

# PRESERVACION DE PALTAS VAR. FUERTE POR TRATAMIENTO COMBINADO DE CALOR E IRRADIACION

J. KARMELIC\*, T. RUBIO\*\* Y M.C. URBINA\*\*

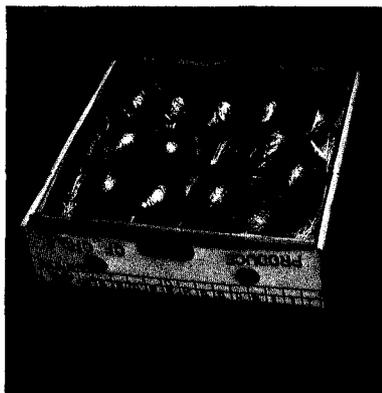
## RESUMEN

La gran producción nacional de paltas esperada para los próximos años, hace indispensable la búsqueda de otros mercados a los cuales se debe llegar por vía marítima. Esto exige prolongar el periodo de conservación de la palta a un mínimo de 40 días. Con este fin se estudia, en paltas (var. Fuerte), un tratamiento combinado de calor suave (46° C por 10 min) y dosis bajas de irradiación (25, 50 y 100 Gy) conjuntamente con un envase individual de film de PVC,

embalaje en cajas de cartón corrugado y temperatura de almacenamiento (refrigeración a 5 y 7° C, y temperatura ambiente).

Los mejores resultados se obtienen con la dosis más baja (25 Gy), en las paltas de menor grado de madurez fisiológica y en almacenamiento refrigerado, alcanzando un 98,6% de paltas sanas al cabo de 40 días y un 85,5% a los 50 días de almacenamiento. Esto significa un aumento de 25% y 34%, respectivamente, de la proporción de paltas sanas irradiadas con respecto a las muestras controles sin irradiar.

En las paltas de estado de madurez fisiológica más avanzada, la irradiación resulta contraproducente. En cuanto a la temperatura de almacenamiento, las paltas no resisten adecuadamente la temperatura ambiente.



## SUMMARY

The high national production of avocados expected for the next years asks for the opening of new markets to be reached by ship. For this reason, it is necessary to increase the shelf-life of avocados for a period of 40 days at least. Therefore, the effect of combined treatment: mild heat (46° C, 20 min) and low radiation doses (25, 50, 100 Gy), in avocados is studied.

Additional parameters considered in this study are: wrapping with PVC film, storage temperature (7° C and room temperature), two different degrees of ripening.

Best results are obtained with the lowest dose (25 Gy) and low degree of ripening of wrapped avocados, stored at 7° C. After 40 days, 98,6% of the avocados were well preserved and 85,5% after 50 days. When compared with non irradiated samples, avocados irradiated with 25 Gy show 25% and 34% higher undamaged percentage after 40 and 50 days of storage, respectively.

A negative effect is obtained when irradiation is applied to avocados with a high degree of ripening.

Room temperature is not suitable for a long storage period of avocados.

\* Instituto de Investigaciones Tecnológicas INTEC/CHILE

\*\* Comisión Chilena de Energía Nuclear  
Departamento de Aplicaciones Nucleares

## INTRODUCCION

La palta ocupa el 5° lugar en importancia en la producción frutal de Chile y en los últimos años viene mostrando un explosivo aumento en el volumen de producción.

Es así como de 14.188 ton en 1974, aumentó a 15.366 ton en 1977, para llegar a alrededor de 27.000 ton en 1981. Se calcula que la producción de paltas alcanzará a 70.000 ton el año 1985, cuando comiencen a producir los cultivos nuevos.

Con este volumen, sin duda se producirá un problema de comercialización, ya que será difícil absorber esta producción en el mercado interno. Por esta razón, es indispensable crear nuevas expectativas de mercado a través de la exportación de paltas a otros países, especialmente los europeos, donde el consumo de este producto ha aumentado considerablemente en la última década. Sin embargo, para poder competir en el mercado europeo con otros países productores de palta, como Israel y algunos países africanos, es necesario emplear el transporte marítimo, para lo cual se requiere de 40 a 45 días incluyendo su período de comercialización. En condiciones normales de refrigeración, las paltas más resistentes tienen un período de conservación de alrededor de 25 días. Por este motivo es necesario buscar condiciones y tratamientos tales, que permitan su transporte marítimo sin mayores riesgos.

En estudios preliminares de almacenamiento, realizados por INTEC-Chile, en un proyecto contratado por CORFO, se mejoró notablemente el tiempo de conservación de las paltas californianas al emplear el almacenamiento refrigerado entre 5° C y 7° C, combinado con un embalaje en las cajas de cartón para 4 a 5 kg que se emplean normalmente, además de una envoltura individual de las paltas en film autoadhesible de PVC. Sin embargo, a pesar del mejoramiento logrado en la conservación, sólo alrededor del 50% de las paltas alcanzaron a resistir hasta los 50 días. Era por lo tanto necesario, continuar investigando otros tratamientos adicionales que permitieran la exportación de este producto, por vía marítima, sin mayores riesgos.

