

Res 42730

ANALIZADO



CAPÍTULO

1

LA POSTCOSECHA Y AGROINDUSTRIA DEL PLÁTANO

1. LA POSTCOSECHA Y AGROINDUSTRIA DEL PLÁTANO

La producción de plátano en América Latina es de 6.610.000 t/año, en África 9.950.000 t/año y en Asia 1.140.000 t/año. Colombia es el primer productor mundial con 2.970.000 t/año (CRBP, 1999). El cultivo del plátano en Colombia tiene una gran importancia social y económica, por ser uno de los productos fundamentales de la canasta familiar y una fuente generadora de trabajo y divisas para el país. Se cultiva en diferentes áreas agroecológicas, desde 0 m.s.n.m. hasta 2.000 m.s.n.m., con temperaturas promedio entre 17 y 35°C. En el país se cultivan alrededor de 400.000 ha, con una producción total anual de 3,0 millones de toneladas de racimos, de las cuales el 96% se dedican al mercado interno y el resto a la exportación. Los principales centros productores se encuentran en las zonas cafeteras de la Región Andina, donde se cultivan unas 280.000 ha (73% del área cultivada) que aportan 2,2 millones de toneladas del producto nacional. Otras regiones naturales de importancia para el cultivo son la Región Caribe (51.255 ha), la Orinoquía (23.656 ha), la Región Pacífica (15.771 ha) y la Amazonia (11.828 ha). Del total del área cultivada con plátano, el 87% se encuentra como cultivo tradicional asociado con café, cacao, yuca y frutales, mientras que el 13% del área está como monocultivo intensivo. El mercado nacional se abastece principalmente con los clones Dominico-Hartón, Hartón y Dominico. El consumo anual es de unos 80 kg/persona, uno de los más altos del mundo, ocupando el tercer lugar en el país después de la papa y la leche. En la zona cafetera central colombiana, el cultivo del plátano genera, aproximadamente, 136.000 jornales por año y aporta el 7% del producto interno bruto agrícola. El clon Dominico-Hartón es el material más cultivado en la zona cafetera colombiana, su producción es permanente durante el año y aporta el 65% de la producción nacional, abasteciendo los principales mercados del país.

1.1. Comercialización

El plátano es un cultivo estratégico para la seguridad alimentaria nacional y ocupa un lugar destacado en el suministro rural y urbano de alimentos. Los frutos se consumen verdes y maduros, en preparaciones que varían según las distintas regiones del país. Entre los departamentos de las regiones Andina

e Interandina: el principal consumidor es el Valle del Cauca (104,2 kg/persona/año), seguido por Risaralda (86,8 kg/persona/año) y Quindío (82,4 kg/persona/año), siendo el menos consumidor Norte de Santander con 21,1 kg/persona/año. Por ser un fruto de consumo en fresco y de comercialización inmediata, presenta características especiales de mercadeo comunes a los productos perecederos que conforman un sistema complejo de producción y distribución, por cuanto en el proceso intervienen productores, comercializadores y consumidores. La mayor parte de los productores son pequeños que muestran gran dispersión y, por lo general, venden los racimos o frutos en la plantación. Los intermediarios juegan un papel dominante en la adecuación, transporte y mercadeo del producto, apropiándose de una gran proporción del valor que se genera en el proceso.

La tendencia de la demanda actual y futura de plátano es por calidad, representada en apariencia, tamaño, peso y presentación de los frutos. En Colombia existen algunas normas generales de clasificación del plátano según su calidad externa, pero no contemplan los diferentes materiales cultivados ni calidad interna del producto. Por lo general, los intermediarios de la comercialización del fruto establecen sus propias normas sin obedecer a procesos de concertación con los proveedores y consumidores. Los mercados tradicionales conformados por centrales de abasto, plazas de mercado, mercados móviles, supermercados y tiendas, se caracterizan por la gran participación de intermediarios. Para definir las condiciones de negociación es necesaria la presencia física del plátano en el lugar de la transacción debido a los hábitos comerciales. El mercado especializado se caracteriza por tener una estructura organizacional apropiada, en donde se desarrollan los procesos de selección, clasificación y empaque. Las cadenas de supermercados, luego de la presentación de una muestra del producto y según cumplimiento de características externas de calidad del fruto y garantías en el abastecimiento aprueban o no el ingreso del proveedor. Generalmente, este tipo de mercado fija los precios bajo normas unilaterales y clasifica el producto de acuerdo con las calidades que comercializan. Para el abastecimiento de las empresas dedicadas a la industrialización y transformación de plátano existen dos canales de comercialización: 1) entre el mayorista y la agroindustria, conformado por los comerciantes y las empresas que elaboran pasabocas o "snacks" y harina a base de plátano, las cuales suelen adquirir un producto de segunda calidad en las centrales mayoristas, cooperativas o centros de acopio y 2) entre el

productor y la agroindustria, donde los primeros se han especializado como abastecedores de la industria de productos congelados y "snaks" que prefieren un producto de primera calidad. En los dos canales, el precio está determinado por la oferta y la demanda del mercado.

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas, ICONTEC, expidió la norma técnica NTC 1190 en la cual se definen los criterios para clasificar el plátano con destino al mercado nacional y para exportación, la cual no se ha generalizado en el país debido a que no considera los diferentes materiales cultivados y porque las cadenas especializadas, las centrales mayoristas y la agroindustria han establecido sus propios criterios de calidad basados en tamaño, peso y presentación del fruto. En la zona cafetera los comercializadores manejan los criterios de calidad presentados en la Tabla 1.

Tabla 1. Normas de calidad del plátano Dominico-Hartón en la zona central cafetera (Peláez *et al.*, 1996).

Calidad	Peso del fruto (g.)
Extra	> 400
Primera	300 - 399
Segunda	200 - 299
Tercera	< 200

1.2. Pérdidas

Las pérdidas postcosecha en los cultivos alimenticios han sido objeto de atención por parte de algunos organismos internacionales y grupos de investigación nacionales, pero la mayoría de los estudios se han realizado en cereales, frutales, hortalizas, oleaginosas y leguminosas de grano. En productos altamente perecederos como el plátano, estas pérdidas pueden alcanzar cifras elevadas que afectan seriamente la economía nacional. Las Naciones Unidas estiman que las pérdidas anuales postcosecha de las frutas y hortalizas son de 5 a 25% en los países desarrollados y de 20 a 60% en los países en vía de desarrollo. En Colombia las pérdidas durante la cosecha y postcosecha del plátano se han estimado en 300.000 t/año, equivalentes al 10% de la producción nacional, representando un valor cercano a 35 millones de dólares. Las causas de estas pérdidas se atribuyen a la baja tecnificación de los cultivos, la cosecha inadecuada, la manipulación deficiente del producto

desde el sitio de producción hasta el consumidor final, la falta de adecuación del producto, al ataque de plagas, enfermedades, vendavales y granizadas (Peláez *et al.*, 1996; Duque y Bohorquez, 1997). Estas cifras son argumento suficiente para la aplicación de procesos que permitan minimizar las pérdidas económicas, suministrar valor agregado al producto fresco y evitar problemas de contaminación por residuos agrícolas mal aprovechados.

1.3. Agroindustria

La agroindustria es el proceso tecnológico y socio-económico que involucra la cadena productiva en los estadios de producción, adecuación, transformación y comercialización de productos agrícolas. El sector agropecuario está integrado a los procesos agroindustriales, con creciente flujo de productos destinados al procesamiento y con estrechas relaciones insumo-producto.

Según la Corporación Colombia Internacional (CCI), la producción y el consumo aparente de plátano en el país han presentado un comportamiento relativamente estable durante los últimos años, observándose una tendencia hacia el consumo de los productos procesados. Mientras el consumo individual del producto en fresco ha disminuido ligeramente, el de productos procesados de plátano ha presentado un incremento importante, con una tasa de crecimiento promedio anual de 10,4% entre 1992 y 1999. Esto también se ha identificado en los mercados internacionales, abriendo un panorama de grandes posibilidades. La industria de pasabocas a base de plátano procesado en Estados Unidos representó, durante 1995, un mercado superior a 2,5 millones de dólares, con una tendencia creciente (15%) entre 1991 y 1995, mientras que la industria de patacones congelados un mercado de US\$500.000 en el mismo año. Las oportunidades para la participación de Colombia en el mercado internacional está sujeta a la demanda por parte de los grupos étnicos, existiendo la posibilidad de ampliarla oferta en la medida en que se promueva, dentro de los segmentos de consumidores anglosajones y europeos, el consumo de plátano en fresco y procesado especialmente como pasabocas, los cuales son muy populares actualmente (CCI, 2000).

