

*Estudio de tres metodos de empaque para la conservacion de platanos verdes**

MERYLIN MARIN LARREAL**,
EQVALDO HERNANDEZ PEREZ***

RESUMEN

Siendo el plátano un elemento básico en la dieta de los venezolanos, es importante que se investigue su fisiología post-cosecha a fin de determinar las condiciones de almacenamiento más adecuado con miras a resolver los problemas relacionados con el mercado de esta fruta.

En este trabajo se compararon tres métodos de empaque para la conservación de plátanos verdes. Los métodos comparados fueron frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno, frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno conteniendo KMnO_4 y frutas sin empacar. Los tres métodos se ensayaron a 3°C, 15°C, 20°C, 27°C y a 30°C. Se determinaron las diferencias que se presentan en la relación pulpa/cáscara, en la textura de la pulpa, en el contenido de almidón y en el contenido de azúcares reductores en la pulpa de plátanos almacenados a medida que ocurre el proceso de maduración. El contenido de almidón se determinó por el método de la A.O.A.C. con algunas modificaciones y el contenido de azúcares reductores por el método de Somogyi y Nelson modificado. Durante el período de almacenamiento el contenido de azúcares reductores en la pulpa de plátanos almacenados aumentó de 0,004 a 0,054 por ciento a 3°C, de 0,004 a 0,584 por ciento a 15°C; de 0,004 a 0,468 por ciento a 27°C y de 0,004 a 0,674 por ciento a 30°C. El contenido de almidón disminuyó de 92,1 a 86,2 por ciento a 3°C; de 92,1

* Recibido para su publicación el 14-1-1978. Trabajo financiado por CONICIT a través de su programa de financiamiento de tesis de pre y post grado.

** Estudiante del último año de Agronomía.

*** Ph.D. Profesor de Bioquímica. Facultad de Agronomía. Apdo. 526. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

a 3,3 por ciento a 15°C y de 93,0 a 1,1 por ciento a 30°C. La relación pulpa/cáscara aumentó de 1,1 a 2,1 a 3°C; de 1,1 a 2,8 a 15°C, de 1,4 a 4,3 a 27°C; de 1,5 a 2,6 a 20°C y de 1,6 a 3,3 a 30°C. Los valores de la textura de la pulpa (expresados en Kg/cm²) variaron de 7,2 a 5,0 a 3°C, de 7,6 a 1,9 a 15°C; de 7,3 a 2,2 a 20°C y de 7,1 a 0,6 a 30°C. Las pérdidas de peso fueron mayores en las frutas sin empacar que en las frutas empacadas, con o sin KMnO₄ básico, y a medida que la temperatura estudiada fué más alta las pérdidas de peso fueron también mayores.

Las frutas almacenadas a 3°C no maduraron. De las frutas sin empacar, las almacenadas a 15°C, comenzaron a madurar a los nueve días; las almacenadas a 20°C, a los seis días; las almacenadas a 27°C tardaron de seis a nueve días en madurar y las almacenadas a 30°C, de cinco a seis días.

De las frutas empacadas, con o sin KMnO₄, las almacenadas a 27°C tardaron de doce a dieciocho días en madurar y las almacenadas a 30°C de cinco a doce días. Las frutas empacadas a 15°C y a 20°C, sin KMnO₄ básico, comenzaron a madurar a los doce días y las empacadas a 15°C, con KMnO₄ básico, a los dieciseis días aún no habían comenzado a madurar.

ABSTRACT

In Venezuela plaitain is a staple food. Postharvest studies of this fruit should lead to the establishment of optimal storage conditions and solve some of the marketing problems.

Three packing methods for the storage of green plantains were studied: fruits packed in polyethylene bags, fruits packed in polyethylene bags containing basic KMnO₄ and unpacked fruits. Experiments were carried out at 3°C, 15°C, 20°C, 27°C and 30°C. Pulp/skin ratio, pulp texture, starch content and reducing sugars content in the pulp were measured. Starch was determined by a modified A.O.A.C. method and reducing sugars by a modified Somogyi and Nelson method.

Reducing sugars increased from 0,004 to 0,054 per cent, during storage at 3°C from 0,004 to 0,584 per cent, at 15°C; from 0,004 to 0,468 per cent, at 27°C and from 0,004 to 0,674 per cent, at 30°C. Starch decreased from 92,1 to 86,2 per cent, at 3°C; from 92,1 to 3,3 per cent, at 15°C and from 93,0 to 1,1 per cent, at 30°C. Pulp/skin ratio increased from 1,1 to 2,1, at 3°C from 1,1 to 2,8 at 15°C; from 1,4 to 4,2 at 27°C; from 1,5 to 2,6, at 20°C and from 1,6 to 3,3, at 30°C. Pulp texture (in Kg/cm²) varied from 7,2 to 5,0, at 3°C; from 7,6 to 1,9, at 15°C; from 7,3 to 2,2, at 20°C and from 7,1 to 0,6, at 30°C. Weight losses were higher for unpacked than for packed fruits, with or without basic KMnO₄. Weight losses increased with increasing temperature.

At 3°C there was no ripening of the fruits. For unpacked fruits, those stored at 15°C started ripening in 9 days; those stored at 20°C, in 6 days; fruits stored at 27°C ripened in 6 a 9 days; fruits stored at 30°C in 5 to 6 days.

For packed fruits, with or without basic KMnO_4 , those stored at 27°C ripened in 12 to 18 days and those stored at 30°C in 5 to 12 days. Packed fruits stored at 15°C and 20°C, without basic KMnO_4 , started ripening in 12 days and ripening of fruits stored at 15°C, with basic KMnO_4 , had not started ripening after 16 days.

INTRODUCCION

La superficie cosechada de plátanos en Venezuela para el año de 1976 fué de 57.542 Has. La producción, para ese mismo año, fué de 369.728 TM y el rendimiento osciló entre 5,88 y 6,75 TM/Ha (32). El plátano es un producto de consumo masivo en nuestro país (33) y su consumo anual per caput, para 1975, se estimó en 31,5 Kg en la zona rural y en 46,0 Kg en la zona urbana (33).

Siendo el plátano un elemento básico en la dieta de los venezolanos como fuente de carbohidratos, minerales y vitaminas (34) es importante que paralelamente a la investigación que se realiza en la región con miras a resolver los problemas relacionados con la producción se investigue su fisiología post-cosecha con el objeto de seleccionar las condiciones de almacenamiento más adecuadas para reducir las pérdidas después de la cosecha, aumentar la distribución y mejorar la calidad del producto ofrecido en los mercados.

En el presente trabajo se realizaron tres experimentos donde se compararon tres métodos de empaque para la conservación de plátanos verdes.

Estos métodos de empaque fueron frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno, frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno conteniendo KMnO_4 básico y frutas sin empacar (control). Los métodos se ensayaron a 3°C, 15°C, 20°C, 27°C, y a 30°C con el fin de medir las diferencias en los cambios físicos y químicos que pudieran ocurrir en las frutas almacenadas.

REVISION BIBLIOGRAFICA

Los cambios que ocurren durante la maduración de plátanos y cambures han sido descritos por Palmer (14), Simmonds (28) y Von Loesecke (35).

Hernández (7) señala la escasez de investigación sobre el almacenamiento de plátanos verdes, en contraste con la abundante investigación existente sobre el almacenamiento de cambures verdes. También indica la estrecha relación botánica entre estos dos grupos de musáceas. Thompson *et al* (30) comentan que el comportamiento de los plátanos al madurar es generalmente similar al de los cambures excepto que el contenido de almidón de los plátanos es mayor que el de los cambures (35) y que sus temperaturas óptimas de maduración son más altas que para cambures (19). Por lo antes expuesto, además de las investigaciones sobre el almacenamiento de plátanos verdes se citan las investigaciones sobre el almacenamiento de cambures verdes relacionados con el presente trabajo.

Fidler (3) comenta que el período de almacenamiento de muchas frutas puede prolongarse con el uso de atmósferas controladas, pero que este tipo de almacenamiento puede resultar inadecuado para aquellas frutas que deben almacenarse a temperaturas superiores a los 10°C, como es el caso de plátanos y cambures (21, 22, 25), debido a que el etileno endógeno, producido por las frutas maduras o por las frutas en proceso de maduración, bajo condiciones de atmósferas controladas se acumulan en mayores concentraciones que en el aire, estimula la maduración de las frutas verdes (estado preclimático). El observó que cambures de Jamaica almacenados en atmósferas controladas a 12°C maduraron anormalmente.

Smith (20), en una revisión bibliográfica sobre el efecto de los niveles de anhídrido carbónico y de oxígeno sobre la maduración de cambures y otras frutas, concluyó que el almacenamiento en atmósferas controladas retarda el inicio de la maduración de cambures en estado preclimático pero no en aquellas frutas cuyo proceso de maduración se haya iniciado. Lo cual confirma lo encontrado por Fiddler (3).

Scott *et al* (25) comenta que en la cosecha comercial de bananas no es posible asegurar que todas las frutas tengan el mismo estado de madurez y que en una travesía larga algunas frutas pueden iniciar el proceso de maduración, presentándose el problema expuesto por Fidler (3) y Smith (20), el etileno endógeno liberado por las frutas en proceso de maduración induce la maduración en las frutas en estado preclimático. Este hecho, probablemente explique el que los experimentos sobre almacenamiento en atmósferas controladas bajo condiciones de laboratorio fueron satisfactorios, mientras que los ensayos de transporte marítimo bajo condiciones comerciales fallaron.

Liu (9) considera que posiblemente fué Duellin el primero en señalar el potencial del almacenamiento en polietileno de cambures durante el embarque. Scott *et al* (24), Smock (24) y Liu (9) hacen notar que el uso de bolsas selladas de polietileno constituye un tipo simple de almacenamiento en atmósfera controlada. Ellos enfatizan lo expuesto por Fidler (3) y Smith (20) de que en este tipo de almacenamiento la maduración de las bananas verdes se inicia con el etileno endógeno producido por las frutas maduras o por aquellas frutas que por daños presenten una maduración prematura, (Peacock (13) demostró que los daños mecánicos en cambures reducen el período preclimático de éstos, es decir, aceleran su proceso de maduración). Sin embargo eliminando el etileno acumulado en las bolsas, el estado preclimático de los cambures puede alargarse, siempre que no se haya iniciado el proceso de maduración.

Smock (24), en su trabajo sobre métodos de almacenamiento de cambures encontró que cambures Lacatan y Dwarf Cavendish empacados en bolsas selladas de polietileno a temperatura ambiente (21,1°C a 35°C) permanecieron verdes por un período de 7 a 10 días. El recomienda no mantener las frutas en las bolsas selladas por largos períodos (mayores de 7 a 10 días), ya que se producen serios deterioros y no siempre las frutas maduran uniformemente. El observó que atmósferas con bajos niveles de oxígeno (2 a 3 por ciento) redujeron los daños por frío (chilling) en las frutas mantenidas a temperaturas inferiores a 12,0°C, sin embargo las frutas no eran comercializa-

bles. En uno de sus experimentos, Smock (24) utilizó carbón de coco activado con bromo (20 por ciento en peso) para absorber el etileno acumulado en las bolsas selladas. Este material resultó efectivo retardando el inicio del proceso de maduración, pero resultó poco práctico debido a que fué altamente corrosivo después de absorber humedad causando serios daños en la cáscara de las frutas.

Scott *et al* (25) ensayaron seis métodos de empaque para la conservación de cambures verdes (variedad Willians) a 14,4°C. Los métodos ensayados fueron: 1) frutas empacadas en bolsas de polietileno, 2) frutas empacadas en bolsas de polietileno conteniendo KMnO_4 , 3) frutas empacadas en bolsas de polietileno conteniendo Ca(OH)_2 , 4) frutas empacadas en bolsas de polietileno conteniendo $\text{KMnO}_4 + \text{Ca(OH)}_2$, 5) Control a. Frutas empacadas en cajas de cartón sin polietileno y 6) Control b. Frutas empacadas en cajas de cartón con polietileno perforado sin sellar. Ellos midieron las concentraciones de anhídrido carbónico y de oxígeno en las bolsas selladas y encontraron que el KMnO_4 redujo las concentraciones de etileno; el rango de la concentración de etileno en las bolsas que contenían KMnO_4 fué de 0,004 a 0,93 ppm y en las bolsas que no contenían KMnO_4 fué de 0,06 a 8,90 ppm, el Ca(OH)_2 redujo la concentración de anhídrido carbónico, el rango de la concentración de anhídrido carbónico en las bolsas que contenían Ca(OH)_2 fué de 1,3 a 9,5 por ciento y en las bolsas que no contenían Ca(OH)_2 fué de 2,8 a 20,7 por ciento. Las frutas de los controles estaban maduras a los 16 días de almacenamiento mientras que todas las frutas empacadas permanecían verdes. Las bananas empacadas en bolsas selladas conteniendo KMnO_4 y $\text{KMnO}_4 + \text{Ca(OH)}_2$ fueron más firmes que el resto de las frutas después de 29 días de almacenamiento, lo cual se acentuó más a los 38 días de almacenamiento.