Es por esto que se ensayó la aplicación de un tratamiento combinado de calor suave y dosis bajas de irradiación, además de las otras condiciones de envasado y refrigeración previamente señaladas.

## MATERIALES Y METODOS

Se emplearon dos partidas de palta de la variedad Fuerte que correspondieron a dos esta-

dos de madurez, una de comienzo de temporada de cosecha (julio) y la otra de final de temporada (noviembre).

Cada partida, recién cosechada en la V Región, se transportó a Santiago (120 km), en cajas de cartón corrugado y a temperatura ambiente.

Después de una selección de las paltas, a fin de descartar toda aquella que mostrara algún tipo de daño visible, ya sea mecánico o fisiológico, se sumergieron durante 10 minutos en un baño de agua a 46° C, con agitación muy suave y se secaron en forma individual. Posteriormente se separaron en diversos lotes para someterlas a los siguientes procesos:

- D 25/50/100: envoltura individual en film flexible de PVC, embalaje en cajas de cartón corrugado para 5 kg de paltas (20-25 unidades) e irradiación a 25, 50 y 100 Gy.
- CCR/CCT : envoltura individual en film flexible de PVC y embalaje en cajas para 5 kg, sin irradiar (control), a temperatura de refrigeración  $7 \pm 1^\circ$  C (CCR) o a temperatura ambiente (CCT).
- D 100 S : sin envoltura, en cajas para 5 kg, e irradiación con dosis de 100 Gy.
- CSR/CST : sin envoltura, en cajas para 5 kg y sin irradiar (control), a temperatura de refrigeración  $7 \pm 1^\circ$  C (CSR) o a temperatura ambiente (CST).

Durante el almacenamiento se realizaron controles a los 20, 30, 40 y 50 días.

La irradiación se realizó a temperatura ambiente, en la cámara superior del irradiador de  $^{137}\text{Cs}$  BPCDI (Brookhaven Portable Cesium Development Irradiator), aplicando dosis de 25, 50 y 100 Gy.

Previo a la irradiación se llevaron a cabo los estudios dosimétricos correspondientes, empleando para esto, dosímetros Fricke, según norma ASTM A 1671-72. Para tal efecto se utilizó el mismo sistema de envase y embalaje ya señalado, vale decir, el film de PVC individual y la caja de cartón corrugado, cuyas dimensiones interiores fueron de 41 x 33,5 x 9,5 cm.

Para el ajuste de la configuración geométrica del blanco se consideró una uniformidad de  $U = 1,5$ .

Los controles realizados fueron los siguientes:

- Humedad y lípidos.
- Determinación del porcentaje de pudrición y contaminación por hongos.