En los programas de fomento de la producción, industrialización y consumo de cultivos alimenticios, además de tener conocimientos amplios sobre sus

características biológicas y agronómicas, es fundamental conocer las preferencias de los consumidores y el grado de aceptación en el mercado de los productos ofrecidos. La Tabla 2 presenta los resultados de una evaluación de la calidad culinaria y aceptación en el mercado de varios genotipos de plátano realizada en el marco de un proyecto de apoyo tecnológico y social a pequeños y medianos productores de plátano de la Costa Atlántica.

Tabla 2. Evaluación de la calidad culinaria y aceptación en el mercado de cuatro genotipos de plátano en Repelón (Bolívar).

Genotipo	Pelado plátano verde	Triturado plátano cocido	Atracción color pulpa	Sabor plátano cocido	Evaluación general plátano cocido
Cachaco (ABB)	Fácil	Blando	Moderadamente atractivo	Agradable	Bueno
Hartón (AAB)	Moderadamente difícil	Duro	Atractivo	Agradable	Bueno
FHIA 21 (AAAB)	Fácil	Blando	Poco atractivo	Agradable	Bueno
FHIA 03 (AABB)	Fácil	Blando	Poco atractivo	Agradable	Bueno

Fuente: Programa Colombiano de Biotecnología (CEGA) - Programa Nacional de Recursos Genéticos y Biotecnología Vegetal (CORPOICA), 1999

La agroindustria del plátano en la zona cafetera central es reciente, existiendo actualmente unas 20 empresas pequeñas y medianas que procesan y transforman el plátano en fruto pelado, patacón pre-frito y congelado, tajadas maduras refrigeradas, frituras y harinas. Muchas de estas empresas utilizan niveles bajos de tecnología y están limitadas por la poca disponibilidad de materia prima de la variedad y calidad requeridas.

Para asegurar el éxito de una agroindustria de plátano se deben tener en cuenta varias consideraciones:

- Debe haber un suministro suficiente y constante durante el año de frutos frescos a bajos precios para mantener las fábricas activas.
- El producto procesado debe tener una alternativa viable de mercado.

- El producto debe recibir un valor agregado comparado con los frutos frescos, ya que la inversión en infraestructura de la fábrica y los costos de producción deben ser rentables.
- Se pueden obtener muchos productos procesados a partir de la planta de plátano, mediante procedimientos de enlatado, secado, congelación, mezclado, extracción o fermentación.

Aunque los frutos del racimo son los que se cosechan para utilizar la pulpa como alimento, todos los órganos de una planta de plátano o banano tienen características físicas y químicas que pueden ser aprovechadas. La cáscara de los frutos tiene cerca del 90% de agua, triterpenos tetracíclicos y varias sustancias fenólicas, por lo cual no es económico secarla para utilizarla como alimento (Stover y Simmonds, 1987). En el África se han desarrollado tecnologías para transformar los frutos pelados de plátano y banano en cerveza, vinos y otros productos, utilizando el proceso de la fermentación anaeróbica que conduce a la producción de alcoholes a partir de la degradación de los azúcares.

En un ensayo de alimentación de gallinas utilizando la lombriz roja californiana como suplemento proteico de dietas de maíz más harinas de plátano y yuca, se encontró que con la harina de plátano se obtuvo la más alta calidad de huevos y el mayor beneficio neto (Ruiz y Cataño, 1996). El plátano en combinación con un suplemento proteico también ha mostrado eficiencia en la ganancia de peso y conversión alimenticia de pollos de engorde (Saavedra y Bedoya, 1992).

Giraldo (1984), desarrolló una colada para alimentación infantil a base de harina de plátano enriquecida con harina de soya desgrasada, vitaminas y minerales, la cual tuvo mejor aceptación que el alimento patrón (Bienestarina). Carvajal *et al.* (1998) utilizaron el raquis del racimo de Dominico-Hartón mezclado con harina de trigo, azúcar, esencias de frutas y agua para elaborar hojuelas de consumo humano, las cuales tuvieron una aceptabilidad satisfactoria en la degustación por parte de adultos y adolescentes. La harina de frutos de guineo (*Musa AAA*) mostró buenas características para ser utilizada en la producción de sopas (Giraldo, 1998).

En algunos países las hojas y el seudotallo de las plantas de plátano y banano se utilizan como fuente de alimentación del ganado durante las épocas secas

o cuando el forraje es escaso (Stover y Simmonds, 1987). Una vez cosechado el racimo, el seudotallo en mezcla con cáscara de cacao y pulpa de café conforman un sustrato adecuado para el desarrollo y multiplicación de la lombriz roja californiana y la consecuente producción de humus (Vargas y Merchán, 1994). El uso de cormos, seudotallos y bellotas masculinas como alimento humano es muy común en África y Asia pero no en el hemisferio occidental; el corazón de los seudotallos (tallo floral) es consumido en la India, mientras que en Filipinas y otras áreas del sur de Asia se prefieren como alimento las bellotas de *Musa balbisiana*. Las hojas verdes secas y sus vainas frescas se usan en los trópicos para fabricar cuerdas livianas y canastillas de fibra (Simmonds, 1966). Es bien conocido que en Colombia, México y Centro América las hojas de plátano son ampliamente utilizadas como envoltura de tamales, previo proceso de calentamiento a fuego lento ("suasada") para eliminar la cerosidad y mejorar la flexibilidad.

1.4. Usos potenciales

En la zona cafetera central la planta de Dominico-Hartón, al momento de la cosecha, alcanza un peso fresco total promedio de 103 kg, de los cuales se aprovechan comercialmente para el consumo humano los 18,0 kg correspondientes al racimo. Si el agricultor vende los racimos, el raquis de estos se pierde, pero si vende por manos o frutos, todos los residuos de la cosecha (corno, seudotallo, hojas y raquis) quedan en la plantación. Estos órganos, por su composición físico-química (Tabla 3), poseen un gran potencial de uso como fuente de abono orgánico y como materia prima para la elaboración de alimentos para animales o productos industriales. En la Tabla 4 se aprecia que el raquis del racimo y la cáscara de los frutos, aunque se convierten en desechos durante los procesos de comercialización y consumo, tienen mayor concentración de elementos minerales, azúcares totales y proteína bruta que la pulpa.

Si consideramos una densidad de población de 1.666 plantas/ha (distancias de siembra 3,0 x 2,0 m), donde se cosecharán finalmente los racimos de unas 1.500 plantas, la biomasa fresca de cormos, seudotallos y hojas sobrante después de la cosecha sería de 128.100 kg/ha (13.500 kg/ha de cormos, 105.630 kg/ha de seudotallo, 8.970 kg/ha de hojas). Si la producción se vende en las plantaciones en manos o frutos a granel, la biomasa fresca sobrante de los raquis de los racimos (8% del racimo) sería de 2.160 kg/ha. Teniendo

en cuenta el contenido de materia seca de cada órgano de la planta (Tablas 3 y 4); los aportes de estos después de la cosecha, en términos de materia seca, serían de 1.815 kg/ha de cormos, 105.630 kg/ha de pseudotallos, 1.770 kg/ha de hojas y 907 kg/ha de raquis. Estos cálculos teóricos permiten apreciar la magnitud potencial de la biomasa de la planta de plátano que puede ser utilizada para la alimentación animal u otros procesos industriales.

