

# Escala físico-química de maduración de banano.

Sonia I. CHACÓN, Floribeth VÍQUEZ y G. CHACÓN\*

## EHELLE PHYSICO-CHIMIQUE DU MURISSEMENT DE LA BANANE.

Sonia I. CHACÓN, Floribeth VÍQUEZ e G. CHACÓN.

*Fruits*, Feb. 1987, vol. 42, nº 2, p. 95-102.

RESUME - Une échelle physico-chimique du mûrissement de la banane, variété *Musa cavendishii* a pu être établie par la mesure du contenu en amidon, en sucres totaux et réducteurs, en résidu sec soluble, du pH, de la teneur en eau, de la proportion pondérale pulpe/peau et des caractéristiques organoleptiques et de la couleur.

L'évolution de la pigmentation de la peau et les forts coefficients de corrélation entre les caractéristiques évaluées, ont permis d'élaborer l'échelle du mûrissement physico-chimique. On a considéré le temps comme une variable indépendante dans les modèles mathématiques, pour expliquer le comportement du fruit pendant le processus de mûrissement.

La teneur en amidon de la banane verte (grade 1) est de 17.7 % et de 0.82 % pour la banane mûre (grade 7) ; celle en sucres totaux et en sucres réducteurs est de 1.32 et 0.52 % pour le grade 1 et de 19.7 et 10.3 % pour le grade 7, respectivement. La teneur en eau varie de 72.0 à 73.9 %, la proportion pulpe/peau de 1.37 à 1.86, l'acidité exprimée en acide malique de 0.41 à 0.52 %, le pH de 5.24 à 4.88 et le degré Brix de 4.69 à 22.6.

## INTRODUCCION

La producción de banano en Costa Rica es una de las actividades agrícolas más importantes y constituye una de las principales fuentes de divisas del país. Se estima que aproximadamente el 15% de la producción anual de banano de Costa Rica no se exporta y una cantidad considerable de fruta es subutilizada, aún cuando presenta buenas condiciones para su procesamiento o consumo en fresco.

Las compañías transnacionales y quienes trabajan en actividades relacionadas con el banano, hacen uso de escalas colorimétricas de maduración del banano para identificar su estado de madurez. Entre las escalas de maduración de banano más conocidas se cita la de Von Loesecke, publi-

cada en 1950 y otras similares como la de Gueest Industries o la de Customer Services de Chiquita Brands, Boston ; las cuales han sido estructuradas con base en una apreciación física de color. Algunas de ellas reportan información en cuanto al contenido de almidón y azúcares, pero en su mayoría, precinden de información con respecto a otras características químicas.

Por lo anterior se ha considerado de suma importancia la determinación de una escala de banano a diferentes grados de madurez, utilizando la variedad de fruta más común en Costa Rica, *Musa cavendishii*, cultivada bajo las condiciones climáticas de nuestras zonas de mayor producción y madurada por alguno de los métodos usuales de nuestro país. De esta forma, se suministra a los potenciales usuarios, una escala que permite estimar la composición química en diferentes grados de madurez y seleccionar la materia prima requerida para un producto de la calidad organoléptica deseada.

\* - Sonia I. CHACÓN et Floribeth VÍQUEZ - Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos, U.C.R.  
G. CHACÓN - Escuela de Ingeniería Química, U.C.R. Costa Rica.

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron bananos de rechazo de la variedad *Musa cavendishii*, procedentes de la provincia de Limón, Costa Rica cultivados bajo las siguientes condiciones climáticas: temperatura máxima de 30°C y mínima de 20°C, con una precipitación promedio de aproximadamente 8 mm/día. Cosechados a las 14-16 semanas de nacido el fruto, el banano presenta un diámetro de calibración de 43/32 a 45/32 de pulgada por dado. Los lotes se mantuvieron bajo condiciones ambientales (20°C y 90% de humedad relativa) por un período de dos a cuatro días). Se maduraron en una solución acuosa de etileno a una concentración de 1500 p.p.m., sumergidos durante 8 minutos. Se analizó la fruta cada 24 horas hasta completar los 7 días, en su contenido de almidón, azúcares totales, azúcares reductores, sólidos solubles totales, pH, acidez, humedad y razón pulpa/cáscara. Se evaluaron las características organolépticas de color y grado de madurez, con respecto al sabor.

### Análisis químico de la fruta.

El contenido de almidón se determinó por colorimetría fotométrica a una longitud de onda de 640 nm, según lo descrito por el método de NIELSEN (1943). Los azúcares totales y reductores se analizaron por el método espectrofotométrico de GAINES (1973). El porcentaje de sólidos solubles totales se determinó por refracción, como grados Brix. Para el pH se aplicó el método N° 10035 de la A.O.A.C., se utilizó un pHmetro marca Orion Research Modelo 601 A. La acidez se evaluó por titulación con solución de NaOH al 0.1N y se expresó como gramos de ácido málico por 100 g de pulpa fresca, según el método N° 10063 de la A.O.A.C. El contenido de humedad fue determinado por secado hasta peso constante a una temperatura de 60°C y a una presión absoluta de 51 KPA, según el método N° 22018 de la A.O.A.C. La razón pulpa/cáscara se determinó obteniendo el peso de cada uno de los componentes y estableciendo la relación.