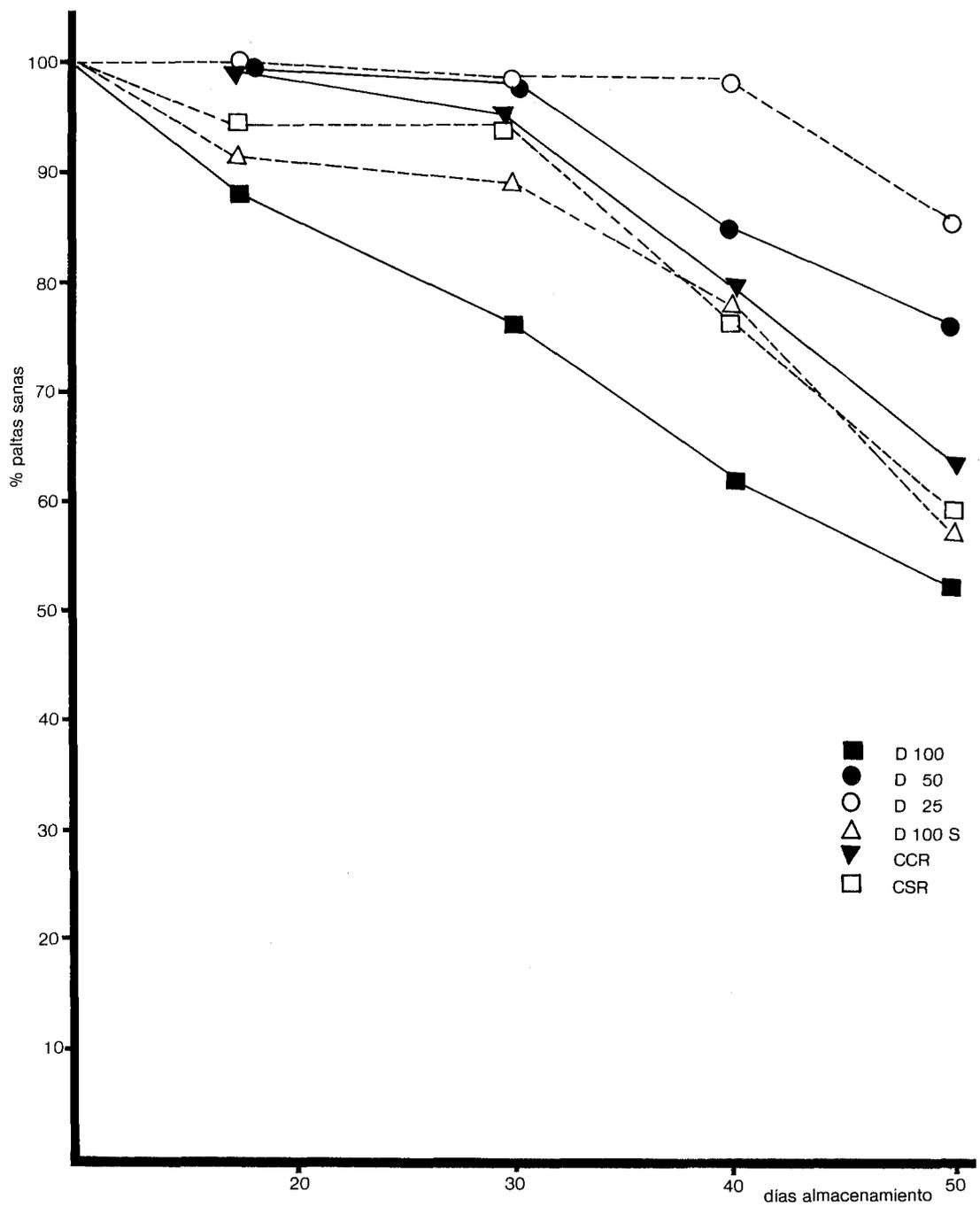


FIGURA N° 1: 1ª partida v. Fuerte - Almacenamiento refrigerado.

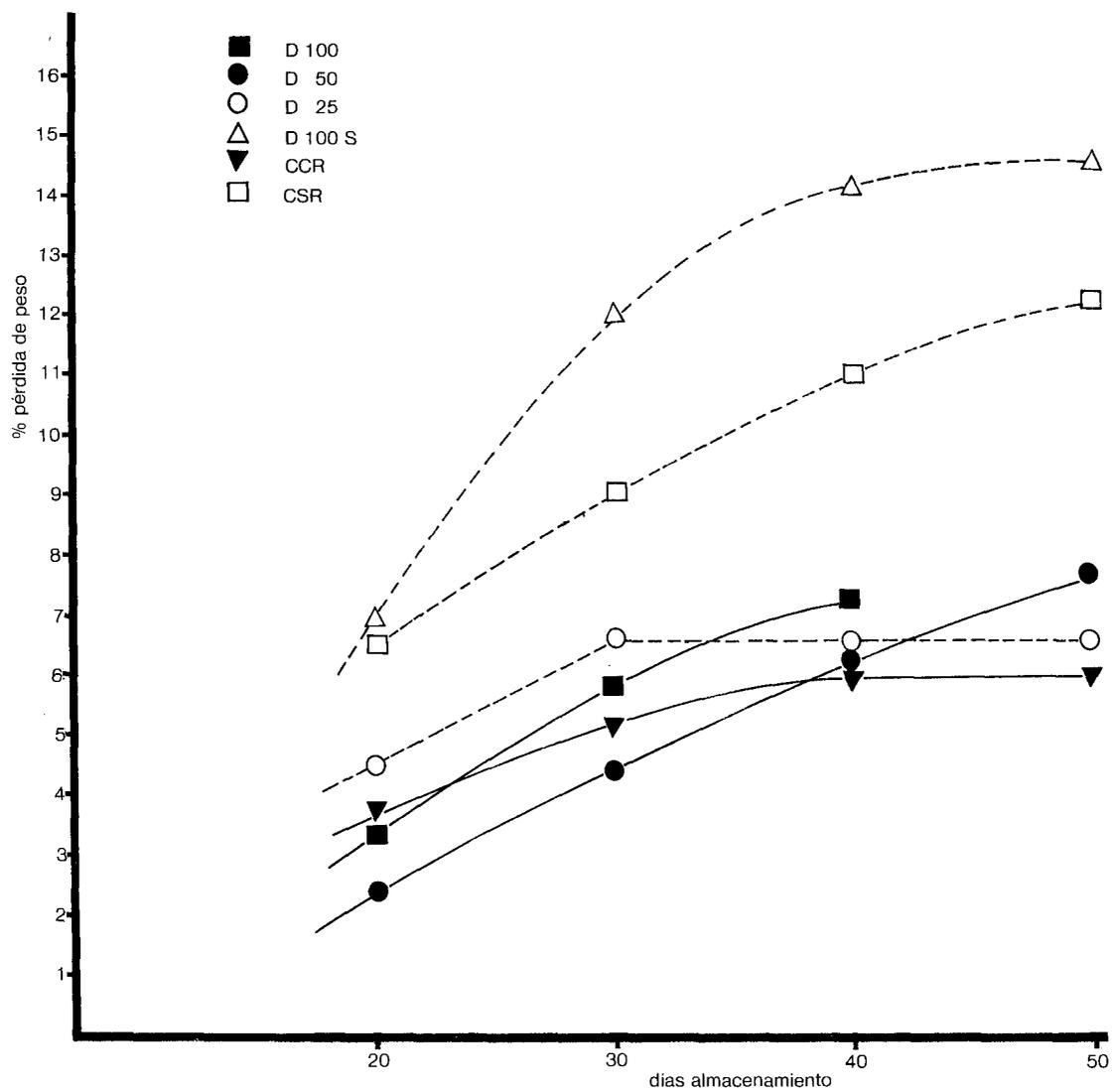


FIGURA N° 2: 1ª partida v. Fuerte - Pérdida de peso durante almacenamiento refrigerado.