Tabla 3. Composición físico-química de la planta de plátano Dominico-Hartón

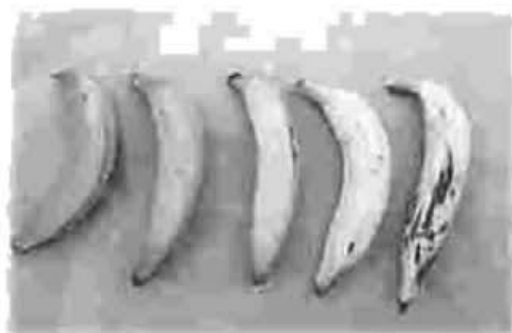
Componente	Cormo	Seudotallo	Hojas
Materia seca (%)	13,5	6,5	19,7
Humedad (%)	86,5	93,4	80,3
Proteína (%)	2,4	3,2	8,2
Carbohidratos (%)	56,3	49,0	28,7
N (%)	0,38	0,52	1,0
P (%)	0,07	0,1	0,12
K (%)	2,35	2,9	3,6
Ca (%)	0,34	0,82	1,7
Mg (%)	0,95	0,88	0,92
Mn (ppm)	22	59	128
Zn (ppm)	30	29	28
Cu (ppm)	10	10	10
Fe (ppm)	348	471	361
B (ppm)	6	11	12

Tabla 4. Composición físico-química del racimo de plátano Dominico-Hartón (Adaptada de Belalcázar *et al.*, 1991; Cayón y Bolaños, 1999)

Componente	Raquis fresco	Pulpa fruto		Cáscara fruto	
		Verde	Maduro	Verde	Maduro
Materia seca (%)	42,0	42,9	39,8	43,4	41,7
Humedad (%)	58,0	57,1	60,2	56,6	58,3
Carbohidratos					
Almidón (%)	6,0	80,0	69,0	52,0	39,0
Azúcares totales (%)	0,93	0,75	27,3	3,3	14,3
Azúcares reductores (%)		0,53	24,5	3,0	13,0
Minerales					
N (%)	1,1	0,53	0,52	1,4	1,4
P (%)	0,2	0,1	0,1	0,18	0,16
K (%)	3,1	1,2	1,1	3,4	3,7
Ca (%)	0,6	0,2	0,12	0,21	0,23
Mg (%)	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
Mn (ppm)	23	3	3	12	15
Zn (ppm)	27	8	8	21	27
Cu (ppm)	9,0	5	9	11	9
Fe (ppm)	204	31	73	82	149
Ácido málico (%)		0,7	1,5	1,0	1,4
Brix (%)		6,0	18,0		
Proteína bruta (%)	7,0	3,3	3,3	8,8	8,8
Fibra (%)		0,8	0,8	7,7	9,2
Vitaminas (mg/100 g)					
Ácido ascórbico (C)		20,0			
Niacina		0,6			
Vitamina A		0,20			
Ácido pantoténico (B12)		0,37			
Riboflavina (B2)		0,05			
Tiamina (B1)		0,06			

Rev. 12731

ANALIZADO



CAPÍTULO

2

FISIOLOGÍA DE LA MADURACIÓN

2. FISIOLÓGIA DE LA MADURACIÓN

Antes de tratar los temas relacionados con la maduración de los frutos consideramos oportuno transcribir una nota del libro *Fisiología y Bioquímica Vegetal* (Azcon-Bieto y Talon, 1996) para aclarar el significado de dos términos de la lengua inglesa "maturation" y "ripening", con la misma traducción en español pero con diferente significado. El término "maturation" (maduración fisiológica) define el proceso en el que se alcanza y finaliza el máximo estado de desarrollo del fruto; "ripening" (maduración organoléptica) comprende los cambios que se producen desde las últimas etapas del desarrollo hasta las primeras fases de la senescencia, en las que se producen las alteraciones características en la calidad de los frutos (cambios en el color, aroma, textura, etc.), que pueden coincidir en muchos casos con el comienzo del climaterio de los mismos. También se puede definir la "madurez fisiológica" como el estado de máxima acumulación de materia seca en el fruto y la "maduración" como el proceso siguiente de cambio de color de la cáscara, degradación de almidón y acumulación de azúcares en la pulpa.

La maduración es la fase final del crecimiento y desarrollo del fruto en la que se producen una serie de cambios coordinados que conducen a la senescencia y abscisión del fruto. La senescencia es la fase final de la vida útil de un órgano en la cual se presentan alteraciones irreversibles que conducen al desorden y muertes celulares por el aumento de la actividad de enzimas hidrolíticas. Durante el proceso fisiológico de maduración de los frutos ocurren varios procesos bioquímicos que le dan sus características de calidad y aceptabilidad para el consumo. Los cambios más perceptibles son alteraciones en pigmentos, textura y componentes del sabor que, fundamentalmente, se deben a cambios en niveles hormonales, respiración y organización celular. Los frutos climatéricos como el plátano presentan una disminución inicial de la tasa de respiración seguida por un gran aumento de ésta que coincide con la maduración del fruto y luego al final decrece cuando el fruto se torna sobremaduro. Cuando los frutos maduran ocurre la conversión de almidón a azúcares mediante un proceso fisiológico que es más lento en los plátanos (AAB) que en los bananos (AAA). Todos los frutos maduros de banano son más azucarados que los de plátano y, por lo general, son consumidos frescos; sin embargo, los dos tipos pueden ser consumidos como plátanos de cocción en el estado verde (Robinson, 1996). Conocer los procesos fisiológicos de la maduración es de gran importancia para el mejoramiento de la calidad y la

prevención de grandes pérdidas durante la producción, almacenamiento, industrialización y mercadeo de los frutos.

Existen evidencias considerables de que las rutas metabólicas cambian durante la maduración de los frutos. La actividad de las enzimas carboxilasas y aldolasas aumentan notoriamente durante la maduración de bananos y plátanos y paralelamente cambia la ruta de las pentosas fosfato. Algunos de los cambios más marcados durante la maduración (sustancias pécticas, enzimas pécticas, hemicelulosas y celulosas) ocurren en las paredes de las células y la suavidad y textura del fruto reflejan estos cambios (Bonner y Varner, 1965).

Después de cosechados, los frutos climatéricos como el plátano pasan por cuatro estadios de desarrollo fisiológico: preclimaterio, climaterio, maduración, maduración de consumo y senescencia. El preclimaterio representa el periodo desde la cosecha hasta la iniciación de la respiración climatérica; durante esta fase los frutos son verdes, de textura rígida y la actividad metabólica es baja, siendo el objetivo comercial prolongar al máximo esta fase. El climaterio se caracteriza por un incremento rápido en la respiración denominado "respiración climatérica" que generalmente ocurre cuando se completa el del proceso de maduración del fruto. El máximo climaterio puede ocurrir antes o después que el fruto es removido de la planta, dependiendo del tipo de fruto y los procedimientos de cosecha. Durante el estadio de maduración el cambio más notable es la pérdida paulatina del color verde y amarillamiento de la cáscara como resultado de la degradación de la clorofila, permitiendo que la pigmentación debida a los carotenos y xantofilas se torne visible; al mismo tiempo, la pulpa comienza a ablandarse y el almidón es convertido rápidamente a sacarosa, glucosa y fructosa (Sánchez - Nieva *et al.*, 1970). La madurez de consumo de los plátanos no es única, ya que generalmente son consumidos por la población en estado verde, pero también existen algunas preferencias para su consumo en estado maduro.

2.1. RESPIRACIÓN

La respiración es el proceso por medio del cual todos los órganos de las plantas forman, a partir de carbohidratos y otros substratos, compuestos de alta energía (ATP) y alto poder reductor ($\text{NADH} + \text{H}^+$) que son utilizados para las reacciones del metabolismo esencial necesarias para el crecimiento y desarrollo. El inicio de la maduración de los frutos está relacionado con un

importante aumento de la actividad respiratoria y de la biosíntesis de etileno. Todos los frutos, como seres vivos que son, respiran y transpiran, no sólo durante su fase de desarrollo en la planta, sino también durante la maduración y senescencia una vez recolectados.

El proceso de respiración durante la maduración se puede utilizar como índice para determinar el potencial de deterioro del producto; la vida postcosecha y el manejo requerido, siendo el principal objetivo del desarrollo de técnicas o tratamientos para disminuir la velocidad respiratoria y alargar la vida del producto (Yahia, 1992).