Liu (9) realizó dos experimentos con cambures Dwarf Cavendish. En el primer experimento comparó cuatro métodos de empaque: 1) Control: Cuatro dedos sin empacar; 2) Dos manos verdes empacadas en bolsas selladas de polietileno; 3) Una mano verde y una mano madura empacadas en bolsas selladas de polietileno; 4) Igual que el 3, pero, conteniendo cuatro bolsas de Purafil (25 g cada bolsa) y midió la concentración de etileno en las hojas selladas. En el segundo experimento comparó los siguientes métodos de conservación: 1) Control: frutas al aire; 2) frutas verdes y en proceso de maduración al aire libre; 3) frutas igual que el 2 pero conteniendo una columna de 30,58 cm x 2,54 cm de Purafil entre las frutas verdes y las frutas maduras. En el primer experimento las frutas de los controles tardaron 8 días en madurar, las frutas de los tratamientos 2 y 3 comenzaron a madurar después de los 9 días y las frutas del tratamiento 4 comenzaron a madurar después de 10 días. En el segundo experimento las frutas del tratamiento 2 tardaron 6 días en comenzar a madurar y las frutas de los tratamientos 1 y 3 tardaron 15 días en comenzar a madurar. Lo cual demostró la acción protectora del Purafil. En el tratamiento 4 no detectó etileno y las frutas permanecían aún verdes a los 8 días de almacenamiento, las frutas de los tratamientos 2 y 3 también permanecían verdes aunque detectó 2 y 7 ppm de etileno respectivamente. Esto se debió probablemente a las bajas concentraciones de oxígeno y a las altas concentraciones de anhídrido carbónico presentes en las bolsas. Burg y Burg (2) citan que bajas concentraciones de oxígeno inter-

fieren la acción del etileno y demostraron que el anhídrido carbónico es un inhibidor competitivo de la acción del etileno.

Hernández (7) realizó varios experimentos sobre el almacenamiento de plátanos verdes (cultivares Maricongo y Guayamero). Los experimentos fueron: 1) Almacenó racimos de plátanos verdes en cámaras a 7,2°C y 12,8°C, con porcentajes de humedad relativa entre 86 y 90 por ciento. 2) Almacenó mano de plátanos verdes en bolsas de polietileno selladas y perforadas a temperatura ambiente (29,4°C) y a 12,8°C. En las bolsas selladas colocó diferentes cantidades de Purafil (50, 100, 200 y 300 g por bolsa) y las comparó con un control y con bolsas selladas sin Purafil y 3) Almacenó racimos a 12,8°C y a 29,4°C en bolsas de polietileno selladas conteniendo 200 g de Purafil por bolsa. Los racimos fueron tratados previamente con una solución de Tiobendazol (200 ppm) durante 2 minutos. En el primer experimento observó que las frutas almacenadas a 7,2°C presentaban manchas oscuras y otros daños por frío después de 12 días de almacenamiento y las frutas almacenadas a 12,8°C mostraron una falsa madurez, lo cual coincide con lo observado por Fidler (3). En el segundo experimento encontró que las manos almacenadas en las bolsas con niveles de 100, 200 y 300 g de Purafil permanecieron verdes durante 17 días, las manos empacadas en las bolsas selladas sin Purafil y en las bolsas perforadas tardaron 11 días en alcanzar el climaterio y las frutas de las manos sin empacar tardaron 9 días en alcanzar el climaterio. En el tercer experimento consiguió alargar el estado preclimaterio de las frutas de los racimos almacenados en bolsas selladas de polietileno conteniendo 200 g de Purafil a 29,4°C de 17 a 25 días, el control tardó 6 días en madurar y las frutas de los racimos empacados de la misma manera a 12,8°C permanecieron verdes durante 55 días, el control tardó 18 días en madurar. Thompson *et al* (30) investigaron la influencia del estado de madurez en el momento de la cosecha, del método de empaque utilizado durante el transporte, de los tratamientos con fungicidas y de las condiciones de almacenamiento sobre la conservación de la calidad de los plátanos. Ellos observaron que las frutas transportadas en racimo maduraron más rápidamente (22,1 a 22,7 días) que las transportadas como manos (23,5 a 24,1 días) y que las transportadas como dedos (26,5 días). Encontraron diferencias significativas entre las frutas almacenadas como manos y las frutas almacenadas como dedos en cuanto a maduración. La aplicación del fungicida Tiobendazol retardó la maduración de los plátanos entre 2,2 y 3,3 días en comparación con el testigo, siendo el efecto directamente proporcional a la concentración del fungicida (Tiobendazol).

Las frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno a temperatura ambiente (26°C a 34°C) tardaron más tiempo en madurar (36,1 días) que las frutas sin empacar (14,6 días) y que las frutas empacadas en bolsas perforadas de polietileno (26,1 días).

Podemos observar que solo fué posible presentar dos trabajos sobre la conservación de plátanos verdes, lo cual confirma lo señalado por Hernández (7) de escasez de trabajos sobre el almacenamiento de plátanos verdes.

En los trabajos presentados podemos notar que el problema de la conservación de plátanos y cambures en estado verde comienza desde antes de la

cosecha, la literatura señala (28, 35) que las frutas provenientes de plantas enfermas maduran más rápidamente.

Por lo tanto, deducimos que para ofrecer un producto de buena calidad en los mercados y reducir las pérdidas después de la cosecha en plátanos y cambures, los racimos se deben cosechar de plantaciones en buen estado fitosanitario, con las frutas en un estado de desarrollo adecuado, reduciendo al mínimo los daños mecánicos, previniendo el ataque de los patógenos (4) y eligiendo las condiciones de almacenamiento más adecuadas.

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron tres experimentos. El primer experimento se realizó en el laboratorio del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, Maracaibo, Estado Zulia, desde el 3 al 21 de Junio de 1976. El segundo y tercer experimento se realizaron en el Laboratorio de Fisiología Post-Cosecha de la Estación Experimental de FUSAGRI, Cagua, Estado Aragua desde el 1 al 16 de septiembre y desde el 16 de septiembre al 16 de octubre de 1976 respectivamente.

Material experimental.

En todos los experimentos se utilizaron plátanos del clon Harton, *Musa* spp (Grupo AAB, subgrupo plátano) Cv "Harton", cuyas características han sido descritas, por Simmonds (28) y Haddad y Borges (6).

Los plátanos utilizados en el primer experimento provinieron de la parcela experimental "El Moralito" del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, situada en el Moralito, Km 28 de la carretera a Santa Bárbara del Zulia, Distrito Colón, Estado Zulia.

En los otros dos experimentos los plátanos utilizados provinieron de una plantación comercial, Fundo La Esperanza de la Compañía Anónima Bananera Venezolana, situado en la carretera Morón-San Felipe, El Guayabo, Distrito Bolívar, Municipio Marín, margen derecha del Río Yaracuy, Estado Yaracuy.

Procedimiento Experimental.

En la tabla 1 se presenta el procedimiento seguido en cada experimento.

El transporte refrigerado, en el experimento uno, se realizó en cava refrigerada, usando anime como aislante, para evitar el contacto directo de las frutas con el hielo y, por consiguiente, daños por el frío. Durante el transporte sin refrigeración (experimentos dos y tres) se cubrieron los racimos con un encerado, para evitar la exposición directa de las frutas a los rayos solares y, en consecuencia, daños por el sol.

Antes de realizar la asignación de los tratamientos se lavaron las frutas con el objeto de eliminar el latex y el sucio de la superficie. Los plátanos

del primer experimento se lavaron con una solución de hipoclorito de sodio al 1 por ciento y los plátanos de los otros dos experimentos se lavaron solo con agua.

En todos los experimentos el diseño experimental utilizado fué el totalmente aleatorizado con arreglo factorial. Los factores estudiados fueron la posición de la mano en el racimo, la temperatura de almacenamiento y el método de empaque (Tabla 2). El número total de observaciones, el número de frutas por cada observación y el número de observaciones por tratamiento se presentan en la Tabla 2.

Las bolsas de polietileno utilizadas para el empaque fueron de 0,007 mm de espesor. La capacidad de las bolsas utilizadas en los experimentos uno y dos, fué de 2 Kg y la capacidad de las bolsas utilizadas en el tercer experimento fué de 5 Kg.

El absorbente de etileno utilizado fué KMnO_4 básico, el cual se preparó saturando vermiculita con KMnO_4 al 10 por ciento en solución de KOH al 1 por ciento. En cada bolsa para los tratamientos con absorbente de etileno, se colocaron 20 g de vermiculita saturada con KMnO_4 básico en papel toallín.

Las temperaturas estudiadas en el primer experimento se consiguieron colocando las frutas en la cava (4°C) y en el laboratorio del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Universidad del Zulia (27°C). En los otros dos experimentos las temperaturas estudiadas se consiguieron con cámaras de refrigeración de temperatura controlada, modelo Hot Pack 8102, del Laboratorio de Fisiología Post-Cosecha de la Estación Experimental de Cagua, FUSAGRI. Como no fué posible controlar la humedad relativa en las mencionadas cámaras, ésta se midió con medidor de humedad modelo Hygrometer, llevando un registro diario.

Durante el período de almacenamiento en los diferentes ensayos se realizaron varios muestreos (Tabla 1) con el objeto de determinar el efecto de los tratamientos sobre las frutas almacenadas. En cada muestreo se tomaron dos muestras de cada tratamiento y se midieron las variables establecidas (Tabla 1). Cuando las muestras estaban aún verdes o no estaban completamente maduras (experimento tres) se muestrearon uno o dos plátanos de la mano y el resto se pasó a la cámara a 30°C y 62 por ciento de humedad relativa, hasta que los plátanos maduraron completamente con el fin de observar el efecto de los tratamientos sobre la maduración de las frutas almacenadas.

Debido a que no fué posible realizar inmediatamente las determinaciones químicas en la pulpa de los plátanos muestreados en el tercer experimento, la pulpa se conservó congelada en bolsas plásticas, debidamente identificadas, en la cava (-23°C) del laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, Maracay, Estado Aragua para su análisis posterior en el Laboratorio del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia. Las muestras fueron congeladas inicialmente en el congelador del Laboratorio de Fisiología Post-Cosecha de FUSAGRI. El transporte de las

muestras congeladas desde Cagua hasta Maracay se realizó en nevera de anime con hielo seco y el transporte de dichas muestras desde Maracay hasta Maracaibo, se realizó en cava refrigerada con hielo seco. Las muestras se almacenaron en Maracaibo a -10°C en neveras incubadoras de baja temperatura.

Métodos analíticos.

1.— Métodos físicos.

Preparación de la muestra

La pulpa de los plátanos muestreados en el primer experimento se cortó en rodajas finas y éstas se secaron a 70°C . Las rodajas secas se trituraron en un mortero hasta obtener un material fino. Este material se molió en un molino Wiley de cuchilla usando un tamiz N° 80.

Debido a que al descongelar los productos vegetales su descomposición es sumamente violenta (8), las muestras del tercer experimento no se sacaron previamente, sino que se licuaron con el objeto de homogeneizarlas. En el caso de las muestras de frutas verdes o de frutas en proceso de maduración se añadió agua destilada en la proporción de 1: 1 para poder licuarlos.

Humedad.

La humedad se determinó secando las muestras al vacío (70°C , 650 mm de Hg) hasta peso constante según el método de la A.O.A.C. (1). En el caso de las muestras congeladas, el homogeneizado se mezcló con arena de mar purificada para aumentar la superficie de la pasta y asegurar la eliminación del agua.

Textura de la pulpa.

La textura de la pulpa de los plátanos almacenados se midió con un penetrómetro, modelo Universal Tester, expresando los resultados en Kg/cm^2

Relación pulpa/cáscara.

La relación pulpa/cáscara de los plátanos almacenados se determinó pesando la cáscara y la pulpa en el momento del muestreo.

