig. 8).

La base de cada columna corresponde a la pérdida ocurrida mientras la fruta permaneció a 20°C ; la zona intermedia equivale a la pérdida en cámara a 2°C y la parte superior representa la pérdida ocurrida en el día de comercialización.

A pesar de que las repeticiones de cada tratamiento permanecieron durante el mismo tiempo bajo iguales condiciones de temperatura expuestas a la deshidratación, en el primer período (20°C), se presentó una diferencia de pérdida de peso. Esta diferencia sería atribuible sólo a variación por efecto de muestra con un máximo de 1,5% en el tratamiento Et 3 h.

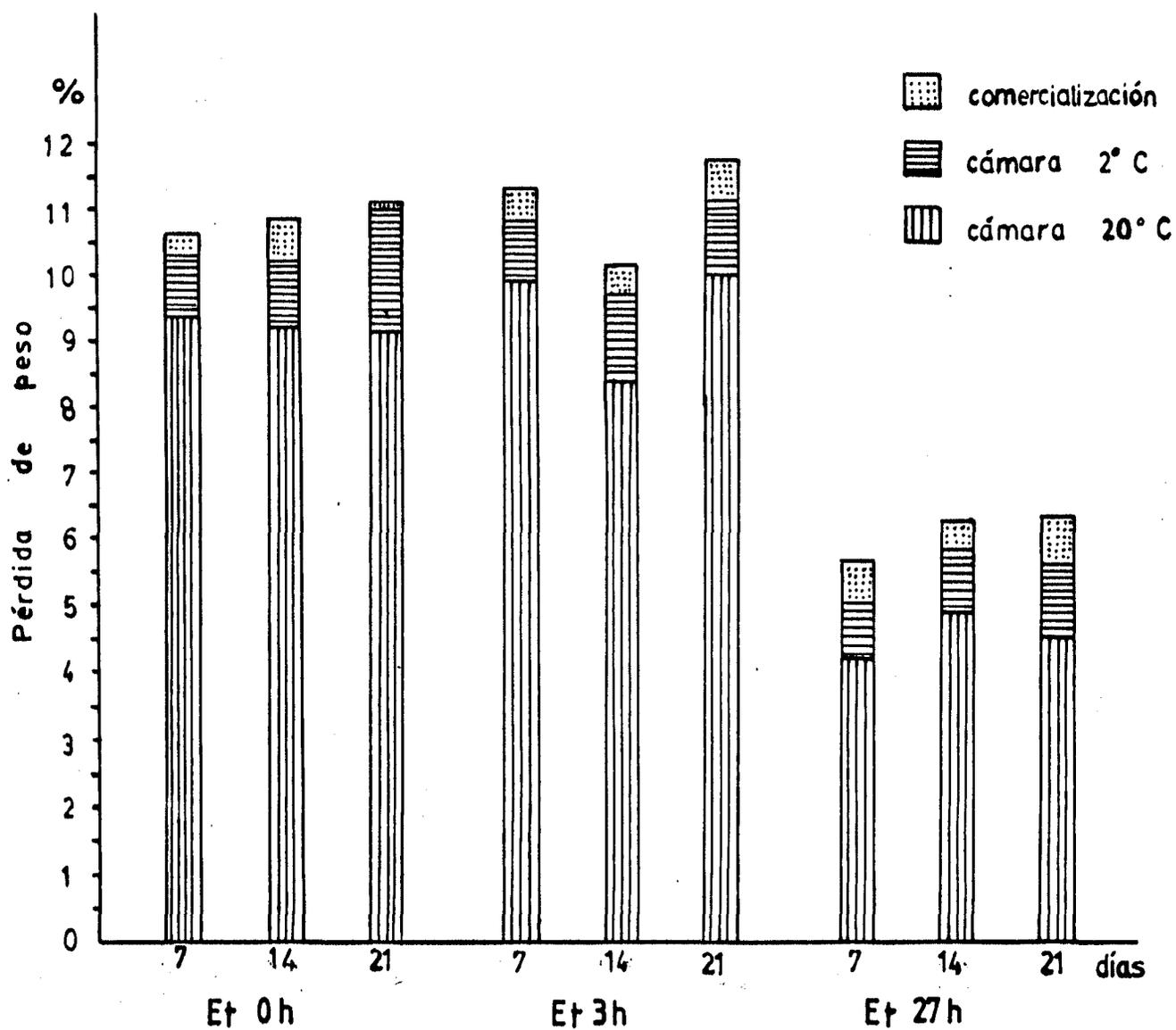


FIGURA 8: Evolución de la pérdida de peso en cada tratamiento a través de las tres fechas de análisis.

4.2.6 Desórdenes fisiológicos

Los desórdenes fisiológicos encontrados fueron el pardeamiento de la pulpa, que consistió en la aparición de una tonalidad pardo grisácea que abarcaba la zona amarilla de la pulpa y parte de la verde, ubicándose principalmente en los 2/3 distales de la fruta, llegando a abarcar toda la pulpa cuando la intensidad del daño era severa.

Otro desorden observado corresponde al pardeamiento del sector pedicelar de la pulpa; éste se presentó como una coloración grisácea que podía abarcar 2-3 cm desde la inserción del pedicelo; a veces este desorden coincidía con la presencia de micelio en la herida pedicelar, no siendo esto una condición necesaria para que se presentara.

Un tercer desorden fisiológico encontrado fue el oscurecimiento de fibras en la pulpa; éste consistía en que las fibras tomaban una tonalidad parda y en su grado severo podía llegar a un color negro, al poco tiempo de estar expuestas al aire. El desorden se iniciaba en la parte distal de la semilla prolongándose hasta la zona pedicelar.

Hubo una cuarta alteración que consistía en porosidades corchosas del sector amarillo de la pulpa que se encontraban adosadas al ápice de la semilla, de tonalidad pardo rojiza; su tamaño en un corte longitudinal

era de 4 a 20 mm de largo y no más de 4 mm de espesor. Esta alteración apareció en la fruta recién cosechada, por lo cual no se consideró en la cuantificación de los desórdenes.

En los tratamientos Et 0 h y Et 3 h el desorden que mayor importancia tuvo, fue el pardeamiento pedicelar, seguido del pardeamiento de pulpa y en tercer lugar el oscurecimiento de fibras (Anexo 10).

En el tratamiento Et 27 h el pardeamiento de la pulpa fue el desorden de mayor significación, seguido por el oscurecimiento de fibras (Anexo 11).

En la primera fecha de análisis, la prueba H de Kruskal-Wallis, efectuada para comparar el efecto de los tratamientos en los desórdenes fisiológicos, indicó que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, a nivel 5%, aunque los valores de intensidad de daño por el porcentaje de fruta dañada fueron altos en el testigo, medios en el Et 3 h y bajos en el Et 27 h (Cuadro 1).

Se produjeron diferencias estadísticamente significativas entre el testigo y el tratamiento Et 3 h para la segunda fecha de análisis, y entre el testigo con el Et 27 h en la tercera fecha.

En las tres fechas de análisis el testigo presentó el mayor valor de intensidad de daño por el porcentaje de fruta dañada, con respecto a los otros tratamientos.

CUADRO 1

Prueba H. Desórdenes fisiológicos. Comparación
de tratamientos en cada fecha de análisis

| 1 ^a Fecha Trat. \bar{X} Des. | 2 ^a Fecha Trat. \bar{X} Des. | 3 ^a Fecha Trat. \bar{X} Des. |
|--|--|--|
| Et27h 74,98 a | Et 3h 42,55 a | Et27h 82,33 a |
| Et 3h 84,18 a | Et27h 93,45 a b | Et 3h 127,23 a b |
| Et 0h 94,38 a | Et 0h 129,43 b | Et 0h 154,68 b |

Hc = 2,85

Hc = 8,77

Hc = 9,85

Valor 0: Toda la fruta sana.

Valor 400: Toda la fruta severamente dañada.

Comparando la evolución de los desórdenes fisiológicos entre las fechas de análisis, para cada tratamiento, la prueba H indicó que en los tratamientos testigo y Et 3 h hubo diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 2).

En el tratamiento testigo las diferencias estadísticamente significativas ocurrieron entre la primera y tercera fecha de análisis, mientras que en el tratamiento Et 3 h se presentaron entre la segunda y tercera fecha.

En el tratamiento Et 27 h no hubo diferencias estadísticamente significativas, aun cuando se apreció un incremento de los valores de intensidad por porcentaje de fruta dañada entre la primera y segunda fecha para luego decrecer levemente en la última fecha.

En los tres tratamientos, el pardeamiento de la pulpa, como desorden individual, tuvo un claro incremento de sus valores a medida que transcurrieron las fechas de análisis (Anexos 10 y 11).

Un comportamiento similar al anterior lo presentó el pardeamiento pedicelar en los tratamientos testigo y Et 3 h (Anexo 10).

El oscurecimiento de fibras tuvo un comportamiento errático, sin presentar una tendencia clara.

CUADRO 2

Prueba H. Evolución de los desórdenes fisiológicos

| Et 0 h | | | Et 3 h | | | Et 27 h | | |
|----------------|-----------|------|----------------|-----------|------|----------------|-----------|------|
| Fecha | \bar{X} | Des. | Fecha | \bar{X} | Des. | Fecha | \bar{X} | Des. |
| 1 ^a | 94,38 | a | 2 ^a | 42,55 | a | 1 ^a | 74,98 | a |
| 2 ^a | 129,43 | a b | 1 ^a | 84,18 | a b | 3 ^a | 82,33 | a |
| 3 ^a | 154,68 | b | 3 ^a | 127,23 | b | 2 ^a | 93,45 | a |

Hc = 5,35

Hc = 9,27

Hc = 1,91

4.2.7 Aspecto externo y sabor

La fruta de los tres tratamientos presentó a través de las tres fechas, la coloración externa típica de la variedad cuando el fruto está en madurez de consumo.

En la primera fecha de análisis en los tratamientos Et 0 h y Et 3 h se presentó micelio en la herida pedicelar de la fruta en un 13 y 25%, respectivamente. En el tratamiento Et 27 h no se observó micelio.

Ya en la segunda fecha todos los tratamientos presentaron fruta con micelio en la herida pedicelar, llegando a porcentajes de 69, 41 y 61% para los tratamientos Et 0 h, Et 3 h y Et 27 h, respectivamente. Estos porcentajes alcanzaron valores de 97, 83 y 52% en la última fecha de análisis.

En la primera fecha de análisis los hongos colonizaron sólo la herida pedicelar, en los tratamientos Et 0 h y Et 3 h, que permanecieron más tiempo a 20°C antes de su ingreso a frío.

Al efectuar el cultivo y posterior inoculación del micelio encontrado, a frutos sanos y a otros con heridas, sólo se desarrolló micelio en estos últimos, después de permanecer por 10 días en cámara húmeda.

Las características de los hongos indicarían que se trata de especies del tipo parásitos facultativos.

Igual situación se observó en las fechas posteriores.

El sabor no presentó diferencias entre los tratamientos, pero se fue desmejorando a través de las tres fechas de análisis.

Por lo general al momento de sacar la fruta del frío, esta se encontraba en buen estado, tanto interna como externamente, pero en el período de comercialización experimentaba un acentuado deterioro, debido a la aparición o incremento de los desórdenes fisiológicos y a la deshidratación.

4.3 Ensayo anexo al N^o1: Efecto de la presencia de pedicelo en la tasa respiratoria

Debido a la información contradictoria que entrega la bibliografía (26, 40) respecto a la influencia que tiene la permanencia del pedicelo en las paltas después de cosechadas, en el retraso de su madurez, se realizó un ensayo preliminar para determinar este efecto, basándose en la tasa respiratoria de los frutos.

Este ensayo se realizó en forma paralela al Ensayo N^o1 y se midió la tasa respiratoria a 8 frutos en forma individual, dejando 4 frutos con pedicelo (E) y 4 frutos sin pedicelo (D).

La fruta se obtuvo de un sólo árbol, perteneciente al mismo huerto donde se cosecharon las paltas del resto de los ensayos, aunque 7 días después.

La tasa respiratoria se comenzó a medir a los 4 días después de la cosecha.

Los valores iniciales promedio de cada uno de los

grupos presentaron una escasa variación entre sí, y fueron de 77 ml CO₂/kg-h y 78 ml CO₂/kg-h en las paltas sin y con pedicelo respectivamente (Fig. 9).

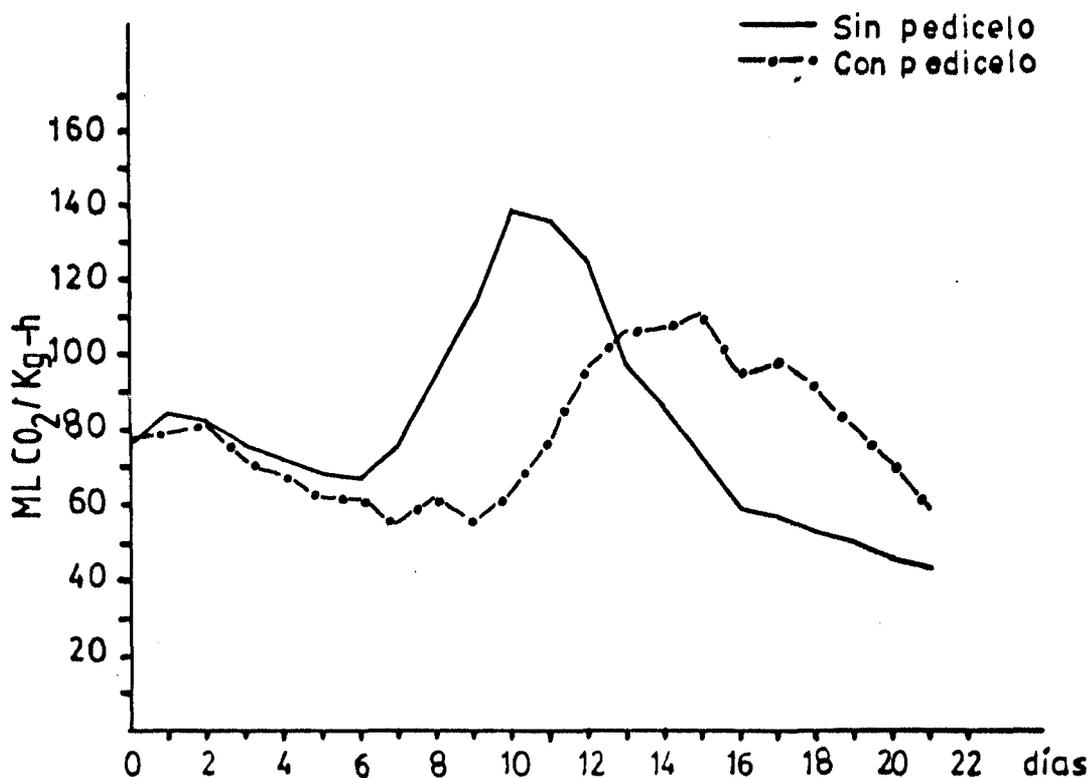


FIGURA 9 : Tasa respiratoria promedio en paltas sin pedicelo (D) y con pedicelo (E).

Los valores promedio en el peak climactérico de las paltas sin pedicelo fue mayor en 28 ml CO₂/kg-h, respecto de las paltas con pedicelo, y como se aprecia en la figura 9, ocurrió aproximadamente 5 días antes que el promedio de las paltas con pedicelo. Esto último concuerda con lo establecido por Tingwa

y Young (40) en cuanto al retraso de la madurez pero no en cuanto a disminuir la tasa respiratoria en el peak climactérico; sólo reduce la producción de etileno.

Para explicar lo anterior existen dos teorías: la primera planteada por Tingwa y Young (40) y Mapson (26), se basa en la presencia de inhibidores que se translocarían a través del pedicelo. La segunda dice que al retirar el pedicelo se produciría una herida que induciría la producción de etileno (43).

Las paltas sin pedicelo presentaron tasas respiratorias individuales relativamente similares, puesto que el peak de los 4 frutos ocurrieron en forma agrupada en un lapso de 3 días. No ocurrió lo mismo en las paltas con pedicelo, ya que sus peak climactéricos ocurrieron en un lapso de 7 días (Anexos 5 y 6).

4.3.1 Pérdida de peso en paltas con pedicelo y sin él

Entre ambos grupos de paltas no se encontró diferencias apreciables en cuanto a la pérdida de peso. Al vigésimo primer día de medición la diferencia entre ambos grupos fué en promedio, de un 0,7%, correspondiendo la mayor pérdida a las paltas con pedicelo, aunque hasta el décimo sexto día de medición la mayor pérdida la había experimentado el grupo de paltas sin pedicelo (Fig. 10).

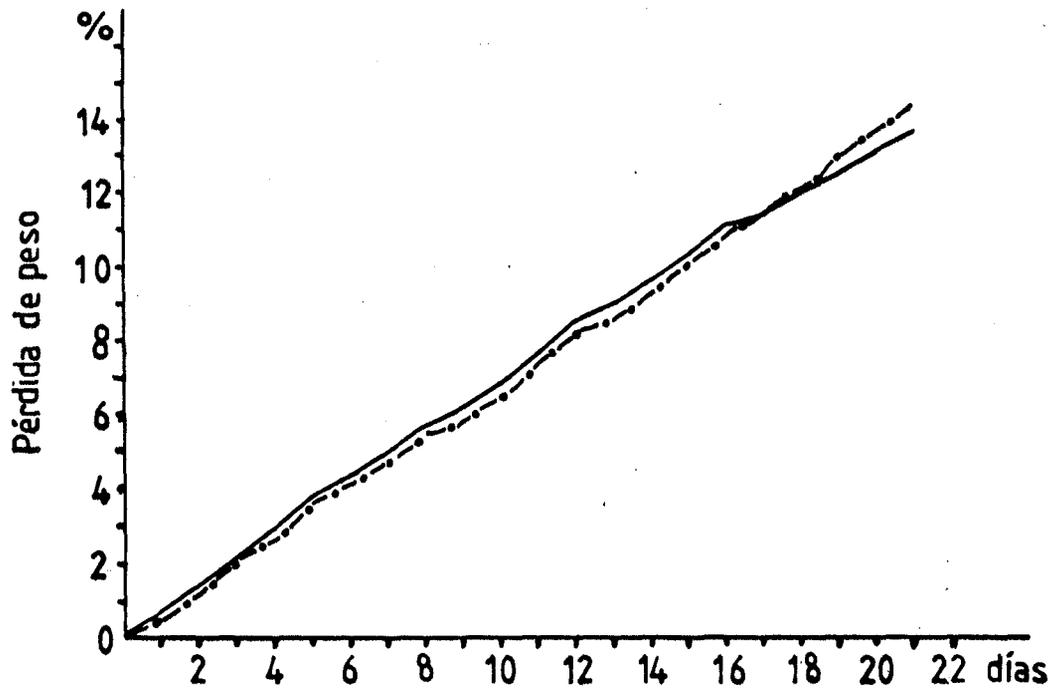


FIGURA 10 : Pérdida de peso promedio, expresada en porcentaje, en paltas con (E) y sin (D) pedicelo.