### Evaluación sensorial.

La técnica utilizada fue la escala tipo descriptivo, no estructurada, de 0 a 100 puntos. En el tratamiento de datos se aplicó el análisis de variancia, determinando el nivel de diferencia entre repeticiones para cada día evaluado durante la semana de maduración y a través del proceso.

### Lote control.

Se almacenaron bananos sin ningún tratamiento por 30 días en la cámara de maduración, bajo las condiciones controladas de temperatura 20±1°C y humedad relativa 95±5%. Se determinó el contenido de almidón y azúcares totales.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Cambios químicos durante el proceso de maduración.

La fruta presentó diferencia significativa al 0.01% con

respecto al tiempo de maduración para las características organolépticas de color y sabor y las propiedades químicas, excepto para el porcentaje de humedad y la razón pulpa/cáscara. El análisis estadístico determinó una correlación directa del tiempo con la mayoría de las propiedades estudiadas (Tabla 1); así, el tiempo se eligió como variable independiente en la búsqueda de modelos matemáticos, que permiten predecir el comportamiento bioquímico de la fruta climatérica a través del proceso de maduración (Figuras del 1 al 8).

### Contenido de almidón.

Los datos experimentales representados en la Figura 1 muestran la variación en el contenido de almidón conforme ocurre el proceso de maduración desde una concentración de 17.73% para el día 1 hasta 0.82% para el día 7, con una desviación estándar de ±0.32. La hidrólisis rápida del almidón provoca una caída fuerte en el porcentaje del mismo carbohidrato entre los días 1 y 4 para las condiciones en las que se realizó el estudio. Este mismo comportamiento ha sido reportado por los investigadores LUSTRE *et al.*, (1975), PATIL y MAGAR (1975) y LIZANA (1976).

Durante las primeras horas de postcosecha la concentración del almidón aumentó, lo cual concuerda con las observaciones de MADAMBA y MENDOZA (1977), quienes lo atribuyen a la resíntesis de alguna reserva temporal.

### Contenido de azúcares.

En el proceso de maduración, los azúcares se forman a partir de la hidrólisis del almidón y aumentan en forma exponencial. Los azúcares totales y reductores toman valores desde 1.32 y 0.57% (día 1) hasta 19.71 y 10.77% (día 7) con un  $S = \pm 1.66$  y  $\pm 1.30$  respectivamente.

Según los resultados obtenidos, los azúcares reductores correspondan a un 50% de los azúcares totales. VÍQUEZ (1981) realizó estudios en banano de rechazo de la misma variedad empleada en esta investigación (*Musa cavendishii*) y obtuvo valores del mismo orden que los reportados en el presente trabajo. RIZK y SALEM (1976) encontraron concentraciones de azúcares reductores un poco menores al 50% de los azúcares totales.

Después del día 2 de maduración, los azúcares son producidos con mayor rapidez (Figuras 2 y 3), hecho observado también por LUSTRE *et al.*, en 1975; PATIL y MAGAR (1975) y LIZANA (1976). Posteriormente, se observa un descenso en el contenido de azúcares en el día 7, debido posiblemente a una fermentación. LIZANA (1976) acredita este decrecimiento a la hidrólisis de la sacarosa.

### Sólidos solubles totales.

En la correlación tiempo-sólidos solubles totales, cuyo coeficiente es altamente significativo ( $r = 0.98$ ), se observa un progresivo y consistente aumento en la concentración de los sólidos solubles (Figura 4), atribuido por ABOU y EL TANAHY (1975) a la hidrólisis del almidón. De la relación matemática se obtiene el valor más representativo

TABLA 1 - Coeficientes de correlación/ $H_0 = 0$ , si la correlación es directa/número de observaciones.