Color de la cáscara

El color de la cáscara de las frutas almacenadas se determinó en forma visual. En los experimentos uno y dos la escala de color fué arbitraria, clasificando las frutas en verdes, amarillas color miel y la mezcla de estos colores. En el experimento tres se usó la escala de colores *Farbenbestimmung* para ensayos biológicos (16).

Pérdidas de peso

La pérdida de peso de las frutas almacenadas se determinó pesando los plátanos al inicio de cada experimento y en el momento del muestreo.

2.— Métodos químicos.

Azúcares reductores

Los azúcares reductores de la pulpa de los plátanos se extrajeron con etanol al 99 por ciento según el método de la A.O.A.C. (1) con algunas modificaciones y se determinaron por el método de Somogyi y Nelson modificado (5). Los métodos modificados se describen a continuación.

Extracción. La extracción de los azúcares reductores de la pulpa de los plátanos del primer experimento se hizo del modo siguiente. Se pesó alrededor de 0,8 g de la harina (molida y pasada por tamíz N° 80), se colocó en el extractor de grasa y se extrajo durante 12 horas en baño María con 50 ml de etanol al 99 por ciento, neutralizado en CaCO_3 . A las 12 horas se procedió a recuperar el alcohol de los extractos dejando un volumen de 10 ml aproximadamente. Luego se eliminó el alcohol de los extractos agregando agua destilada y evaporando por calentamiento a 70°C. El extracto (sin alcohol) se diluyó a volumen conveniente (a 10 ml los extractos de frutas maduras o en proceso de maduración). De esta dilución se tomó una alícuota para la determinación de los azúcares reductores. La extracción de los azúcares reductores de la pulpa de los plátanos del tercer experimento se hizo del modo siguiente. Se pesó 1,5 g del homogeneizado, se le añadió 20 ml de etanol al 99 por ciento y 0,26 gramos de CaCO_3 para neutralizar la acidez. Se colocó en baño María tapado durante 30 minutos, agitando frecuentemente. Pasados los 30 minutos se filtró, recogiendo el filtrado en balón volumétrico de 50 ml. Este filtrado inicial se guardó en la cava (4°C), debidamente identificado. El residuo insoluble de la filtración, en el mismo papel de filtro, se colocó en el extractor de grasa y se extrajo con 30 ml de etanol al 99 por ciento durante 12 horas en baño María. A las 12 horas se transfirió el extracto cuantitativamente al balón volumétrico donde se había recogido el filtrado inicial, el residuo insoluble de la extracción se secó a 50°C durante 4 horas y se guardó para la determinación de almidón. Al extracto final se le agregó 3 ml de acetato de uranilo al 5 por ciento para precipitar las proteínas, se completó a 50 ml con etanol al 99 por ciento, se mezcló bien, se centrifugó y del sobrenadante se tomó una alícuota para la determinación de los azúcares reductores. El resto de la dilución y del sobrenadante se utilizó para recuperar el alcohol.

Almidón

El almidón se hidrolizó calentando la muestra con HCl 0,7 N a reflujo durante 2,5 horas en baño María según el método de la A.O.A.C. (1) con algunas modificaciones. El contenido de almidón se calculó a partir de los equivalentes de glucosa producidos determinados por el método de Somogyi y Nelson modificado (5).

Preparación del residuo insoluble de la extracción de los azúcares reductores para la hidrólisis. Al residuo insoluble de la extracción de azúcares, secado parcialmente a 50°C durante 4 horas, se le determinó el peso. Este residuo se homogeneizó, moliéndolo en un mortero, y se pesó alrededor de 35 mg (para residuos de muestras de plátanos verdes) y alrededor de 70 mg (para

residuos de muestras de plátanos maduros o en proceso de maduración) en un tubo de ensayo de 25 x 150 mm y el resto del residuo se le determinó el contenido de humedad según el método de la A.O.A.C. (1). A la muestra en el tubo de ensayo se le añadió alrededor de 200 mg de arena de mar purificada y 5 ml de agua destilada, se mezcló bien con varilla de vidrio durante 15 minutos hasta que se gelatinizó el almidón. Se dejó enfriar a temperatura ambiente. Una vez frío, se le añadió rápidamente 5 ml de HClO_4 al 60 por ciento. La muestra se frotó contra las paredes del tubo de ensayo con la varilla de vidrio durante un minuto. El molido se repitió durante 30 minutos. Pasados los 30 minutos se transfirió cuantitativamente con agua destilada a un balón volumétrico de 100 ml. Se le añadió 3 ml de acetato de uranilo al 5 por ciento para precipitar las proteínas, se completó, el volumen a 100 ml con agua destilada, se mezcló bien y se centrifugó una porción de la mezcla. Del sobrenadante se pasaron 10 ml a un tubo de ensayo de 25 x 150 mm.

Hidrólisis. A los 10 ml del sobrenadante en el tubo de ensayo se le añadieron 1,2 ml de HCl 6 N. Se tapó con un crisol y se colocó en baño María durante 2,5 horas. Pasadas las 2,5 horas se dejó enfriar a temperatura ambiente y se transfirió cuantitativamente con agua destilada a un balón volumétrico de 50 ml. Se le añadió una gota de rojo de fenol y se neutralizó con NaOH 1 N. El exceso de color se eliminó con unas gotas de ácido oxálico 0,1 N. Se completó el volumen a 50 ml con agua destilada y se mezcló bien. De esta dilución se tomó una alícuota para la determinación respectiva.

Análisis estadísticos

Los datos se analizaron de acuerdo al diseño utilizado, a través de análisis de varianza de los tratamientos, comparación de promedios por Tukey y análisis de regresión (15). Para poder realizar el análisis estadístico de los datos expresados en porcentaje, estos se transformaron a ángulo aplicando la transformación del arcoseno de la raíz del porcentaje (29).

RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presenta el efecto de los factores estudiados sobre cada una de las variables medidas en función del tiempo de almacenamiento.

Almidón

En la tabla 3 se presentan los promedios del contenido de almidón en la pulpa de plátanos almacenados (experimento tres) para los diferentes días de muestreo.

En el muestreo inicial se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (Tabla 3). Sin embargo, el rango de variación del contenido de almidón en la pulpa de las frutas muestreadas en este día osciló entre 89,0 y 93,0 por ciento. Como el contenido de almidón encontrado en las frutas maduras fué de 1,5 a 12,2 por ciento, consideramos que, en plátanos verdes, estas diferencias detectadas por el análisis de varianza no son significativas. El contenido de almidón de las frutas almacenadas a

15°C y a 30°C disminuyó al avanzar el proceso de maduración, mientras que en las frutas almacenadas a 3°C prácticamente no hubo hidrólisis de almidón a azúcares. Esto se debió al daño por frío (chilling) causado por la baja temperatura. Entre otros desórdenes fisiológicos, este daño por frío impide la maduración de frutas preclimáticas y en frutas que estén madurando retarda considerablemente este proceso, produciendo un tipo de maduración anormal (7, 8, 10, 22, 35). El mecanismo de la hidrólisis enzimática del almidón se ve particularmente afectado por el daño por frío (35). Por lo tanto podemos pensar que esta fué la causa por la cual el contenido de almidón en las frutas empacadas, almacenadas a 3°C, permaneció casi constante durante todo el período de almacenamiento. Sin embargo, podemos observar (Figura 1) que el contenido de almidón en las frutas sin empacar tendió a disminuir al final del período de almacenamiento, particularmente a partir de los 12 días. Este resultado coincide con el observado por Sánchez Nieva y colaboradores (21) al almacenar plátanos verdes a temperaturas que causan daños por frío (7°C y 13°C). En las frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno, con o sin KMnO_4 , no se observó el mismo comportamiento que en las frutas sin empacar. En las frutas empacadas se observó una subida anormal del contenido de almidón a los 12 días de almacenamiento. Como las muestras fueron diferentes en los distintos muestreos, este aumento en el contenido de almidón podría atribuirse a la heterogeneidad de las muestras, ya que no es lógico esperar que el contenido de almidón aumente durante la maduración.

En las frutas almacenadas a 15°C (Tabla 3) el contenido de almidón disminuyó considerablemente a medida que el proceso de maduración avanzó; este es el proceso normal (14, 28, 35). En la Figura 2 podemos notar que en las frutas empacadas sin KMnO_4 hubo un aumento anormal del contenido de almidón a los 19 días de almacenamiento. Esto podría atribuirse a la heterogeneidad de las muestras, ya que lo normal es un descenso en el contenido de almidón. En las frutas sin empacar la hidrólisis enzimática del almidón fué mayor que en las frutas empacadas y en las frutas empacadas sin KMnO_4 la hidrólisis fué mayor que en las frutas empacadas con KMnO_4 .

En las frutas almacenadas a 30°C (Tabla 3, Figura 3), ocurrió lo mismo que a 15°C. El contenido de almidón disminuyó considerablemente a medida que el proceso de maduración avanzó pero en este caso en una forma más pronunciada. Las frutas sin empacar maduraron en 5 a 6 días, por lo cual fué necesario eliminarlas. Esta maduración violenta explica el drástico descenso del contenido de almidón a los cinco días de almacenamiento (Figura 3). La hidrólisis del almidón en las frutas empacadas fué más gradual que en las frutas sin empacar. Estos dos métodos de empaque, frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno, con y sin KMnO_4 , son efectivos para alargar la vida de plátanos almacenados a 30°C. A pesar de que las frutas empacadas con KMnO_4 , a lo largo del período de almacenamiento permanecieron verdes por más tiempo, el método de empaque sin KMnO_4 se comportó de la misma manera que el método de empaque con KMnO_4 . Esto se debió probablemente, a las altas concentraciones de anhídrido carbónico y a las bajas concentraciones de oxígeno (8). El alto contenido de anhídrido carbónico y la baja concentración de oxígeno interfirieron con la actividad

del etileno (2), impidiendo que se manifieste la acción del absorbente de etileno utilizado (KMnO_4 básico).

Azúcares reductores

En las Tablas 3 y 4 se presenta el contenido de azúcares reductores en la pulpa de los plátanos almacenados (experimento uno y tres).

El contenido de azúcares reductores aumentó a medida que el proceso de maduración avanzó en las frutas almacenadas a 15°C , 27°C y a 30°C y el contenido de azúcares reductores permaneció bajo en las frutas almacenadas a 3°C . Esto último se debió a que la formación de azúcares depende principalmente de la hidrólisis enzimática del almidón y este mecanismo se ve particularmente afectado por el daño causado por bajas temperaturas (35). En la Figura 1 podemos observar que la curva correspondiente a las frutas empacadas presenta una caída normal y en la Figura 2 esta caída se observa en la curva de las frutas empacadas sin KMnO_4 y en la Figura 4 lo observamos en todas las curvas; en el primer y segundo caso puede ser atribuido con certeza a la heterogeneidad de las muestras, ya que se observó un aumento en el contenido de almidón, en el tercer caso también podría ser atribuido a la misma causa.

Desde el punto de vista bioquímico es de suponer que paralelamente a la hidrólisis enzimática del almidón, exista un mecanismo de síntesis de azúcares debido a que la hidrólisis del almidón produce glucosa y maltosa y la literatura (14, 28, 35) reporta que en las bananas maduras los azúcares predominantes son sacarosa, glucosa y fructosa, los cuales se forman a expensas del almidón hidrolizado. En plátanos maduros, la literatura (22, 26) indica que la sacarosa desaparece completamente, prevaleciendo los azúcares reductores. Sin embargo, en nuestro trabajo hemos hallado que los azúcares no reductores exceden a los azúcares reductores, probablemente esta divergencia se deba a que hemos usado variedades diferentes.

La relación entre el contenido de azúcares reductores y el contenido de almidón en la pulpa se observa en las Figuras 1, 2 y 3. A medida que el almidón disminuyó, los azúcares reductores aumentaron, lo cual coincide con lo reportado en la literatura (14, 28, 35).

Relación pulpa/cáscara

En las Tablas 4, 5 y 6 se presenta la variación de la relación pulpa/cáscara durante la maduración de plátanos almacenados.

La relación pulpa/cáscara de los plátanos almacenados a 15°C , 20°C , 27°C y a 30°C aumentó a medida que el proceso de maduración avanzó (Figuras 4, 5 y 6). Es decir, esta variable es afectada por el proceso de maduración, coincidiendo con lo reportado en la literatura (14, 28, 35). En las frutas almacenadas a 3°C no se observó esta variación. En resumen la relación pulpa/cáscara está afectada por el proceso de maduración, principalmente por los cambios que ocurren en las relaciones hídricas que se suceden durante la hidrólisis enzimática del almidón a azúcares, produciéndose un aumento

en la presión osmótica de la pulpa, lo cual origina la emigración del agua de la cáscara a la pulpa (14, 28, 35).