2.2. Etileno

Desde hace muchos años se conoce la capacidad que tienen algunos gases de estimular la maduración de frutos. En la China antigua se sabía que las frutas cosechadas maduraban con mayor rapidez en un recinto donde se quemaba incienso. Como dato anecdótico, el banano estuvo involucrado en las observaciones casuales que condujeron al descubrimiento de la acción del gas etileno sobre la maduración. En 1910, un informe anual del Departamento de Agricultura de Jamaica mencionaba que no se debían almacenar naranjas junto con bananos en los barcos porque cierta emanación de las naranjas hacía que los bananos se maduraran en forma prematura. Sin embargo, hoy se sabe que las naranjas sanas casi no forman etileno, por lo que, probablemente, fueron los hongos de naranjas infectadas los que produjeron la emanación. Al parecer, este informe fue la primera sugerencia de que las frutas liberan un gas que estimula la maduración, pero no fue sino hasta 1934 cuando se demostró que las plantas sintetizan etileno y que éste es el responsable de la maduración más rápida (Salisbury y Ross, 1994).

Los tejidos vegetales sintetizan etileno a través de una ruta metabólica que utiliza como precursor el aminoácido metionina. El etileno difiere de todas las fitohormonas conocidas en su extrema volatilidad, característica gaseosa que permite que el etileno producido por una planta o fruto influya sobre el crecimiento y desarrollo de otros cercanos. Las fugas de gas natural, los gases desprendidos por maquinaria agrícola, las quemadas de materia orgánica, la vegetación en descomposición, enferma o vieja, la contaminación del aire y aún los tejidos vegetales sanos también pueden ser fuente de etileno.

Los frutos climatéricos maduran en la planta una vez que el nivel de etileno es alcanzado, pero algunos no lo hacen y requieren ser cosechados antes que ocurra la maduración. Se presume que en estos últimos un inhibidor del etileno se encuentra presente mientras el fruto está adherido a la planta madre y que va desapareciendo gradualmente después de cosechados. La naturaleza de este inhibidor es desconocida y podría no ser una sustancia sino un balance particular de otras hormonas. En los plátanos y bananos, la concentración madurante de etileno está presente en los frutos verdes pero éstos permanecen insensibles hasta que alcanzan la madurez fisiológica (Goodwing y Mercer, 1983).

Los plátanos y bananos verdes muestran un nivel bajo y constante de la producción de etileno hasta el inicio de la maduración, luego su producción se incrementa, acompañada por un aumento en la tasa de respiración, hasta alcanzar el pico climatérico (Burg y Burg, 1965). Después de alcanzada la maduración la producción de etileno declina significativamente, mientras que la tasa de respiración alcanza su valor máximo, luego baja lentamente, pero se mantiene a un nivel alto (Palmer, 1971). La producción de etileno en la cáscara es muy baja y la maduración de ésta depende, probablemente, del etileno de la pulpa en ausencia de una fuente externa. El etileno se incrementa únicamente durante la senescencia de la cáscara pero no ocurre un aumento de la respiración de ésta.

En las especies climatéricas, el etileno tiene la capacidad de estimular la maduración y su efecto en los frutos verdes depende, en general, de la concentración aplicada. Una vez que se ha iniciado el incremento climatérico de la respiración, la aplicación posterior de etileno no tiene efecto en la promoción de la maduración. La sensibilidad de los frutos al etileno se reduce durante el almacenamiento a bajas temperaturas, con el incremento de los niveles de CO₂ (inhibiendo la respiración) o disminuyendo la presión parcial de oxígeno que inhibe la respiración y la síntesis de etileno.

2.3. Cambios físicos

El tamaño, calidad y presentación de los frutos de plátano son influenciados por la variación de las condiciones ambientales en las zonas de producción. El comportamiento físico del fruto varía durante la maduración presentándose

cambios en el tamaño y la forma, coloración de la cáscara y la pulpa y variación significativa de la materia seca. Los cambios de color se deben a pigmentos localizados en los plastidios, vacuolos y el citoplasma de las células. En el proceso avanzado de la maduración, cuando se han logrado los máximos cambios en composición, se inicia el proceso de ablandamiento del fruto debido al incremento en la actividad de la enzima pectinasa.

2.3.1. Peso y tamaño

Las propiedades físicas del fruto cambian durante el proceso natural de maduración disminuyendo significativamente el peso promedio y la humedad del fruto, el peso de la pulpa aumenta y el de la cáscara disminuye, incrementándose la relación pulpa:cáscara (Sánchez-Nieva *et al.*, 1970; Stover y Simmonds, 1987; Firmin, 1991). Los cambios en la relación pulpa/cáscara durante la maduración del fruto pueden ser un indicador muy significativo de la consistencia del fruto y está muy relacionado con la edad del racimo (Dadzie, 1998). Los efectos de la temperatura sobre el peso del racimo pueden ser interpretados por su influencia en el número y tamaño de los frutos. Según Turner (1994), el efecto sobre el tamaño depende del peso inicial del fruto, de su tasa relativa de crecimiento y del tiempo necesario para alcanzar su estado óptimo de cosecha, mientras que la influencia de la temperatura sobre el número de frutos es más probable que ocurra durante el período de diferenciación del racimo. La reducción del peso fresco es típico del comportamiento metabólico de los frutos durante la postcosecha, siendo más pronunciada en los frutos que se desarrollan en las zonas cálidas y secas.

El tamaño de los frutos de Dominico-Hartón en el momento de cosecha es muy influenciado por la altitud, temperatura y brillo solar. La composición química del fruto y su comportamiento postcosecha está determinada por la cantidad de lluvia que haya precedido su llenado en la planta. El fruto tardará más tiempo en madurarse si su período de llenado transcurrió en la época lluviosa (Arcila *et al.*, 1998).

2.3.2. Agua

El agua es el mayor componente del fruto confiriéndole fragilidad a los tejidos. El calor de la respiración y el grado de madurez tienen una influencia importante

sobre las pérdidas de humedad del fruto. Los frutos de plátanos tipos "French" (Dominico) y "Horn" (Hartón) presentan un contenido de agua inferior al de los bananos Cavendish (Marriot, 1980). La pulpa está compuesta esencialmente de agua y carbohidratos, mientras que los contenidos de grasas y proteínas son bajos (Giami y Dismas, 1994). La cáscara contiene estomas y éstos continúan transpirando después del corte. La densidad de estomas en la cáscara no varía como consecuencia de la influencia ambiental durante el desarrollo y maduración de los frutos, sin embargo, las condiciones ambientales sí ejercen una marcada influencia sobre el mecanismo de apertura y cierre del poro estomático (Arcila *et al.*, 1998). Banks (1984) determinó que la apertura estomática aumenta durante la maduración de los frutos. No obstante, para que la pérdida de agua a través de los estomas sea importante durante la postcosecha, se requiere que éstos permanezcan abiertos por un periodo de tiempo muy amplio. La reducida densidad de estomas en la cáscara de los frutos de las musáceas sugiere que la pérdida estomática de agua debe ser relativamente baja (Burdon *et al.*, 1994). En los frutos de banano la principal ruta postulada para el intercambio de gases son los estomas (Banks, 1984) sin embargo, un estudio de los frutos de varios cultivares de plátano demostró que la pérdida de agua durante la maduración no está correlacionada con la densidad ni largo de los estomas (Burdon *et al.*, 1993); por lo cual se sugiere que la alternativa de la pérdida de agua es a través de la cutícula.

Las condiciones ambientales del trópico húmedo favorecen la pérdida rápida de agua de los frutos de plátano y se ha demostrado que esta pérdida de agua acelera la maduración (Burdon *et al.*, 1993), reduciendo la duración de la "vida verde" preclimaterica del fruto (George y Marriot, 1983). Además de las condiciones ambientales, los daños físicos a los frutos también influyen en la pérdida de agua. La abrasión de los frutos de plátano incrementó la pérdida de agua y redujo el periodo de maduración en 39% cuando la humedad relativa fue de 70 a 90%, mientras que con 100% de humedad relativa, la abrasión no aceleró la maduración debido a la prevención de la pérdida de agua que genera una atmósfera saturada (Ferris *et al.*, 1993).