	Repeticiones	Día	Tratamiento	Azúcares totales	Azúcares reductores	S.S.T.*	Almidón	Acidez	pH	Humedad	Pulpa/cáscara	Color	Sabor
Repeticiones	1.00000 0.00000 38	0.00000 1.00000 38	0.00000 1.00000 38	-0.03556 0.8468 32	-0.09622 0.6004 32	-0.07806 0.6608 34	0.02150 0.9040 34	-0.14101 0.4264 34	0.29108 0.0949 34	0.21954 0.2122 34	-0.07886 0.6575 34	-0.46263 0.0461 19	-0.31566 0.1752 20
Día	1.00000 0.00000 38	0.00000 1.00000 38	0.00000 1.00000 38	0.94631 0.0001 32	0.90916 0.0001 32	0.95808 0.0001 34	-0.93795 0.0001 34	0.33391 0.0536 34	-0.55880 0.0006 34	0.33426 0.0533 34	0.71075 0.0001 34	0.81739 0.0001 19	0.84990 0.0001 20
Tratamiento	0.00000 1.00000 38	0.00000 1.00000 38	0.00000 1.00000 38	0.00000 1.00000 32	0.00000 1.00000 32	0.00000 1.00000 34	0.00000 1.00000 34	0.00000 1.00000 32	0.00000 1.00000 32	0.00000 1.00000 32	0.00000 1.00000 34	0.00000 1.00000 19	0.00000 1.00000 20
Azúcares totales	1.00000 0.00000 32	0.00000 1.00000 32	0.00000 1.00000 32	0.95112 0.0001 32	0.95112 0.0001 32	0.98163 0.0001 32	-0.96801 0.0001 32	-0.49585 0.0039 32	-0.64512 0.0001 32	0.28145 0.1186 32	0.68820 0.0001 32	0.76392 0.0024 13	0.70245 0.0051 14
Azúcares reductores	1.00000 0.00000 32	0.00000 1.00000 32	0.00000 1.00000 32	1.00000 0.00000 32	1.00000 0.00000 32	0.94667 0.0001 32	-0.93541 0.0001 32	0.48688 0.0047 32	-0.66344 0.0001 32	0.27328 0.1302 32	0.59578 0.0003 32	0.67650 0.0111 13	0.60370 0.0223 14
S.S.T.*	1.00000 0.00000 34	0.00000 1.00000 34	0.00000 1.00000 34	1.00000 0.00000 34	1.00000 0.00000 34	1.00000 0.00000 34	-0.97571 0.0001 34	0.44070 0.0091 34	-0.68866 0.0001 34	0.31268 0.0718 34	0.68081 0.0001 34	0.63961 0.0102 15	0.66328 0.0051 16
Almidón	1.00000 0.00000 34	0.00000 1.00000 34	0.00000 1.00000 34	0.00000 0.00000 34	0.00000 0.00000 34	1.00000 0.00000 34	0.00000 0.00000 34	-0.41636 0.0143 34	0.62440 0.0001 34	0.31296 0.0715 34	-0.62476 0.0001 34	-0.72533 0.0022 15	-0.73078 0.0013 16
Acidez	1.00000 0.00000 34	0.00000 1.00000 34	0.00000 1.00000 34	0.00000 0.00000 34	0.00000 0.00000 34	1.00000 0.00000 34	-0.82725 0.0001 34	0.00000 0.00000 34	-0.82725 0.1331 34	0.26287 0.1331 34	0.18360 0.2986 34	-0.29591 0.2842 15	-0.40124 0.1235 16
pH	1.00000 0.00000 34	0.00000 1.00000 34	0.00000 1.00000 34	0.00000 0.00000 34	0.00000 0.00000 34	1.00000 0.00000 34	0.00000 0.00000 34	1.00000 0.00000 34	1.00000 0.00000 34	0.25477 0.1459 34	-0.34865 0.0433 34	0.32938 0.2306 15	0.45298 0.0781 16
Humedad	1.00000 0.00000 34	0.00000 1.00000 34	0.00000 1.00000 34	0.00000 0.00000 34	0.00000 0.00000 34	1.00000 0.00000 34	0.00000 0.00000 34	1.00000 0.00000 34	1.00000 0.00000 34	0.00000 0.00000 34	0.40682 0.0170 34	0.57818 0.0240 15	0.65376 0.0060 16
Pulpa/cáscara	1.00000 0.00000 34	0.00000 1.00000 34	0.00000 1.00000 34	0.00000 0.00000 34	0.00000 0.00000 34	1.00000 0.00000 34	0.00000 0.00000 34	1.00000 0.00000 34	1.00000 0.00000 34	0.00000 0.00000 34	1.00000 0.00000 34	0.55842 0.0305 15	0.55999 0.0241 16
Color	1.00000 0.00000 19	0.00000 1.00000 19	0.00000 1.00000 19	0.00000 0.00000 19	0.00000 0.00000 19	1.00000 0.00000 19	0.00000 0.00000 19	1.00000 0.00000 19	1.00000 0.00000 19	0.00000 0.00000 19	0.00000 0.00000 19	0.00000 0.00000 19	0.96020 0.0001 19
Sabor	1.00000 0.00000 20	0.00000 1.00000 20	0.00000 1.00000 20	0.00000 0.00000 20	0.00000 0.00000 20	1.00000 0.00000 20	0.00000 0.00000 20	1.00000 0.00000 20	1.00000 0.00000 20	0.00000 0.00000 20	0.00000 0.00000 20	0.00000 0.00000 20	1.00000 0.00000 20

\* - Sólidos solubles totales

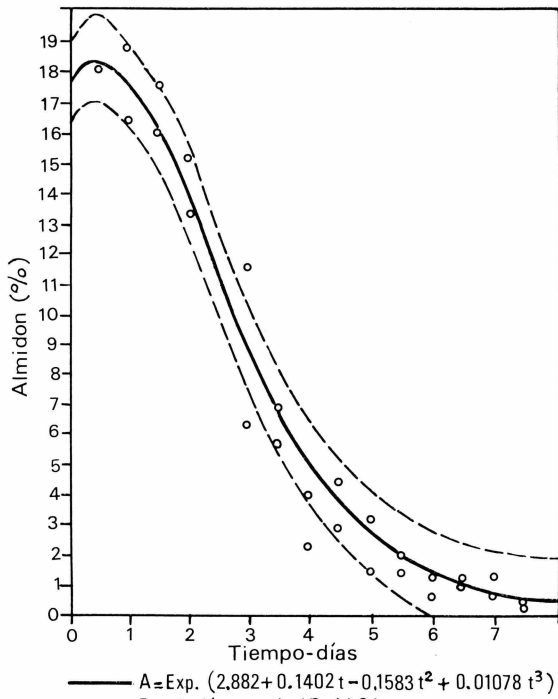


Fig. 1 • Cambios en el contenido de almidón en pulpa de banana a condiciones controladas de temperatura  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  y H.R.  $95 \pm 5\%$ .