- Disminución de peso durante el almacenaje.
- Madurez.
- Color externo.
- Evaluación sensorial.

## RESULTADOS

### Primera Partida

Esta presentó un peso promedio de 220 gr. la unidad, con un contenido de humedad de 70,3% a los 20 días de almacenamiento. El contenido promedio de lípidos fue de 20,7%, observándose valores extremos de 15,8 a 27,7% en las distintas muestras analizadas en el transcurso del almacenamiento.

#### ALMACENAMIENTO REFRIGERADO

En la Figura N° 1, se puede observar que la dosis de 25 Gy resultó notoriamente mejor, llegando un 98,6% de paltas sanas a los 40 días y un 85,5% a los 50 días de almacenamiento, lo que se considera promisorio. La dosis de 50 Gy tiene un efecto similar a la de 25 hasta los 30 días para luego decaer en su efecto, pero siempre mejor que el control sin tratamiento.

La dosis 100 Gy muestran un efecto negativo que es mayor en el caso que tiene film de PVC lo que podría indicar un efecto negativo de la irradiación con film. Sin embargo en la muestra sin film se observa una marcada deshidratación.

En todos los casos, incluso la de peor comportamiento, más del 50% llega en buenas condiciones a los 50 días de almacenamiento refrigerado.

La conservación general del producto estuvo directamente relacionada con la presencia de pudrición y contaminación con hongos.

La mayoría de las paltas llegan al final del período de almacenaje, con una adecuada firmeza de la pulpa y un color verde normal.

En la Figura N° 2 se observa claramente el efecto del film de PVC sobre la disminución de peso durante el almacenamiento.

Todas las muestras con film muestran un comportamiento similar en cuanto a disminución de peso y las dos muestras sin film presentan prácticamente el doble de pérdida de peso.

En cuanto a los caracteres organolépticos estos no fueron afectados, siendo todas las muestras muy similares.

#### ALMACENAMIENTO A TEMPERATURA AMBIENTE

En el almacenamiento a temperatura ambiente, se produjo en todos los casos un dete-

rioro violento a partir de los 20 días, como puede observarse en la Figura N° 3. Sin embargo, a los 30 días es donde se nota el efecto positivo del tratamiento ya que todas las muestras irradiadas superan el 55% de paltas sanas; en cambio, los controles no irradiados, sólo alcanzan el 33,1% en el caso de las paltas con film y un 8,7% en el control sin film.

El mejor comportamiento lo muestra en este caso la D100S (sin film) con un 84,4% de paltas sanas a los 30 días. Nuevamente se observa acá la diferencia entre las paltas irradiadas con la misma dosis, pero una con film y la otra sin film. La muestra irradiada sin film se comporta mejor en un comienzo para luego superar a la que tiene film debido, seguramente, al efecto protector de éste sobre la deshidratación.

Al igual que en el caso del almacenamiento refrigerado, los principales defectos fueron la pudrición y la contaminación por hongos, constituyendo estos defectos los factores determinantes en la conservación general.

La muestra control sin film (CST) se eliminó a los 20 días de almacenamiento y la control con film (CCT) sigue el curso de las muestras irradiadas, pero en forma más acelerada hasta eliminarse a los 40 días de almacenamiento.

En el almacenamiento a temperatura ambiente, las paltas se ablandan bastante más rápido y ya a los 20 días, y 30 días, un alto porcentaje aparecen blandas. Sin embargo, esto no aparece como un factor limitante en el almacenamiento.

En lo que respecta a color, las paltas pierden su color verde a los 40 días de almacenamiento, tornándose de color pardo.

Al igual que en el almacenamiento refrigerado, las paltas sin film de PVC, tanto la irradiada como el control, evidencian una notoria deshidratación.

En la Figura N° 4 se observa la notoria pérdida de peso que sufre la muestra sin film protector de PVC, comparada con las muestras que tienen film protector. El control sin film se eliminó después del primer control a los 20 días.

No hay mayores problemas en los caracteres organolépticos de las paltas que se mantienen sanas en el transcurso del almacenamiento.

### Segunda Partida

La segunda partida de paltas de la variedad Fuerte presentó un peso promedio de 209 g la unidad, con un contenido de humedad promedio de 63,8%. El contenido promedio de lípidos fue de 27,2%, observándose valores extremos de 20,8 y 29,8%.