4.4 Ensayo N°2: Efecto de la dosis de Ethysorb en paltas almacenadas a 20°C

4.4.1 Resistencia a la presión

Cuando las paltas de la bolsa de observación del tratamiento testigo (o SE) presentaron un ablandamiento al tacto adecuado para el consumo, lo cual ocurrió a los 27 días de iniciado el ensayo, se procedió a realizar los análisis a la fruta de los tres tratamientos.

El análisis de presión realizado a la fruta de la bolsa indicadora arrojó un promedio de 0,61 lb.

Los valores de presión promedio y su desviación standard en esta primera fecha fueron de 17,81 lb con σ_{n-1} de 19,28 en el tratamiento testigo; 41,69 lb con σ_{n-1} de 0,80 en el 1SE y de 24,1 lb con σ_{n-1} de 19,2 en el tratamiento 2SE (Fig. 11).

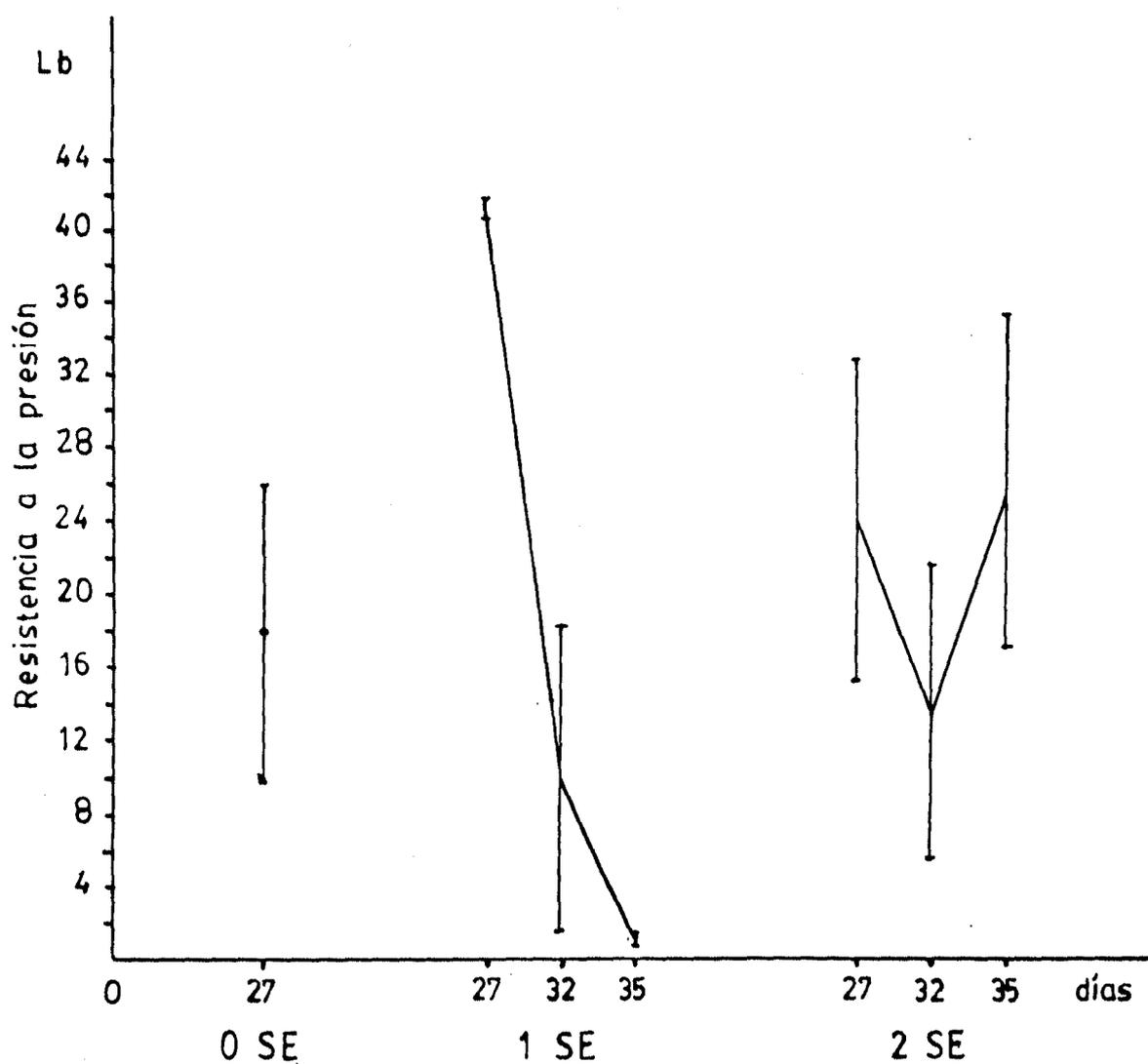


FIGURA 11 : Presión promedio de los tratamientos y su desviación estándar.

En el tratamiento 1SE hubo una gran uniformidad de los valores de resistencia a la presión en las 4 repeticiones, los cuales fluctuaron entre 41 y 43 lb. No ocurrió lo mismo en el tratamiento 2SE ya que sólo dos de sus repeticiones presentaron valores superiores a las 40 lb (Anexo 8).

Para esta primera fecha de análisis, la prueba H indicó que hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos testigo y 1SE (Cuadro 3).

CUADRO 3

Prueba H. Presión promedio a los 27 días

| Tratamiento | Presión \bar{X} (lb) |
|-------------|------------------------|
| 1 SE | 41,69 a |
| 2 SE | 24,1 a b |
| 0 SE | 17,81 b |

$$H_c = 8$$

A los 32 días de iniciado el ensayo, la bolsa de prueba del tratamiento 1SE indicó que debía realizarse los análisis.

Los valores en esta segunda fecha de análisis fueron 10,05 lb con σ_{n-1} de 16,72 en el tratamiento 1SE y de 13,76 lb con σ_{n-1} de 17,92 en el 2SE (Fig. 11).

A los 35 días se realizó el tercer análisis arrojando valores de presión promedio de 1,23 lb con σ_{n-1} de 0,29 en el tratamiento 1SE y de 25,46 lb con σ_{n-1} de 16,24 en el 2SE.

La gran desviación estándar del tratamiento 2SE se debe a que una de sus cuatro repeticiones presentó un promedio de presión de sus 9 frutos inferior a 1,5 lb, mientras que las tres restantes tenían un promedio superior a 30 lb (Anexo 8).

La prueba U indicó que en la segunda fecha de análisis no hubo diferencias significativas, pues el tratamiento 2SE presentó una presión promedio sólo levemente superior a la del 1SE.

Para la tercera fecha, la misma prueba indicó que hubo diferencias estadísticamente significativas entre los dos tratamientos (Cuadro 4).

CUADRO 4

Prueba U. Presiones promedio en la 2^a y 3^a fecha

| 2 ^a Fecha | | | 3 ^a Fecha | | |
|----------------------|------------------------|---|----------------------|------------------------|---|
| Trat. | Presión \bar{X} (lb) | | Trat. | Presión \bar{X} (lb) | |
| 2 SE | 13,76 | a | 2 SE | 25,46 | a |
| 1 SE | 10,05 | a | 1 SE | 1,23 | b |

Uc = 7

Uc = 1

El valor de resistencia a la presión promedio que presentó el tratamiento 1SE evolucionó en forma decreciente, mientras que en el tratamiento 2SE los valores no presentaron una tendencia definida (Fig. 12)

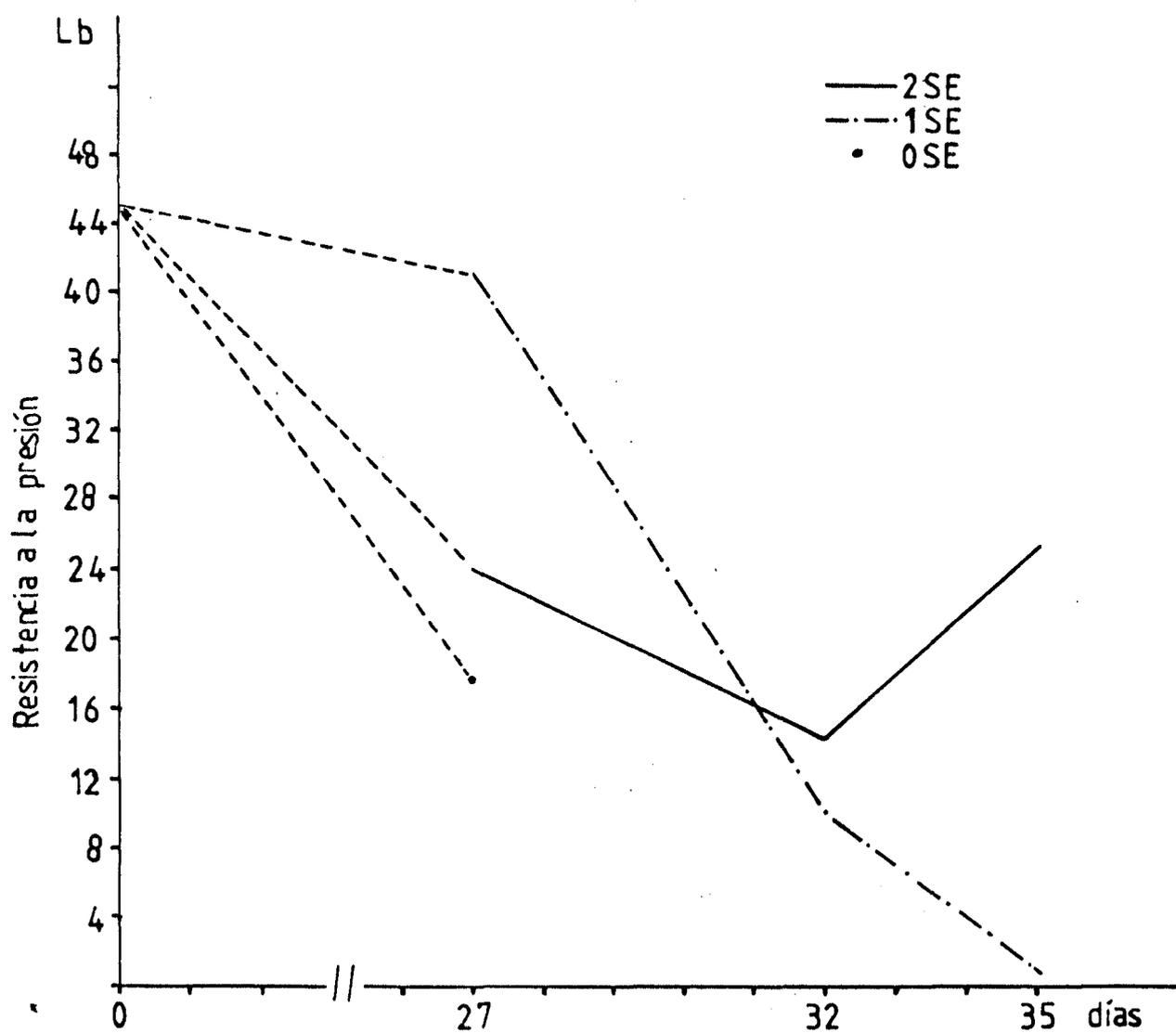


FIGURA 12: Evolución de la resistencia a la presión a través de las tres fechas de análisis.

Como se aprecia en el Cuadro 5, la prueba H indicó que sólo hubo diferencias estadísticamente significativas en el tratamiento 1SE; éstas se produjeron entre la primera fecha de análisis y las dos restantes.

CUADRO 5

Evolución de la resistencia a la presión
en los tratamientos 1SE y 2SE

| Tratamiento 1 SE | | | Tratamiento 2 SE | | |
|------------------------------|-------|---|------------------------------|-------|---|
| Fecha Presión \bar{X} (1b) | | | Fecha Presión \bar{X} (1b) | | |
| 1 ^a | 41,69 | a | 3 ^a | 25,46 | a |
| 2 ^a | 10,05 | b | 1 ^a | 24,10 | a |
| 3 ^a | 1,23 | b | 2 ^a | 13,76 | a |

Hc = 7,39

Hc = 2,01

4.4.2 Pérdida de peso

En la primera fecha de análisis, la pérdida de peso en los tres tratamientos no mostró diferencias substanciales, pues los tratamientos testigo y 1SE presentaron pérdidas de peso de similar magnitud, siendo éstas levemente inferiores a la del 2SE (Fig. 13).

Los valores expresados en porcentaje fueron de 1,62 ; 1,67 y 2,19% en los tratamientos testigo, 1SE y 2SE, respectivamente.

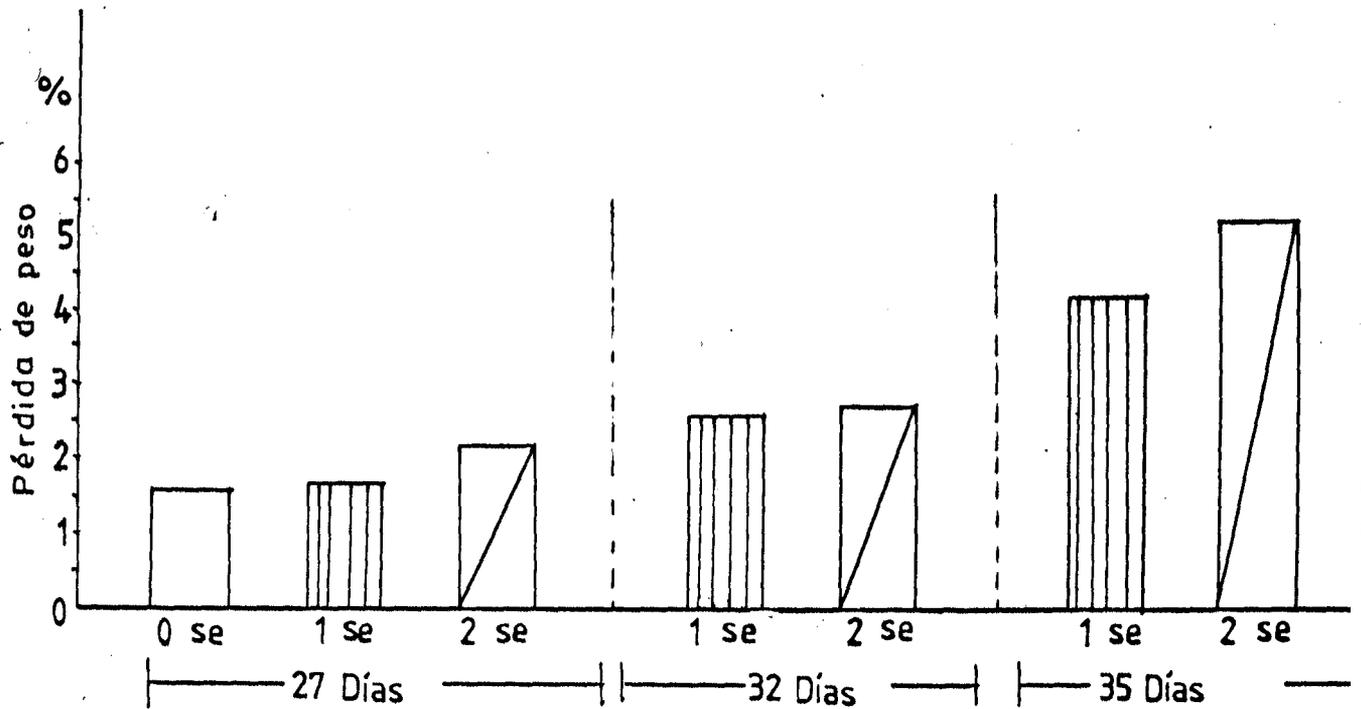


FIGURA 13: Pérdida de peso de los tratamientos en las tres fechas

En la segunda y tercera fecha de análisis, el tratamiento 2SE presentó una mayor pérdida de peso que el 1SE, aunque esta diferencia fue substancial sólo en la tercera fecha.

Los valores fueron de 2,62 y 2,67% en la segunda fecha y de 4,19 y 5.23% en la tercera fecha para los tratamientos 1SE y 2SE, respectivamente.

La evolución que tuvo la pérdida de peso en el tratamiento 1SE fue creciente, ya que en los primeros 27 días fué de 1,67%, cinco días después había perdido 0,95% más y finalmente en tres días perdió 1,57%.

Una situación similar ocurrió en el tratamiento 2SE pues a los 27 días de iniciado el ensayo, la pérdida de peso ascendía a 2,19%, cinco días más tarde había perdido un 0,48% de su peso, y en tres días perdió un 2,56% más (Fig. 14).