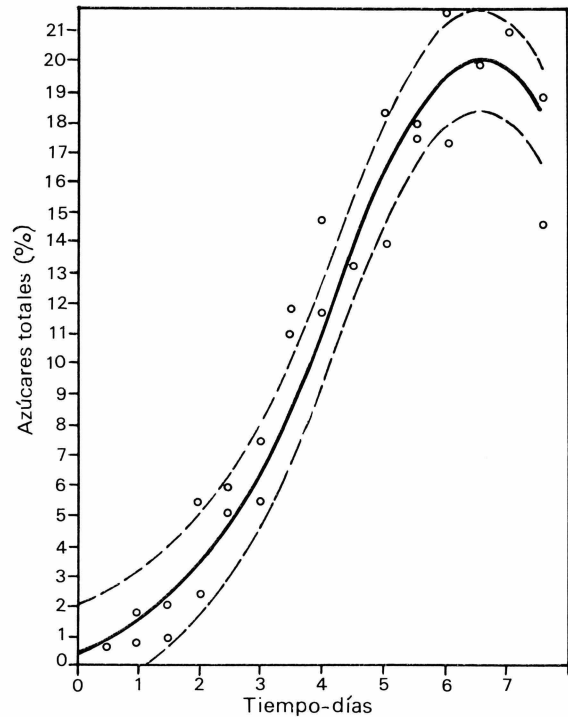


Fig. 2 • Cambios en el contenido de azúcares totales en pulpa de banana a condiciones controladas de temperatura  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  y H.R.  $95 \pm 5\%$ .

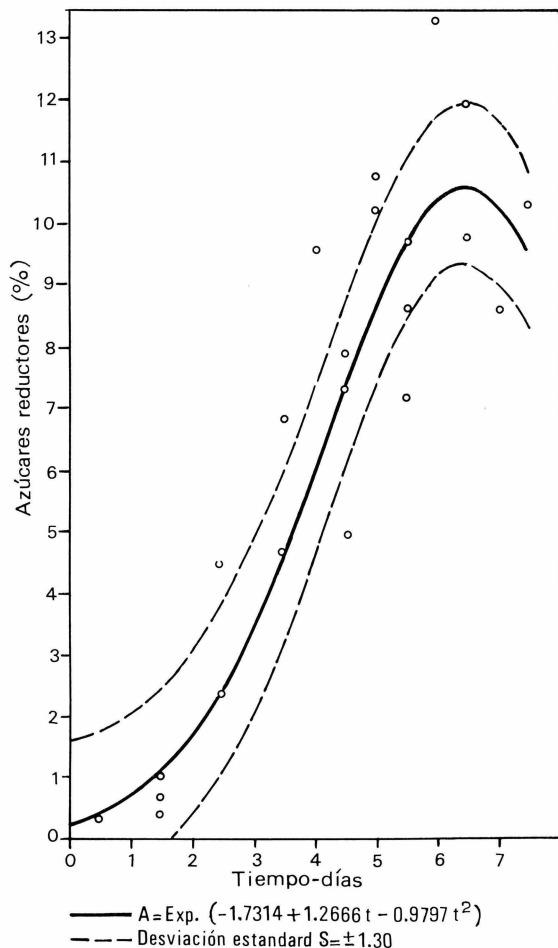


Fig. 3 • Cambios en el contenido de azúcares reductores en pulpa de banana a condiciones controladas de temperatura  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  y H.R.  $95 \pm 5\%$ .

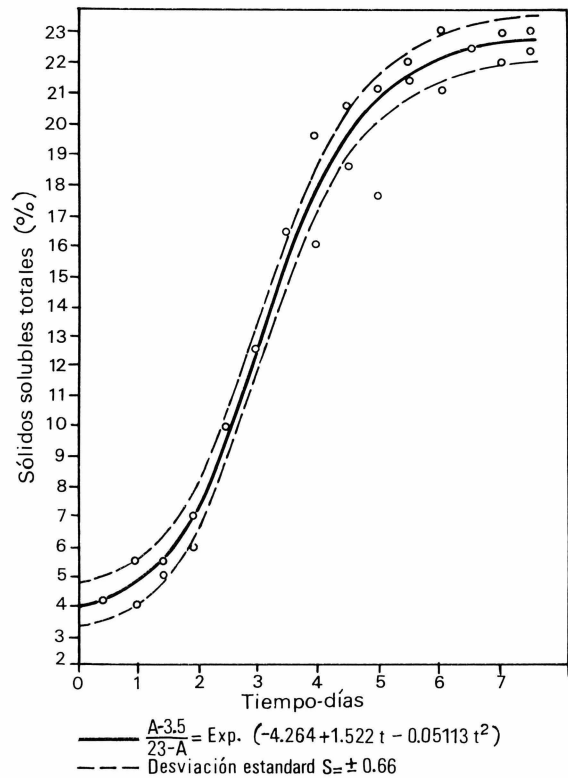


Fig. 4 • % sólidos solubles totales (%Brix) en pulpa de banana a condiciones controladas de temperatura  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  y H.R.  $95 \pm 5\%$ .