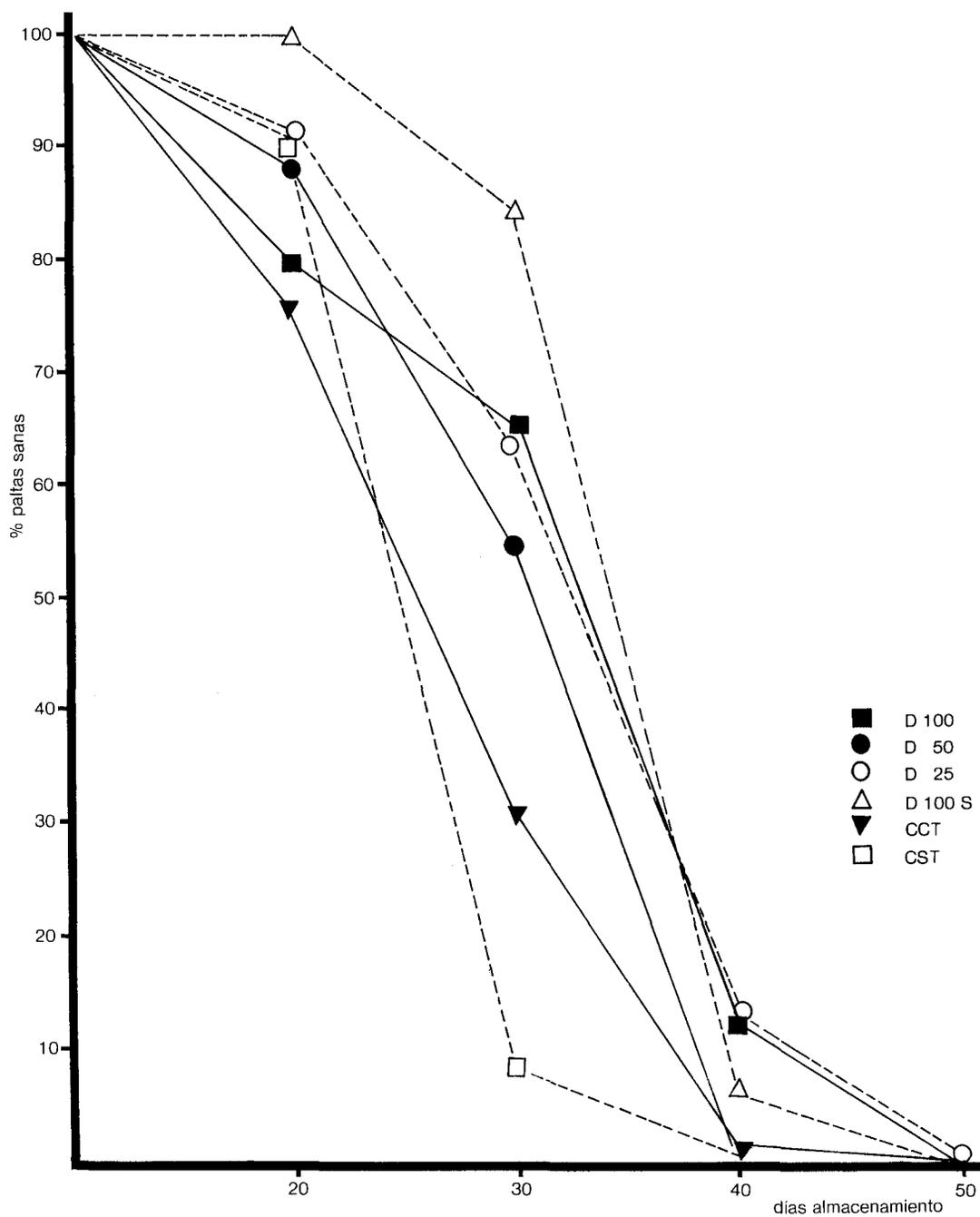


FIGURA N° 3: 1ª partida v. Fuerte - Almacenamiento a temperatura ambiente.