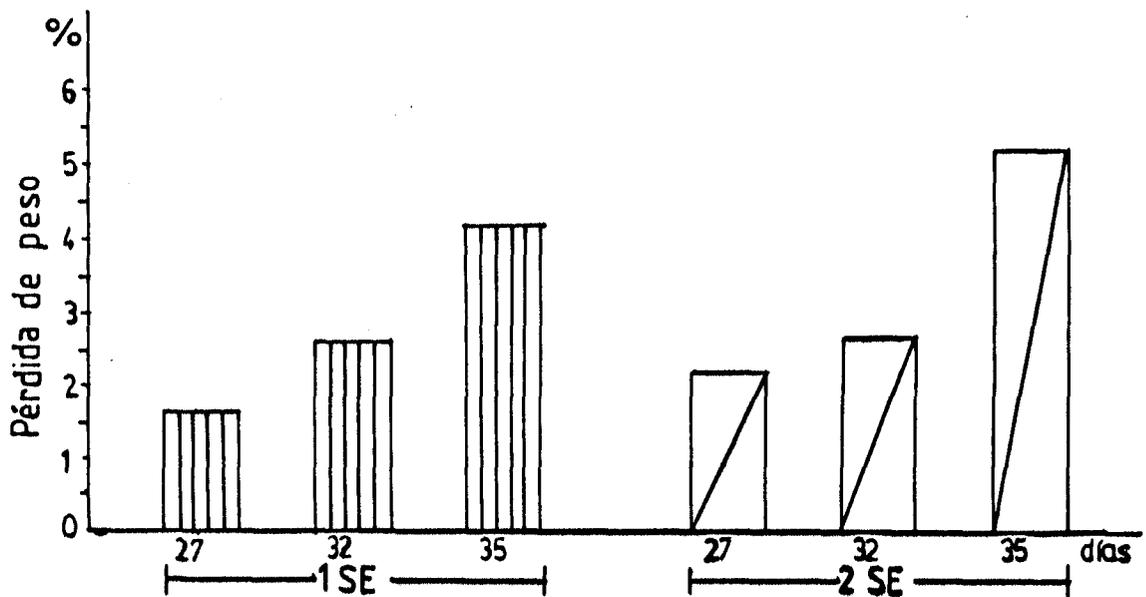


FIGURA 14 : Evolución de la pérdida de peso en los tratamientos 1 SE y 2 SE.

4.4.3 Desórdenes fisiológicos

En la primera fecha de análisis la prueba H indicó que hubo diferencias estadísticamente significativas entre el testigo y el tratamiento 2SE (Cuadro 6).

Los desórdenes fisiológicos que mayor incidencia tuvieron en el alto valor promedio de daño en el testigo fueron el oscurecimiento de fibras, principalmente, y luego el pardeamiento pedicelar (Anexo 12).

CUADRO 6

Prueba H. Desórdenes fisiológicos a los 27 días

| Tratamiento | \bar{X} Desórdenes |
|-------------|----------------------|
| 2 SE | 4,63 a |
| 1 SE | 9,25 a |
| 0 SE | 49,98 b |

$$H_c = 8$$

En el tratamiento 2SE las dos repeticiones que presentaron presión promedio superior a 40 lb no tuvieron ningún tipo de desorden fisiológico (Anexo 13).

La prueba U indicó que en la segunda y tercera fecha de análisis no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos 1SE y 2SE (Cuadro 7).

CUADRO 7

Prueba U. Desórdenes fisiológicos a los 32 y 35 días

| 2 ^a Fecha | | | 3 ^a Fecha | | |
|----------------------------|------|---|----------------------------|------|---|
| Trat. \bar{X} Desórdenes | | | Trat. \bar{X} Desórdenes | | |
| 1 SE | 36,1 | a | 2 SE | 29,6 | a |
| 2 SE | 54,6 | a | 1 SE | 59,2 | a |

Uc = 7

Uc = 6

En la tercera fecha de análisis los dos tratamientos presentaron fruta con daño severo y frutos sanos; éstos últimos presentaban altas presiones.

En esta fecha el desorden fisiológico pardeamiento pedicelar fue el que tuvo mayor influencia en el alto valor de daño promedio en ambos tratamientos. En forma secundaria fue el pardeamiento de pulpa en el 1SE y el oscurecimiento de fibras en el 2SE (Anexo 13).

Desde el punto de vista de la evolución, la prueba H indicó que en los tratamientos 1SE y 2SE no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las tres fechas de análisis (Cuadro 8).

En el tratamiento 1SE se observó un notorio incremento de los desórdenes pardeamiento de pulpa y pardeamiento pedicelar a través de las tres fechas de análisis.

Lo mismo ocurrió en el 2SE con respecto al p~~an~~deamiento pedicelar (Anexo 13).

CUADRO 8

Evolución de los desórdenes fisiológicos

| Tratamiento 1 SE | | | Tratamiento 2 SE | | |
|------------------|----------------------|---|------------------|----------------------|---|
| Fecha | \bar{X} Desórdenes | | Fecha | \bar{X} Desórdenes | |
| 1 ^a | 9,25 | a | 1 ^a | 4,63 | a |
| 2 ^a | 36,1 | a | 3 ^a | 29,6 | a |
| 3 ^a | 59,2 | a | 2 ^a | 54,6 | a |

Hc = 3,73

Hc = 2,16

4.4.4 Aspecto externo y sabor

El aspecto visual que presentaba la fruta en la primera fecha de análisis era bueno y ninguno de los tres tratamientos presentó fruta con sabores extraños.

El tratamiento testigo presentó el 100% de su fruta con la coloración externa típica de la variedad cuando está madura, un 5,5% en el tratamiento 1SE y un 36% en el 2SE.

Pese a no tener mucha importancia en la calidad de la fruta, para esta fecha, en los tres tratamientos se presentó un alto porcentaje de paltas con micelio localizado en la herida pedicelar. Estos porcentajes

fueron de 61,1; 75 y 72% en los tratamientos OSE, 1SE y 2SE, respectivamente, lo cual se agravó en las fechas posteriores llegando a afectar la fruta.

En la segunda y tercera fecha de análisis el aspecto externo que presentaba la fruta en ambos tratamientos era regular pues existía fruta con ablandamiento excesivo, mal olor y sabores anormales, que se encontraban asociados a pudriciones y desórdenes fisiológicos.

Al igual que en el Ensayo N°1, se encontró micelio en la herida pedicelar de los frutos, en la primera fecha de análisis.

En la 2ª y 3ª fecha de análisis el micelio colonizó parte de la superficie en algunos frutos, agravándose en la última fecha y provocando la descomposición de la pulpa.

En la última fecha el tratamiento 1SE presentó frutos con micelio de color blanco, rosado y verde en la superficie. Estos hongos inoculados en frutos sanos no se desarrollaron, pero si lo hicieron en frutos con heridas, al colocar ambos tipos de frutos en cámara húmeda.

Los gránulos de Ethysorb presentaban una saturación solamente superficial, y en algunas repeticiones comenzaron a disolverse al entrar en contacto con la humedad condensada.

4.5 Ensayo N°3

4.5.1 Resistencia a la presión

El análisis realizado al término de los cinco días que la fruta estuvo a temperatura ambiente simulando el período de comercialización, después de los 25 días de permanecer en cámara a 7°C, indicó que los valores promedio de resistencia a la presión y su desviación estándar fueron de 11,35 lb con σ_{n-1} de 7,17 para el tratamiento T_1 , de 12,52 lb y σ_{n-1} de 12,91 para el T_2 , de 9,65 lb y σ_{n-1} de 2,98 para T_3 y de 6,40 lb con σ_{n-1} de 7,17 en el tratamiento T_4 (Fig. 15).

Después de 35 días a 7°C, más los 5 días en comercialización que corresponde a la segunda fecha de análisis, los valores de resistencia a la presión promedio con su respectiva desviación estándar fueron de 2,63 lb con σ_{n-1} de 2,58 en el T_1 ; 13,63 lb con σ_{n-1} de 6,65 en el T_2 ; 2,60 lb con σ_{n-1} de 2,45 en el T_3 y de 5,02 lb con σ_{n-1} de 7,08 en el T_4 .

En la tercera fecha de análisis los valores de presión promedio y su desviación estándar fueron de 1,55 lb con σ_{n-1} de 0,94; 8,31 lb con σ_{n-1} de 3,84; 1,92 lb con σ_{n-1} de 0,78 y de 4,24 lb con σ_{n-1} de 3,13 en los tratamientos T_1 , T_2 , T_3 y T_4 , respectivamente.

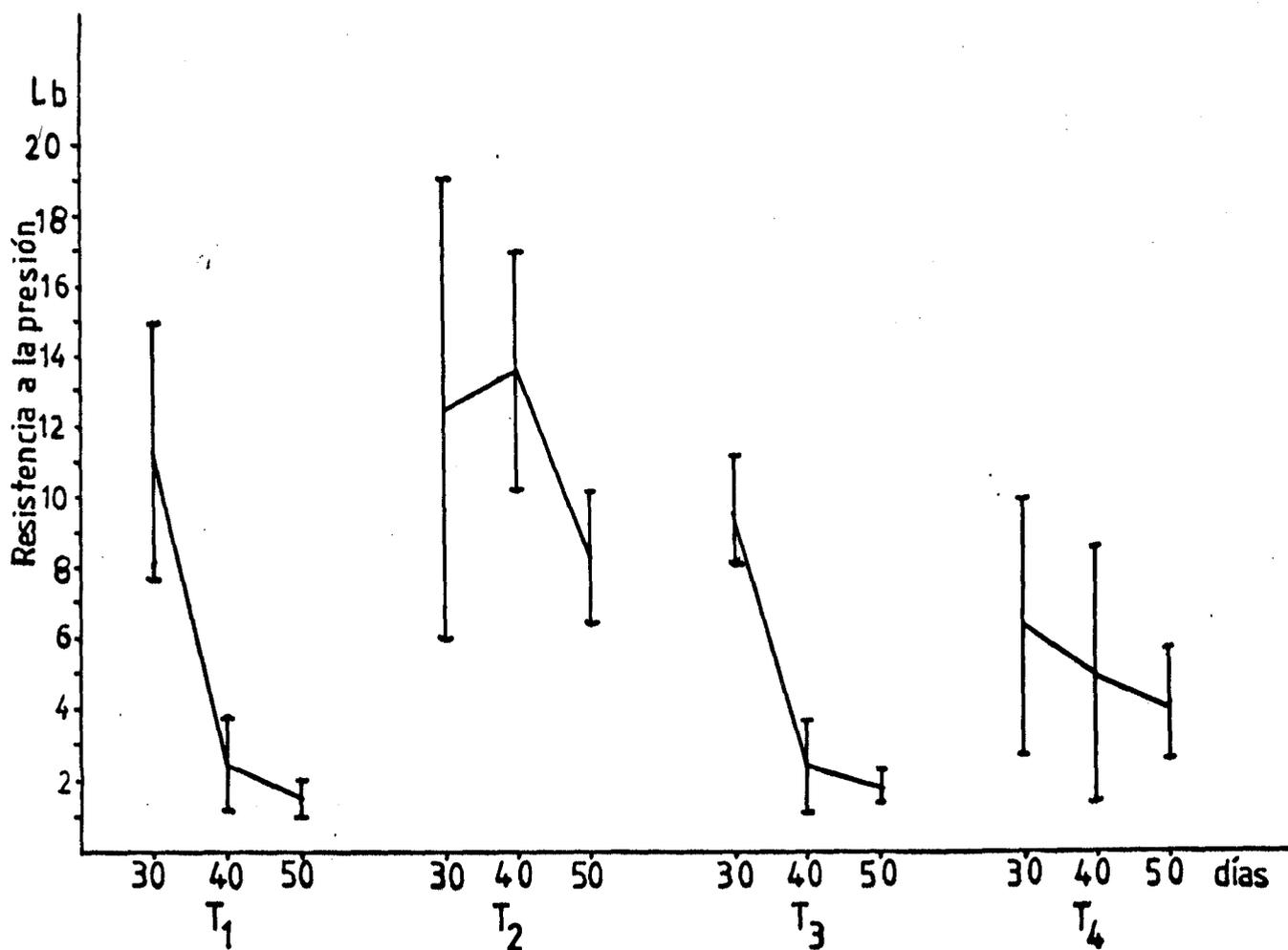


FIGURA 15: Presión promedio y desviación estándar.

Al analizar estadísticamente estos resultados, la prueba F indicó que en la primera fecha de análisis no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 9).

CUADRO 9

Presión promedio de los tratamientos al término
del período de comercialización (en lb)

| 1 ^a Fecha | | | 2 ^a Fecha | | | 3 ^a Fecha | | |
|----------------------|-------------------|---|----------------------|-------------------|---|----------------------|-------------------|---|
| Trat. | Presión \bar{X} | | Trat. | Presión \bar{X} | | Trat. | Presión \bar{X} | |
| T ₂ | 12,52 | a | T ₂ | 13,63 | a | T ₂ | 8,31 | a |
| T ₁ | 11,35 | a | T ₄ | 5,02 | b | T ₄ | 4,24 | b |
| T ₃ | 9,65 | a | T ₁ | 2,63 | b | T ₃ | 1,92 | b |
| T ₄ | 6,40 | a | T ₃ | 2,60 | b | T ₁ | 1,55 | b |

Letras distintas indican que existen diferencias estadísticamente significativas (5%).

La prueba de Duncan indicó que en la segunda y tercera fecha el tratamiento T₂ fue diferente del resto.

La evolución de la resistencia a la presión que tuvo cada tratamiento a través de las tres fechas se muestra en la Figura 15 y se analiza en forma estadística en el siguiente cuadro (Cuadro 10).

Estadísticamente, sólo los tratamientos T₁ y T₃ presentaron evolución de la resistencia a la presión.

El análisis estadístico indicó que no hubo diferencias significativas en los promedios de resistencia

a la presión de los tratamientos T_2 y T_4 entre sus tres fechas de análisis (Anexo 9).

CUADRO 10

Evolución de la resistencia a la presión

| Trat. T_1 | | | Trat. T_2 | | | Trat. T_3 | | | Trat. T_4 | | |
|----------------|-------------------|---|----------------|-------------------|---|----------------|-------------------|---|----------------|-------------------|---|
| Fecha | Presión \bar{X} | |
| 1 ^a | 11,35 | a | 2 ^a | 13,63 | a | 1 ^a | 9,65 | a | 1 ^a | 6,40 | a |
| 2 ^a | 2,63 | b | 1 ^a | 12,52 | a | 2 ^a | 2,60 | b | 2 ^a | 5,02 | a |
| 3 ^a | 1,55 | b | 3 ^a | 8,31 | a | 3 ^a | 1,92 | b | 3 ^a | 4,24 | a |

Letras distintas indican que existen diferencias estadísticamente significativas (5%).

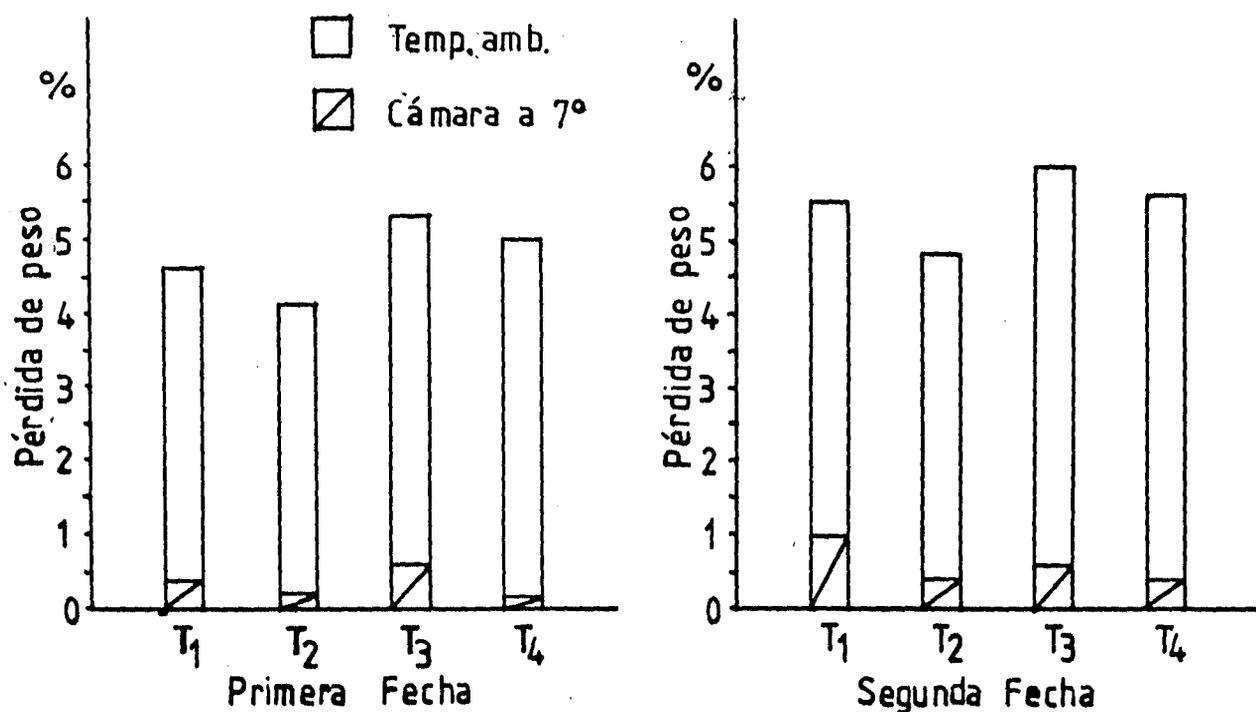
4.5.2 Pérdida de peso

Los valores promedio de pérdida de peso observados en la primera fecha de análisis fueron de 4,59 4,09 5,30 y 5,01% en los tratamientos T_1 , T_2 , T_3 y T_4 respectivamente (Figuras 16 y 17).

En la segunda fecha los valores fueron de 5,47 4,76 5,92 y 5,55% en los tratamientos T_1 , T_2 , T_3 y T_4 .

Para la tercera fecha los valores de pérdida de peso promedio en los tratamientos T_1 , T_2 , T_3 y T_4 fueron de 4,67 4,05 3,84 y 4,43% respectivamente (Fig. 18).

Para las tres fechas el mayor porcentaje de pérdida ocurrió durante los 5 días que estuvo la fruta a temperatura ambiente simulando la comercialización.



FIGURAS 16 y 17 : Pérdida de peso promedio de cada tratamiento en la primera y segunda fecha de análisis.