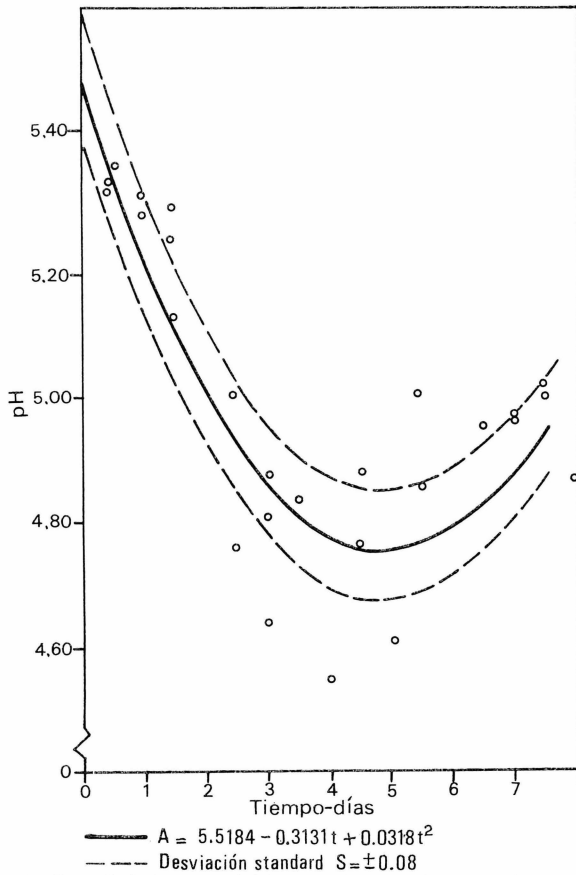


Fig. 5 • pH de la pulpa del banano durante el proceso de maduración a condiciones controladas de temperatura  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  y H.R.  $95 \pm 5\%$ .

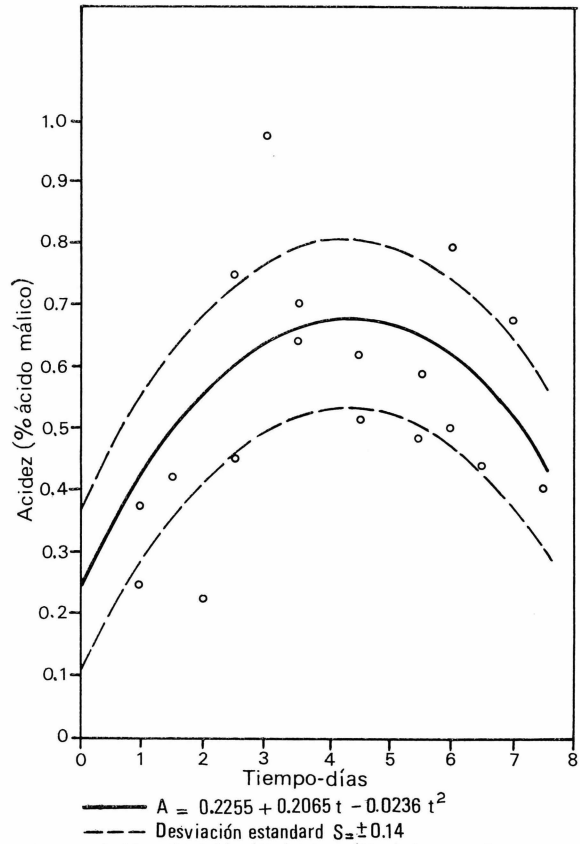


Fig. 6 • Acidez titulable (% ácido málico) durante el proceso de maduración del banano a condiciones controladas de temperatura  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  y H.R.  $95 \pm 5\%$ .