El fruto verde, inmediatamente después de cortado, muestra una baja intensidad transpiratoria que luego se estabiliza a un nivel continuo que depende de la temperatura y la humedad. En el climaterio ocurre una drástica subida de la transpiración; a medida que el fruto madura se mantiene un

nuevo estado constante mayor que el del preclimaterio y, finalmente, se registra una caída en pérdida de agua (Simmonds, 1973). El contenido de humedad de la cáscara disminuye durante la maduración mientras en la pulpa aumenta. El porcentaje de agua en la pulpa aumenta durante la maduración debido a la hidrólisis del almidón y al movimiento osmótico de agua desde la cáscara hacia la pulpa. Loesecke (1950) demostró que un incremento en el peso de la pulpa, afectando la relación pulpa/cáscara, parece ser una consecuencia de la salida osmótica de humedad de la cáscara. Una diferencia marcada en la presión osmótica entre la pulpa y cáscara se desarrolla durante la maduración porque la concentración de azúcares se incrementa más rápidamente en la pulpa que en la cáscara. La cáscara del plátano aunque no es usada para la alimentación humana, ejerce una función reguladora entre la pulpa comestible y las condiciones ambientales externas, además de ser particularmente importante para proteger la pulpa contra daños físicos y desecación (Burdon *et al.*, 1993).

2.3.3. Color

Durante la maduración hay transformación de cloroplastos a cromoplastos ricos en carotenoides, acumulación de antocianinas y compuestos aromáticos. El cambio de color de los frutos en maduración se debe a la destrucción de la clorofila y la manifestación de otros pigmentos presentes. De acuerdo con la escala propuesta por Loesecke (1950) para definir los estados de maduración del banano Gros Michel, se ha adaptado para plátano una escala de maduración (Tabla 5) según el color de la cáscara de los frutos (Figura 1).

Tabla 5. Grados de maduración del plátano Dominico-Hartón.

Grado	Color	Descripción
1	Verde oscuro (V)	Verde intenso y uniforme
2	Verde claro (VC)	Verde con trazas de amarillo
3	Amarillo-verde (AV)	Más amarillo que verde
4	Amarillo (A)	Totalmente amarillo
5	Muy amarillo (MA)	Amarillo intenso con trazas oscuras

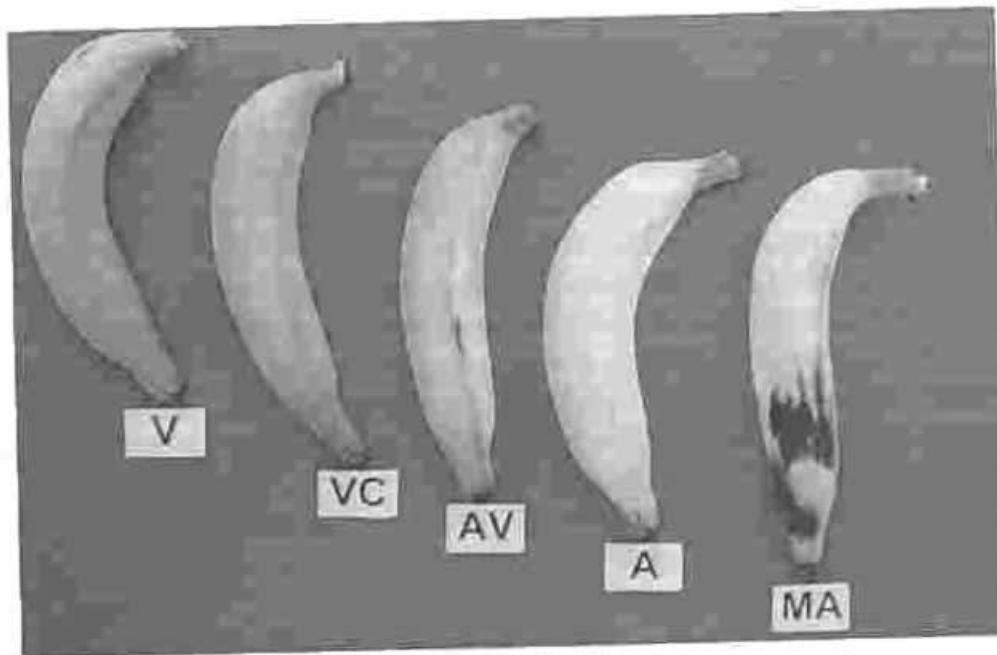


Figura 1. Escala de maduración del plátano (Domínguez-Hurtado)

El período de maduración de los frutos de plátano y banana es influenciado por la temperatura ambiental y la concentración de agua en la pulpa y cáscara (George y Marriott, 1983; Seymour *et al.*, 1987; Turner, 1994). En un estudio realizado en diferentes altitudes de la zona cafetera central colombiana (Arcila *et al.*, 1998) se observó que los frutos desarrollados en época seca maduraron más rápido que los de la época lluviosa. Durante la postcosecha el cambio de color de la cáscara del estado verde (V) al verde-claro (VC) fue más lento en los frutos provenientes de menor altitud desarrollándose en época seca. Esto se debe, posiblemente, a la influencia de las condiciones ambientales a que estuvieron sometidos los frutos, principalmente temperatura y precipitación, ya que éstas pueden afectar el cambio de color asociado con la maduración de los frutos de banana y plátano (Turner, 1994).

La comercialización del plátano en Colombia se realiza en diferentes presentaciones (racimos, manos y frutos) dependiendo de las preferencias del mercado. Estas presentaciones tienen una gran influencia sobre la vida útil del fruto, observándose que los frutos adheridos al racimo demoran más de 12 días para alcanzar el color amarillo (A), mientras que los frutos individuales lo alcanzan en menos de cinco días. Esto demuestra que el raquis ejerce una función fisiológica de sostenimiento metabólico de los frutos.

2.3.4. Aroma y sabor

El aroma característico de los plátanos y bananos maduros se debe a la combinación de compuestos volátiles, principalmente ésteres, alcoholes, aldehídos y cetonas. La concentración total de estos compuestos en el fruto de plátano es de 338 ppm (Hobson, 1996). Durante la maduración, la emisión de aromas incrementa hasta que la cáscara se torna oscura (Robinson, 1996). El sabor de los frutos está determinado por los componentes volátiles, la textura y la interacción entre azúcares reductores, no reductores y ácidos orgánicos. El amargor de los frutos inmaduros de plátano y banana está asociado con la astringencia de los compuestos fenólicos, que se encuentran localizados, principalmente, en los vasos de látex de la pulpa y cáscara. Los ácidos fenólicos proporcionan acidez, los flavanos astringencia y las flavonas amargor (Azcón-Bieto y Talon, 1996).

Los compuestos fenólicos están ampliamente distribuidos y sus funciones están relacionadas con la protección frente a heridas, con procesos de oxidación y son indicadores de la maduración del fruto pues su concentración decrece durante el proceso de maduración. Los fenoles participan en la resistencia a enfermedades ya que su concentración aumenta después de la infección y las moléculas oxidadas son potentes inhibidores de las enzimas pectolíticas relacionadas con la invasión de agentes patógenos. La pérdida de la astringencia durante la maduración se debe a la polimerización de los fenoles. Por ejemplo, la dopamina representa casi el 80% de los taninos presentes en la pulpa de frutos verdes pero disminuye durante el proceso de maduración. El oscurecimiento de la pulpa está ligado a la oxidación enzimática de los compuestos fenólicos realizada por la enzima polifenol oxidasa (PPO). La cáscara contiene el doble de polifenoles que la pulpa (Robinson, 1996). El consumo de frutos inmaduros produce una impresión de insipidez y astringencia, no solo porque no se ha producido la acumulación necesaria de azúcares solubles y compuestos aromáticos, sino porque se dificulta la ruptura y liberación de los componentes vacuolares durante la masticación (Hobson, 1996).