En los resultados obtenidos podemos observar que el empaque de las frutas en bolsas selladas de polietileno, con o sin KMnO_4 , tiende a disminuir los valores de la relación pulpa/cáscara en comparación con las frutas que maduraron sin empaque. Esto quizás se deba a que en los empaques las pérdidas de peso de las frutas por transpiración son menores, permitiéndole mantener mayor peso a la cáscara.

Textura de la pulpa

Los valores de la textura de la pulpa de los plátanos almacenados a 15°C, 20°C y a 30°C (expresados en Kg/cm^2) decrecen con la duración del almacenaje (Tablas 5 y 6, Figuras 2, 3 y 6). Es decir, la pulpa de las frutas se ablanda a medida que el proceso de maduración avanza, lo que coincide con lo señalado por la literatura (17).

En las frutas empacadas en bolsas de polietileno selladas a 15°C, en el tercer experimento, se observa una caída normal de la curva, la cual al igual que las otras variables discutidas puede ser atribuido a la heterogeneidad de las muestras. En todas las frutas almacenadas a 3°C se observa (Figuras 1 y 5) que la tendencia de los valores obtenidos corresponden a los de frutas en estado verde, esta pequeña disminución puede ser atribuida al efecto de la baja temperatura (chilling).

Pérdidas de Peso

En relación a las pérdidas de peso de las frutas en las Tablas 7, 8 y 9, podemos observar que en todas las frutas a medida que pasa el tiempo las pérdidas de peso se hacen mayores y que están afectadas por la temperatura. No pudimos establecer la relación entre esta variable y la maduración debido a que no fué tomada diariamente, sino unicamente en el momento de cada muestreo. En la Tabla 7 podemos observar que las frutas sin empacar almacenadas a 3°C entre los días 12 y 18 no parecen haber perdido peso, lo cual pudo deberse a algún error en la toma de los datos.

En la Figura 7 se puede observar la tendencia de la pérdida de peso de las frutas, en el experimento tres, de aumentar con el tiempo de almacenamiento. Asimismo podemos observar que a medida que la temperatura estudiada fué más alta, las pérdidas de peso fueron mayores y que en todas las temperaturas en las frutas sin empacar, las pérdidas de peso fueron mayores que en las frutas empacadas.

Color de la cáscara

En todos los experimentos se observó que el cambio de color de la cáscara de verde a amarillo coincidió con el cambio ocurrido en las otras variables medidas. A 15°C y a 20°C este cambio de color fué más gradual y menos uniforme que a 27°C y a 30°C. A temperaturas más altas no se pudo apreciar estados intermedios debido a la rapidez del proceso de maduración. En

nuestros experimentos a 30°C, el cambio de color fué sumamente rápido, al igual que la maduración y a los 6 días de almacenamiento las frutas sin empaque presentaron un color amarillo miel, que corresponde al color flavus 4 (16), con manchas oscuras; estas características corresponden generalmente a frutas en estado sobremaduro. Sin embargo la textura de estas frutas era firme (valores de 1,2 a 1,7 Kg/cm²). En las frutas almacenadas a 3°C y a 4°C no se presentó el cambio de color normal de verde a amarillo. Como se señaló anteriormente, ésto se debió a que, en plátanos, las bajas temperaturas impiden la maduración. En estas frutas, a los 6 días, se presentaron unas rayas de color marrón claro, que corresponden al color aurantiacus 7 (16), en la superficie de las frutas. Estas rayas se fueron extendiendo hasta formarse manchas oscuras, que corresponden al color aurantiacus 9 (16), que ocupaban, al final del período de almacenamiento, casi toda la superficie de las frutas. Esta observación confirma lo reportado en la literatura (8, 10, 21) de que el daño por frío causa ennegrecimiento de la superficie, desórdenes de los procesos metabólicos y decoloraciones internas de los productos.

Las frutas mantenidas a 3°C y luego llevadas a 30°C desarrollaron muy poco el color amarillo, teniendo más bien, un color marrón oscuro, con una intensidad y extensión que dependió del tiempo de exposición a la baja temperatura.

Generalidades

A continuación hacemos algunos comentarios sobre varias situaciones que se presentaron durante el desarrollo de este trabajo y que consideramos de interés.

Durante los experimentos dos y tres se observó el crecimiento de micelio de hongos en el pedicelo de las frutas, tanto empacadas como sin empacar. En la Tabla 1 podemos notar que las frutas no fueron tratadas con fungicidas. En las frutas almacenadas a 15°C, 20°C y a 30°C, experimentos dos y tres, se observó crecimiento de micelio de hongos (*Rhizopus* spp). Esto podría atribuirse a que las frutas del primer experimento fueron lavadas con una solución de hipoclorito de sodio al 1 por ciento y las de los otros dos experimentos no. También la incidencia de los patógenos pudiera estar relacionada con la procedencia de las frutas; las frutas del primer experimento provinieron de el Moralito, Estado Zulia y las frutas de los otros dos experimentos provinieron del fundo La Esperanza, Estado Yaracuy. A 3°C no se observó el ataque de patógenos.

Cuando los plátanos se almacenaran a 3°C durante 5 días y luego se llevaron a 30°C, el color de su piel fué casi negro, pero la calidad de su pulpa fué buena. Esto nos permite pensar que el almacenaje a bajas temperaturas durante 5 días, no es suficiente para que el daño por frío se manifieste internamente en las frutas. En los plátanos almacenados a 3°C durante 9, 12 y 19 días y llevados después a 30°C, se observó que la cáscara estaba pegada a la pulpa, ésta era pegajosa al tacto y no presentó una textura uniforme (presencia de áreas duras y blandas en el mismo fruto).

CONCLUSIONES

- 1.— La posición de la mano en el racimo no afecta la maduración. Es decir, el que una fruta pertenezca a una mano en particular no significa que madure más rápidamente o tarde más tiempo en madurar, que la que pertenezca a otra mano distinta.
- 2.— A 3°C los plátanos verdes no maduraron, ocasionándose daños por el frío a partir de los 5 días de almacenamiento.
- 3.— El contenido de almidón y de azúcares reductores en la pulpa, la textura de la pulpa y la relación pulpa/cáscara se encuentran relacionados entre sí. La hidrólisis enzimática del almidón produce una disminución del contenido de almidón y un aumento de los azúcares reductores, lo que origina un decrecimiento en los valores de la textura y un aumento de los valores de la relación pulpa/cáscara. Estos cambios se producen como consecuencia de la maduración.
- 4.— El uso de bolsas selladas de polietileno, con o sin KMnO_4 básico, retardó el proceso de maduración, pero no lo inhibió por completo. El uso de estas bolsas disminuyó las pérdidas de peso de los plátanos empacados.
- 5.— Las temperaturas de 15°C y 20°C no mostraron ser las óptimas para la maduración de plátanos del clon Harton. A 30°C la maduración fué sumamente rápida en las frutas sin empacar; aunque las frutas eran comercializables, esta temperatura no parece ser óptima para la maduración de estas frutas.
- 6.— La relación pulpa/cáscara de los plátanos fué afectada por el método de empaque. Las frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno, con o sin KMnO_4 , presentaron valores mucho menores de la relación pulpa/cáscara al madurar que las frutas sin empacar.
- 7.— Cualquiera que fuera el método de empaque, la textura de la pulpa, el contenido de almidón y el contenido de azúcares reductores en la pulpa de los plátanos, al final del proceso de maduración, fueron los mismos.

RECOMENDACIONES

- 1.— Almacenar plátanos verdes en bolsas selladas de polietileno, previo lavado de las frutas con una solución de hipoclorito de sodio al 1 por ciento, para evitar o reducir las infecciones fungosas.
- 2.— No almacenar los plátanos a temperaturas de 3°C por períodos mayores de 5 días si van a ser destinados para consumo directo.
- 3.— No almacenar plátanos a 30°C y en caso de tener que hacerlo empacarlos en bolsas selladas de polietileno.

- 4.— Determinar si económicamente se justifica el uso de un absorbente de etileno en el empaque de bolsas selladas de polietileno.
- 5.— Determinar la temperatura óptima de maduración de los plátanos del clon Harton.
- 6.— Establecer índices de maduración en plátanos del clon Harton con el fin de definir parámetros de calidad.
- 7.— Buscar un método más rápido y económico que los métodos actuales para la extracción de azúcares y para la determinación de almidón en la pulpa de plátano.

GLOSARIO

- Clon.** Conjunto de individuos uniformes (pueden ser quimeras) derivados originalmente de un solo individuo por propagación vegetativa (asexual) (6).
- Etileno.** Agente químico que no puede ser considerado estrictamente una hormona, pues no cumple con el concepto de tal, pero es un compuesto activo en el desarrollo vegetal. Tiene efectos morfogenéticos, induce floración y activa la maduración de los frutos. Estos lo desprenden en forma natural (18).
- Mano.** Nombre que se le da al conjunto de “dedos” (frutos) provenientes de flores femeninas insertas en el mismo cojín floral (9).
- Patrón climatérico de respiración.** Tasa de respiración que presenta un gradual decrecimiento conforme el fruto va madurando, seguido de un súbito e intenso incremento justo al llegar a la madurez, llamado climaterio, después del cual la tasa de respiración cae de nuevo conforme el fruto se toma senescente (18).
- Pedicelo.** Estructura que une el fruto al ráquis del racimo (9).
- Racimo.** Conjunto de “manos” unidas por un raquis (9).
- Purafil.** Absorbente comercial de etileno el cual consiste en KMnO_4 alcalino, sobre un soporte de silicato con un indicador de color.