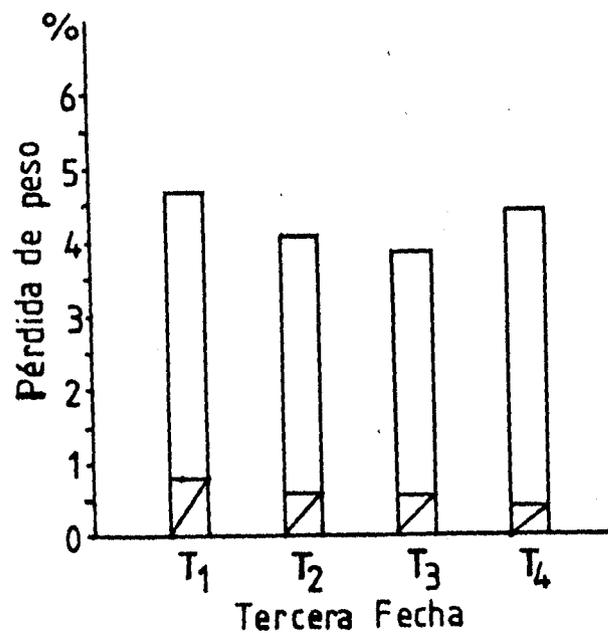


FIGURA 18 : Pérdida de peso promedio de cada tratamiento en la tercera fecha de análisis.

La pérdida de peso total no mostró diferencias sustanciales entre los tratamientos, aunque en la primera y segunda fecha hubo una clara tendencia en los tratamientos con Ethysorb a perder menos peso que los tratamientos sin él.

En cámara a 7°C, la pérdida de peso fue siempre menor en los tratamientos T₂ y T₄ en la primera y segunda fecha de análisis.

Para la tercera fecha los tratamientos T₁, T₂ y

T₄ mostraron el mismo comportamiento que en las dos fechas anteriores en cuanto a la pérdida de peso total y la pérdida ocurrida en cámara, lo cual no sucedió en el tratamiento T₃.

La mayor pérdida de peso en los cuatro tratamientos ocurrió en la segunda fecha de análisis, podría atribuirse a que en los cinco días en que la fruta permaneció simulando la comercialización se produjeron temperaturas ambientales mayores que en la primera y tercera fechas.

Por la misma razón anterior, las pérdidas de peso en la primera fecha de análisis fueron mayores que en la tercera.

En cuanto a la evolución, sólo el tratamiento T₂ mostró una tendencia clara de la pérdida de peso en cámara, ya que ésta fué aumentando a través de las fechas de análisis (Fig. 19).

La pérdida de peso durante el tiempo que la fruta permaneció a 7°C no superó el 1% en ningún tratamiento ni en ninguna fecha de análisis (Fig. 20).

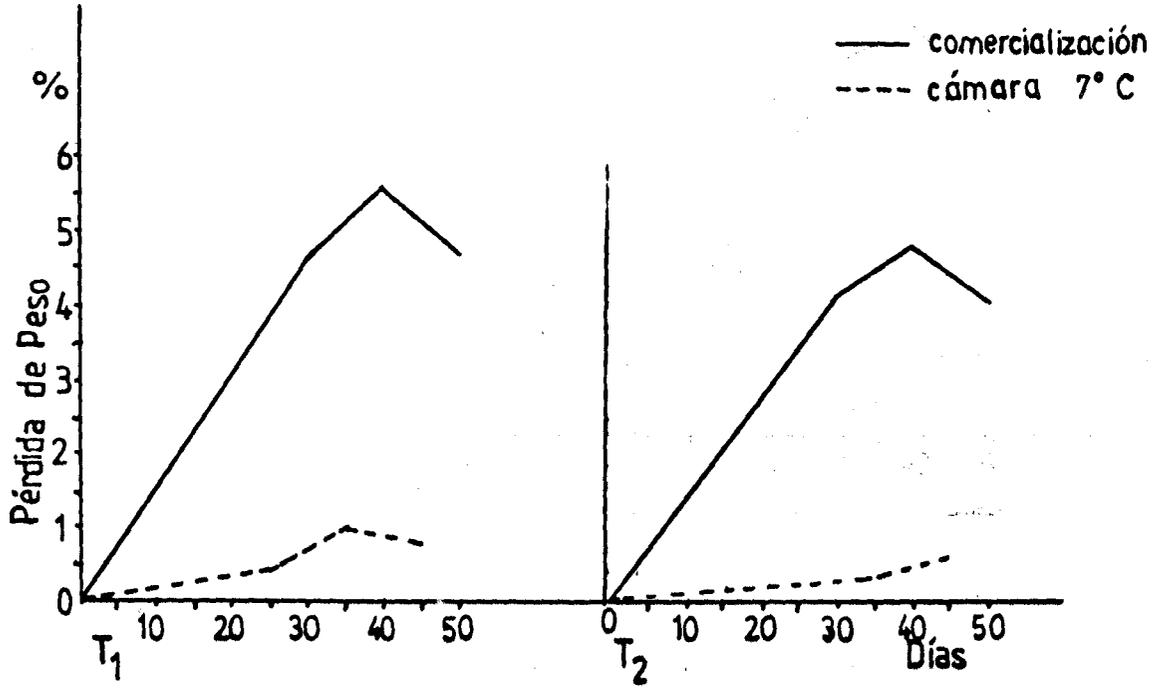


FIGURA 19 : Evolución de la pérdida de peso en los tratamientos T₁ y T₂.

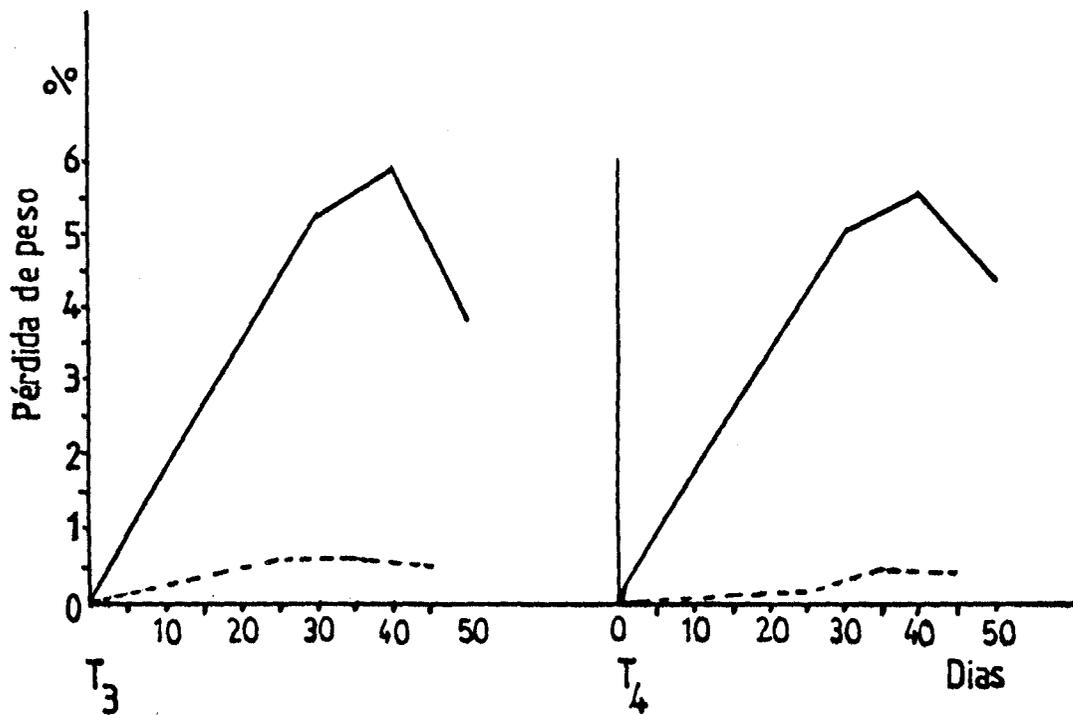


FIGURA 20 : Evolución de la pérdida de peso en los tratamientos T₃ y T₄.

4.5.3 Desórdenes fisiológicos

En este ensayo la ocurrencia e intensidad de los desórdenes fisiológicos fue muy baja, afectando levemente la calidad de la fruta. La prueba H indicó que sólo en la primera fecha de análisis se produjeron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos T_1 y T_3 con respecto al T_2 , que presentó el mayor nivel de daño, considerando la intensidad y el porcentaje de fruta dañada (Cuadro 11).

En la segunda y tercera fecha no existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

CUADRO 11

Desórdenes fisiológicos en los tratamientos

| 1 ^a Fecha | | | 2 ^a Fecha | | | 3 ^a Fecha | | |
|----------------------|------|------|----------------------|------|------|----------------------|------|------|
| Trat. | Des. | Fis. | Trat. | Des. | Fis. | Trat. | Des. | Fis. |
| T_1 | 0 | a | T_1 | 0,93 | a | T_2 | 0 | a |
| T_3 | 0 | a | T_2 | 1,75 | a | T_3 | 0 | a |
| T_4 | 3,7 | a b | T_4 | 1,85 | a | T_4 | 4,63 | a |
| T_2 | 27,8 | b | T_3 | 7,40 | a | T_1 | 11,1 | a |

Hc = 8,56

Hc = 1,06

Hc = 1,94

Para la primera fecha de análisis el desorden fisiológico que más incidencia tuvo en el alto valor del tratamiento T_2 fue el pardeamiento de pulpa, seguido

por el oscurecimiento de fibras, siendo este último el único desorden que presentó la fruta del tratamiento T_4 (Anexos 14 y 15).

En los tratamientos T_1 y T_3 , en la misma fecha, no se presentó ningún tipo de desorden fisiológico.

En la segunda fecha en el T_1 sólo hubo una repetición que presentó una palta con pardeamiento pedicelar incipiente.

A la misma fecha, los tratamientos T_2 y T_4 presentaron dos repeticiones con un fruto cada una que mostraban oscurecimiento de fibras en forma incipiente.

Para el tratamiento T_3 los desórdenes pardeamiento pedicelar y oscurecimiento de fibras tuvieron igual incidencia en la segunda fecha de análisis.

A la tercera fecha los tratamientos T_2 y T_3 presentaron su fruta totalmente sana.

En los tratamientos T_1 y T_4 se presentaron los tres desórdenes, con igual importancia en el tratamiento T_1 , y con mayor preponderancia el oscurecimiento de fibras y pardeamiento de pulpa en el T_4 , pero nunca hubo más de dos frutos por repetición con estos desórdenes (Anexos 14 y 15).

La prueba H indicó que sólo hubo diferencias sig-

nificativas entre la primera y tercera fecha de análisis en el tratamiento T_2 (Cuadro 12).

CUADRO 12

Evolución de los desórdenes fisiológicos

| Trat. T_1 | | Trat. T_2 | | Trat. T_3 | | Trat. T_4 | |
|----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|
| Fecha | Des.Fis | Fecha | Des.Fis | Fecha | Des.Fis | Fecha | Des.Fis |
| 1 ^a | 0 a | 3 ^a | 0 a | 1 ^a | 0 a | 2 ^a | 1,85 a |
| 2 ^a | 0,93 a | 2 ^a | 1,75 ab | 3 ^a | 0 a | 1 ^a | 3,7 a |
| 3 ^a | 11,1 a | 1 ^a | 27,8 b | 2 ^a | 7,4 a | 3 ^a | 4,63 a |

Hc = 1,65

Hc = 7,27

Hc = 1,85

Hc = 0,29

En el tratamiento T_3 no aparecieron desórdenes fisiológicos en la primera y tercera fecha de análisis y en la segunda sólo dos repeticiones presentaron algún tipo de desorden.

En el tratamiento T_2 se observó que el desorden oscurecimiento de fibras disminuyó a través de las tres fechas de análisis.

4.5.4 Aspecto externo y sabor

La fruta de los cuatro tratamientos en las tres fechas de análisis, presentó un excelente aspecto externo, tanto a la salida de frío como durante el período de cinco días que permaneció simulando la comer

cialización.

A salida de frío, en las tres fechas, la totalidad de la fruta presentaba color verde, similar al que tenía al momento de la cosecha.

Finalizando el período de comercialización, en la primera fecha de análisis hubo un 16, 13, 11 y 8% de fruta de color verde en los tratamientos T_1 , T_2 , T_3 y T_4 , respectivamente.

En la segunda fecha sólo los tratamientos T_2 y T_4 presentaron frutos de color verde, en un 25, y 8%, respectivamente.

Los porcentajes de fruta de color verde en la tercera fecha fueron de 5; 17 y 12% en los tratamientos T_1 , T_2 y T_4 , respectivamente. El tratamiento T_3 presentó toda la fruta oscura.

Sólo en la última fecha de análisis se presentó micelio en la superficie de cinco frutos, aunque en forma muy leve. Con este micelio se realizaron las mismas pruebas que en los ensayos anteriores, obteniéndose resultados similares.

En ninguno de los tratamientos y fechas de análisis se detectó la presencia de olores y sabores anormales.

El estado general de la fruta, tanto interna como externamente se consideró como muy bueno, en los cuatro tratamientos a través de las tres fechas.

Los gránulos de Ethysorb, presentaban al momento de sacar la fruta de la bolsa, una saturación sólo superficial.

4.5.5 Efecto del uso de bolsa perforada y sin perforar en la resistencia a la presión

Se aprecia en las Figuras 21, 22, y 23 que en presencia de Ethysorb la bolsa sin perforar mantuvo más altos los valores de resistencia a la presión comparada con la bolsa perforada; esto es muy notable en las segunda y tercera fechas de análisis y en menor grado en la primera fecha.

En las segunda y tercera fechas se observó que sin Ethysorb la bolsa sin perforar presentó la fruta con valores de resistencia a la presión superiores a los de la bolsa perforada; en la primera fecha el efecto es contrario.

4.5.6 Efecto del uso de Ethysorb en la resistencia a la presión

En las Figuras 24, 25 y 26 se observa que, utilizando bolsa sin perforar, el Ethysorb mantuvo los mayores valores de presión, comparándolo con el mismo

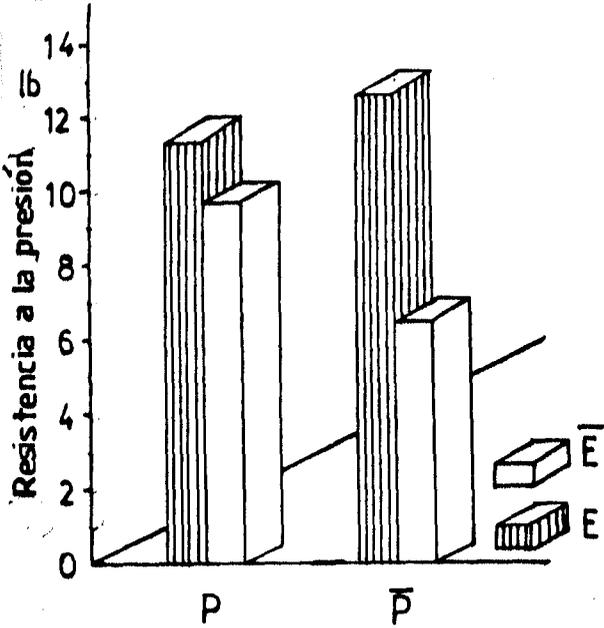


FIGURA 21 Efecto de la bolsa, 1ª fecha

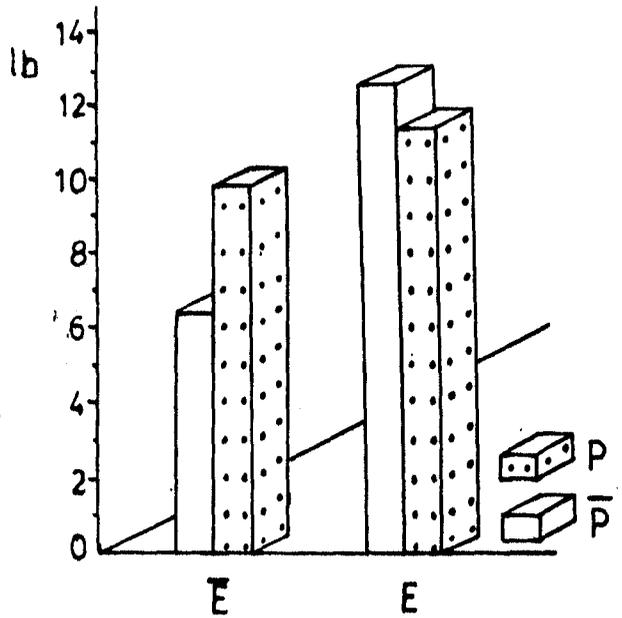


FIGURA 24 Efecto del Ethysorb, 1ª fecha

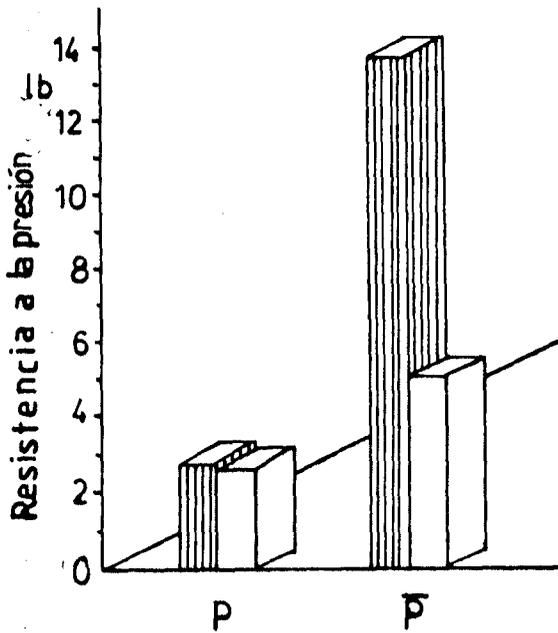


FIGURA 22 Efecto de la bolsa, 2ª fecha

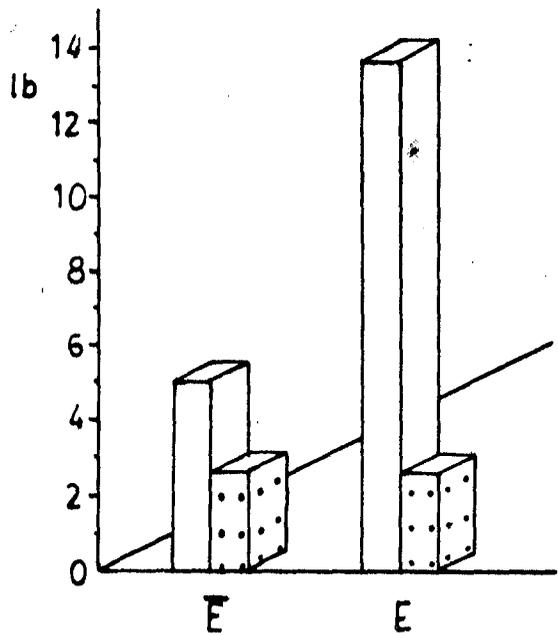


FIGURA 25 Efecto del Ethysorb, 2ª fecha

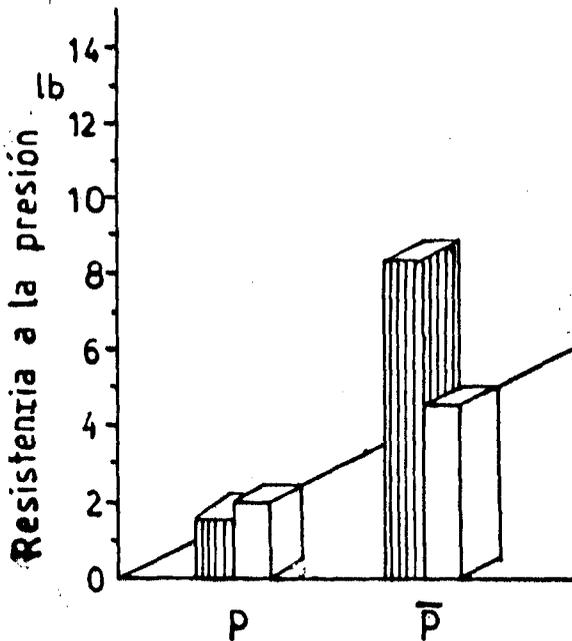


FIGURA 23 Efecto de la bolsa, 3ª fecha

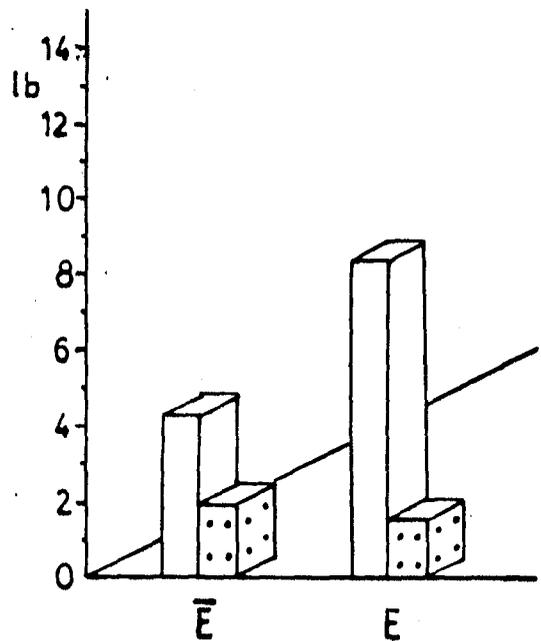


FIGURA 26 Efecto del Ethysorb, 3ª fecha

tipo de bolsa pero sin Ethysorb. Esta situación se mantuvo a través de las tres fechas de análisis en forma notoria.