2.4. Cambios químicos

Cuando un fruto se separa de la planta no recibe más agua ni nutrientes y la fotosíntesis cesa, pero el proceso de respiración continúa, acompañado de

de carbohidratos en la pulpa, donde la síntesis de almidón es intensa y progresiva hasta alcanzar la madurez fisiológica. Durante el crecimiento de los frutos de plátano y banano la concentración de almidón en la pulpa aumenta hasta la madurez fisiológica y baja drásticamente (después coincidiendo esto con la aparición de los azúcares, los cuales se incrementan a medida que progresa la maduración (Simmonds, 1973; Lizana, 1976; Marral *et al.*, 1981). El contenido de azúcares es el componente mayoritario de los sólidos solubles, por lo cual estos son usados como criterio para establecer las normas de maduración de algunos frutos, y su calidad comestible suele estar mejor correlacionada con los sólidos solubles totales (Willis *et al.*, 1977).

A medida que transcurre la maduración del fruto, se sintetizan los azúcares totales, en su mayoría reductores, encontrándose muy bajos contenidos en frutos en estado verde (V), y valores alrededor del 35% en frutos maduros (A). La síntesis de azúcares es lenta después de cosechado el fruto y hasta que éste alcanza el estado verde claro (VC), correspondiente a la fase de preclimaterio; el aumento en azúcares ocurre cuando el fruto empieza a tornarse amarillo (A), acelerándose la síntesis de azúcares hasta alcanzar la coloración totalmente amarilla (Simmonds, 1973).

2.4.3. Ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos son esenciales para el mantenimiento del balance azúcar/ácido que confiere a los frutos de plátano y banano un gusto agradable durante la maduración (Liesecke, 1960) y pueden ser considerados como una reserva energética de los frutos ya que normalmente son degradados y convertidos a azúcares durante la maduración (Willis *et al.*, 1977). Se sabe que la mayoría de frutos tienen concentraciones elevadas de ácidos orgánicos relacionados con el ciclo de los ácidos tricarboxílicos (Ciclo de Krebs) y otras rutas metabólicas, cuyo exceso suele almacenarse en los vacuolos (Azcon-Bieto y Talon, 1996).

En plátano, la importancia fisiológica de concentrar mayor cantidad de ácido málico en los frutos radica en que éste puede servir como sustrato respiratorio necesario para las reacciones de síntesis de compuestos celulares. Los principales ácidos orgánicos en la pulpa del fruto son málico, cítrico y oxálico cuyos niveles se incrementan durante la maduración. En el fruto verde la concentración de ácido oxálico es mayor, mientras que en el fruto maduro es

el ácido málico (Palmer, 1971; Mariotti, 1980; Simmonds, 1973). En el plátano, al contrario de la mayoría de frutos, los niveles de ácidos orgánicos aumentan durante la maduración. La acidez titulable (proporción de acidez no combinada con cationes) es un parámetro bastante objetivo de la percepción detectada por los consumidores. En el plátano maduro, por ejemplo, la acidez titulable y el contenido total de ácido málico son muy similares ya que este ácido es casi el único constituyente y se encuentra mayoritariamente en forma libre. La pulpa del fruto de plátano Dominico-Hartón en estado verde contiene 0.7% del ácido málico y 1.5% en estado maduro. La cáscara en estado verde contiene 1.0% de ácido málico y 1.4% en estado maduro.

2.4.4. Proteína, fenoles y otros compuestos nitrogenados

Durante la maduración se producen cambios en la actividad enzimática que alteran las estructuras subcelulares, provocando cambios en la actividad mitocondrial, desintegración interna de los mitocondrios y pérdida de la eficiencia respiratoria. La cantidad total de compuestos nitrogenados permanece constante una vez que el fruto es arrancado de la planta, pero se presenta un ligero incremento neto en la proteína durante la maduración de algunos frutos. Algunos cambios en las rutas metabólicas observadas durante la maduración, entre ellos el aumento de la actividad de la enzima málica y la carboxilasa pirúvica, pueden explicar el aumento climatérico de la producción de CO₂ que ocurre en los frutos de plátano. La concentración de proteína bruta en la pulpa de los frutos de plátano es baja y similar a la de los bananos Cayendish. Morales *et al.* (1995), encontraron que el contenido de proteína bruta es mayor en la pulpa que en la cáscara durante los primeros estados de crecimiento del fruto de Dominico-Hartón, disminuyendo en la cosecha hasta alcanzar valores de 2.9% en la pulpa y 11.5% en la cáscara. Asiedu (1987) reportó un incremento de 24.1% en el contenido de proteína bruta de la pulpa de plátano durante la maduración como consecuencia de la conversión de enzimas y la síntesis de proteínas.

La pulpa del plátano, como muchos otros frutos, es susceptible al pardeamiento cuando es cortada o tajada, fenómeno directamente relacionado con niveles de ácido ascórbico, contenido de polifenoles, actividad de la enzima polifenol oxidasa (PPO) o a una combinación de estos factores (Golán *et al.*, 1997; Walter y Purcell, 1980).

En un estudio sobre los cambios en la composición química y actividad de la enzima PPO que acompaña el proceso de maduración de la pulpa de los frutos de plátano (Tabla 6), se encontró que la actividad de la enzima, el potencial de pardeamiento y el total de polifenoles fueron menores en la pulpa verde y se incrementaron hasta el estado de sobremaduración (MA). El grado de pardeamiento de la pulpa está correlacionada positivamente con la concentración total de polifenoles y la actividad de la PPO. La pulpa madura, más susceptible al pardeamiento presentó menores niveles de carotenoides y ácido ascórbico comparada con la pulpa verde que es menos susceptible al pardeamiento.

Tabla 6. Cambios en la actividad de la enzima polifenol oxidasa (PPO) y otros factores endógenos de la pulpa de plátano en diferentes estados de maduración (Giami y Dismas, 1994).

Factor	Estado de maduración		
	Verde	Madura	Sobremadura
Actividad PPO (unidades/g peso fresco)	21,1	85,3	44,3
Grado de pardeamiento (A450 en 3 h)	0,35	0,67	0,47
Ácido ascórbico (mg/100 g)	18,7	15,0	11,4
Polifenoles totales (mg/100 g)	19,9	60,89	51,0
Carotenoides totales (mg/100 g)	14,2	9,9	6,7

La adición de compuestos reductores, que transforman las quinonas en fenoles, permite retardar o impedir el pardeamiento enzimático. El compuesto más frecuente es el ácido ascórbico, pero se requieren grandes cantidades de éste (0,5 - 1,0% del peso del producto). En esas condiciones, la PPO sería

inactivada antes de que el ácido ascórbico desaparezca del medio. Resulta muy eficaz la inactivación de enzimas por calor, pero modifican las características organolépticas del producto. La congelación y deshidratación afectan la integridad del tejido vegetal y por tanto favorecen el pardeamiento enzimático. Contra la acción de la PPO resulta eficaz la desoxigenación que se obtiene por vacío, pero resulta complicado y costoso. (Flurkey y Jen, 1978)

2.4.5. Minerales

Los frutos de las musáceas se caracterizan por tener un contenido de minerales importante. La concentración de la mayoría de elementos minerales es mayor en la pulpa de los frutos de plátano que de banano (Offen y Thomas, 1993). Según Belalcázar *et al.* (1991), la pulpa seca del fruto de plátano al momento de la cosecha contiene 0,28% de nitrógeno (N), 0,07% de fósforo (P), 1,1% de potasio (K), 0,06% de calcio (Ca), 0,12% de magnesio (Mg), 20 - 40 ppm de hierro (Fe) y 2,5 ppm de zinc (Zn). El contenido total de N en la pulpa permanece constante una vez que el fruto ha sido removido de la planta madre y es extremadamente bajo en los frutos maduros. El contenido promedio de minerales en el fruto entero de banano es solo del 5,3%, del cual un 80% está en forma de K⁺, lo cual parece deberse a que el K⁺ tiene una función importante en la síntesis de almidón a partir de sacarosa durante el desarrollo de los frutos (Salisbury y Ross, 1994). Llanes *et al.* (1990), reportaron como bajos contenidos de calcio en la pulpa del orden de 0,17 a 0,23%.

En la Tabla 7 se puede apreciar que la mayor concentración de elementos minerales del racimo se encuentra en el raquis y en la cáscara de los frutos, indicando que estos subproductos tienen un gran potencial de uso como fuente de abono orgánico y como materia prima para la elaboración de alimentos para animales o productos industriales (Cayón y Bolaños, 1999).