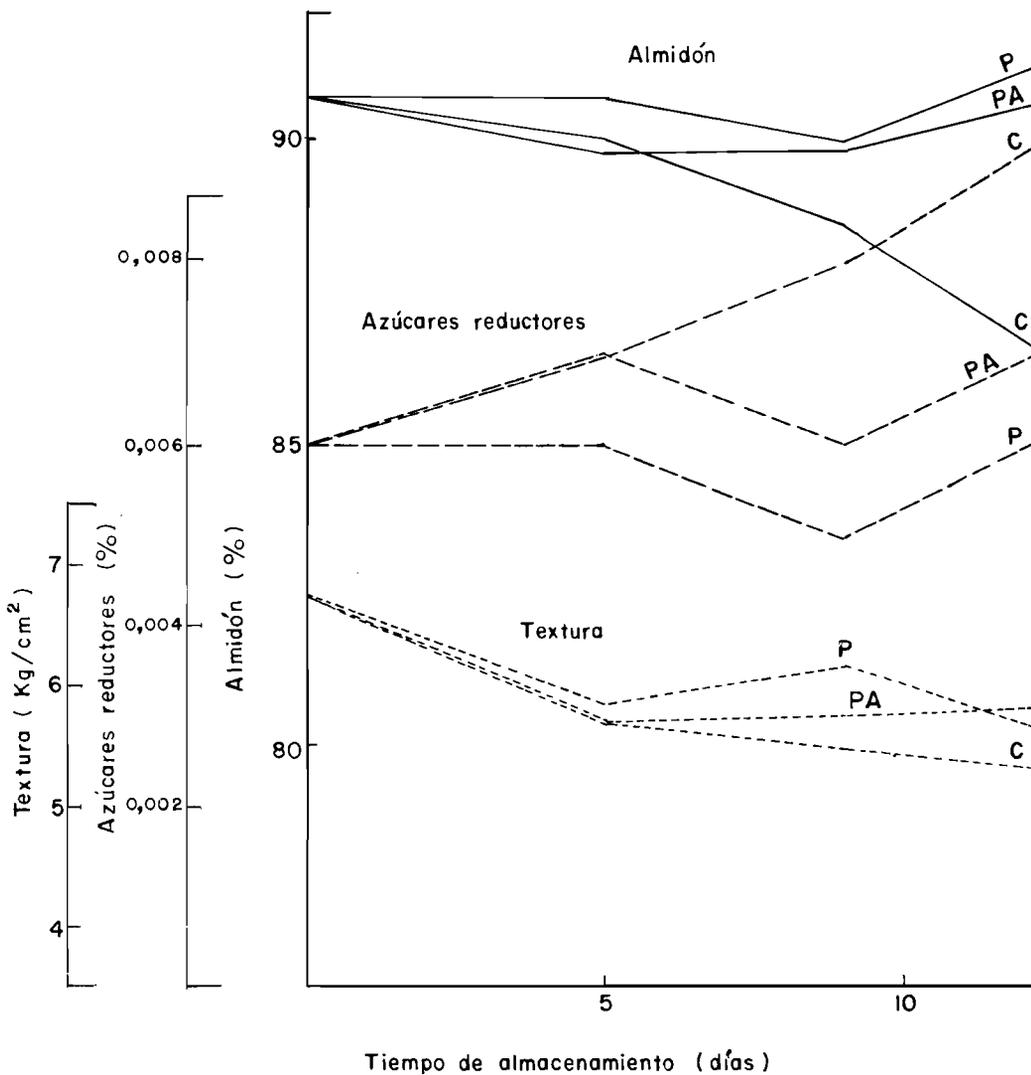
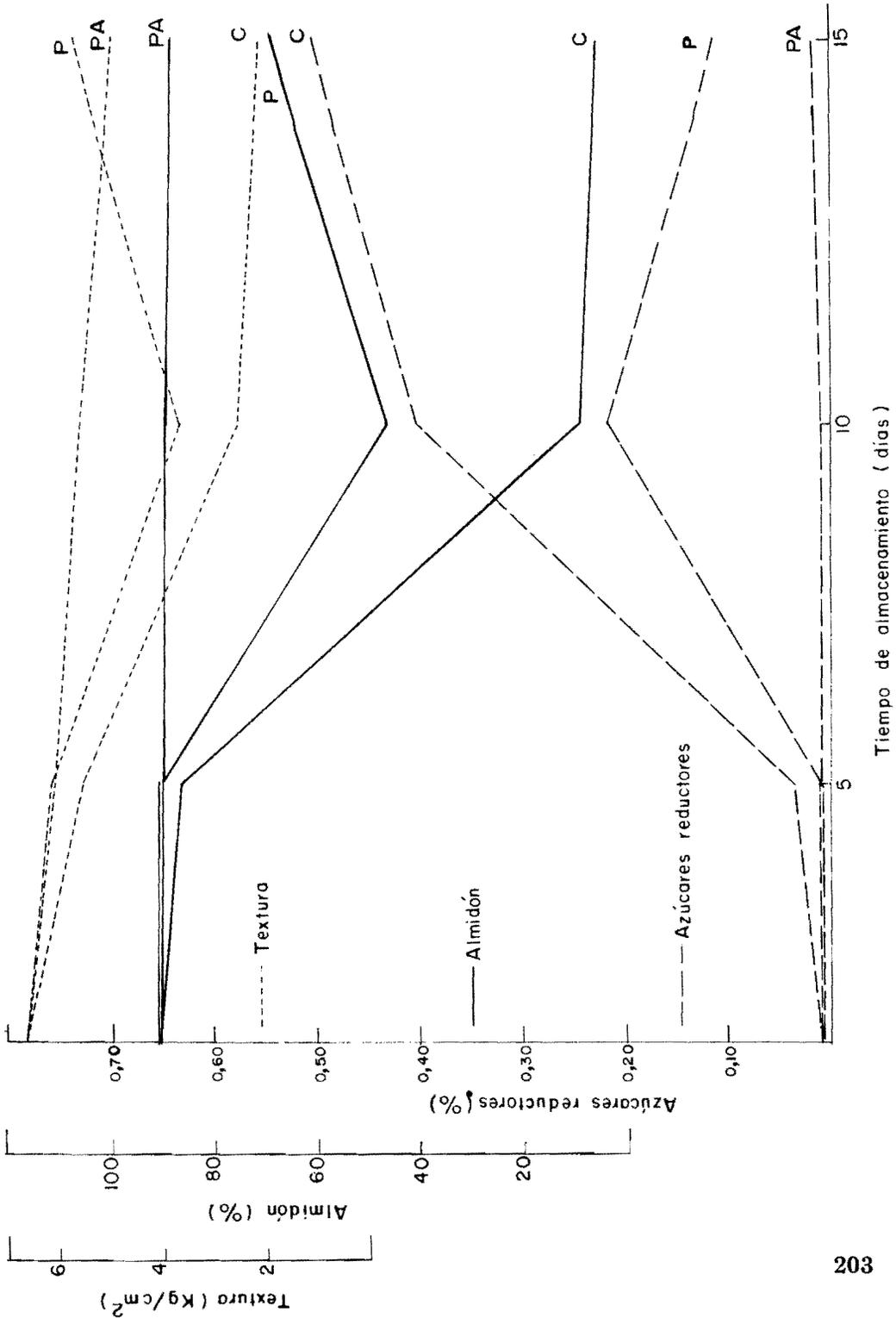


Figura 1.- Efecto del método de empaque sobre la textura de la pulpa, sobre el contenido de azúcares reductores y sobre el contenido de almidón en la pulpa de plátanos almacenados a 3°C.

C, P y PA: Frutas sin empaçar, frutas empaçadas en bolsas selladas de polietileno y frutas empaçadas en bolsas selladas de polietileno conteniendo KMnO_4 básico, respectivamente.

Figura 2. – Efecto del método de empaque sobre la textura de la pulpa, sobre el contenido de almidón y sobre el contenido de azúcares reductores en la pulpa de plátanos almacenados a 15°C.
 C, P y PA: Frutas sin empaquetar, frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno y frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno conteniendo $KMnO_4$ básico, respectivamente.



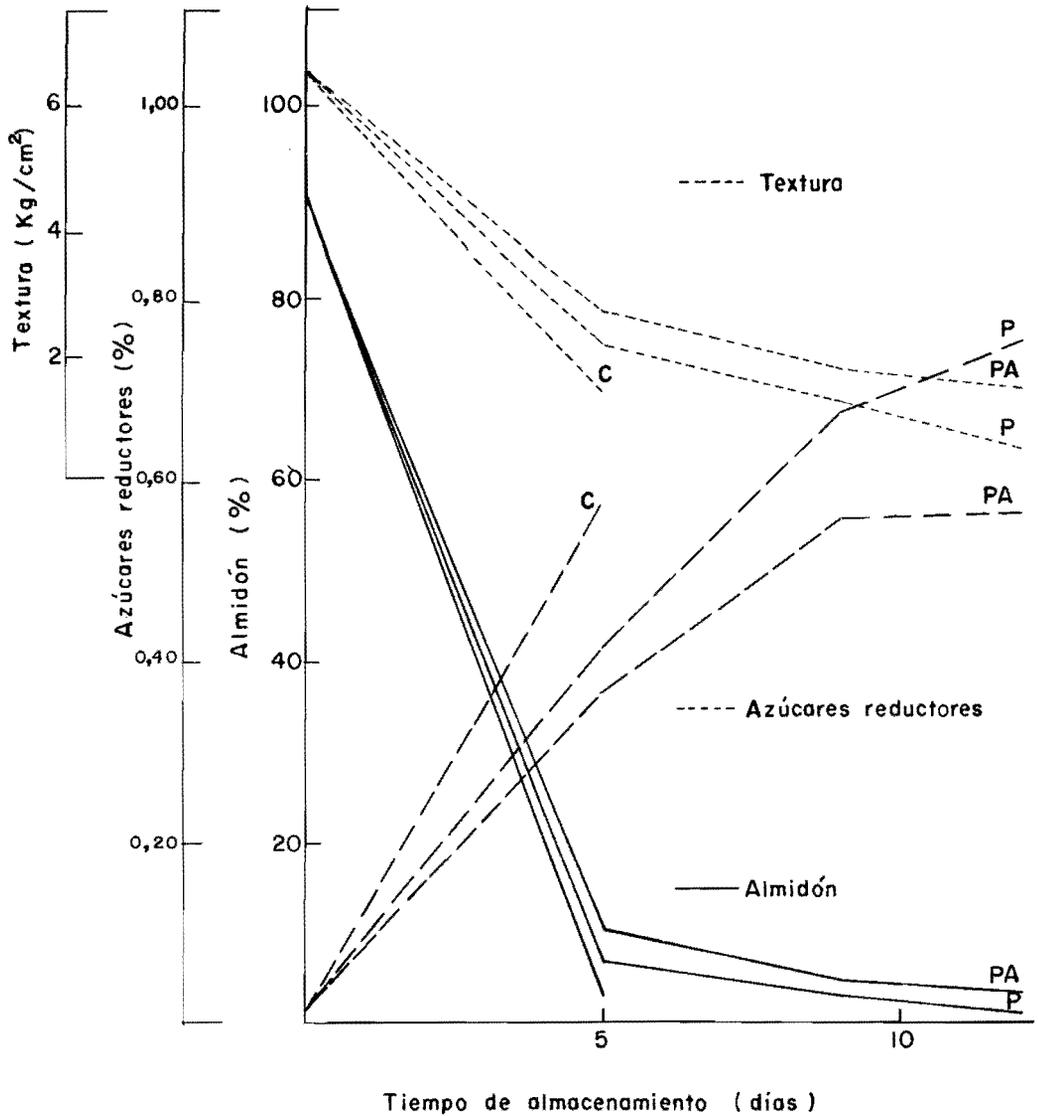


Figura 3.— Efecto del método de empaque sobre la textura de la pulpa, sobre el contenido de almidón y sobre el contenido de azúcares reductores en la pulpa de plátanos almacenados a 30°C.

C, P y PA: Frutas sin empaçar, frutas empaçadas en bolsas selladas de polietileno y frutas empaçadas en bolsas selladas de polietileno conteniendo $KMnO_4$ básico, respectivamente.

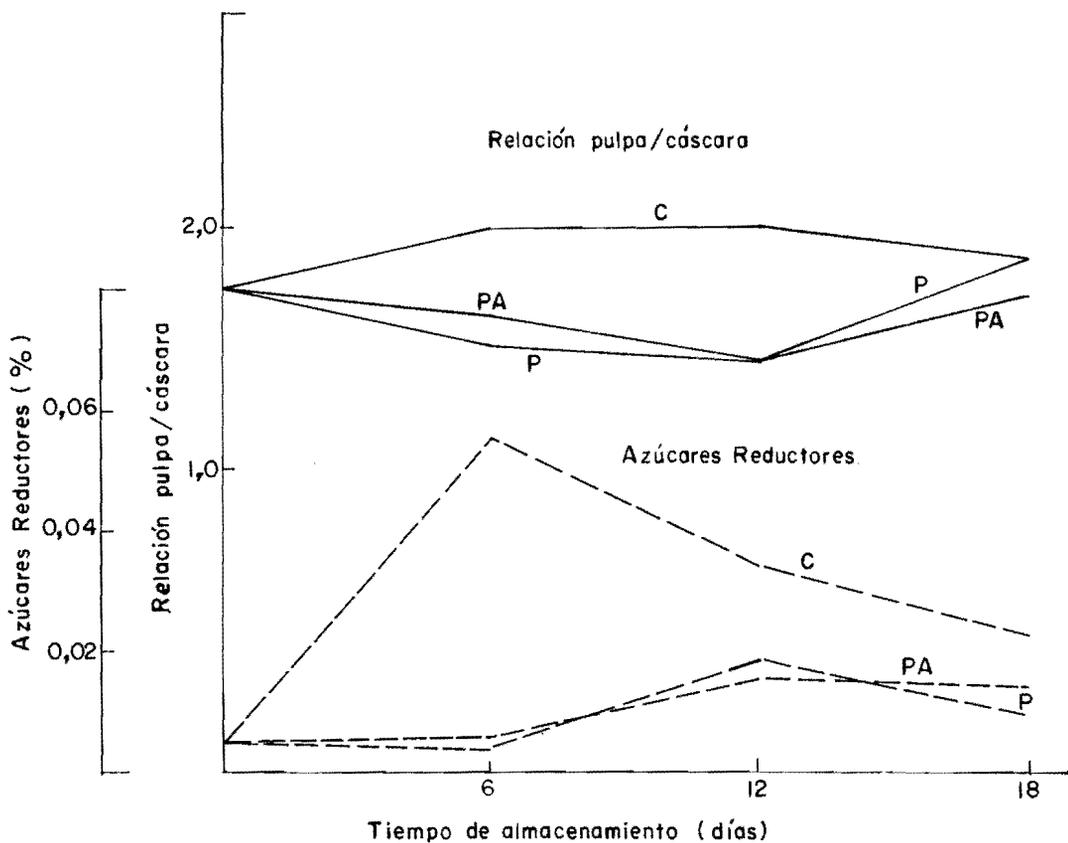


Figura 4.— Efecto del método de empaque sobre la relación pulpa/cáscara y sobre el contenido de azúcares reductores en la pulpa de plátanos almacenados a 3°C.