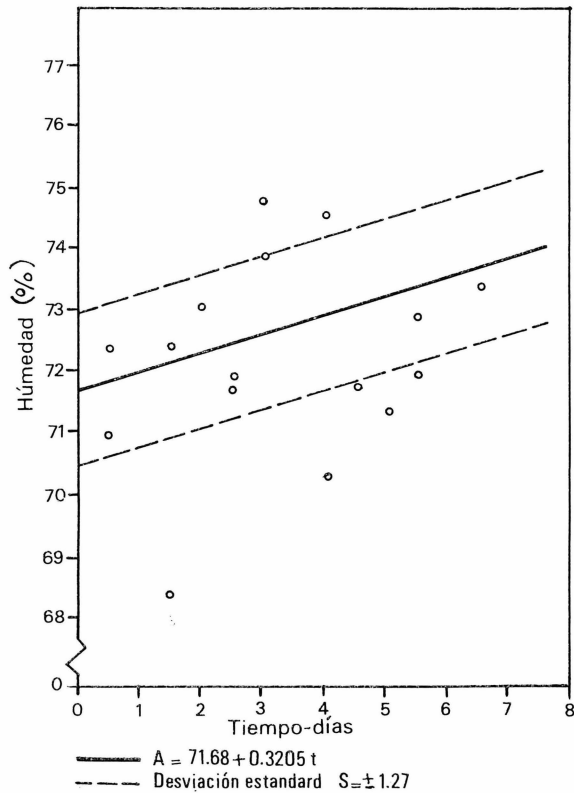


Fig. 7 • Contenido de humedad en pulpa de banano durante el proceso de maduración a condiciones controladas de temperatura  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  y H.R.  $95 \pm 5\%$ .

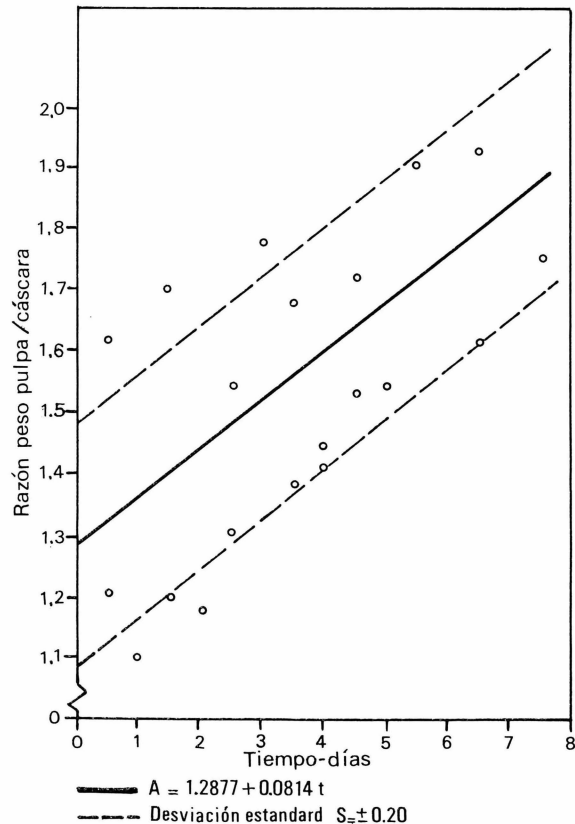


Fig. 8 • Razón peso pulpa/cáscara durante el proceso de maduración del banano a condiciones controladas de temperatura  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  y H.R.  $95 \pm 5\%$ .

para cada estado de madurez y corresponde a 4.50° Brix el día 1 y 22.61° Brix el día 7.

Los sólidos solubles totales son un indicativo del azúcar formado en la hidrólisis; sin embargo, la concentración de sólidos solubles fue más alta que el contenido de azúcares totales, debido según RIZK y SALEM (1976) a la presencia de otros compuestos solubles.

#### Acidez y pH.

Ambas propiedades químicas representan un comportamiento parabólico. El pH en pulpa de banano decayó de 5.24 a 4.75 y retoma valores superiores en los últimos días de análisis. La acidez expresada como % ácido málico, se mantuvo en un ámbito ascendente de 0.41 a 0.67% durante los primeros estados de maduración y disminuye en la fase final del estudio a partir del día 6 (Figuras 5 y 6).

El incremento en la acidez y la disminución en el valor del pH son explicados por DESAI y DESHPANDE (1975), como el producto de ciertos ácidos formados por la oxidación de los azúcares del banano, bajo condiciones anaerobias en la pulpa. MADAMBA y MENDOZA (1977) mencionan además que los ácidos titulables disminuyen progresivamente cuando la reserva ha sido agotada por la hidrólisis constante y los ácidos orgánicos continúan en la transformación metabólica hasta dióxido de carbono y agua.

La producción de acidez y su subsecuente disminución sigue la misma tendencia de la hidrólisis del almidón; así cuando el almidón es hidrolizado más rápidamente, la acidez aumenta de manera más marcada y si la razón de hidrólisis del almidón es reducida, la acidez también alcanza un grado menor (DESAI y DESHPANDE, 1975).

#### Humedad y razón pulpa/cáscara.

Estas dos características no presentaron diferencia significativa al 0.01% con respecto al tiempo. Sin embargo, se puede apreciar una tendencia a aumentar el porcentaje de humedad en la pulpa conforme el banano alcanza mayores estados de madurez, 72.00-73.92% (Figura 7). Se confirmó un ligero ascenso en la razón pulpa/cáscara, 1.37-1.86 (Figura 8). PATIL y MAGAR (1975) reportan un aumento en el contenido de humedad de la pulpa conforme la fruta madura.

El aumento en la razón pulpa/cáscara, está relacionado con la acumulación de agua en la pulpa, producto de la degradación de carbohidratos y la transferencia osmótica de agua de la cáscara a la pulpa (PALMER, 1971 ; CHARLES y TUNG, 1973).