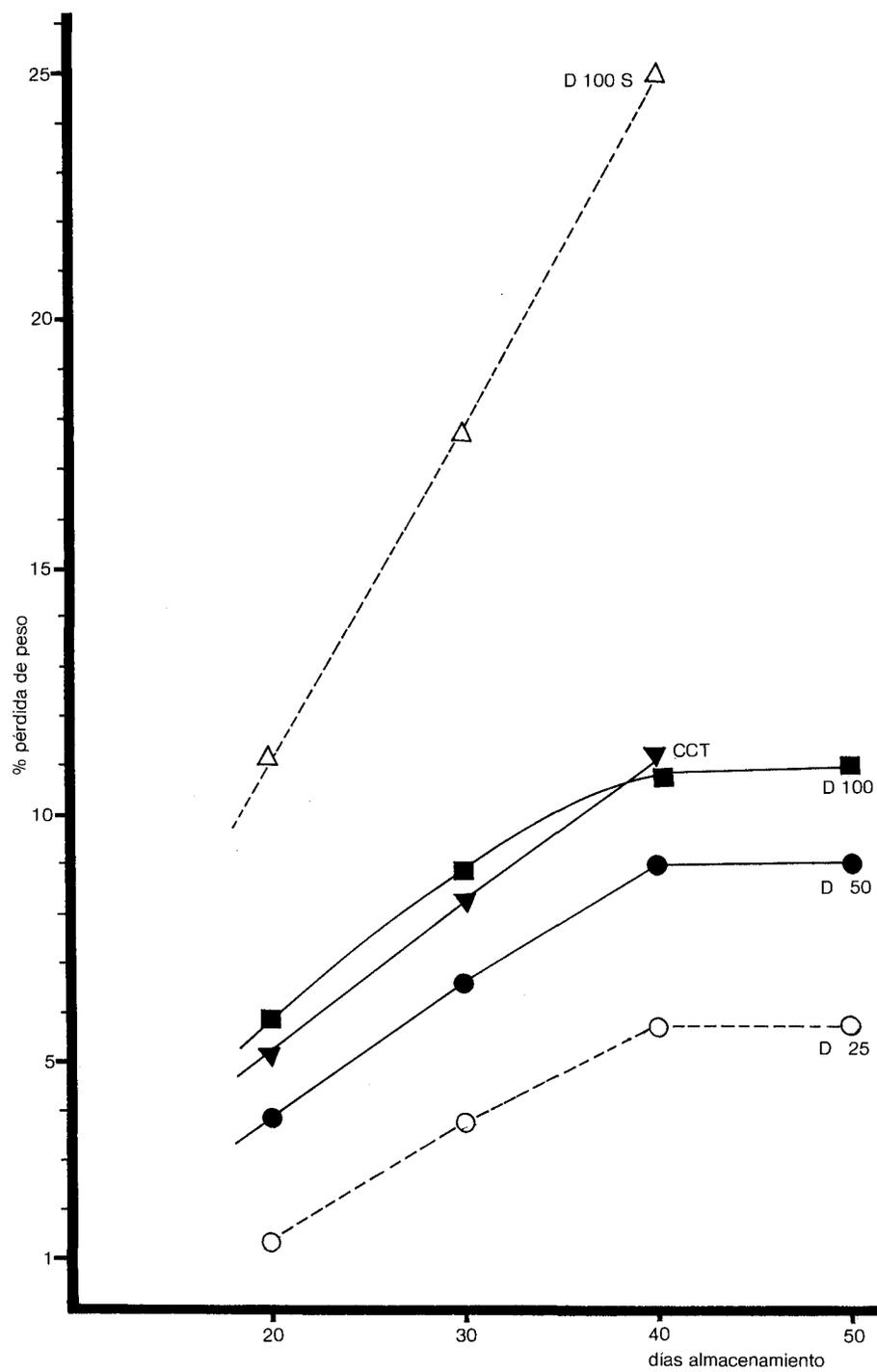


FIGURA N° 4: 1ª partida v. Fuerte - Pérdida de peso en el almacenamiento a temperatura ambiente.

Si se compara con la primera partida de var. Fuerte, ésta presenta un 6,5% más de lípidos, lo que indica un estado de madurez más avanzado.

#### ALMACENAMIENTO REFRIGERADO (7° C)

En la Figura N° 5 se observa el comportamiento de los distintos tratamientos de las paltas en el transcurso del almacenamiento. En este caso, el comportamiento fue mucho más malo que el de la primera partida de var. Fuerte, ya que sólo el control con film alcanzó un 65,9% de sanas a los 40 días de almacenamiento y únicamente el 15,9% llegó a los 50 días, contra 79,3% y 63,1% respectivamente, de la primera partida.

Todas las muestras irradiadas mostraron un deterioro mayor que el control, especialmente marcado a los 40 y 50 días de almacenamiento.

Las peores muestras fueron las que no tenían film de PVC, tanto la irradiada como la control, mostrando ambas un comportamiento muy similar a los 30 días. Esto estaría indicando que en el almacenamiento de las paltas con un estado de madurez más avanzado, el factor más importante es la protección con el film y que la irradiación en este caso es contraproducente.

Al igual que en la primera partida, los dos defectos principales que se presentaron fueron pudrición y la contaminación por hongos. Ambos efectos se presentan cuantitativamente similares en la mayoría de las muestras, siendo las menos afectadas, la muestra control, con film y sin irradiar (CCR).

Las paltas de esta partida se ablandaron mucho más rápidamente que la partida anterior, especialmente las muestras sin film que ya a los 20 días presentaron cierto grado de ablandamiento. Sin embargo, el ablandamiento no constituye el problema crítico, sino los defectos mencionados anteriormente, y la deshidratación.

Las paltas sanas se mantuvieron de color verde durante todo el transcurso del almacenamiento.

En el primer control, a los 20 días de almacenamiento, todas las muestras sin film de PVC presentaron deshidratación en distintos grados. En cambio las otras muestras no presentaron más que una leve deshidratación en el cuarto control, es decir, a los 50 días de almacenamiento.

Se observó una disminución de peso poco considerable y pareja en las muestras con film, siendo ésta mayor en las sin film de PVC en el segundo control. En el tercer y cuarto control no fue posible determinar las pérdidas de peso

de las muestras sin film ya que éstas no alcanzaron a soportar los 40 días de almacenamiento en buenas condiciones.