C, P y PA: Frutas sin empaçar, frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno y frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno conteniendo KMnO₄ básico, respectivamente.

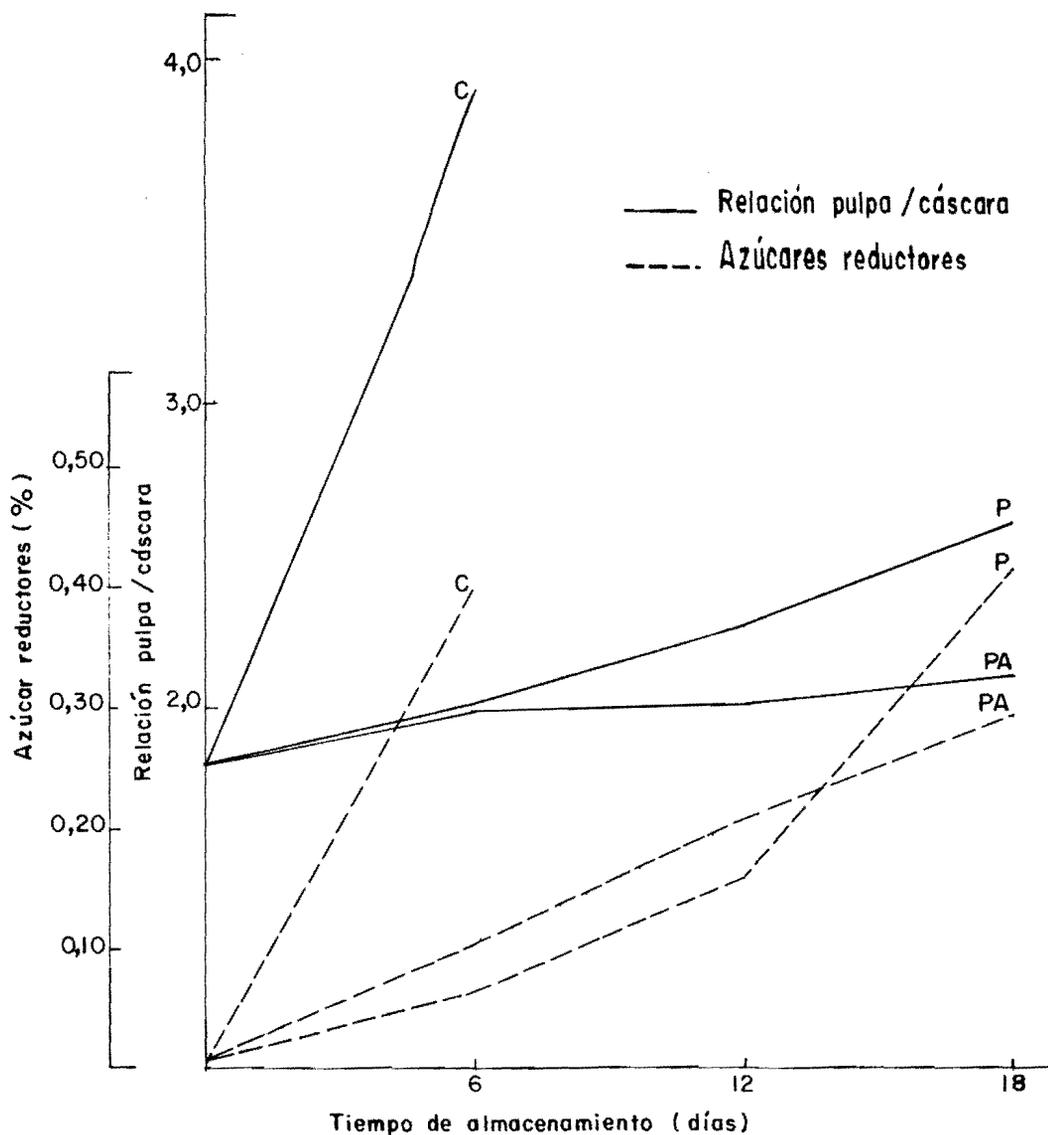


Figura 5.— Efecto del método de empaque sobre la relación pulpa/cáscara y sobre el contenido de azúcares reductores en la pulpa de plátanos almacenados a 27°C.

C, P y PA: Frutas sin empackar, frutas empackadas en bolsas selladas de polietileno y frutas empackadas en bolsas selladas de polietileno conteniendo KMnO_4 básico, respectivamente.

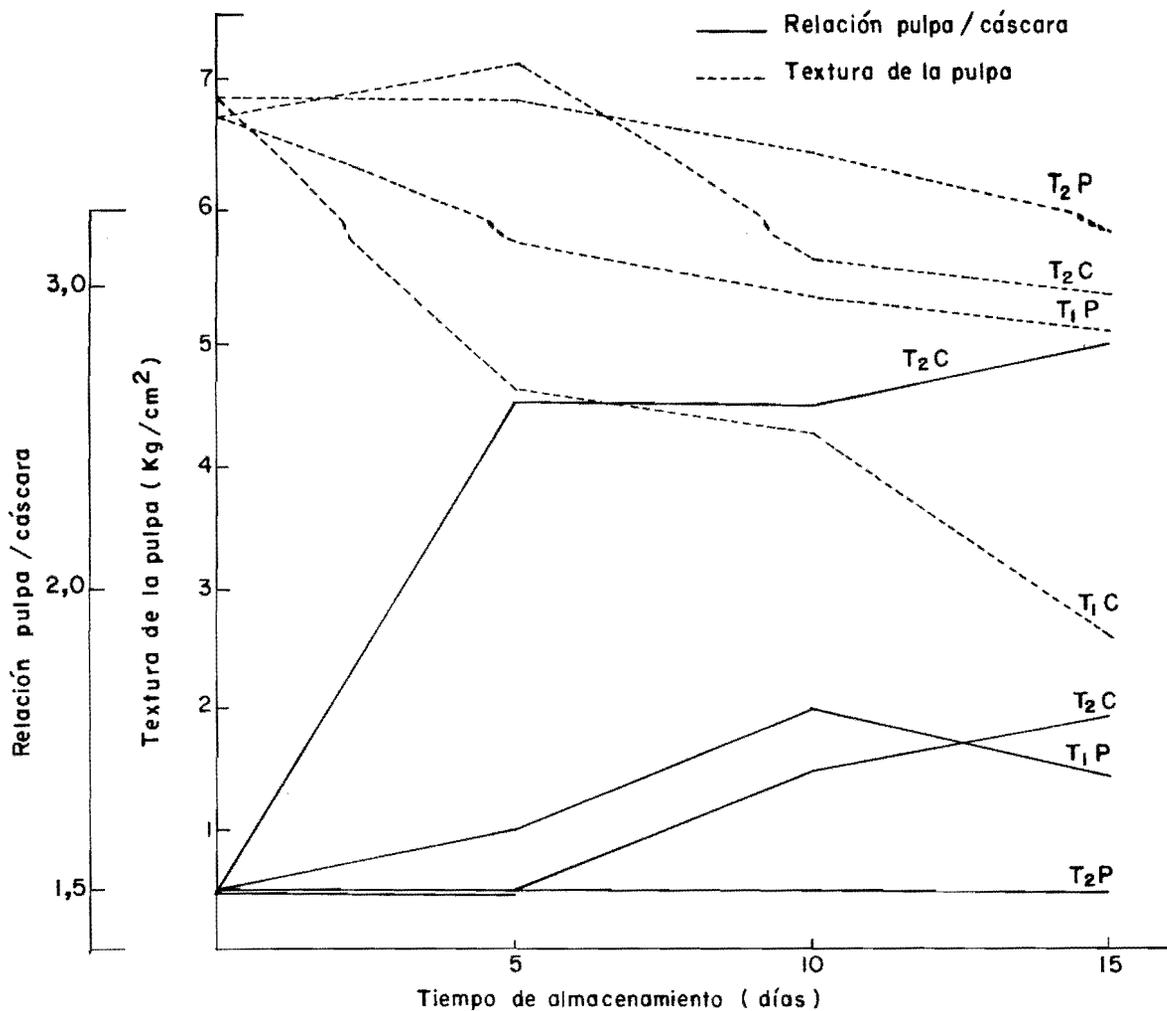


Figura 6.— Efecto de la temperatura y del método de empaque sobre la relación pulpa/cáscara y sobre la textura de la pulpa de plátanos almacenados.

C, P y PA: Frutas sin empacar, frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno y frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno conteniendo KMnO_4 básico, respectivamente.

T₁ y T₂: 20°C y 3°C, respectivamente.

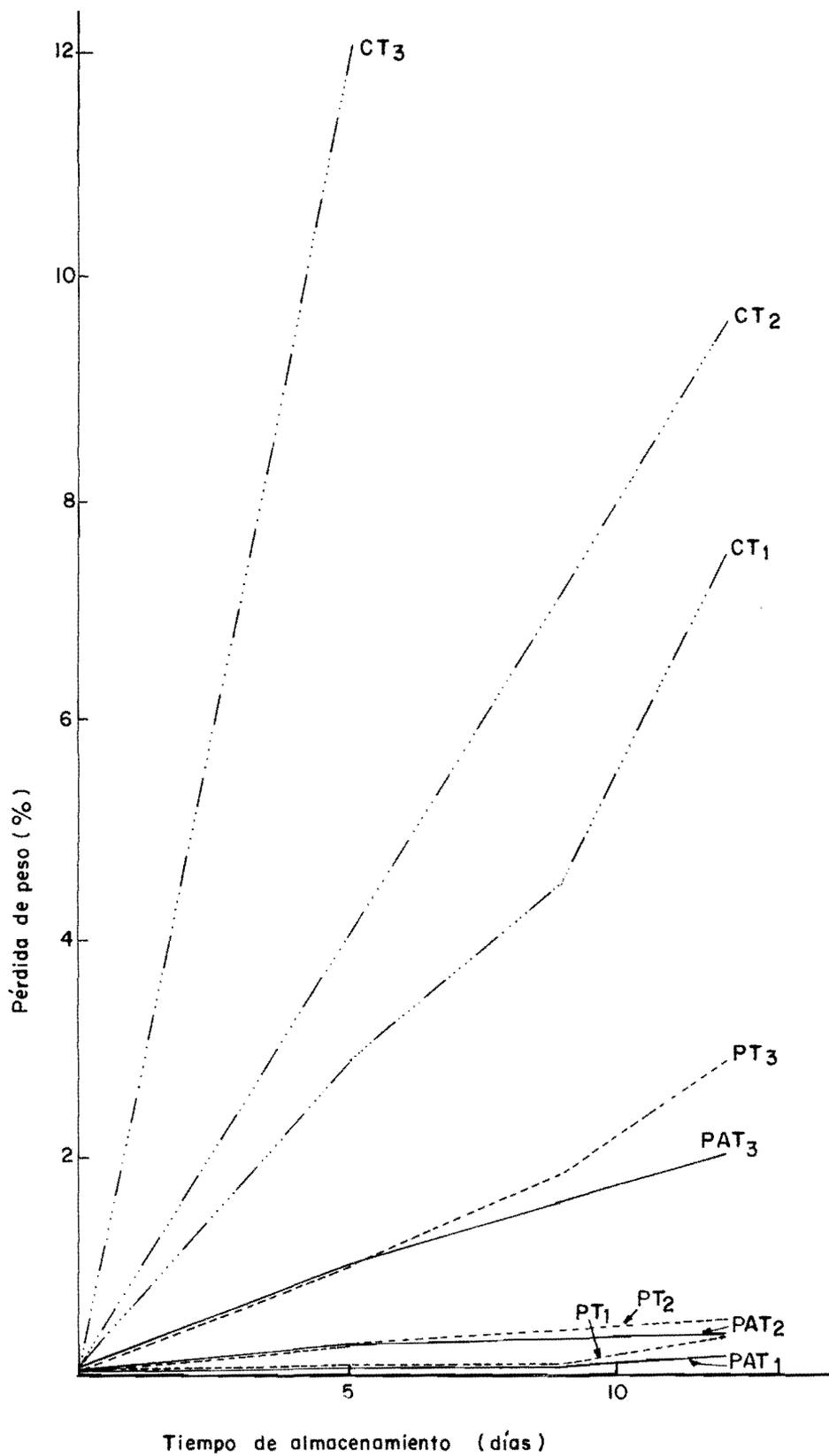


Figura 7.- Efecto de la temperatura y del método de empaque sobre la pérdida de peso en plátanos almacenados.