En el caso de las bolsas perforadas, el hecho de utilizar Ethysorb no influyó en los valores de resistencia a la presión de la fruta, excepto en la primera fecha de análisis, en la cual se apreció un valor de resistencia a la presión mayor en la fruta a la cual se adicionó Ethysorb (Fig. 24).

4.5.7 Evolución de los efectos del tipo de bolsa y la presencia de Ethysorb en la resistencia a la presión

Como se aprecia en los Figuras 27 y 29 hay efectos claros en cuanto a mantener altos valores de resistencia a la presión a través del tiempo cuando se utiliza en forma conjunta bolsa sin perforar y Ethysorb.

Ambos factores, en otras combinaciones no tienen efectos significativos, como se aprecia en las Figuras 28 y 30, aunque hay un pequeño efecto de la bolsa sin perforar por sí sola, en la mantención de mayores valores de resistencia a la presión en la segunda y tercera fecha de análisis y del Ethysorb por sí sólo en la primera fecha de análisis.

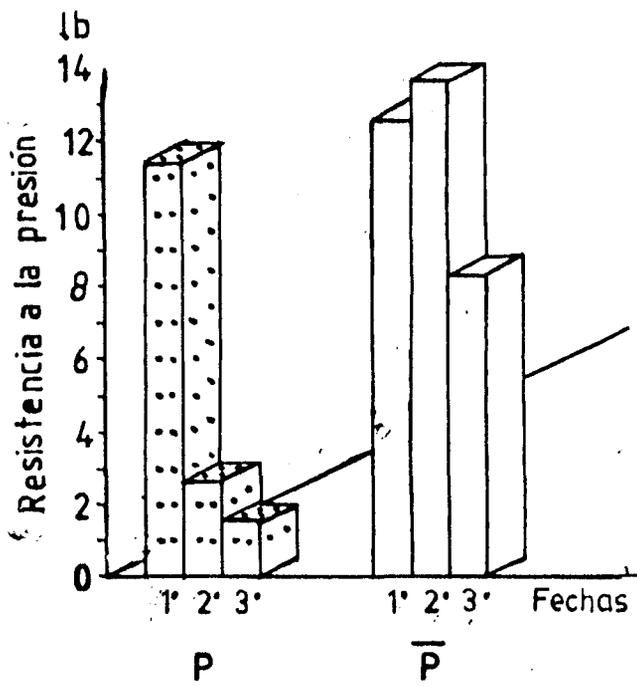


FIGURA 27

Evolución del efecto de la bolsa con Ethysorb

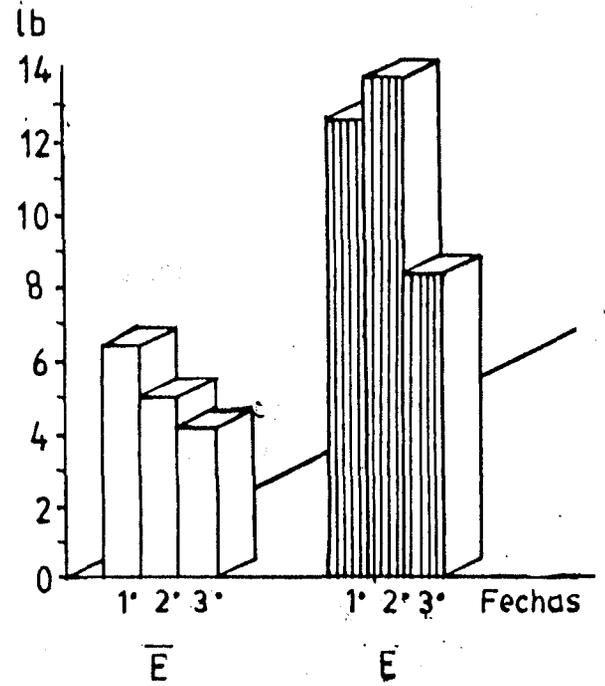


FIGURA 29

Evolución del efecto del Ethysorb con bolsa sin perforar

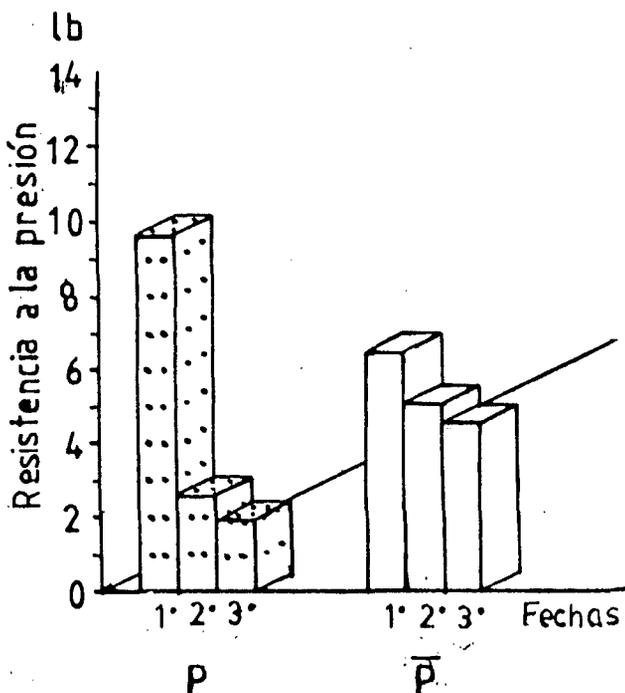


FIGURA 28

Evolución del efecto de la bolsa sin Ethysorb

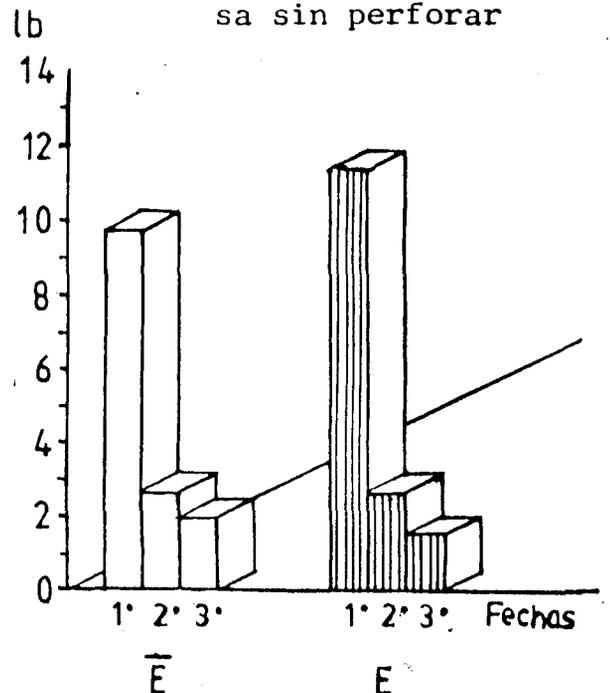


FIGURA 30

Evolución del efecto del Ethysorb con bolsa perforada

5. DISCUSION DE RESULTADOS

5.1 Ensayo N°1

Los niveles de respiración de la fruta de los distintos tratamientos en el peak climactérico no concuerdan con lo establecido por Eaks (11), quien señala niveles respiratorios cercanos a los 100 ml CO₂/kg-h, que son inferiores a los encontrados en esta investigación.

Se encontró una gran diferencia entre el nivel respiratorio máximo de la fruta tratada con etileno y la fruta no tratada. La literatura señala que indistintamente, con aplicación de etileno, o sin él, la fruta alcanza el mismo nivel de respiración en el peak climactérico (6, 11, 48).

En el tratamiento Et 27 h la aplicación exógena de 200 ppm de etileno en un flujo de aire por 27 horas, adelantó en aproximadamente seis días la maduración con respecto a la fruta testigo; además uniformó la madurez, pues los peak climactéricos de la fruta ocurrieron en forma agrupada. Estos resultados concuerdan con lo establecido en trabajos anteriores (11, 17, 21, 44, 48).

La aplicación de etileno por tres horas no fue capaz de contrarrestar el efecto de la exposición de la fruta a un flujo de aire puro, que habría arrastrado el etileno autocatalítico producido por la fruta.

Por esto el tratamiento no fue efectivo en cuanto a adelantar la madurez, lo que concuerda con lo establecido por Adato y Gazit (2).

El etileno aplicado en el tratamiento Et 3 h habría influido en la tasa respiratoria en el peak climactérico, ya que ésta fue superior a la del testigo, lo que estaría en desacuerdo con lo establecido en trabajos anteriores (6, 11, 48).

Se encontró una relación entre la pérdida de peso y el estado fisiológico de las paltas referido al climacterio, pues la fruta de los tratamientos en los cuales ocurrió antes el peak climactérico, presentaron la mayor pérdida de peso durante el período de mediciones.

En los tres tratamientos se cumplió lo señalado en trabajos anteriores (2, 6, 11, 44, 46) en cuanto a que una vez ocurrido el peak climactérico se desencadenan los procesos fisiológicos que conducen al ablandamiento de la fruta dentro de las 48 horas de ocurrido éste.

Lo anterior se refleja en el resultado del análisis de uniformidad de madurez, en base a resistencia a la presión, ya que los tratamientos testigo y Et 3 h cumplieron el requisito de uniformidad a las 24 horas de pasado el peak climactérico, y el tratamiento Et 27 h lo cumplió a las 48 horas.

Se comprobó que almacenando las paltas en frío (2°C) y en condiciones de alta humedad relativa (90%), las pérdidas de peso nunca superaron el 2%, aún permaneciendo en cámara por 21 días. En condiciones de alta temperatura (20°C), se encontró pérdidas de peso del orden de 14,6%.

Se determinó que la fruta no debe permanecer más de siete días a 2°C una vez que ha madurado, para obtener una buena calidad al momento del consumo; Kosi-yachinda y Young (21) indican períodos de almacenamiento muy superiores, aunque no especifican el estado de la fruta una vez terminado el período de comercialización a temperatura ambiente. En el presente trabajo se observó que la fruta recién sacada de frío estaba en óptimas condiciones, deteriorándose rápidamente al ser puesta a temperatura ambiente por 24 horas; González (18) concluye lo mismo en su investigación.

Además de la apariencia, otro aspecto que determina un período de almacenamiento en frío no mayor de siete días, es la presencia de hongos parásitos facultativos en la herida pedicelar, que durante el almacenamiento puede colonizar el interior de la pulpa llegando a dañarla; Morales et al. (27) y Peralta (30) obtuvieron resultados similares.

Los valores de resistencia a la presión a salida

de frío dependerían fundamentalmente de los valores con los que la fruta fué ingresada a 2°C.

Los tres desórdenes fisiológicos encontrados en este trabajo, concuerdan con los descritos por González (18) en palta Hass. Estos fueron: pardeamiento pedicelar, pardeamiento de pulpa y oscurecimiento de fibras.

Se encontró que una resistencia a la presión entre 0,8 y 2,0 lb, la primera acompañada de una pérdida de peso no mayor de 5%, representa un ablandamiento de la fruta óptimo para su consumo, mientras que Peralta (30) en palta Fuerte, establece como rango óptimo 2,0 a 4,4 lb.

5.2 Ensayo N°2

El sólo hecho de embalar la fruta en bolsa de polietileno perforada a 20°C, retrasó la madurez de la fruta en 13 días aproximadamente con respecto a la misma fruta testigo del Ensayo N°1. Esto se debería, según (6, 9, 18, 26) a los altos porcentajes de CO₂ y bajos de O₂, producto de la respiración de la fruta y a la alta humedad relativa, este último factor lo señala Erickson y Kikuta (14).

Se disminuyó la pérdida de peso en forma sustancial con el uso de bolsa de polietileno perforada, ya que a los 27 días la fruta había perdido en promedio

un 1.6%, mientras que la del testigo del Ensayo N°1 en 19 días perdió un 14,6% de su peso. Plank (32) atribuye este efecto a que existe una alta humedad relativa en el interior de la bolsa, ya que la velocidad de difusión del vapor de agua es muy baja a través de las perforaciones y que el déficit de presión de vapor, entre la atmósfera interna de la bolsa y la fruta, es bajo, por lo cual la deshidratación de la fruta sería mínima.

Al utilizar además Ethysorb, se retrasa aun más la maduración de las paltas, ya que el tratamiento 1 SE presentó un promedio de resistencia a la presión ligeramente inferior al de la cosecha, a los 27 días de almacenamiento.

El uso de dos sobres de Ethysorb presentó un comportamiento errático, por lo cual sería conveniente realizar nuevos estudios. Alamos (3), usando la misma cantidad de nectarines, encontró una gran variabilidad en los valores de resistencia a la presión dentro de la misma caja, obteniendo diferencias de 6 lb entre bandejas, resultado similar al de este trabajo en que dos repeticiones presentaron un promedio de presión superior a las 40 lb y las restantes un promedio inferior a 14 lb, por lo cual habría que investigar el efecto que tendría la ubicación de los sobres de Ethysorb y de las bolsas.

En el tratamiento 2SE hubo una estrecha relación entre la resistencia a la presión y la intensidad de daño por el porcentaje de fruta dañada, ya que las dos repeticiones que presentaron presiones promedio superiores a 40 lb no tuvieron ningún tipo de desorden fisiológico; ésto último concuerda con los resultados obtenidos por Peralta (30) en cuanto a que en fruta madura los desórdenes fisiológicos son más frecuentes.

La evolución del color de la cáscara tuvo una estrecha relación con la presencia y dosis de Ethysorb; resultados similares obtuvo Alamos (3) en la evolución del color de fondo en nectarines, pues el Ethysorb demoró el desarrollo del color.

En este ensayo, al igual que en el de Peralta (30), se observó una alta incidencia de hongos en frutas con ablandamiento excesivo debido fundamentalmente a las condiciones de altas temperaturas y humedad relativa en que se realizó la experiencia. Los géneros de los hongos encontrados coinciden con los descritos por Morales et al. (27) en paltas.

En las tres fechas de análisis y en todos los tratamientos se apreció una estrecha relación entre la

coloración externa de la fruta y la resistencia a la presión.

5.3 Ensayo N°3

En la primera fecha de análisis los tratamientos con Ethysorb presentaron una resistencia a la presión promedio superior a la de sus similares sin Ethysorb. Este efecto sería atribuible al producto, aunque estadísticamente las diferencias no fueron significativas.

En la primera y segunda fecha los tratamientos T₁ y T₂ presentaron la menor pérdida de peso total; esto podría deberse a que al estar la fruta más inmadura sería menos susceptible a la pérdida de humedad. Al adicionar Ethysorb en cada tratamiento se redujo la pérdida de peso total en 1% comparado con igual tratamiento sin Ethysorb.

En las mismas fechas la bolsa sin perforar redujo las pérdidas de peso en cámara a 7°C, pues la fruta de las bolsas perforadas experimentó una pérdida de peso 0,5% superior que la de bolsa sin perforar, lo cual estaría de acuerdo con lo establecido por Peralta (30) y Plank (32).

De la pérdida de peso total, que nunca superó el 6%; el 85% de ella ocurrió durante los cinco días que la fruta permaneció a temperatura ambiente, simulando

la comercialización; la misma situación se produjo en los trabajos de González (18) y Erickson y Kikuta (14).

Habría un leve efecto negativo de los tratamientos con bolsa sin perforar respecto a la incidencia de los desórdenes fisiológicos, lo que concuerda con lo encontrado por Peralta (30). En la primera fecha este efecto se vería acentuado al usar Ethysorb en este tipo de bolsa; sin embargo, pese a existir diferencias entre los tratamientos, la magnitud es muy baja comparada con la de los ensayos N^o1 y 2, no influyendo mayormente en la calidad de la fruta, excepto en el tratamiento T₂.