Las muestras control con film (CCR) presentaron la mejor conservación general, y menor pérdida de peso.

No se apreciaron problemas organolépticos en las paltas que se conservaron sanas, ni se detectaron diferencias entre las distintas muestras.

#### ALMACENAMIENTO A TEMPERATURA AMBIENTE

La segunda partida de la variedad Fuerte no resistió el almacenamiento a temperatura ambiente. Sólo un 14,1% del control con film llegó en buenas condiciones a los 20 días de almacenamiento. El 100% de las otras muestras presentó serios deterioros ya a los 20 días de almacenamiento.

Esto está indicando que a un mayor estado de madurez fisiológica, la conservación de palta, es más vulnerable y que la irradiación, tal como se observó en el caso del almacenamiento refrigerado, es contraproducente en paltas de avanzada madurez, ya que sólo el control no irradiado soportó algo mejor el almacenamiento.

Otro factor que hay que considerar en este caso, es el hecho de que la temperatura ambiente promedio de la época en que se controló esta partida es 10° C, superior a la temperatura promedio de la época en que se controló la primera partida.

#### DISCUSION

En los resultados del trabajo realizado se puede observar que la conservación de las paltas, independientemente del tratamiento a que se someta, depende fuertemente del grado de madurez. A mayor grado de madurez fisiológica, vale decir, cuanto más avanzada la época de cosecha, la conservación sería más dificultosa, al menos en la variedad Fuerte.

Por otra parte el film de PVC individual, es un factor decisivo en el mejoramiento de la conservación de las paltas, evitando principalmente la deshidratación excesiva.

La pérdida de peso durante el almacenamiento es significativamente mayor en los casos en que no tienen protección con film.

El efecto del tratamiento combinado de calor suave y dosis bajas de irradiación parece depender del estado de madurez fisiológica de las paltas y de la temperatura de almacenamiento. Es así como la primera partida se comportó mejor en el almacenamiento a 7° C en paltas irra-