C, P y PA: Frutas sin empaacar, frutas empaacadas en bolsas selladas de polietileno y frutas empaacadas en bolsas selladas de polietileno conteniendo $KMnO_4$ básico, respectivamente.

T_1 , T_2 y T_3 : $3^\circ C$, $15^\circ C$ y $30^\circ C$, respectivamente.

TABLA 1

Procedimiento seguido en los experimentos

Expe- rimen- to	Cosecha, fecha y hora	Procedencia de los pla- tanos	Transpor- te	Inicio del experimen- to	Lavado previo	Muestreo en los días	Variabes rneidas en los muestreos
1	3/6/76 10:00 am	El Moralito	Refrigera- do, en ma- nos	3/6/76 6:00 pm	Hipoclo- rito de sodio al 1 por ciento	0, 6, 12 y 18	Color de la cáscara, relación pulpa/cásca- ra, pérdida de peso y contenido de azúca- res reductores en la pulpa de plátano.
2	1/9/76 10:30 am	C.A. Bana- nera Vene- zolana	Sin refri- geración, en racimo	2/9/76 7:00 am	Agua	1, 5, 10 y 15	Color de la cáscara, relación pulpa/cásca- ra, pérdida de peso y textura de la pulpa de plátano.
3	16/9/76 10:00 am	C.A. Bana- nera Vene- zolana	Sin refrige- ración, en racimos	16/9/76 7:00 pm	Agua	0, 5, 9, 12 y 19	Color de la cáscara, relación pulpa/cásca- ra, pérdida de peso, textura de la pulpa, contenido de azúca- res reductores y con- tenido de almidón en la pulpa de plátano.

TABLA 2

Factores estudiados en los experimentos

Expe- rimen- to	Posición de la mano en el racimo	Tempe- ratura °C	Humedad relativa %	Método de em- paque	Factorial	Frutas/ observa- ción	Observa- ciones/tra- tamiento	Tratamien- to/experi- mento	Total de ob- servaciones/ experimento
1	PM ₁ y PM ₂	3 y 27	—	C, P y PA	2x2x3	Un pláta- no	10	12	120
2	PM ₁ y PM ₂ y PM ₃	3 y 20	86 y 80	C y P	3x2x2	Un pláta- no	8	12	96
3	PM ₂ y PM ₃	3, 15 y 30	85, 85 y 63	C, P y PA	2x3x3	Una mano	8	18	144

PM₁, PM₂ y PM₃: Frutas de la posición uno, de la posición dos y de la posición tres de la mano en el racimo respectivamente.

C, P y PA: Frutas sin empacar, frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno y frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno conteniendo KMnO₄ respectivamente.

TABLA 3

Efecto de la temperatura y del método de empaque sobre el contenido de azúcares reductores y el contenido de almidón en la pulpa de plátanos almacenados^a

Muestreo en los días		cero			cinco			nueve ^b			doce ^c			diecinueve			
Tempe- ratura	Humedad relativa	Método de em- paque ^(d)	Almí- don	Azúca- res re- ductores	Almí- don	Azúca- res re- ductores	Almí- don	Azúca- res re- ductores	Almí- don	Azúca- res re- ductores	Almí- don	Azúca- res re- ductores	Almí- don	Azúca- res re- ductores	Almí- don	Azúca- res re- ductores	
°C	%		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
3	85	C	0,006 ^e	90,7 ^e	0,007	90,0	0,008	88,8	0,009	86,7	—	—	—	—	—	—	
		P	0,006 ^e	90,7 ^e	0,006	90,7	0,005	89,7	0,006	91,1	—	—	—	—	—	—	
		PA	0,007	89,9	0,007	89,9	0,006	89,6	0,007	90,6	—	—	—	—	—	—	
15	85	C	0,006 ^e	90,4 ^e	0,036	87,1	—	—	0,404	8,4	—	—	0,507	6,3	—	—	
		P	0,006 ^e	90,4 ^e	0,007	90,3	—	—	—	0,210	46,1	—	—	0,110	68,7	—	—
		PA	0,007	90,1	0,007	90,1	—	—	—	0,007	89,4	—	—	0,015	86,0	—	—
30	62	C	0,006 ^e	90,7 ^e	0,625	3,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		P	0,006 ^e	90,7 ^e	0,484	7,6	0,647	3,2	3,2	0,703 ^f	1,5 ^f	—	—	—	—	—	
		PA	0,364	12,2	0,364	12,2	0,553	4,5	4,5	0,556	4,2	—	—	—	—	—	
F	CV (%)		2,3 ^{ns}	2,9*	46,1**	210,3**	988,1**	773,8**	132,8**	165,1**	—	—	—	—	—	—	
			2,0	11,0	22,1	13,4	11,5	4,0	14,3	5,0	—	—	—	—	—	—	

^a: Datos correspondientes al experimento tres. Cada cifra es el promedio de 4 observaciones. Para poder realizar el análisis estadístico estos datos, expresados en porcentaje, fueron transformados a ángulo usando la transformación del arcoseno de la raíz del porcentaje (33).

^b: Los tratamientos almacenados a 15°C no fueron muestreados. Hubo que eliminar las frutas sin empaçar almacenadas a 30°C, ya que maduraron completamente entre los 5 y 6 días de almacenamiento. Las frutas sin empaçar almacenadas a 3°C no fueron incluidas en el análisis de varianza.

^c: Los tratamientos almacenados a 30°C no fueron incluidos en el análisis de varianza.

^(d) C, P y PA: Frutas sin empaçar, frutas empaçadas en bolsas selladas de polietileno y frutas empaçadas en bolsas selladas de polietileno conteniendo KMnO₄ básico, respectivamente.

^e: Cifra promedio de doce observaciones.

^f: Esta cifra corresponde a una sola observación.

^{ns}: Diferencias estadísticamente no significativas.

** : Diferencias estadísticamente significativas al nivel del 1 por ciento.

*: Diferencias estadísticamente significativas al 5 por ciento.

TABLA 4

Efecto de la temperatura y del método de empaque sobre el contenido de azúcares reductores en la pulpa y sobre la relación pulpa/cáscara de plátanos almacenados^a

Temperatura	cero			seis			doce ^b			dieciocho		
	Método de empaque (c)	Azúcares reductores	Relación pulpa/cáscara									
°C		%		%		%		%		%		
3	C			0,055	2,0	0,034	2,0	0,022	1,9			
	P	0,005 ^d	1,8 ^d	0,005	1,6	0,019	1,6	0,008	1,9			
	PA			0,006	1,7	0,016	1,6	0,013	1,8			
27	C			0,401	3,1	—	—	—	—			
	P	0,006 ^d	1,8 ^d	0,059	2,0	0,151	2,3	0,406 ^e	2,6 ^e			
	PA			0,008	2,0	0,202	2,1	0,291	2,1			
F		0,06 ^{ns}	1,1 ^{ns}	46,8 ^{**}	24,2 ^{**}	183,6 ^{**}	6,1 ^{**}					
CV (%)		19,0	8,4	18,0	11,0	9,7	12,0					

^a: Datos correspondientes al experimento uno. Cada cifra es el promedio de 4 observaciones. Para poder realizar el análisis estadístico de los datos expresados en porcentaje, éstos se transformaron a ángulo usando la transformación del arco seno de la raíz del porcentaje (33). Hubo que eliminar las frutas sin empacar almacenadas a 27°C, ya que maduraron completamente entre los 6 y 9 días de almacenamiento.

^b: Las frutas sin empacar almacenadas a 4°C no fueron incluidas en el análisis de varianza.

(c): C, P y PA: Frutas sin empacar, frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno y frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno conteniendo KMnO₄ básico, respectivamente.

^d: Cifra promedio de doce observaciones.

^{ns}: Diferencias estadísticamente no significativas.

^{**}: Diferencias estadísticamente significativas al nivel del 1 por ciento.

^e: Cifra promedio de dos observaciones.

TABLA 5

Efecto de la temperatura y del método de empaque sobre la relación pulpa/cáscara y sobre la textura de la pulpa de plátanos almacenados (experimento tres)^a

Muestreo en los días:		cero			cinco			nueve ^b			doce ^c			diecinueve	
Tempe- ratura	Humedad relativa	Método de empaque ^d	Relación pulpa/cás- cara	Textura Kg/cm ²											
3	85	C	1,7 ^e	6,8 ^e	1,6	5,7	1,9	5,5	2,0	5,3	—	—	—	—	
		P	1,6	5,9	1,6	5,9	1,4	6,2	1,5	5,7	—	—	—	—	
		PA	1,7	5,7	1,7	5,7	1,7	5,8	1,6	5,8	—	—	—	—	
15	85	C	1,6 ^e	6,6 ^e	1,8	5,5	—	—	2,4	2,5	—	—	2,2	1,9	
		P	1,6	6,1	1,6	6,1	—	—	2,0	3,7	—	—	1,7	5,4	
		PA	1,6	6,1	1,6	6,1	—	—	1,6	5,5	—	—	1,4	4,7	
30	62	C	1,7 ^e	6,5 ^e	2,8	1,4	—	—	—	—	—	—	—	—	
		P	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	1,1	2,1 ^f	0,6 ^f	—	—	—	—	
		PA	2,0	2,7	2,0	2,7	2,1	1,6	2,3	1,5	—	—	—	—	
F			1,0 ^{ns}	1,6 ^{ns}	45,4 ^{**}	44,5 ^{**}	15,6 ^{**}	41,4 ^{**}	6,3 ^{**}	17,9 ^{**}					
CV (%)			6,0	4,8	4,1	8,6	5,8	14,8	11,0	9,8					

^a: Cada cifra es el promedio de 4 observaciones. Hubo que eliminar las frutas sin empacar almacenadas a 30°C, ya que maduraron completamente entre los 5 y 6 días.

^b: Las frutas sin empacar almacenadas a 3°C no se incluyeron en el análisis de varianza. Los tratamientos almacenados a 15°C no fueron muestreados.

^c: Los tratamientos almacenados a 30°C no se incluyeron en el análisis de varianza.

^d: C, P y PA: Frutas sin empacar, frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno y frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno conteniendo KMnO₄ básico, respectivamente.

^e: Cifra promedio de 12 observaciones.

^f: Esta cifra corresponde a una sola observación.

^{ns}: Diferencias estadísticamente no significativas.

^{**}: Diferencias estadísticamente significativas a nivel del 1 por ciento.

TABLA 6

Efecto de la temperatura y del método de empaque sobre la relación pulpa/cáscara y sobre la textura de plátanos almacenados (experimento dos)^a

Muestreo en los días		uno	cinco	diez	quince			
Tempe- ratura	Humedad relativa	Método de empaque (b)	Relación pulpa/cás- cara	Textura	Relación pulpa/cás- cara	Textura	Relación pulpa/cás- cara	Textura
°C	%		Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
20	80	C	1,5 ^c	2,3	4,6	2,3	2,4	2,6
		P		1,6	5,8	5,4	5,1	1,8
3	86	C	1,5 ^c	1,5	7,1	1,7	1,8	5,7
		P		1,6	6,3	1,5	5,9	6,4
F			1,0 ^{ns}	2,0 ^{ns}	5,7 ^{**}	4,7 ^{**}	43,0 ^{**}	1,6 ^{ns}
CV (%)			7,0	22,0	11,0	13,0	5,0	17,0

^a: Cada cifra es el promedio de 4 observaciones.

^b) C, P y PA: Frutas sin empaçar, frutas empaçadas en bolsas selladas de polietileno y frutas empaçadas en bolsas selladas de polietileno conteniendo KMnO₄ básico, respectivamente.

^c: Cifra promedio de 12 observaciones.

^{ns}: Diferencias estadísticamente no significativas.

^{**}: Diferencias estadísticamente significativas al nivel del 1 por ciento.

TABLA 7

Efecto de la temperatura y del método de empaque sobre las pérdidas de peso de plátanos almacenados (experimento uno)^a

Temperatura	Método de empaque ^b	Muestreo en los días		
		s e i s	d o c e ^c	dieciocho
°C		%	%	%
3	C	5,5	14,2	13,7
	P	0,4	0,3	0,7
	PA	0,5	0,3	1,0
27	C	17,5	—	—
	P	1,4	3,1	4,0 ^d
	PA	1,5	2,2	3,2
F ^e		74,3**	12,7**	
CV (%)		13,0	21,5	

^a: Cada cifra es el promedio de 4 observaciones.