Algunos autores (6, 25, 38) señalan que este tipo de desórdenes fisiológicos se deben a daño por frío, y otros (9, 26, 30) lo asocian a toxicidad por CO₂.

Los resultados de esta investigación, apoyan la segunda teoría, ya que los tratamientos con bolsa perforada presentaron la totalidad de la fruta sana, y ésta permaneció en iguales condiciones de temperatura que los tratamientos en bolsa sin perforar.

Los mismos resultados se obtuvieron en la segunda fecha, aunque la intensidad disminuyó.

A partir de la segunda fecha los tratamientos en bolsa perforada, al final del período de comercialización, presentaron la fruta apta para su consumo inme-

diato, mientras que los tratamientos T_2 y T_4 podrían permanecer más tiempo en comercialización, hasta alcanzar la madurez de consumo, en especial el tratamiento T_2 . González (18), en atmósfera modificada a 7°C , encontró que al final del período de comercialización toda la fruta estaba apta para el consumo, a pesar que la temperatura durante la comercialización fue de 15°C .

Durante el período de comercialización, la fruta de los tratamientos con bolsa sin perforar y principalmente la que contenía Ethysorb tardó más en tomar la coloración oscura de la piel. Resultados similares obtuvieron Hatton y Reeder (19) en paltas "Lula". Alamos (3), en nectarines observó que el Ethysorb retrasó el desarrollo de color de fondo.

El desorden fisiológico oscurecimiento de fibras, en el tratamiento T_2 , evolucionó en forma decreciente a través de las tres fechas de análisis, lo cual se podría deber a que las reacciones bioquímicas a 7°C se desarrollan con menor velocidad, por lo cual requerirían de más de 25 días en cámara para completarse, de lo contrario al sacar antes la fruta de frío, éstas se acelerarían formando compuestos que impedirían una maduración normal, lo cual está descrito por Wilkinson (1971), citado por Peralta (30). Además Luza (25), comprobó que al sacar la fruta de frío, después de un tiempo de almacenamiento, se produce inmediatamente el alza climactérica de la respiración, que gatilla todos los procesos de la maduración.

En cámara, a medida que transcurre el tiempo, la resistencia a la presión se uniforma y se acelera el desarrollo del color oscuro de la piel durante la comercialización.

En los cuatro tratamientos y en las tres fechas de análisis, toda la fruta al momento de sacarla de frío presentaba una firmeza y color similares al momento de ingreso a frío, resultados similares obtuvo González (18).

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede decir que la bolsa sin perforar tendría un efecto más prolongado en retrasar la madurez, a través del tiempo.

Finalizado el período de comercialización, al igual que González (18) en palta Hass, en este ensayo siempre se obtuvo fruta de muy buena calidad, ya que los niveles de desórdenes fueron bajos.

Utilizar Ethysorb en bolsa perforada a 7°C no sería recomendable para un almacenamiento superior a 25 días, y tampoco en bolsa sin perforar para un almacenamiento inferior a 35 días a 7°C , pues en el primer caso no tendría efecto en retrasar la maduración y en el segundo aparecerían desórdenes fisiológicos.

Se puede suponer una cierta interacción entre el uso de bolsa sin perforar y el Ethysorb, en la mantención de altos valores de resistencia a la presión, pues

según Mapson (26), una baja concentración de oxígeno eleva el umbral de la sensibilidad del tejido al etileno y además una alta concentración de CO_2 inhibe competitivamente la acción estimuladora del etileno. Si a esto le agregamos el efecto del absorbedor de etileno se obtiene un resultado mayor que la sumatoria de los efectos.

Los resultados de este ensayo concuerdan con los obtenidos por Hatton y Reeder (19) que obtuvieron escasas diferencias entre los tratamientos a salida de frío, pero luego al trasladar la fruta a 20°C se observaron diferencias que se acentuaron a partir de los 45 días en frío. Siempre el tratamiento con absorbedor de etileno presentó la menor incidencia de desórdenes y la mayor firmeza; resultados similares encontró Alamos (3) en nectarines.

En este ensayo los resultados obtenidos, en que casi no hubo desarrollo de hongos, concuerdan con los obtenidos por Morales et al. (27) en palta Fuerte a 7°C , que en tres períodos de almacenamiento (28, 35 y 49 días), no presentó daño causado por hongos, mientras la fruta permaneció en frío, aunque indican cierto nivel de daño en comercialización, lo cual no ocurrió en esta investigación.

6. CONCLUSIONES

- El climacterio de palta Hass desprovista de pedicelo y mantenida a 20°C ocurre en promedio a los 13 días de cosechada. El etileno aplicado a las 48 horas después de la cosecha, en dosis de 200 ppm durante 27 horas, adelanta el climacterio en aproximadamente 6 días.
- La aplicación de etileno tendría efecto en uniformar las alzas climactéricas de la fruta.
- La fruta tratada con etileno a 20°C alcanza su madurez de consumo dentro de los tres días siguientes al término de la aplicación. El almacenamiento posterior a 2°C de esta fruta ya madura, permitiría su entrega gradual al mercado durante un período de 7 días.
- La bolsa de polietileno perforada a 20°C, reduce en forma notoria la pérdida de peso de las paltas, y además tiene influencia en el retraso de su madurez.
- El Ethysorb permite el almacenamiento de palta Hass, a 20°C, hasta 27 días, en dosis de 1 sobre por 1,7 kg de fruta, usando bolsa de polietileno perforada como medio de embalaje. La fruta así tratada requeriría de un período complementario, sin bolsa, para alcanzar la madurez de consumo.

- Las paltas almacenadas a 7°C y embaladas en bolsa de polietileno, con o sin Ethysorb, se mantienen en óptimas condiciones durante un período de 45 días en frío más 5 días adicionales fuera de la bolsa a temperatura ambiente. La bolsa, sin embargo, no tiene efecto en uniformar la madurez de la fruta. Esta desuniformidad se acentúa al emplear bolsa no perforada y tiende a decrecer en la medida que se prolonga el tiempo de almacenamiento.

7. RESUMEN

Con el objeto de controlar la maduración de la palta Hass, se realizaron tres ensayos.

Para este propósito se utilizó fruta cosechada en febrero, proveniente de un huerto ubicado en la comuna de Quillota, V Región.

La investigación se llevó a cabo en el frigorífico ubicado en el Campus Antumapu de la Facultad de Ciencias Agrarias, Forestales y Veterinarias de la Universidad de Chile.

El primer ensayo consistió en aplicar a paltas 48 horas después de cosechadas, 200 ppm de etileno en un flujo de aire continuo por 3 y por 27 horas, además de un testigo sin aplicación.

Una vez que la fruta cumplió el requisito de uniformidad de madurez, fue ingresada a una cámara a 2°C donde permaneció por 7, 14 y 21 días, al término de los cuales se colocó a temperatura ambiente durante 24 horas, simulando el período de comercialización. Finalizado éste se realizaron análisis de resistencia a la presión, desórdenes fisiológicos y pérdida de peso.

El mejor tratamiento fue el de 27 horas de exposición a etileno, pues su fruta maduró en forma uni-

forme seis días antes que el promedio del testigo. Además experimentó sólo la mitad de la pérdida de peso que el resto de los tratamientos, pues se ingresó a frío antes. El mejor período de almacenamiento fue el de siete días, a 2°C.

El segundo ensayo realizado fue el almacenamiento de paltas a 20°C en bolsas de polietileno perforadas, con uno y dos sobres de absorbente de etileno (Ethysorb); además se dejó un testigo sin este compuesto. Se realizaron los mismos análisis que en el ensayo anterior, a los 27, 32 y 35 días.

El mejor tratamiento fue el de un sobre de Ethysorb, pues a los 27 días toda su fruta mantenía valores de resistencia a la presión cercanos a los que tenía al momento de cosecha.

En este ensayo se obtuvo una dispersión marcada de los valores de resistencia a la presión en algunas fechas de análisis, lo cual podría considerarse como una limitante para su aplicación inmediata.

En el Ensayo N°3 la fruta fue sometida a cuatro tratamientos resultantes de la combinación de los factores bolsa perforada y sin perforar, con Ethysorb y sin él. Los tratamientos fueron almacenados en una cámara a 7°C durante 25, 35 y 45 días; al final de cada uno de estos períodos la fruta se dejó a temperatura ambiente durante cinco días, simulando la comerciali-

zación, al término de los cuales se realizaron los mismos análisis anteriormente señalados.

Todos los tratamientos presentaron fruta de buena calidad al momento de efectuar los análisis, aunque el mejor tratamiento fué el de bolsa sin perforar con Ethysorb a partir de 35 días de almacenamiento en frío, ya que mantuvo los valores más altos de resistencia a la presión, por lo cual podría permanecer mayor tiempo en comercialización.

7.1 Summary

Three trials were made in order to control ripening of Hass avocados. The fruit proceeded from an orchard in Quillota \bar{V} R. Chile, and was picked in February. The investigation was carried out in Campus Antumapu, Postharvest-laboratory of the University of Chile.

In the first trial avocados were treated with 200 ppm of ethylene 48 hours after harvest, applied in a continuous air flow for 0, 3 and 27 hours.

As soon as the requisite of uniformity was established, the fruit was placed at 2⁰C chamber temperature and remained for 7, 14 and 21 days; following storage the fruit was placed for 24 hours at ambient temperature, simulating the marketing period. Once this period was concluded, pressure resistance, physiological disorders and weight loss analysis were made.

Twenty seven hours of ethylene exposure was the best treatment, since the fruit ripened uniformly, 6 days before the average of untreated control, and experimented only the half of weight loss of the other treatments. The best period of storage was 7 days at 2°C.

In the second test, avocados were stored at 20°C in polyethylene perforated bags, with one and two bags of ethylene absorbent (Ethysorb). The same analysis of first trial were made at 27, 32 and 35 days. One bag of Ethysorb was the best treatment, since at 27 days all the fruit maintained high values of pressure resistance, but high dispersion of these values was observed.

In the third trial avocados were subjected to 4 treatments as result from the combination of perforated and unperforated polyethylene bags, with and without Ethysorb. Treatments were stored at 7°C for 25, 35 and 45 days. At the end of these periods fruit was placed at ambient temperature for 5 days, simulating the marketing period, when this time was concluded the same precedent analysis were realized. Unperforated polyethylene bags with Ethysorb was the best treatment from 35 days of cold storage.

9. BIBLIOGRAFIA

1. ABELES, F.B. 1973. Ethylene in plant biology. New York Academic Press. 302 p.
2. ADATO, I. y GAZIT, S. 1974. Postharvest response of avocado fruits of different maturity to delayed ethylene treatments. *Plant Physiol.* 53: 899-902.
3. ALAMOS, V.J. 1982. Influencia de absorbente de etileno (Ethysorb) y del bromuro de metilo en la conservación de nectarinos. Tesis Ing. Agr. Santiago, Univ. de Chile, Fac. de Agronomía. 61 p.
4. AWAD, M. y YOUNG, R.E. 1979. Postharvest variation in cellulase, polygalacturonase and pectinmethyl-esterase in avocado (Persea americana Mill cv Fuerte) fruit in relation to respiration and ethylene production. *Plant Physiol.* 64: 306-308.
5. _____ 1980. Avocado pectinmethylesterase activity in relation to temperature, ethylene and ripening. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105 (5): 638-641.
6. BIALE, J.B. y YOUNG, R.E. 1962. Bioquímica de la maduración de los frutos. *Endeavour* 21: 164-174.
7. _____ 1971. The avocado pear. In: Hulme, A.C., ed. *The biochemistry of fruit and their products.* London. Academic Press. v.2 pp: 1-63.
8. BURG, S.P. y BURG, E.A. 1962. Postharvest ripening of avocados. *Nature* 194: 398-399.
9. CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION 1976. Almacenaje de manzanas Richard delicious y Granny Smith en atmósfera controlada, atmósfera modi-

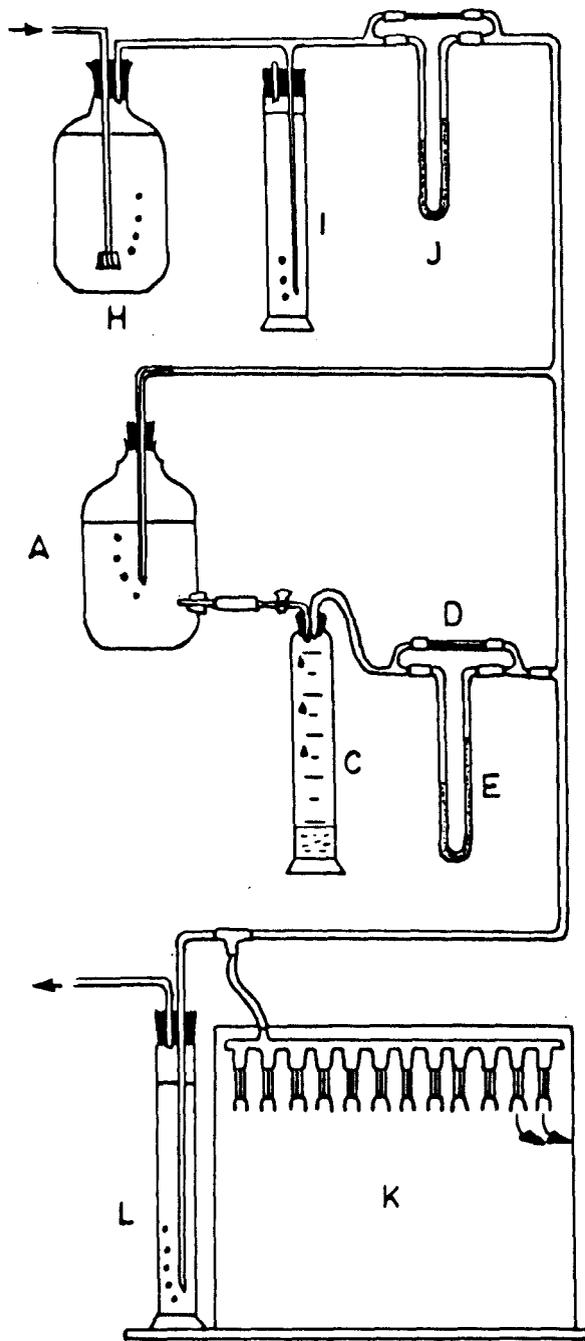
- ficada y refrigeración común. Santiago, Convenio CORFO-ENAFRI-U. de CHILE. Publicación Técnica N^o1. 122 p.
10. CHANDLER, W.H. 1962. Frutales de hoja perenne. México, Uteha. 666 p.
 11. EAKS, I.L. 1966. The effect of ethylene upon ripening and respiratory rate of avocado fruit. California Avocado Society. Avocado Yearbook 1966: 128-133.
 12. _____ 1978. Ripening, respiration and ethylene production of Hass avocado fruit at 20^o to 40^o C. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103 (5): 576-578.
 13. _____ 1980. Respiratory rate, ethylene production, and ripening response of avocado fruit to ethylene or propylene following harvest at different maturities. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 (5): 744-747.
 14. ERICKSON, L.C. y KIKUTA, Y. 1960. Ripening Hass avocados in high and low humidities. California Avocado Society. Avocado Yearbook 1960: 90-91.
 15. _____ y YAMASHITA, T. 1964. Effect of temperature on the ripening of Hass avocados. California Avocado Society. Avocado Yearbook 1964: 92-94.
 16. FORSYTH, F.R., EAVES, C.A. y LOCKHART, C.L. 1967. Controlling ethylene levels in the atmosphere of small containers of apples. Can. J. Plant. Sci. 47: 717-718.
 17. GAZIT, S. y BLUMENFELD, A. 1970. Response of mature avocado fruits to ethylene treatments before and after harvest. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95 (2): 229-231.

18. GONZALEZ, Y.E. 1979. Conservación de palta Fuerte y Hass (Persea americana Mill) mediante atmósfera controlada, atmósfera modificada y refrigeración común. Tesis Ing. Agr. Santiago, Univ. de Chile, Fac. de Agronomía. 85 p.
19. HATTON, T.T. y REEDER, W.F. 1972. Quality of "Lula" avocados in controlled atmospheres with or without ethylene. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 (3): 339-341.
20. HOFFMAN, N.E. y YANG, S.F. 1980. Changes of 1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid content in ripening fruits in relation to their ethylene production rates. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 (4): 492-495.
21. KOSIYACHINDA, S. y YOUNG, R.E. 1976. Chilling sensitivity of avocado fruit at different stages of the respiratory climacteric. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101 (6): 665-667.
22. LIEBERMAN, M. 1979. Biosynthesis and action of ethylene . Annual Review of Plant Physiology 30: 533-591.
23. LIZANA, M.L.A. 1975. Factores fisiológicos relacionados con el deterioro de frutas y hortalizas después de cosechadas. Santiago, Univ. de Chile, Fac. de Agronomía. Publ. Misceláneas Agrícolas N^o9: 6-19.
24. _____ 1977. Acción del etileno en la maduración de las frutas. Santiago, Univ. de Chile, Fac. de Agronomía. Publ. Misceláneas Agrícolas N^o 12: 9-16.