Tabla 7. Composición mineral del fruto y raquis del racimo del clon Dominico-Hartón (Cayón y Bolaños, 1999)

Elemento	Pulpa	Cáscara	Raquis
Nitrógeno (%)	0,3	0,8	1,1
Fósforo (%)	0,1	0,18	0,2
Potasio (%)	1,2	3,4	3,1
Calcio (%)	0,2	0,5	0,6
Magnesio (%)	0,2	0,2	0,2
Manganeso (ppm)	3	12	23
Zinc (ppm)	11	33	27
Cobre (ppm)	5	11	9
Hierro (ppm)	31	82	204

2.4.6. Fibra

Las paredes celulares de los vegetales se encuentran constituidas por celulosa y hemicelulosa, compuestos importantes en el desarrollo de fibra. Las hemicelulosas son grupos heterogéneos de polisacáridos capaces de formar enlaces de puentes de hidrógeno con celulosa y pueden contener numerosas hexosas y pentosas unidas. La pulpa de los frutos de plátanos y bananos contienen bajas concentraciones de fibra (0,84%) que no cambian durante la maduración (Robinson, 1996; Stover y Simmonds, 1987). En la zona cafetera colombiana, la pulpa de los frutos de plátano Dominico-Hartón presenta 0,8% de fibra y la cáscara 7,7%.

2.4.7. Vitaminas

En la Tabla 8 se puede observar que los frutos de plátano y banano son fuentes de vitaminas, sobresaliendo significativamente el plátano por el contenido de vitamina A que supera el de otros frutos tropicales.

Tabla 8. Contenido de vitaminas (mg /100 g) en la pulpa de plátano y banano comparado con otros frutos tropicales (Adaptado de Robinson, 1996).

Frutos	Vitamina A	Vitamina B1 (Tiamina)	Vitamina C
Plátano	0,20	0,05	20
Banano	0,03	0,04	10
Naranja	0,06	0,07	53
Mango	0,30	0,03	30
Aguacate	0,09	0,07	15
Papaya	0,30	0,03	50
Guayaba	0,10	0,05	300
Piña	0,03	0,09	50

2.4.8. Pigmentos

Los pigmentos más característicos de los vegetales pertenecen a tres grandes grupos: clorofilas (verdes liposolubles), carotenoides (amarillos, betacaroteno y licopeno liposolubles) y antocianinas (rojas y azules hidrosolubles). Marcados cambios en la pigmentación del fruto generalmente acompañan el aumento climático de la respiración. El cambio de color de la cáscara durante la maduración se debe, fundamentalmente, a la degradación lenta de la clorofila (Palmer, 1971), revelando gradualmente la presencia de otros pigmentos como carotenos y xantofilas. La percepción visual del cambio de color verde, ocurre después que el 60 a 70% de la clorofila se ha degradado. La tasa relativa de pérdida de la clorofila durante la maduración de plátanos (0,9 mg cm⁻² día⁻¹) es mucho mayor que la de bananos (0,6 mg/ cm²/ día⁻¹) y no es afectada significativamente con temperaturas entre 21 y 35°C (Seymour *et al.*, 1987). Este proceso ocurre rápidamente a temperaturas controladas de maduración (16-18°C) pero cuando la maduración se desarrolla bajo condiciones ambientales de temperatura (>25°C), la degradación de la clorofila cesa mientras que la pulpa continúa madurando (Robinson, 1996). La tasa de cambio del color de la cáscara depende del estado de madurez de cosecha, temperatura y otros factores ambientales.

En la mayoría de frutos, la conversión de cloroplastos a cromoplastos que

ocurre durante la maduración, va acompañada de la síntesis de una o varias clases de pigmentos, generalmente antocianinas o carotenoides (Hobson, 1996). Los carotenoides también están presentes en los frutos verdes de plátano, pero su síntesis se suspende durante la maduración. Las temperaturas altas incrementan la concentración de carotenoides y mantienen estable la clorofila en la cáscara reteniendo los frutos su color verde. Este mecanismo por el cual las temperaturas altas tienden a estabilizar la clorofila en la cáscara durante la maduración es aún desconocido (Turner, 1994). En Puerto Rico se han reportado contenidos de caroteno de 1,040 g/100g en plátano verde y de 670 g/100g en plátano maduro (Asenjo y Porrata, 1956).

2.4.9. Lípidos

Como la mayoría de frutos tienen un bajo contenido de lípidos, el posible papel de estos compuestos como sustratos durante la respiración climatérica ha sido considerado secundario. El contenido de lípidos en la pulpa de los frutos de plátano es bajo y similar a la de los bananos Cavendish y permanecen constantes durante el proceso de maduración (Simmonds, 1973). El 45% de los ácidos grasos de los lípidos son saturados, siendo el ácido linolénico el principal componente. La concentración total de lípidos en la pulpa fresca es de 0,2 - 0,5% y en la cáscara fresca es de 1%. (Robinson 1996; Stover y Simmonds 1987).



CAPÍTULO

3

ENFERMEDADES Y PLAGAS DEL FRUTO

3. ENFERMEDADES Y PLAGAS DEL FRUTO

Los productos perecederos como el plátano sufren daños graves en pre cosecha y postcosecha debido a prácticas agronómicas inapropiadas, mal manejo de empaque, bodegas y transporte, originando pérdidas calculadas en 35%. Además de los daños físicos como magulladuras y abrasiones causados al fruto durante la pre cosecha y cosecha, varias enfermedades específicas y algunos insectos ocasionan lesiones que afectan el valor comercial de los frutos.

3.1. Enfermedades

En un estudio sobre los factores que afectan la vida postcosecha del plátano, Ferris *et al.*, (1993) encontraron que la pérdida de hojas, enfermedades foliares, daños mecánicos a los frutos, lesiones por antracnosis y retraso en la cosecha de los racimos tienen los más significativos efectos sobre la vida verde de los frutos.

3.1.1. Mal del cigarro

Enfermedad asociada con los hongos *Verticillium theobromae* y *Trachysphaera fructigena*. Los patógenos atacan las flores infectando el perianto; cuando los frutos se desarrollan, la infección se extiende lentamente a los frutos causando una pudrición seca de la pulpa y oscurecimiento de la cáscara; después, los ápices de los frutos infectados se cubren de una masa de esporas que se parece a las cenizas de un cigarro (Robinson, 1996). Cuando el agente causal es *V. theobromae* la masa de las esporas es blanca que más tarde se vuelve rosada o café y cuando es *T. fructigena*, la masa de esporas es gris (Dadzie, 1998). El ataque de estos patógenos se acentúa en las épocas de mayor humedad relativa. La remoción de los pistilos y periantos, de ocho a 10 días después de la emisión de la inflorescencia y el embolso posterior de los racimos, son buenas prácticas de prevención y manejo de la enfermedad (Stöver y Simmonds, 1987; Robinson, 1996).

3.1.2. Pudrición de la corona

Es la principal enfermedad de los frutos durante la postcosecha, causada por un complejo de los hongos *Colletotrichum musae*, *Fusarium semitectum*,

Fusarium moniliforme, *Fusarium pallidoroseum*, *Verticillium theobromae* y *Botrydiploia theobromae* (Stover y Simmonds, 1987; Robinson, 1996; Dadzie, 1998). Estos hongos hacen parte de la flora encontrada en los residuos de flores y hojas de las plantaciones y están presentes en los cortes de cosecha de los frutos y flores. Las esporas colonizan la zona del corte cuando las manos son separadas del racimo; la infección avanza hacia la corona de las manos y el pedúnculo de los frutos causando una pudrición negra seca y cuando es severa, los frutos pueden desprenderse fácilmente. La incidencia de la enfermedad es mayor en épocas con temperatura y humedad relativa altas y se incrementa rápidamente durante la maduración. Unas adecuadas prácticas culturales contribuyen a la prevención y manejo de la enfermedad como hacer bien los cortes de las manos del racimo con cuchillos afilados limpios y desinfectados, luego sumergir las manos en una solución fungicida con benzimidazol (benlate) o thiabendazol (mertec) en concentración de 200 a 400 ppm (Stover y Simmonds, 1987).