#### Escala físico-química de maduración.

La escala de la Figura 9, se fundamenta en los altos coeficientes de correlación obtenidos entre las características químicas y organolépticas de color y sabor, lo que permite una relación entre parámetros físicos, el color y el contenido químico de la pulpa de banano a distintos grados de maduración. CHARLES y TUNG (1973) y

LUSTRE *et al.* (1975) sugieren el empleo de índices físicos para conocer el estado bioquímico de la fruta.

Los valores reportados en el cuadro de la Figura 9, para cada grado de la escala, corresponden al dato estadístico esperado para cada característica química con su respectiva desviación estándar.

La escala de color de la cáscara del banano parte de un grado 1 con coloraciones verde intenso ; pasa por diversas tonalidades verde amarillo, hasta llegar al grado 7, cuyo color y apariencia es amarillo intenso con pecas de color café. El contenido de almidón disminuye al cambiar el estado de madurez de verde a amarillo pecos, mientras que los porcentajes de azúcares totales, azúcares reductores y sólidos solubles totales aumentan hasta el grado 7, con excepción en el descenso no significativo del contenido de azúcares reductores en el grado 7, los cuales, posiblemente empezaron su degradación a compuestos más simples. El porcentaje de almidón varía desde un 18% en el grado 1, hasta menos de un 1% en el banano maduro. El banano verde contiene entre un 1-3% de azúcares totales y alcanza valores cercanos al 20% en el grado 7.

La acidez de la fruta de 0.41% en el grado 1, aumenta en el punto climaterico hasta un valor máximo de 0.67% y decae posteriormente por participación de los ácidos orgánicos en el proceso metabólico, hasta un valor de 0.52% para el grado 7.

El pH en banano grado 1 es de 5.24, toma valores de 4.75 en el grado 5 y aumenta nuevamente hasta un máximo de 4.88 en el grado 7.

El contenido de humedad no presentó diferencia significativa a través del tiempo. El porcentaje con base pulpa fresca, se mantiene en una relación lineal de 72% en el grado 1 y 74% en el grado 7. Un leve incremento también se observa en la razón pulpa/cáscara desde 1.37 a 1.86 para los grados 1 y 7 respectivamente.

Las características químicas y físicas del banano madurado artificialmente y el madurado en forma natural presentan un comportamiento similar. El banano sin tratamiento requirió 30 días para alcanzar el grado 7 de la escala estructurada, almacenado bajo las mismas condiciones de temperatura y humedad relativa (Figura 10).

La escala aquí descrita permite una mejor selección de la materia prima a emplearse en diversos procesos industriales. Mediante una evaluación física del color, el usuario podrá estimar la composición química de la fruta a diferentes grados de madurez. El alto coeficiente de correlación entre los sólidos solubles totales (°Brix) y las otras características químicas evaluadas, permite utilizar el valor de °Brix como análisis químico rápido para determinar la madurez de la fruta.

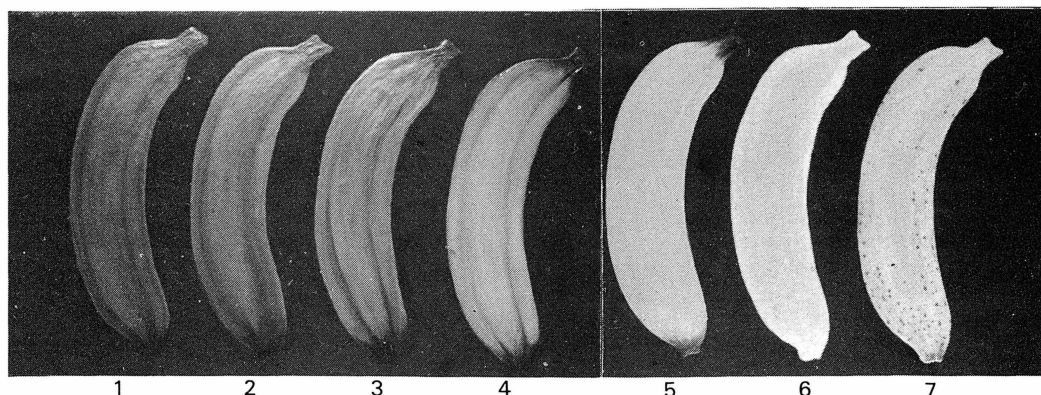


Figura 9 - Escala de maduración de banana (variedad *Musa cavendishii*).

Grado de maduración	1	2	3	4	5	6	7
Características							
Color de la cáscara	Verde	Verde trazas de amarillo	Más verde que amarillo	Más amarillo que verde	Amarillo con extremos verdes	Totalmente amarillo	Totalmente amarillo con pecas
% Almidón (S = ± 0.32)	17.73	13.68	8.76	4.96	2.65	1.43	0.82
% Azúcares totales (S = ± 1.66)	1.32	3.21	6.57	11.26	16.18	19.50	19.71
% Azúcares reductores (S = ± 1.30)	0.57	1.50	3.27	5.86	8.60	10.40	10.32
% Sólidos solubles totales (° Brix) (S = ± 0.58)	4.69	7.28	12.48	17.78	20.81	22.10	22.61
pH (S = ± 0.08)	5.24	5.02	4.87	4.77	4.75	4.78	4.88
Acidez (% ácido málico, S = ± 0.14)	0.41	0.54	0.63	0.67	0.67	0.62	0.52
Razón pulpa/cáscara (S = ± 0.20)	1.37	1.45	1.53	1.61	1.69	1.78	1.96
% Humedad (S = ± 1.27)	72.00	72.32	72.64	72.97	73.28	73.61	73.92

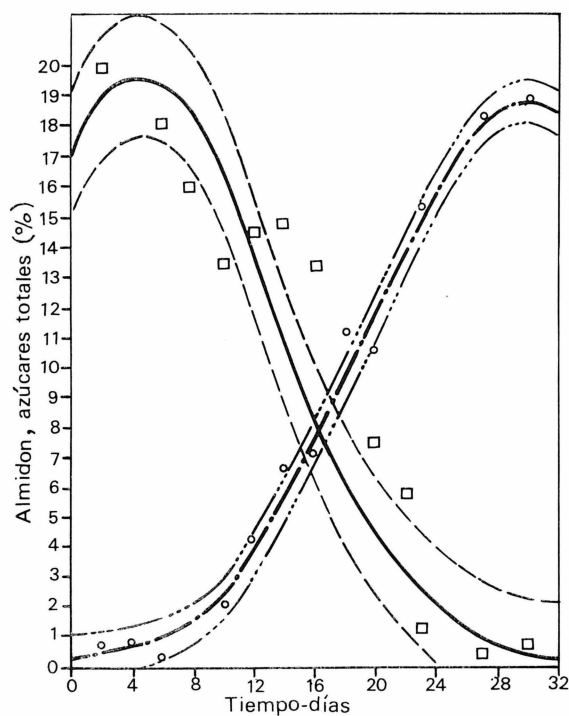


Fig. 10 • Cambios en el contenido de azúcares totales y almidon en pulpa de banana para el lote control.

—●— Azúcares,  $A = \text{Exp.}(-1.5562 + 0.3046t - 0.005154t^2)$   
 - - - - - Desviación estandar  $S = \pm 0.71$   
 —○— Almidon,  $A = \text{Exp.}(2.867 + 0.04625t - 0.005443t^2)$   
 - - - - - Desviación estandar  $S = \pm 2.03$

## AGRADECIMIENTO

Los autores desean agradecer al Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos, C.I.T.A., de la Universidad de Costa Rica, por el financiamiento de la investigación. Asimismo, el agradecimiento a la Lic. Sandra CALDERÓN VILLAPLANA por su participación en la Evaluación Sensorial del estudio y al señor Ing. Fernando AGUILAR VILLARREAL por su valiosa asistencia técnica.

## BIBLIOGRAFIA

1. ABOU AZIS (A.B.) and EL-TANAHY (M.M.). 1975.  
Effect of different concentration of Ethrel (2-chloroethylphosphonic acid) on the properties of banana fruit during the artificial ripening.  
*Current Science*, 44 (3), 101-103.
2. CHARLES (R.J.) and TUNG (M.A.). 1973.  
Physical, theological and chemical properties of bananas during ripening.  
*Journal of Food Science*, 38 (3), 456-459.
3. DESAI (B.B.) and DESHPANDE (P.B.) 1975.  
Chemical transformations in three varieties of banana (*Musa paradisiaca* LINN.) fruits stored at 20°C.  
*Mysore Journal of Agricultural Science*, 9 (4), 634-643.
4. GAINES (T.P.). 1973.  
Automated determination of reducing sugars, total sugars, and starch in plant tissue from one weighed sample.  
*Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 56 (6), 1419-1421.
5. LIZANA (L.A.). 1976.  
Quantitative evolution of sugars in banana fruit ripening at normal to elevated temperatures.  
*Acta horticultural*, 57, 163-171.
6. LUSTRE (A.O.), SORIANO (M.S.), MORGA (N.S.), BALAGOT (A.H.) and TUNAC (M.M.). 1976.  
Physico-chemical changes in «Saba» bananas during normal and acetylene-induced ripening.  
*Food Chemistry*, (2), 125-136.
7. MADAMBA (L.S.P.), BAES (A.U.) and MENDOZA (D.B.). 1977.  
Effect of maturity on some biochemical changes during ripening of banana *Musa sapientum* L.C.V. Lacatan.  
*Food Chemistry*, (2), 177-182.
8. NIELSEN (J.P.). 1943.  
Rapid determination of starch.  
*Industrial and Engineering Chemistry*, (15), 3-5.
9. PALMER (T.K.). 1971.  
The banana.  
in : Hulme, A.C. Ed. *The Biochemistry of fruits and their products*. New York, Academic Press, vol. 2.
10. PATIL (D.L.) and MAGAR (N.G.). 1975.  
Biochemical changes in banana fruit during ripening.  
*Journal of the University of Bombay*, 44 (71), 97-104.
11. SALEM (E.A.), RIZK (S.S.), EISSAWY (M.T.) and MANSOUR (K.M.). 1976.  
Banana fruit ripening.  
II. The use of plant growth regulators.  
*Agricultural Research Review*, 54 (3), 83-89.