25. LUZA, Z.J. 1981. Caracterización y comportamiento en postcosecha de paltas raza mexicana cultivadas en Chile. Tesis Mag. Santiago, Univ. de Chile, Fac. de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. 102 p.
26. MAPSON, L.W. 1970. La biosíntesis del etileno y la maduración de los frutos. Endeavour 29: 29-33.
27. MORALES, M.A.; BERGER, S.H. y LUZA, Z.J. 1979. Identificación de hongos causantes de pudriciones en almacenaje refrigerado de paltas (Persea americana Mill) Fuerte y Negra La Cruz. Inv. Agrícola (Chile) 5 (1): 1-4.
28. OFICINA DE PLANIFICACION AGRICOLA (ODEPA) 1982. Estadísticas Agropecuarias 1980-1981. Santiago, Ministerio de Agricultura. 158 p.
29. PANTASTICO, E.B., MATTOO, A.K. PHAN, C.T. 1975. Ethylene action on ripening. In Pantastico, E.B. Postharvest Physiology, handling and utilization of tropical and sub-tropical fruits and vegetables. Westport, Conn., Avi. pp. 75-100.
30. PERALTA, A.L. 1977. Ensayos preliminares en almacenaje de palta Fuerte. Tesis Ing. Agr. Santiago, Univ. de Chile, Facultad de Agronomía. 89 p.
31. PESIS, E., FUCHS, Y. y ZAUBERMAN, G. 1978. Cellulase activity and fruit softening in avocado. Plant Physiol. 61: 416-419.
31. PLANK, R. 1963. El empleo del frío en la industria de la alimentación. Barcelona, Reverté. 805 p.
33. PRATT, H.K., WORKMAN, M., MARTIN, F.W. y LIONS, J.M. 1959. Simple method for continuous treatment of

- plant material with metered traces of ethylene or other gases. s.l., s.e., s.p.
34. PRO-CHILE. 1980. Frutas y hortalizas frescas de exportación.
 35. RHODES, M.J.C. 1971. The climacteric and ripening of fruits. In Hulme, A.C., ed. The biochemistry of fruits and their products. London. Academic Press. v 1. pp: 521-533.
 36. RYALL, A.L.; LIPTON, W.J. y PENTZER, W.T. 1979. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables, Westport, Conn. Avi.v.2.
 37. SIEGEL, S. 1970. Diseño experimental no paramético. México, Trillas. 346 p.
 38. SPALDING, D.H. y REEDER, W.F. 1975. Low-oxygen high carbon dioxide controlled atmosphere storage for control of Anthracnose and chilling injury of avocados. *Phytopathology* 65 (4): 458-460.
 39. SPENCER, M. 1965. Fruit ripening. In Bonner, J., ed. Plant biochemistry. New York. 1054 p.
 40. TINGWA, P.O. y YOUNG, R.E. 1975. Studies on the inhibition of ripening in attached avocado (Persea americana Mill) fruits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100 (5): 447-449.
 41. VASQUEZ, J. 1975. Comportamiento durante el almacenamiento en frío de algunas variedades de aguacate en Guatemala. *Proceeding of the Tropical Region.* 19: 57-68.
 42. WILLS, R.B.H., et al. 1981. Postharvest physiology of fruits and vegetables. Kensington, N.S.W. Press Limited. 153 p.

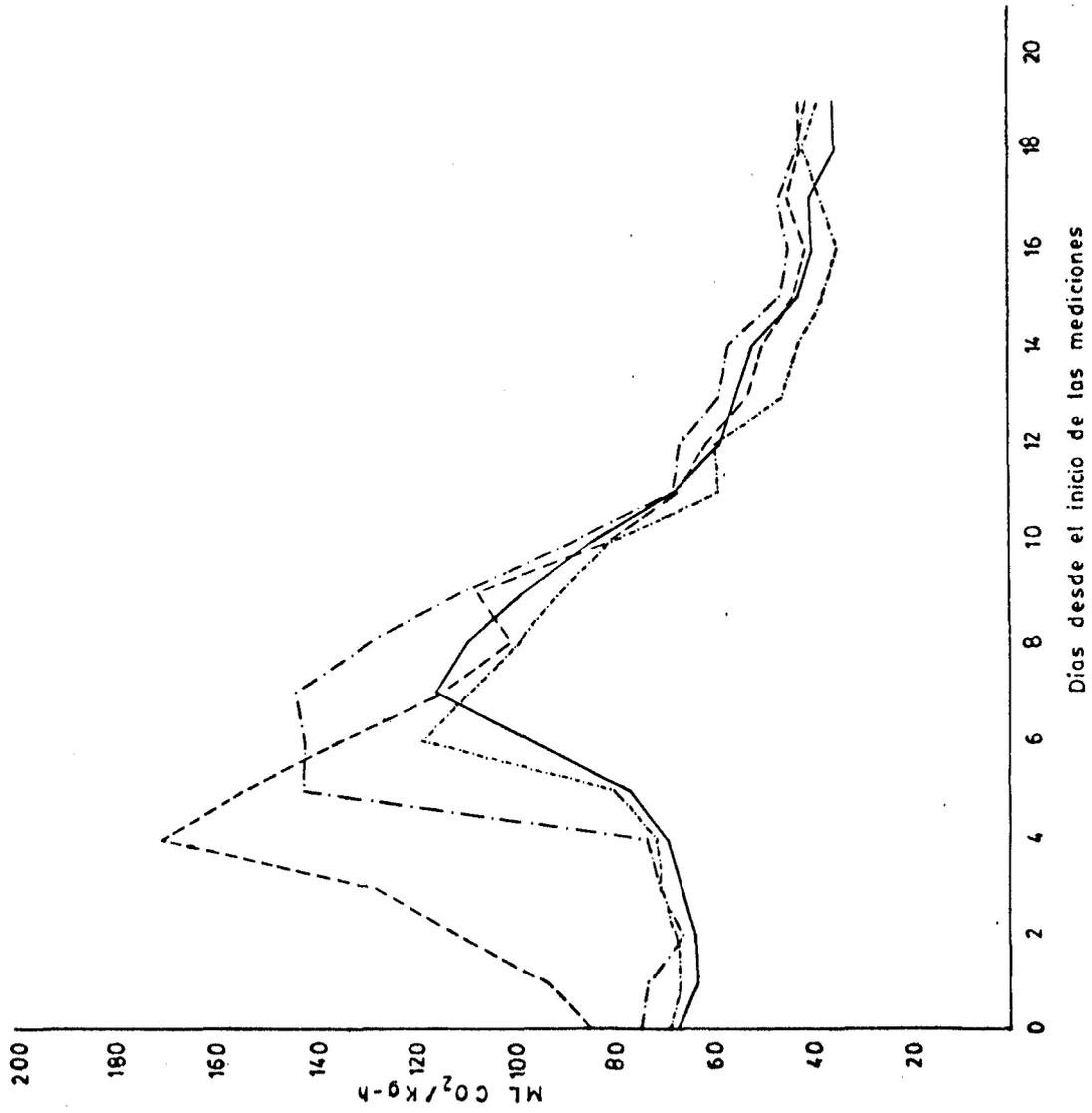
43. YANG, S.F. 1980. Regulation of ethylene biosynthesis. Hortscience 15 (3): 238-243.
44. YOUNG, R.E. 1979. Ripening avocado fruit. California Avocado Society. Avocado Yearbook 1979: 79-80
45. _____ y LEE, S.K. 1978. Avocado fruit maturity. California Avocado Society. Avocado Yearbook 1978: 51-57.
46. ZAUBERMAN, G. y SCHIFFMANN-NADEL, M. 1972. Respiration of whole fruit and seed of avocado at various stages of development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 (3): 313-315.
47. _____ y FUCHS, Y. 1973. Ripening processes in avocado stored in ethylene atmosphere in cold storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98 (5): 477-480.
48. _____ 1973. Effect of ethylene on respiration rate and softening of avocado fruit at various stages of development. s.l., s.e., s.p.



- A Botella Mariotte
- C Recipiente del gas
- D Capilar
- E Manómetro
- H Humidificador de aire
- I Torre barostática
- J Medidor de flujo
- K Tablero de salida de flujo
- L Barostato