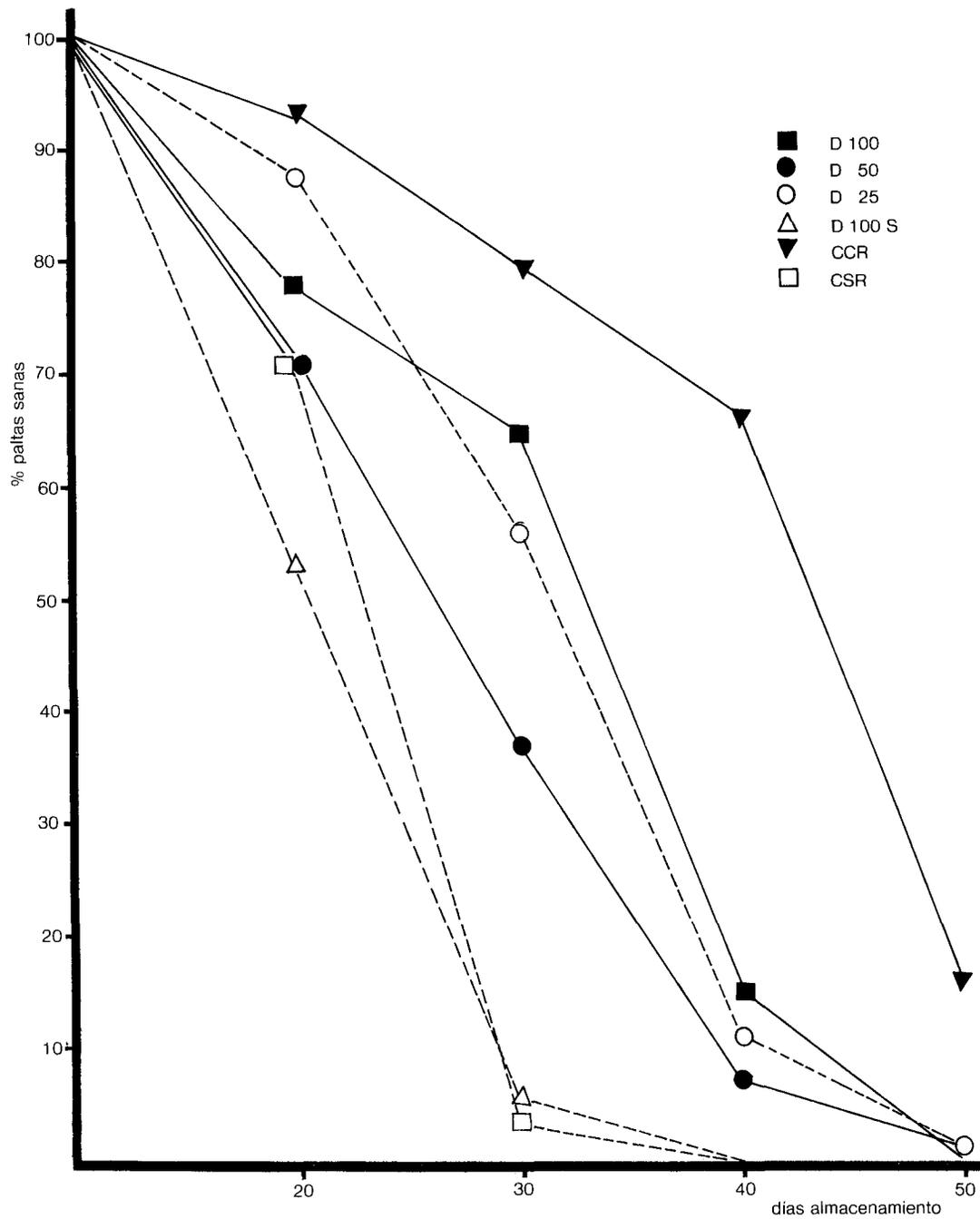


FIGURA N° 5: 2ª partida v. Fuerte - Almacenamiento refrigerado.

diadas con dosis de 25 Gy. En cambio, en la segunda partida que corresponde al estado de madurez más avanzado (fin de la temporada de cosecha), se comportaron mejor las muestras con film y sin irradiar, comparadas con las irradiadas; esto es, la irradiación ejercería un efecto positivo en la conservación de las paltas en la primera época de cosecha y es contraproducente cuando se trata de estados de madurez más avanzados.

En cuanto a las temperaturas de almacenamiento, no vale la pena considerar la temperatura ambiente ya que se limita mucho la conservación, comparada con el almacenamiento refrigerado, tanto en las muestras irradiadas como las sin irradiar.

En los casos en que la irradiación ejerce un efecto beneficioso, la dosis de irradiación más adecuada es la de 25 Gy que corresponde a la inferior de las tres dosis empleadas.

En cuanto a las propiedades organolépticas, las dosis de irradiación empleadas no alteran el sabor de la palta, lo que concuerda con otros datos de la literatura<sup>(6)</sup>.

De este trabajo se puede concluir que el tratamiento más indicado fue la combinación de calor suave e irradiación en dosis bajas (25 Gy), en paltas con bajo grado de madurez fisiológica (comienzo de temporada de cosecha), con film individual de PVC y almacenamiento refrigerado a 7° C.

A los 40 días de almacenaje se llega a mantener el 98,6% de las paltas sanas y en 50 días, el 85,5%. Esto se compara con las muestras de control sin irradiar que permanecieron en un 79,5% sanas, a los 40 días, y a los 50 días, un 63,5%.

Esto significa un incremento de 25% y 34%, respectivamente, para 40 y 50 días de almacenamiento, de la proporción de paltas sanas irradiadas con respecto al control sin irradiar.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer en forma muy especial, la colaboración en este trabajo del señor Juan Espinoza, de la Comisión Chile-

na de Energía Nuclear y de las señoras Emilia Hiche, Carmen León y María Angélica Pantoja del Instituto de Investigaciones Tecnológicas.

#### BIBLIOGRAFIA

1. ASTM A1671-72. *Standard method of test for absorbed gamma radiation dose in the Fricke dosimeter.*
2. BRODRICK, H.T.; THOMAS, A.C. *Radiation preservation of subtropical fruits in South Africa.* IAEA-SM-221/49. *En Food Preservation by Irradiation, Vol. 1, IAEA, Vienna, 1978.*
3. BRODRICK, H.T.; VAN DER LINDE, H.J. *Technological feasibility studies on combination treatments for subtropical fruits.* IAEA-SM-250/19. *En Combination Processes in Food Irradiation, IAEA, Vienna, 1981.*
4. DIEHL, J.F. *Effects of combination processes on the nutritive value of food.* IAEA-SM-250/28. *En Combination Processes in Food Irradiation, IAEA, Vienna, 1981.*
5. KAHAN, R.S. et al. *Effect of radiation on the ripening of bananas and avocado pears.* PL-193/3. *En Preservation of Fruit and Vegetable by Irradiation, IAEA, Vienna, 1968.*
6. STEWART, A.B.; THOMAS, A.C. *The use of radiation combined with various complementary treatments in the delay of avocados.* *Food Industries of South Africa, March, 1975.*
7. THOMAS, P.; JANAVE, M.T. *Polyphenol oxidase activity and browning of mango fruits induced by gamma irradiation.* *Journal of Food Science, Vol. 38, 1973.*
8. VAS, K. *Technological feasibility of combination treatments.* IAEA-SM-250/39. *En Combination Processes in Food Irradiation, IAEA, Vienna, 1981.*
9. YOUNG, E.R. *Effect of ionizing radiation on respiration on ethylene production of avocado fruit.* *Nature, March, 1965.*
10. ZAUBERMAN, G. et al. *Prolongation of the post-harvest ripening of avocado pears.* *Research Laboratories Annual Report, Israel Atomic Energy Commission, 1968.*
11. FOOD IRRADIATION. *Progress in food irradiation in South Africa.* Inf. N° 6, 1976.
12. FOOD IRRADIATION. *National Report. South Africa (1975-1977).* Inf. N° 9, 1978.