^b: C, P y PA: Frutas sin empacar, frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno y frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno conteniendo KMnO_4 básico, respectivamente.

^c: Las frutas sin empacar almacenadas a 4°C no se incluyeron en el análisis de la varianza.

^d: Cifra promedio de dos observaciones.

— Todas las observaciones maduraron entre los 6 y 9 días.

^e: Para realizar el análisis estadístico de estos datos, expresados en porcentaje, éstos se transformaron a ángulo usando la transformación del arcoseno de la raíz del porcentaje (33).

** : Diferencias estadísticamente significativas al nivel del 1 por ciento.

TABLA 8

Efecto de la temperatura y del método de empaque sobre la pérdida de peso de plátanos almacenados (experimento dos)^a

Tempe- ratura	Método de empaque ^b	Humedad relativa	Muestreo en los días			
			uno	cinco	diez	quince
°C		%	%	%	%	%
3	C	86	0,9	2,0	5,5	10,7
	P		0,0	0,0	0,2	0,6
20	C	80	1,1	4,5	9,5	15,1
	P		0,0	0,0	0,9	1,2
F ^c			14,5**	37,2**	144,9**	89,2**
CV (%)			19,0	27,0	9,0	10,0

^a: Cada cifra es el promedio de 4 observaciones.

^b: C, P y PA: Frutas sin empacar, frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno y frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno conteniendo KMnO₄ básico, respectivamente.

^c: Para realizar el análisis estadístico de estos datos, expresados en porcentaje, éstos se transformaron a ángulo usando la transformación del arcoseno de la raíz del porcentaje (33).

** : Diferencias estadísticamente significativas al nivel del 1 por ciento.

TABLA 9

Efecto de la temperatura y del método de empaque sobre la pérdida de peso de plátanos almacenados (experimento tres)^a

Temperatura	Humedad relativa	Método de empaque ^b	Muestreo en los días			
			cinco	nueve ^c	doce ^d	diecinueve
°C	%		%	%	%	%
3	85	C	2,8	4,5	7,4	—
		P	0,1	0,1	0,3	—
		PA	0,1	0,1	0,2	—
15	85	C	3,9	—	9,6	14,8
		P	0,2	—	0,5	0,5
		PA	0,2	—	0,3	0,6
30	62	C	12,8	—	—	—
		P	0,8	1,6	2,9 ^e	—
		PA	0,8	1,4	2,1	—
F ^f			303,8**	123,4**	48,6**	
CV (%)			7,4	7,9	18,4	

^a: Cada cifra es el promedio de 4 observaciones. Hubo que eliminar las frutas sin empacar almacenadas a 30°C, ya que maduraron completamente entre los 5 y 6 días.

^b: C, P y PA: Frutas sin empacar, frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno y frutas empacadas en bolsas selladas de polietileno conteniendo KMnO₄ básico, respectivamente.

^c: Los tratamientos almacenados a 15°C no fueron muestreados. Las frutas sin empacar almacenadas a 3°C no fueron incluidas en el análisis de varianza.

^d: Los tratamientos almacenados a 30°C no se incluyeron en el análisis de varianza.

^e: Esta cifra corresponde a una sola observación.

^f: Para realizar el análisis de varianza de estos datos expresados en porcentaje, éstos se transformaron a ángulo usando la transformación del arcoseno de la raíz del porcentaje (33).

** : Diferencias estadísticamente significativas al nivel del 1 por ciento.

LITERATURA CITADA

1. AOAC. Official methods of analysis. 12 ed. Washington, 1975.
2. BURG, S. y BURG, E. Molecular requirements for the biological activity of ethylene. *Plant Physiology* 42: 144-52. 1967.
3. FIDLER, J.C. Almacenamiento prolongado de frutas. *Span* 8, 2: 82-4. 1965.
4. HODGE, J.E. y HOFREITER, B.T. Determination of reducing sugars and carbohydrates. In Whittier, R.L. y Wolfran, M.L., eds. *Methods in carbohydrates chemistry*. New York, Academic Press, 1962, v. 1.
5. HADDAD, O. y BORGES, O. Los bananos en Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Oficina de Comunicaciones Agrícolas. Maracay. 1974.
6. HERNANDEZ, I. Storage of green plantains. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 57, 1: 100-6. 1973.
7. LUTZ, J.M. y HARDENBURG, R.E. The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. U. S. Department of Agriculture. *Agriculture Handook* N° 66. 1968.
8. LIU, F-W. Storage of bananas in polyethylene bags with and ethylene absorbent. *Hort Science* 5, 1: 25-7. 1970.
9. LYONS, J.M. Chilling injury in plants. *Annual Review Plant Physiology* 24: 445-66. 1973.
10. MUTHUSWAMY, S., SADASIVAM, R.S., SUNDARARAJ, J.S. y VINODINI VASUDEVAN. Storage studies 'Dwarf Cavendish' bananas. *Indian Journal of Agriculture Science* 41, 5: 479-84. 1971.
11. PANTASTICO, E.R. y MENDOZA, D.B. Production of ethylene and acetylene during ripening and charring. *The Philippine Agriculturist* 53, 8 y 9: 477-84. 1970.
12. PEACOCK, B.C. Effect of mechanical injury on the preclimateric life of banana fruit. *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences* 30, 1: 39-40. 1973.
13. PALMER, J.C. The banana. In Hulme, A.C., ed. *The biochemistry of fruits and their products*. London, Academic Press, v 2. pp 65-105. 1971.
14. PIMENTEL GOMEZ, F. Curso de estadística experimental. Livraria Nobel S.A. Sao Paulo. 1970.
15. PACLT, J. *Farbenbestimmung in der biologie*. Veb Gustav Fischer Verlag Jena, 1958.
16. ROLZ, C. et al. Chemical changes and fruit quality during ripening of tropical fruits. *Turrialba* 22, 1: 65-72. 1972.
17. SANCHEZ NIEVA, F., HERNANDEZ, I. y BUESO VIÑAS, C. Ripening of Montecristo bananas. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 53, 4: 274-83. 1969.
18. SMITH, W. The use of carbon dioxide in the transport and storage of fruits and vegetables. *Advances Food Research* 12: 95-146. 1963.
19. SANCHEZ NIEVA, F., HERNANDEZ, I. y BUESO, C.E. Studies of the freezing of green plantains (*Musa paradisiaca*). IV. Effect of cold storage on the quality of frozen sliced green plantains. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 59, 4: 249-46. 1975.
20. SANCHEZ NIEVA, F., HERNANDEZ, I. y BUESO VIÑAS, C. Studies on the ripening of plantains under controlled conditions. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 54, 3: 517-29. 1970.
21. SANCHEZ NIEVA, F. et al. Preharvest changes in the physical and chemical properties of plantains. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 52, 3: 241-55. 1968.

LITERATURA CITADA

1. AOAC. Official methods of analysis. 12 ed. Washington, 1975.
2. BURG, S. y BURG, E. Molecular requirements for the biological activity of ethylene. *Plant Physiology* 42: 144-52. 1967.
3. FIDLER, J.C. Almacenamiento prolongado de frutas. *Span* 8, 2: 82-4. 1965.
4. HODGE, J.E. y HOFREITER, B.T. Determination of reducing sugars and carbohydrates. In Whittler, R.L. y Wolfran, M.L., eds. *Methods in carbohydrates chemistry*. New York, Academic Press, 1962, v. 1.
5. HADDAD, O. y BORGES, O. Los bananos en Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Oficina de Comunicaciones Agrícolas. Maracay. 1974.
6. HERNANDEZ, I. Storage of green plantains. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 57, 1: 100-6. 1973.
7. LUTZ, J.M. y HARDENBURG, R.E. The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. U. S. Department of Agriculture. *Agriculture Handook* N° 66. 1968.
8. LIU, F-W. Storage of bananas in polyethylene bags with and ethylene absorbent. *Hort Science* 5, 1: 25-7. 1970.
9. LYONS, J.M. Chilling injury in plants. *Annual Review Plant Physiology* 24: 445-66. 1973.
10. MUTHUSWAMY, S., SADASIVAM, R.S., SUNDARARAJ, J.S. y VINODINI VASUDEVAN. Storage studies 'Dwarf Cavendish' bananas. *Indian Journal of Agriculture Science* 41, 5: 479-84. 1971.
11. PANTASTICO, E.R. y MENDOZA, D.B. Production of ethylene and acetylene during ripening and charring. *The Philippine Agriculturist* 53, 8 y 9: 477-84. 1970.
12. PEACOCK, B.C. Effect of mechanical injury on the preclimateric life of banana fruit. *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences* 30, 1: 39-40. 1973.
13. PALMER, J.C. The banana. In Hulmè, A.C., ed. *The biochemistry of fruits and their products*. London, Academic Press, v 2. pp 65-105. 1971.
14. PIMENTEL GOMEZ, F. Curso de estadística experimental. Livraria Nobel S.A. Sao Paulo. 1970.
15. PACLT, J. *Farbenbestimmung in der biologie*. Veb Gustav Fischer Verlag Jena, 1958.
16. ROLZ, C. et al. Chemical changes and fruit quality during ripening of tropical fruits. *Turrialba* 22, 1: 65-72. 1972.
17. SANCHEZ NIEVA, F., HERNANDEZ, I. y BUESO VIÑAS, C. Ripening of Montecristo bananas. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 53, 4: 274-83. 1969.
18. SMITH, W. The use of carbon dioxide in the transport and storage of fruits and vegetables. *Advances Food Research* 12: 95-146. 1963.
19. SANCHEZ NIEVA, F., HERNANDEZ, I. y BUESO, C.E. Studies of the freezing of green plantains (*Musa paradisiaca*). IV. Effect of cold storage on the quality of frozen sliced green plantains. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 59, 4: 249-46. 1975.
20. SANCHEZ NIEVA, F., HERNANDEZ, I. y BUESO VIÑAS, C. Studies on the ripening of plantains under controlled conditions. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 54, 3: 517-29. 1970.
21. SANCHEZ NIEVA, F. et al. Preharvest changes in the physical and chemical properties of plantains. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 52, 3: 241-55. 1968.

22. SMOCK, R. *Methods of storing bananas*. *Philippine Agriculturist* 51: 501-17. 1967.
23. SCOTT, K.J., McGLASSON, W.B. y ROBERTS, E.A. Potassium permanganate as an ethylene absorbent in polyethylene bags to delay ripening of bananas during storage. *Australian Journal of Experiment Agriculture and Animal Husb* 10: 237-40. 1970.
24. STRATTON, F.C. y VON LOESECKE, H.W. *A chemical study of different varieties of bananas during ripening*. United Fruit Co. Research Dept. Bull N° 32, Original no consultado, tomado de Von Loesecke 34, 1930.
25. SCOTT, K.J. y ROBERTS, E.A. Polyethylene bags to delay ripening of bananas during transport and storage. *Australian Journal of Experiment Agriculture and Animal Husb*. 6: 197-99. 1966.
26. SIMMONDS, N.W. *Los plátanos*. Trad. por Esteban Riambu. Ed Blume, Barcelona. 1973.
27. SNEDECOR, G. *Statical methods*. Iowa. State University Press, Ames, Iowa, U.S.A., 1966.
28. THOMPSON, A.K., BEEN, B.O. PERKINS, C. *Handling storage and marketing of plantains*. *Proceedings of the Tropical Región American of the Society for Horticultural Science* 16, 20: 205-12, 1974.
29. VENEZUELA. Ministerio de Agricultura y Cría. *Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Algunas prácticas agronómicas para el cultivo del plátano. Manual para agricultores*. Caracas. 1977.
30. VENEZUELA. Ministerio de Agricultura y Cría. *Anuario estadístico agropecuario*. 1975. Caracas 1976.
31. VENEZUELA. Consejo de Bienestar Rural. *Proyecciones de la oferta y de la demanda de productos agropecuarios en Venezuela 1965-1970-1975*. Caracas. 1965.
32. VENEZUELA. Instituto Nacional de Nutrición. *Tabla de composición de alimentos para uso práctico*. Caracas. 1973.
33. VON LOESECKE, H.W. *Bananas*. 2 ed. Interscience Publishers INC. New York, 1950.
34. YOUNG, R., ROMANI, R.J. y BIALE, J.B. Carbon dioxide effects on fruit respiration. II. Response of avocados, bananas and lemons. *Plant Physiology* 37: 416-22. 1962.