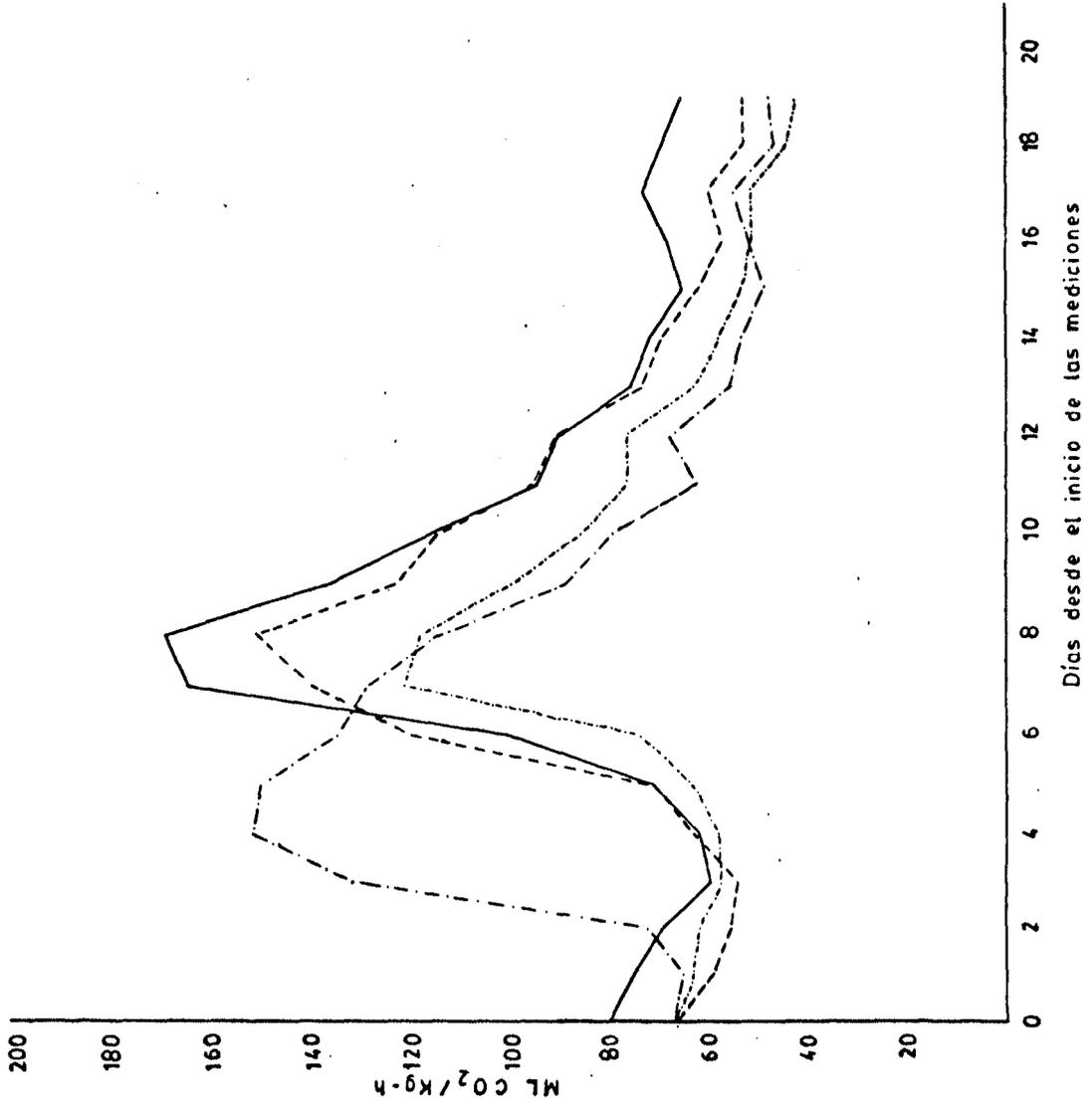
ANEXO 1

Aparato para aplicación de etileno



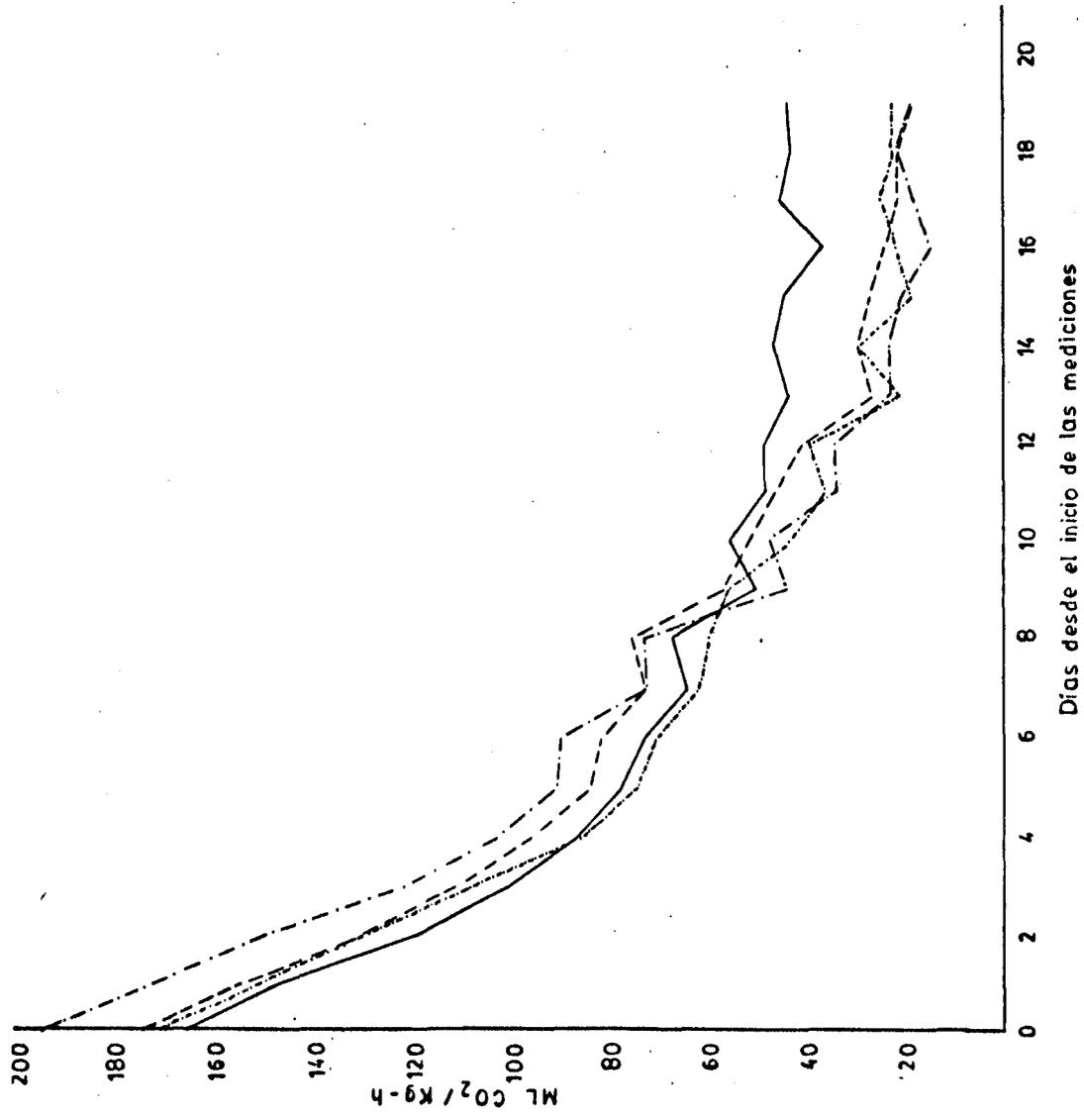
ANEXO 2

Respiración de cada repetición del tratamiento Et 0 h



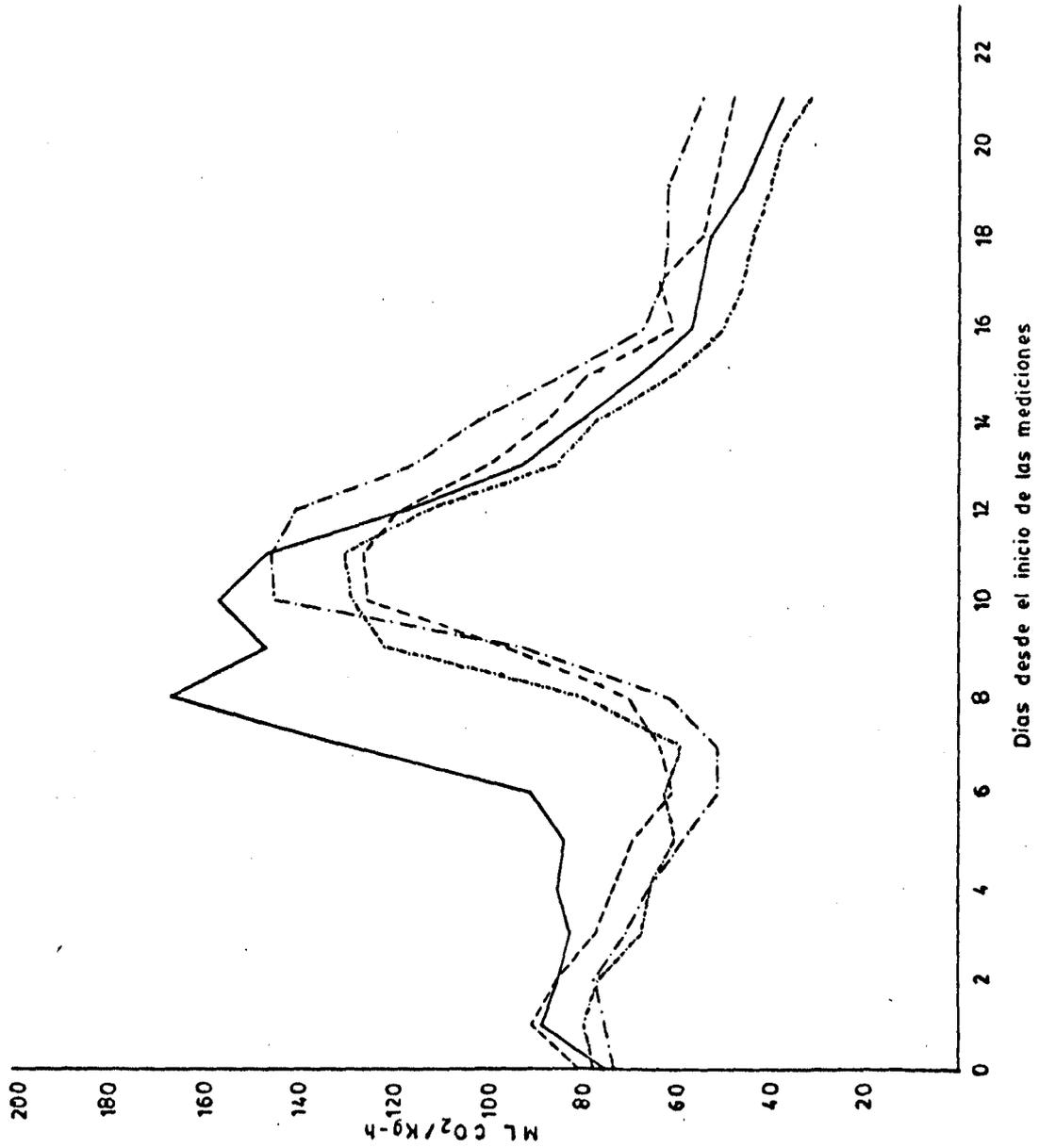
ANEXO 3

Respiración de cada repetición del tratamiento Et 3 h



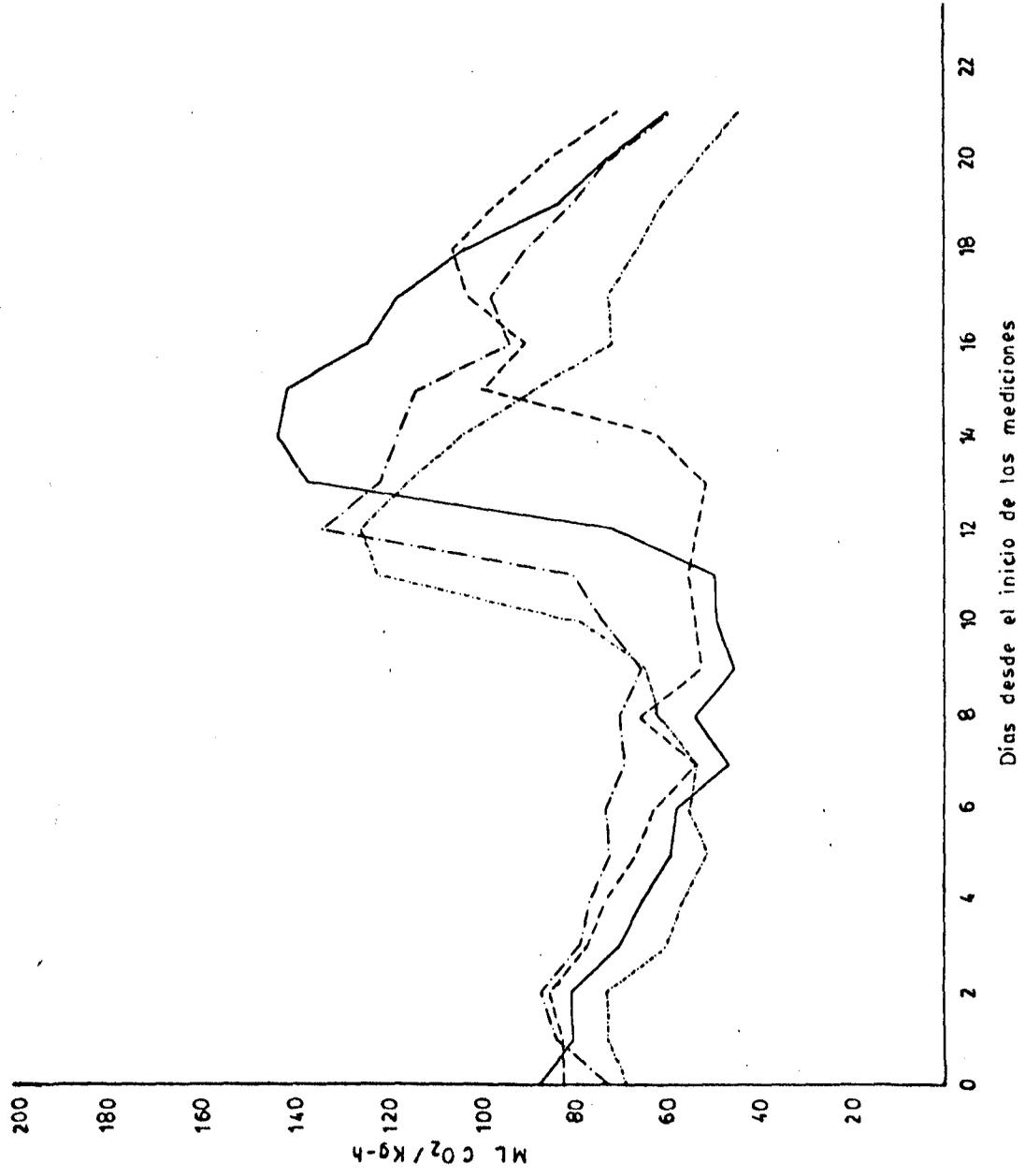
ANEXO 4

Respiración de cada repetición del tratamiento Et 27 h



ANEXO 5

Respiración de cada repetición de paltas sin pedicelo



ANEXO 6

Respiración de cada repetición de paltas con pedicelo

ANEXO 7

Presión Promedio (1b)

Ensayo N^o1

7 días a 2^oC + 1 día a t^o ambiente

| Et 0 h | Et 3 h | Et 27 h |
|----------------|----------------|----------------|
| a 0,99 | a 1,14 | a 0,91 |
| b 1,28 | b 1,20 | b 0,97 |
| c 2,03 | c 1,27 | c 1,02 |
| d 1,05 | d 1,70 | d 0,87 |
| \bar{X} 1,34 | \bar{X} 1,33 | \bar{X} 0,94 |

14 días a 2^oC + 1 día a t^o ambiente

| Et 0 h | Et 3 h | Et 27 h |
|----------------|----------------|----------------|
| a 0,76 | a 1,77 | a 3,37 |
| b 0,91 | b 1,77 | b 7,31 |
| c 0,86 | c 1,02 | c 0,99 |
| d 0,99 | d 1,06 | d 1,02 |
| \bar{X} 0,88 | \bar{X} 1,40 | \bar{X} 3,17 |

21 días a 2^oC + 1 día a t^o ambiente

| Et 0 h | Et 3 h | Et 27 h |
|----------------|----------------|----------------|
| a 1,03 | a 0,89 | a 0,74 |
| b 1,00 | b 1,39 | b 1,08 |
| c 1,12 | c 2,02 | c 0,66 |
| d 1,03 | d 1,08 | d 0,72 |
| \bar{X} 1,05 | \bar{X} 1,35 | \bar{X} 0,80 |

ANEXO 8

Presión Promedio (1b)

Ensayo N^o2

27 días a 20°C

| 0 SE | 1 SE | 2 SE |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| a 1,08 | a 41,01 | a 2,71 |
| b 1,78 | b 41,17 | b 40,67 |
| c 29,66 | c 41,81 | c 13,07 |
| d 38,71 | d 42,77 | d 40,56 |
| \bar{X} 17,81 | \bar{X} 41,69 | \bar{X} 24,10 |

32 días a 20°C

| 1 SE | 2 SE |
|-----------------|-----------------|
| a 0,83 | a 38,89 |
| b 1,01 | b 1,22 |
| c 3,29 | c 0,58 |
| d 35,08 | d 14,37 |
| \bar{X} 10,05 | \bar{X} 13,76 |

35 días a 20°C

| 1 SE | 2 SE |
|----------------|-----------------|
| a 1,06 | a 1,46 |
| b 1,14 | b 30,55 |
| c 1,05 | c 37,25 |
| d 1,66 | d 32,56 |
| \bar{X} 1,23 | \bar{X} 25,46 |

ANEXO 9

Presión Promedio (1b)

Ensayo N^o325 días a 7^oC + 5 días a t^o ambiente

| | T ₁ | | T ₂ | | T ₃ | | T ₄ |
|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|
| a | 7,29 | a | 1,83 | a | 11,94 | a | 16,72 |
| b | 21,84 | b | 19,07 | b | 5,27 | b | 1,31 |
| c | 6,26 | c | 1,67 | c | 10,93 | c | 5,79 |
| d | 10,00 | d | 27,51 | d | 10,45 | d | 1,78 |
| \bar{X} | 11,35 | \bar{X} | 12,52 | \bar{X} | 9,65 | \bar{X} | 6,40 |

35 días a 7^oC + 5 días a t^o ambiente

| | T ₁ | | T ₂ | | T ₃ | | T ₄ |
|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|
| a | 1,39 | a | 17,48 | a | 1,49 | a | 1,39 |
| b | 1,33 | b | 6,60 | b | 1,35 | b | 1,56 |
| c | 1,31 | c | 9,59 | c | 1,29 | c | 15,64 |
| d | 6,51 | d | 20,84 | d | 6,28 | d | 1,48 |
| \bar{X} | 2,63 | \bar{X} | 13,63 | \bar{X} | 2,60 | \bar{X} | 5,02 |

45 días a 7^oC + 5 días a t^o ambiente

| | T ₁ | | T ₂ | | T ₃ | | T ₄ |
|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|
| a | 2,95 | a | 4,34 | a | 1,49 | a | 1,32 |
| b | 1,23 | b | 10,34 | b | 3,04 | b | 6,52 |
| c | 1,00 | c | 12,63 | c | 1,82 | c | 1,78 |
| d | 1,01 | d | 5,94 | d | 1,31 | d | 7,33 |
| \bar{X} | 1,55 | \bar{X} | 8,31 | \bar{X} | 1,92 | \bar{X} | 4,24 |

ANEXO 10

Desórdenes Fisiológicos

Ensayo N°1.

| | Pard. Pedicelar | | Osc. Fibras | | Pard. Pulpa | |
|---------------|-----------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | %Daño | Intensidad | %Daño | Intensidad | %Daño | Intensidad |
| <u>Et 0 h</u> | | | | | | |
| 7 días | | | | | | |
| a | 77,7 | 2,0 | 44,4 | 1,5 | 44,4 | 2,25 |
| b | 88,8 | 3,0 | 22,2 | 1,0 | 11,1 | 2,0 |
| c | 66,6 | 2,17 | 22,2 | 1,0 | 22,2 | 1,0 |
| d | 66,6 | 3,5 | 55,5 | 1,4 | 0 | 0 |
| 14 días | | | | | | |
| a | 77,7 | 3,14 | 0 | 0 | 22,2 | 4,0 |
| b | 44,4 | 2,0 | 66,6 | 2,0 | 22,2 | 3,0 |
| c | 77,7 | 3,14 | 0 | 0 | 55,5 | 4,0 |
| d | 77,7 | 3,14 | 0 | 0 | 55,5 | 4,0 |
| 21 días | | | | | | |
| a | 100,0 | 2,78 | 22,2 | 1,0 | 44,4 | 3,25 |
| b | 100,0 | 3,11 | 44,4 | 1,0 | 44,4 | 2,0 |
| c | 88,8 | 2,88 | 33,3 | 1,0 | 66,6 | 2,17 |
| d | 100,0 | 1,56 | 55,5 | 1,4 | 88,8 | 3,38 |
| <u>Et 3 h</u> | | | | | | |
| 7 días | | | | | | |
| a | 55,5 | 2,8 | 33,3 | 1,33 | 44,4 | 1,75 |
| b | 88,8 | 2,25 | 66,6 | 1,0 | 22,2 | 2,0 |
| c | 77,7 | 2,0 | 77,7 | 1,43 | 0 | 0 |
| d | 55,5 | 2,4 | 22,2 | 1,0 | 0 | 0 |
| 14 días | | | | | | |
| a | 44,4 | 3,5 | 0 | 0 | 11,1 | 4,0 |
| b | 22,2 | 2,0 | 0 | 0 | 11,1 | 3,0 |
| c | 33,3 | 2,0 | 0 | 0 | 11,1 | 4,0 |
| d | 11,1 | 3,0 | 0 | 0 | 22,2 | 4,0 |
| 21 días | | | | | | |
| a | 100,0 | 3,11 | 11,1 | 2,0 | 44,4 | 2,0 |
| b | 100,0 | 2,89 | 55,5 | 1,2 | 22,2 | 2,5 |
| c | 77,7 | 2,71 | 44,4 | 1,25 | 33,3 | 2,33 |
| d | 100,0 | 2,5 | 11,1 | 1,0 | 44,4 | 2,0 |

ANEXO 11

Desórdenes Fisiológicos

Ensayo N°1

| | Pard. Pedicelar | | Osc. Fibras | | Pard. Pulpa | |
|----------------|-----------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | %Daño | Intensidad | %Daño | Intensidad | %Daño | Intensidad |
| <u>Et 27 h</u> | | | | | | |
| 7 días | | | | | | |
| a | 0 | 0 | 100,0 | 2,0 | 33,3 | 2,33 |
| b | 0 | 0 | 100,0 | 2,0 | 0 | 0 |
| c | 0 | 0 | 100,0 | 2,0 | 0 | 0 |
| d | 0 | 0 | 100,0 | 2,0 | 11,1 | 2,0 |
| 14 días | | | | | | |
| a | 55,5 | 1,0 | 22,2 | 1,0 | 44,4 | 3,0 |
| b | 77,7 | 1,86 | 11,1 | 2,0 | 44,4 | 2,5 |
| c | 44,4 | 1,5 | 44,4 | 1,0 | 55,5 | 2,8 |
| d | 44,4 | 2,25 | 66,6 | 1,0 | 77,7 | 2,57 |
| 21 días | | | | | | |
| a | 0 | 0 | 0 | 0 | 100,0 | 3,22 |
| b | 0 | 0 | 0 | 0 | 33,3 | 3,67 |
| c | 11,1 | 1,0 | 0 | 0 | 66,6 | 4,0 |
| d | 0 | 0 | 0 | 0 | 66,6 | 4,0 |

ANEXO 12

Desórdenes Fisiológicos

Ensayo N°2

| | Pard. Pedicelar | | Osc. Fibras | | Pard. Pulpa | |
|-------------|-----------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | %Daño | Intensidad | %Daño | Intensidad | %Daño | Intensidad |
| <u>O SE</u> | | | | | | |
| 27 días | | | | | | |
| a | 77,7 | 1,86 | 33,3 | 1,33 | 11,1 | 3,0 |
| b | 44,4 | 1,5 | 55,5 | 1,0 | 0 | 0 |
| c | 22,2 | 1,0 | 66,6 | 1,33 | 0 | 0 |
| d | 0 | 0 | 100,0 | 1,45 | 0 | 0 |

ANEXO 13

Desórdenes Fisiológicos

Ensayo N°2

| | Pard. Pedicelar | | Osc. Fibras | | Pard. Pulpa | |
|-------------|-----------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | %Daño- | Intensidad | %Daño- | Intensidad | %Daño- | Intensidad |
| <u>1 SE</u> | | | | | | |
| 27 días | | | | | | |
| a | 11,1 | 1,0 | 33,3 | 1,0 | 0 | 0 |
| b | 0 | 0 | 11,1 | 1,0 | 0 | 0 |
| c | 0 | 0 | 22,2 | 1,0 | 0 | 0 |
| d | 0 | 0 | 22,2 | 1,5 | 0 | 0 |
| 32 días | | | | | | |
| a | 66,6 | 2,67 | 22,2 | 4,0 | 22,2 | 3,5 |
| b | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c | 0 | 0 | 11,1 | 4,0 | 11,1 | 4,0 |
| d | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 35 días | | | | | | |
| a | 44,4 | 2,0 | 0 | 0 | 11,1 | 4,0 |
| b | 77,7 | 3,57 | 44,4 | 1,25 | 33,3 | 2,67 |
| c | 22,2 | 1,0 | 22,2 | 1,0 | 22,2 | 1,5 |
| d | 22,2 | 2,0 | 11,1 | 1,0 | 22,2 | 1,0 |
| <u>2 SE</u> | | | | | | |
| 27 días | | | | | | |
| a | 11,1 | 1,0 | 33,3 | 1,0 | 0 | 0 |
| b | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c | 11,1 | 1,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| d | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 32 días | | | | | | |
| a | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c | 77,7 | 2,86 | 33,3 | 4,0 | 44,4 | 3,75 |
| d | 11,1 | 4,0 | 11,1 | 4,0 | 11,1 | 4,0 |
| 35 días | | | | | | |
| a | 77,7 | 1,86 | 22,2 | 1,0 | 0 | 0 |
| b | 22,2 | 2,5 | 55,5 | 1,2 | 11,1 | 2,0 |
| c | 22,2 | 1,0 | 11,1 | 1,0 | 0 | 0 |
| d | 11,1 | 1,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ANEXO 14

Desórdenes Fisiológicos

Ensayo N°3

| | Pard. Pedicelar | | Osc. Fibras | | Pard. Pulpa | |
|----------------------|-----------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | %Daño | Intensidad | %Daño | Intensidad | %Daño | Intensidad |
| T₁ | | | | | | |
| 25 días | | | | | | |
| a | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| d | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 35 días | | | | | | |
| a | 11,1 | 1,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| d | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 45 días | | | | | | |
| a | 0 | 0 | 11,1 | 4,0 | 11,1 | 4,0 |
| b | 11,1 | 4,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| d | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| T₂ | | | | | | |
| 25 días | | | | | | |
| a | 0 | 0 | 66,6 | 1,33 | 77,7 | 1,86 |
| b | 0 | 0 | 11,1 | 1,0 | 0 | 0 |
| c | 0 | 0 | 11,1 | 1,0 | 22,2 | 2,0 |
| d | 0 | 0 | 22,2 | 1,5 | 0 | 0 |
| 35 días | | | | | | |
| a | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b | 0 | 0 | 11,1 | 1,0 | 0 | 0 |
| c | 0 | 0 | 11,1 | 1,0 | 0 | 0 |
| d | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 45 días | | | | | | |
| a | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| d | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ANEXO 15

Desórdenes Fisiológicos

Ensayo N°3

| | Pard.Pedicelar | | Osc. Fibras | | Pard. Pulpa | |
|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | %Daño-Intensidad | %Daño-Intensidad | %Daño-Intensidad | %Daño-Intensidad | %Daño-Intensidad | %Daño-Intensidad |
| T_3 | | | | | | |
| 25 días | | | | | | |
| a | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| d | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 35 días | | | | | | |
| a | 11,1 | 3,0 | 33,3 | 1,0 | 0 | 0 |
| b | 11,1 | 1,0 | 11,1 | 1,0 | 0 | 0 |
| c | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| d | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 45 días | | | | | | |
| a | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| d | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| T_4 | | | | | | |
| 25 días | | | | | | |
| a | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b | 0 | 0 | 22,2 | 1,0 | 0 | 0 |
| c | 0 | 0 | 22,2 | 1,0 | 0 | 0 |
| d | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 35 días | | | | | | |
| a | 0 | 0 | 22,2 | 1,0 | 0 | 0 |
| b | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| d | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 45 días | | | | | | |
| a | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c | 11,1 | 1,0 | 11,1 | 2,0 | 11,1 | 2,0 |
| d | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |