

# Caracterización fisicoquímica del proceso de maduración del plátano 'Papocho' (*Musa* ABB Simmonds)

## Physical-chemical characterisation of 'Papocho' plantain (*Musa* ABB Simmonds) maturing

Abelardo Javier Arrieta<sup>1</sup>, Ubaldo Miguel Baquero<sup>2</sup> y José Luis Barrera<sup>3</sup>

**Resumen:** La investigación se realizó en el municipio de Corozal, corregimiento Las Llanadas (Sucre), con precipitación promedio anual de 1.200 mm, temperatura promedio de 27 °C y humedad relativa promedio de 75%; la zona corresponde ecológicamente a la denominación Bosque Seco Tropical. Este experimento fue realizado en el segundo semestre de 2005 con el objeto de determinar las características fisicoquímicas del proceso de maduración del plátano 'Papocho' (*Musa* ABB Simmonds) en diferentes etapas del llenado del fruto. Para lograr los objetivos se planteó un diseño completamente al azar, con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron las distintas épocas de corte del racimo (la octava, novena, décima y undécima semana) después de emergida la bacota. Se cosecharon 3 racimos por tratamiento y se almacenaron a temperatura ambiente (24 °C y 85% de humedad relativa) para continuar su proceso natural de maduración. Los resultados más importantes indicaron que la época óptima de corte del racimo del plátano 'Papocho' es la novena semana después de emergida la bacota, con un periodo de maduración de 21 d. En general, la caracterización físico-química muestra que entre los frutos de cada tratamiento hay diferencias apreciables en el largo, grosor, contenido de azúcares y pH; estas diferencias se mantienen durante el proceso de maduración.

**Palabras claves adicionales:** fruto, calidad, postcosecha, grados Brix

**Abstract:** This research was carried out in the municipality of Corozal (Sucre) in Las Llanadas settlement, having 75% average humidity, 1,200 mm annual average rainfall and 27 °C average temperature, ecologically corresponding to the denomination of Tropical Dry Forest. The research was carried out in the Sucre department during the last six months of 2005 to determine the physical-chemical characteristics of papocho (*Musa* ABB Simmonds) during different stages of maturing. A completely random design was used, having four treatments and three repetitions where the treatments to be evaluated were different cluster cutting times (eighth, ninth, tenth and eleventh weeks after the bunch formed). Three clusters were harvested per treatment and stored at room temperature (24 °C and 85% relative humidity) where they continued their natural maturing. The results revealed that the optimal time for cutting a "papocho" cluster is the ninth week after the bunch has formed, having a 21-day maturing period. Physical-chemical characterisation generally showed that there were appreciable differences between the fruit from each treatment regarding length, thickness, sugar content and pH, such differences being maintained during maturing.

**Additional key words:** fruit, quality, post-harvest, Brix degrees

### Introducción

EN COLOMBIA, las pérdidas en la cosecha y postcosecha del plátano se han estimado en 300.000 t·año<sup>-1</sup>, representando un valor cercano a los 35 millones de dólares.

Las causas de estas pérdidas se atribuyen a la baja tecnificación de los cultivos, a la manipulación deficiente del producto desde el sitio de producción hasta el consumidor final y a su cosecha inadecuada, entre otras (Cayón et al., 2000). La determinación del momento en que se

Fecha de recepción: 01 de febrero de 2006  
Aceptado para publicación: 11 de mayo de 2006

<sup>1</sup> Ingeniero agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería (Córdoba). e-mail: abearrieta@yahoo.com

<sup>2</sup> Ingeniero agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería (Córdoba).

<sup>3</sup> Docente, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería (Córdoba). e-mail: jlbarrera11@sinu.unicordoba.edu.co

realiza ésta última es fundamental para cumplir con las exigencias de mercados nacionales e internacionales, ya que está condicionada por las normas que regulan la calidad de la fruta, el sistema de transporte y el mercado de destino; siendo así, cuando la fruta se exporta hacia un mercado europeo por barco, el corte de los racimos, respecto a la edad o 'estado verde', debe ser más temprano que si se trata de un embarque con destino a Centroamérica (Belalcázar, 1991). Además, la madurez para el consumo de los plátanos no es única, ya que generalmente la población los utiliza en estado verde, aunque existen algunas preferencias para su consumo en estado maduro (Cayón et al., 2000).

Tras su recolección, las frutas sufren numerosos cambios físico-químicos determinantes de su calidad al llegar al consumidor. Después de cosechados, los frutos climatéricos como el plátano pasan por cuatro estados de desarrollo fisiológico: preclimatérico, climatérico, maduración de consumo y senescencia; mostrándose como objetivo comercial, en el caso del plátano, la prolongación al máximo de este primer estadio (preclimatérico), ya que en esta etapa los frutos están verdes, con textura rígida y su actividad metabólica es baja. Además, el período de maduración de los frutos varía inversa y significativamente con la edad de la cosecha, y el proceso de maduración de los frutos de corta edad se altera en sus cualidades organolépticas, mostrándose como un fruto 'pasmado' (Cayón et al., 2000).

El cultivo de plátano del clon 'Papocho' o 'Popocho' (*Musa ABB Simmonds*) se muestra cada vez más como una gran alternativa de producción por su resistencia al ataque de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet y a condiciones adversas del clima, atribuidas a la dominancia de genoma balbisiana que le confiere rusticidad a esta planta; caso contrario ocurre con los clones 'Dominico Hartón' y 'Hartón', que cada día se hacen menos sostenibles para el productor (Cayón et al., 1998).

Del plátano clon 'Papocho' no hay información suficiente sobre su manejo agronómico y postcosecha del fruto, así como tampoco de las características fisicoquímicas del fruto y su época de corte apropiada, variables importantes para su comercialización internacional por haber ocasionado pérdidas económicas por la maduración del fruto durante el transporte.

El objetivo de este estudio es caracterizar las propiedades fisicoquímicas del proceso de maduración del 'Papocho' en la etapa de postcosecha, así como definir

la época óptima de corte del racimo con fines de exportación, teniendo en cuenta la demanda de este fruto por parte de las comercializadoras internacionales.

## Metodología

El estudio se realizó en el segundo semestre de 2005 en la finca La Dorada, localizada en el corregimiento Las Llanadas del municipio de Corozal (Sucre); las muestras obtenidas se procesaron en el laboratorio de fisiología vegetal de la Universidad de Córdoba, ubicada en Montería (Córdoba). En campo, los tratamientos se establecieron en un diseño completamente al azar, con 4 tratamientos y 3 repeticiones; los tratamientos evaluados fueron los distintos momentos de corte del racimo (cosecha en la octava, novena, décima y undécima semanas después de emergida la bacota). Semanalmente, se cosecharon tres racimos por tratamiento, se almacenaron a temperatura ambiente (24° C y 85% de humedad relativa), para continuar su proceso natural de maduración.

La evaluación de los estados de maduración de los frutos se realizó de acuerdo a la escala propuesta por Von Loesecke (1950) para banano 'Gross Michel' y adaptada por Cayón et al., (2000) para plátano 'Dominico Hartón', que describe los estados verde oscuro (v), verde claro (vc), verde amarillo (v-A), amarillo (A) y muy amarillo (M-A). De cada racimo se seleccionaron dos frutos centrales de las manos 1, 3 y 5 para determinarles su largo, grosor, peso fresco y seco de la pulpa y cáscara, pH, grados Brix, periodo de los estados de maduración y firmeza. El peso del fruto se determinó con una balanza digital de precisión, y los grados Brix se midieron por refractometría en la escala de 1 a 30 grados; para obtener el peso seco, las muestras se deshidrataron en un horno de ventilación forzada a 80 °C por 24 h. A los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza y pruebas de separación de medias.

## Resultados y discusión

### Características físicas del fruto

**Largo y grosor del fruto:** Estas variables fueron afectadas de manera lineal por los tratamientos en cada uno de los estados de maduración del fruto, destacándose de manera significativa los frutos cosechados en la undécima semana (T4). Este comportamiento puede explicarse por el hecho de que estas variables dependen de la cantidad de fotoasimilados, la tasa relativa de crecimiento

y el tiempo que transcurre hasta la época de cosecha (Turner, 1994). Además, en todos los tratamientos se presentó una reducción del largo y el grosor de los frutos a medida que éstos fueron avanzando en sus estados de maduración (tabla 1).

**Peso fresco y seco de la cáscara:** Las cáscaras del 'Papocho' en sus pesos fresco y seco presentaron un comportamiento similar al registrado por las variables anteriores: aumentaron de manera lineal con los tratamientos evaluados y presentaron una disminución progresiva con la maduración de los frutos. Esto concuerda con Von Loesecke (1950), que afirma que el contenido de humedad de la cáscara bajó gradualmente durante el proceso de maduración (tabla 2).

**Peso fresco y seco de la pulpa:** Según la prueba de comparación de medias (tabla 3), se vio que los frutos cosechados a la undécima semana (T4) presentaban signi-

ficativamente los valores promedios más altos en todos los estados de maduración del fruto para estas dos variables. Esto puede explicarse porque los frutos, que se comportan fisiológicamente como vertederos, dispusieron de más tiempo para almacenar los fotoasimilados producidos por la planta.

Para estas dos variables, todos los tratamientos evaluados presentaron un comportamiento análogo en cuanto a la reducción progresiva del peso fresco y seco de la pulpa a medida que el fruto pasaba por sus estados de maduración. Estos resultados contrastan con los obtenidos por Von Loesecke (1950), quien afirma que durante el proceso de maduración el contenido de humedad de la pulpa aumenta, debido a la hidrólisis del almidón y al movimiento osmótico del agua de la cáscara hacia la pulpa y por la concentración más rápida de azúcares en la pulpa, incrementando la relación del peso pulpa/cáscara.

Tabla 1. Influencia del momento de la cosecha sobre el largo y el grosor del fruto de plátano 'Papocho' (Musa ABB Simmonds) y su variación durante el periodo de maduración.

Tratamiento	Semana de corte	Verde oscuro		Verde claro		Amarillo verde		Amarillo		Muy amarillo	
		Largo (cm)	Grosor (cm)	Largo (cm)	Grosor (cm)	Largo (cm)	Grosor (cm)	Largo (cm)	Grosor (cm)	Largo (cm)	Grosor (cm)
T1	8	16,2c	3,7b	16,2c	3,7b	16,1c	3,7a	16,1c	3,5b	15,8c	2,9c
T2	9	18,4b	3,8ab	17,2c	3,7ab	17,2b	3,6a	16,0bc	3,5b	16,0bc	3,1c
T3	10	18,3b	3,8ab	18,2b	3,8ab	17,4b	3,7a	17,2b	3,6b	17,2b	3,4b
T4	11	20,4a	3,9a	20,4a	3,9a	20,3a	3,8a	20,3a	3,7a	20,2a	3,7a
cv (%)		4	2,6	3,1	2,6	2,1	2,9	3,9	2,1	4,1	4,0
Significancia		**	*	**	*	**	ns	**	*	**	**

\* Diferencia estadística significativa a nivel del 5%.

\*\* Diferencia estadística significativa a nivel del 1%.

ns: diferencia estadística no significativa; cv, coeficiente de variación.

Promedios con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes, según la prueba DMS.

Tabla 2. Influencia del momento de cosecha sobre el peso fresco y seco de la cáscara del fruto de plátano 'Papocho' (Musa ABB Simmonds) y su variación durante el periodo de maduración.

Peso de la cáscara del 'Papocho' (g)											
Tratamiento	Semana de corte	Verde oscuro		Verde claro		Amarillo verde		Amarillo		Muy amarillo	
		Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso seco
1	8	53,3a	6,1b	52,2b	5,9b	51,1b	5,7b	40,7c	4,6c	40,2b	3,6b
2	9	57,0a	7,2ab	54,9ab	5,9b	52,2b	6,0b	43,9bc	5,9b	41,5a	5,9a
3	10	57,4a	7,3ab	54,1ab	6,0b	53,5b	5,9b	51,0ab	6,5ab	42,3a	6,1a
4	11	64,8a	7,6a	65,1a	7,4a	62,9a	7,5a	60,0a	6,8a	45,0a	6,2a
cv (%)		17,4	10,7	12,84	10,72	5,9	7,4	9,8	7,5	6,5	5,8
Significancia		ns	*	*	*	**	**	**	**	**	**

\* Diferencia estadística significativa a nivel del 5%.

\*\* Diferencia estadística significativa a nivel del 1%.

ns: diferencia estadística no significativa; cv, coeficiente de variación.

Promedios con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes, según la prueba DMS.

Tabla 3. Influencia del momento de la cosecha sobre el peso fresco y seco de la pulpa del fruto de plátano ‘Papocho’ (Musa ABB Simmonds) y su variación durante el periodo de maduración.

Tratamiento	Semana de corte	Peso de la pulpa (g)									
		Verde oscuro		Verde claro		Amarillo verde		Amarillo		Muy amarillo	
		Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso seco
T1	8	50,1b	12,5c	50,1b	12,1b	50,1b	12,0b	48,9b	11,7b	48,9b	4,9c
T2	9	50,0b	16,3b	50,0b	13,6b	50,1b	13,1b	48,8b	13,4b	42,0c	7,9b
T3	10	50,0b	17,0b	49,1b	15,7b	48,9b	14,4b	47,8b	14,0b	45,8bc	9,3b
T4	11	70,0a	19,8a	71,1a	19,8a	71,1a	19,1a	71,1a	18,6a	70,0a	11,2a
cv (%)		12,3	6,1	11,4	11,1	7,3	9,3	5,5	9,9	6,2	20,4
Significancia		*	**	**	**	**	**	**	**	**	*

\* Diferencia estadística significativa a nivel del 5%.

\*\* Diferencia estadística significativa a nivel del 1%.

ns: diferencia estadística no significativa; cv, coeficiente de variación.

Promedios con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes, según la prueba DMS.

Por otra parte, los frutos cosechados en la octava, novena y décima semanas y correspondientes a los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente, presentaron para el peso fresco de la pulpa valores estadísticamente iguales en los cuatro primeros estados de maduración del fruto (verde oscuro, verde claro, verde amarillo y amarillo), mientras que en su último estado (muy amarillo) los frutos cosechados en la novena semana (T2) presentaron de manera significativa el valor promedio más bajo. En cuanto al comportamiento del peso seco de la pulpa en los tratamientos T1, T2 y T3 en los diferentes estados de maduración, el T1 presentó el valor promedio estadísticamente significativo más bajo en el primer y último estado de maduración (verde oscuro y amarillo), mientras que los estados intermedios presentaron un comportamiento estadísticamente igual.

Periodo de maduración: Los resultados para esta variable (tabla 4) muestran que los frutos del plátano ‘Papocho’ respondieron de modo diferencial a las semanas de corte de los racimos, sin que estas diferencias sean estadísticamente significativas. Además, no se presentó ningún patrón de respuesta lineal de esta variable a los tratamientos ni entre los estados de maduración de cada tratamiento. Sin embargo, se puede destacar el que los estados verde claro y amarillo verde hayan mostrado los mayores valores numéricos en todos los tratamientos, siendo la novena semana de cosecha (T2) la que presentó el mayor tiempo (21 d) para alcanzar el último estado de maduración.

Firmeza del fruto: En la prueba de comparación de medias (tabla 4), se observó que los frutos cosechados a la

Tabla 4. Influencia del momento de la cosecha sobre el periodo de maduración y firmeza del fruto de plátano ‘Papocho’ (Musa ABB Simmonds).

Tratamientos	Semana de corte	Periodo de los estados maduración (d) y firmeza del fruto (kg·cm <sup>-2</sup> ) del plátano ‘Papocho’										
		Verde oscuro		Verde claro		Amarillo verde		Amarillo		Muy amarillo		Total (d)
T1	8	3	8,5a	4	7,7ab	3	5,4b	2	3,8b	3	2,5a	15
T2	9	4	8,5a	5	7,9a	6	6,2a	4	4,7a	2	2,6a	21
T3	10	3	7,7b	5	7,2b	4	5,7b	3	4,2b	2	2,6a	17
T4	11	2	8,2a	3	7,6ab	3	6,0a	3	3,9b	3	2,4a	14
cv (%)		0,5	3,3	0,7	4,8	1,0	2,6	0,5	5,6	0,8	11,4	
Significancia		ns	*	ns	*	ns	**	ns	**	ns	ns	

\* Diferencia estadística significativa a nivel del 5%

\*\* Diferencia estadística significativa a nivel del 1%

ns: diferencia estadística no significativa; cv, coeficiente de variación.

Promedios con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes, según la prueba DMS.

novena semana ( $\tau_2$ ) presentaron los promedios más altos de firmeza en todos los estados de maduración. Además, se puede apreciar una reducción de esta variable a medida que el fruto supera sus estados de maduración. Esto puede explicarse ya que, a medida que avanza la maduración del fruto, la firmeza se hace menor por la acción de las pectinasas sobre la pectina y el almidón y también, por los cambios en la pared de los polisacáridos pépticos, que pueden llegar a ser más solubles y mostrar una reducción en el peso molecular (Smith et al., 1989; Seymour et al., 1993; Cayón et al., 2000).

**pH y sólidos solubles totales (SST):** La prueba de comparación de medias (tabla 5) mostró un incremento lineal de la acidez con relación a los tratamientos evaluados, o sea, que ésta aumentaba a medida que al fruto se le otorgaba mayor tiempo en la planta para su desarrollo, siendo el  $\tau_4$  estadísticamente superior en los tres primeros estados de maduración del fruto y estadísticamente igual en el resto de tratamientos en sus dos últimos estados.

Igual comportamiento se observó en cada tratamiento, en los que, a medida que los frutos superaban los estados de maduración, aumentaba su acidez. Investigaciónes similares de Villalonga (1981) y Hobson (1993) sustentan principalmente la acidez en los frutos en el incremento de los ácidos ascórbico y málico hasta su completo desarrollo fisiológico, para empezar a decrecer, a partir de ese momento, a medida que madura la fruta.

Con relación a los sólidos solubles totales (grados Brix), éstos se incrementaron en función a la prolongación de las semanas de corte de los racimos y a los estados de

maduración de los frutos, siendo el  $\tau_4$  el tratamiento que registró los valores promedios significativamente superiores en todos los estados de maduración. Según Hubbard et al. (1990) y Seymour et al. (1987), los grados Brix aumentan durante la maduración porque el almidón se degrada rápidamente, acumulándose azúcares, principalmente glucosa, fructosa y sacarosa. Los azúcares son el componente mayoritario de los SST, por lo que éstos se usan como criterio para establecer normas de maduración de algunas frutas; además, su calidad comestible suele correlacionarse mejor con el contenido de SST (Wills et al., 1984).

## Conclusiones

El momento óptimo de corte del racimo correspondió a la novena semana después de emergida la bacota, lo que es importante para fijar la época de corte con fines de comercialización internacional.

El largo, la masa fresca y la masa seca de la pulpa de los frutos son afectados significativamente por los tratamientos evaluados (semana de cosecha después de emergida la bacota) durante el período de llenado del fruto.

Las masas seca y fresca de la cáscara de los frutos no son afectadas significativamente por los tratamientos evaluados (semana de cosecha después de emergida la bacota) en el estado inicial de maduración verde, durante el período de llenado del fruto.

Los SST (grados Brix) de los frutos son afectados significativamente por los tratamientos evaluados (semanas de cosecha después de emergida la bacota) durante el período de llenado del racimo, con valores promedios

Tabla 5. Influencia del momento de la cosecha sobre las características químicas (pH y sólidos solubles totales) del fruto de plátano 'Papocho' (Musa ABB Simmonds) y su variación durante el periodo de maduración.

Tratamiento	Semana de la cosecha	Características químicas del plátano 'Papocho'									
		Verde oscuro		Verde claro		Amarillo verde		Amarillo		Muy amarillo	
		pH	°Brix	pH	°Brix	pH	°Brix	pH	°Brix	pH	°Brix
T1	8	5,8a	10,6b	5,8a	12,4b	5,4a	14,8c	4,6a	19,3c	4,6a	19,8c
T2	9	5,7b	11,1b	5,8ab	15,1a	5,3a	19,0b	4,6a	20,7bc	4,6a	22,2bc
T3	10	5,7b	13,4a	5,7b	15,2a	4,8ab	21,2a	4,6a	24,0ab	4,6a	25,0b
T4	11	5,5c	14,3a	5,4c	16,0a	4,6b	21,8a	4,5a	26,34a	4,5a	27,2a
cv (%)		0,8	5,5	0,7	3,2	7,3	3,8	3,1	6,5	2,1	6,5
Significancia		**	**	**	**	*	**	ns	**	ns	**

\* Diferencia estadística significativa a nivel del 5%.

\*\* Diferencia estadística significativa a nivel del 1%.

ns: diferencia estadística no significativa; cv, coeficiente de variación.

Promedios con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes, según la prueba DMS.

de 10,6% a la octava semana de corte del racimo y 14,3% a la onceava semana de corte del racimo en el estado de maduración verde.

El pH de los frutos es afectado significativamente por los tratamientos evaluados (semanas de cosecha después de emergida la bacota) en el estado inicial de maduración verde durante el período de llenado del racimo, con valores de pH promedios de 5,8 para la octava semana de corte del racimo y 5,5 para la onceava semana de corte del racimo.

En general, la caracterización fisicoquímica muestra que entre los frutos de cada tratamiento hay diferencias apreciables en los valores de la concentración de humedad, el largo, el grosor, el perímetro, los azúcares y el pH. Estas diferencias se mantienen durante el proceso de maduración y se explican por las condiciones ambientales del cultivo.

## Literatura citada

- Barrera, J.L. y D.G. Cayón, 2004. Contribución fisiológica de las hojas y del epicarpio del fruto del plátano 'Hartón' (Musa AAB Simmonds) al llenado y calidad del racimo, Córdoba (Colombia). pp. 13-17. En: Orozco, J., M. Orozco-Santos, R. Zapata-Altaminaro, A. Vizcaíno-Guajardo, A. Morfin-Valencia y J.A. Hernández-Bautista (eds.) Memorias XVI Reunión internacional ACORBAT, Oaxaca (México), septiembre 26 a octubre 01 de 2004. ACORBAT, Oaxaca (México). 189 p.
- Belalcázar, S., J.A. Valencia y J.E. Lozada. 1991. Capítulo 2: La planta y el fruto. pp. 44-89. En: El cultivo del plátano para el trópico. Manual de asistencia técnica N° 50. ICA, UID, Comité de Cafeteros del Quindío. INIBAP, Feriva, Cali (Colombia). 376 p.
- Cayón, D.G., S. Belalcázar y J.E. Lozada, 1998. Ecofisiología del plátano. pp. 221-236. En: Cardona, M.J.G., S. Belalcázar, D.G.C. Salinas y R.G.B. Isaza (eds.). Memorias. Seminario internacional sobre producción de plátano. Armenia (Colombia), mayo 4 a 8 de 1998. Coporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Armenia (Colombia).
- Cayón, D.G., G.A. Giraldo y M.I. Arcila, 2000. Fisiología de la maduración. En: Poscosecha y agroindustria del plátano en el Eje Cafetero de Colombia. Corpoica, Comité de Cafeteros, Universidad del Quindío, ASPLAT, Colciencias, Fudesco, Armenia (Colombia). pp. 27-37.
- Hobson, G.E. 1993. Maduración del fruto. En: Azcón-Bieto, J. y M. Talon. Fisiología y bioquímica vegetal. McGraw-Hill Interamericana, Madrid. pp. 463-478.
- Hubbard, N.L., D.M. Pharr y S.C. Huber, 1990. Role of sucrose biosynthesis in ripening bananas and relationship of the respiratory climacteric. *Plant Physiol.* 94, 201-208.
- Seymour, G.B., P. John y A.K. Thompson. 1987. Inhibition of de-greening in the peel of bananas ripened at tropical temperatures. 2. Role of ethylene, oxygen and carbon dioxide. *Ann. Appl. Biol.* 110, 153 - 161.
- Seymour, G.B., J.E. Taylor y G.A. Tucker. 1993. Biochemistry of fruit ripening. Chapman & Hall, London. 454 p.
- Smith, N.J.S., G.A. Tucker y M.J. Jeger. 1989. Softening and cell wall changes in bananas and plantains. *Aspects Appl. Biol.* 20, 57-65.
- Turner, D.W. 1994. Bananas and plantains. En: Shaffer, B. y P.C. Andersen (eds.). Handbook of environmental physiology of fruit crops. Volumen II: Subtropical and tropical crops. pp. 37-64.
- Villalonga, A. 1981. Caracterización físico-química en algunas variedades de bananas. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 12, 95-107.
- Von Loesecke, H.W. 1950. Bananas. 2nd edition. Interscience Publishers, New York.
- Wills, R.H.H., T.H. Lee, W.B. McGlasson, E.G. Hall y D. Grahlan. 1984. Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas pos-recolección. Acribia editores, Zaragoza (España). pp. 73-135.