3.1.3. Antracnosis

Es causada por el hongo *Colletotrichum musae* y considerada como la más grave causante de manchas en frutos verdes y maduros de plátano y banano (Burden y Griffe, 1974). La infección se origina sobre frutos inmaduros en el campo, pero las lesiones no se desarrollan hasta que el fruto madura y el hongo puede penetrar la cáscara (Robinson, 1996). En los frutos verdes la infección ocurre por la invasión del patógeno a través de magulladuras o raspaduras, por lo cual las prácticas de manejo que eviten estos daños físicos previenen la enfermedad.

3.2. Plagas

La mayoría de las plagas del fruto causan daños superficiales en la cáscara pero no afectan la calidad de la pulpa. Los mercados nacionales generalmente toleran cierto grado de daño debido a insectos, pero para el mercado de exportación las normas de calidad son más estrictas y no permiten lesiones externas de ninguna clase.

3.2.1. Trips

Son insectos diminutos (1 a 2 mm de largo) que atacan los frutos muy tiernos

cuando el racimo está emergiendo y las brácteas se levantan. Las ninfas y adultos se alimentan sobre la cáscara suave de los frutos inmaduros, generalmente entre las superficies unidas, ocasionando manchas rojizas circulares. Cuando los frutos se desarrollan, las manchas se tornan ásperas y la cáscara se parte. Existen tres especies de trips distribuidas ampliamente en el Caribe, Centro y Sur América (*Chaetanaphothrips orchidii*, *Chaetanaphothrips signipennis* y *Frankiniella parvula*). El embolso de los racimos con polietileno perforado y tratado con insecticida a los 15 días de la emergencia es una excelente práctica de control preventivo. Las plantas de *Musa textilis* (abacá), *Xanthosoma* sp. y *Heliconia* sp. son hospedantes de trips en las axilas de las hojas, por lo cual debe evitarse su presencia cerca de las plantaciones (Stover y Simmonds, 1987; Robinson, 1996).

3.2.2. Escarabajo del fruto (*Colaspis* sp.)

Son crisomélidos que causan daños ocasionales en plantaciones de Centro y Sur América. Los adultos se alimentan sobre los frutos jóvenes causando lesiones superficiales en forma de serpentina en la cáscara, mientras que las larvas lo hacen en las raíces del plátano y las malezas (Stover y Simmonds, 1987; Robinson, 1996). El embolso de los racimos y el control oportuno de las malezas protegen contra el ataque del insecto.

3.2.3. Abeja mapaitera (*Trigona coruina*)

Mastican las aristas de los frutos tiernos de plátano y banano causando cicatrices ásperas, redondas y negras que afectan la presentación del fruto. Los ataques se presentan, generalmente, en los sitios de la plantación cercanos a los árboles donde están los panales de las abejas. El embolso de los racimos protege los frutos contra el ataque.

3. BIBLIOGRAFÍA

- Arcilla, M.I.; Torres, F.; Cayón, G. y Giraldo, G. 1998. Cambios físicos durante la maduración del fruto de plátano Dominico-Hartón (*Musa AAB Simmonds*) asociados con el clima de la región cafetera central colombiana. Revista Orbana (Costa Rica) 23 (49): 57-68.
- Areas, J.A. and Lajolo, F.M. 1981. Starch transformation during banana ripening. I. The phosphorylase and phosphatase behavior in *Musa acuminata*. Journal of Food Biochemistry 5: 19-37.
- Asenjo, C.F. y Porrata, E.I. 1956. The caroteno content of green and ripe plantains. J. Agric. Univ. Puerto Rico 40: 152-156.
- Asiedu, J.J. 1987. Physicochemical changes in plantain (*Musa paradisiaca*) during ripening and the effect of degree of ripeness on drying. Trop. Sci. 27: 249-260.
- Azcon-Bieto, J. y Talon, M. 1996. Fisiología y bioquímica vegetal. McGraw-Hill-Interamericana, Madrid. pp. 463-478.
- Banks, N.H. 1984. Studies of the banana fruit surface in relation to the effects of TAL Pro-long coating on gaseous exchange. Scientia Horticulturæ 24: 279-286.
- Belalcázar, S.; Valencia, J. y Lozada, J. 1991. La planta y el fruto. En: Belalcázar, S. (ed.) El cultivo del plátano en el trópico. ICA-INIBAP-CIID-COMITECAFE Quindío, Feriva, Cali, pp. 43-89.
- Bonner, J. and Varner, J.E. 1965. Plant biochemistry. Academic Press, New York. pp. 793-825.
- Burden, O.J. and Griffe, P.J. 1974. A simple machine for application of fungicide to harvested green bananas. Pans 20: 358-364.
- Burdon, J N.; Moore, K.G. and Wainwright, H. 1993. Postharvest water loss of plantains and cooking bananas fruits. Acta Horticulturæ 343: 307-308.

Burdon, J.N.; Moore, K.G. and Wainwright, H. 1994. An examination of the stomata of fruits of plantains (*Musa* spp., AAB group) and cooking bananas (*Musa* spp., ABB group). *Journal of Horticultural Science* 69 (1): 81-88.

Burg, S.P. and Burg, E.A. 1965. Relationship between ethylene production and ripening in bananas. *Botanical Gazette* 126 (3): 200-204.

Cardeñoso, B.R. 1955. El género *Musa* en Colombia, plátanos y bananos afines. Editorial Pacífico, Cali. 367 p.

Carvajal, L.; Sánchez, M.L.; Giraldo, G. y Arcila, M.I. 1998. Diseño de un producto alimenticio para humanos (hojuelas) a partir del raquis de plátano (*Musa* AAB Simmonds). Trabajo de grado para optar al título de Químico, Programa de Química, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Quindío, 52 p.

Cayón, G.; Bolaños, M.M. 1999. Efecto de la remoción de hojas sobre la distribución de elementos minerales en el racimo del clon Dominico-Hartón (*Musa* AAB Simmonds). *InfoMusa* 8 (2): 30-32.

Centre Régional de Reserches Sur Bananiers et Plantain, CRBP. 1999 Plantainfo 38: 9-10.

Corporación Colombia Internacional, CCI. 2000. Boletín CCI: SIM. Perfil de Producto. No.7. Enero - marzo 2000. Plátano. Consultado 1 Junio 2000. Disponible en <http://www.cci.org.co/publicaciones/revistas/perfilplatano.htm>

Dadzie, B.K. 1998. Post-harvest characteristics of black sigatoka resistant banana, cooking banana and plantain hybrids. Inibap Technical Guidelines. Montpellier, France. 75 p.

Duque, L. Y Bohórquez Y. 1997. Modelo para la determinación de pérdidas postcosecha del plátano Dominico-Hartón (*Musa* AAB Simmonds) producido en el departamento del Quindío. Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Postcosecha, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Quindío. 117p.

Ferris, R.S.B.; Horsonyame, G.K.; Wainwright, H. and Thompson, A.K. 1993. The effects of genotype, damage, maturity and environmental conditions on the postharvest life of plantains. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 70: 45-50.

Ffoulkes, D.; Espejo, S.; Delpeche, M. y Preston, T.R. 1978. El plátano en la alimentación de bovinos. Composición y producción de biomasa. *Rev. Producción Animal Tropical (Santo Domingo)* 31: 41-46.

Firmin A., 1991. Chemical and physical changes in plantains (*Musa paradisiaca*) during ripening. *Tropical Science* 31: 183-187.

Flurkey, W. and JEN, J. 1978. Peroxidase and polyphenol oxidase activities in developing peaches. *Journal of Food Science*. Volume 43: 1828.

García, E. and Lajolo, F.M. 1988. Starch transformation during banana ripening. The amylase and glucosidase behavior. *Journal of Food Science* 53: 1181-1186.

George, J.B. and Marriott, J. 1983. The effect of humidity in plantain ripening. *Scientia Horticulturae* 21: 37-43.

Giami, S.Y. 1989. Effects of pretreatments on the sensory properties of plantain and yam on freezer storage. *Int. J. Food Sci. Technol.* 24: 195-197.

Giami, S.Y. and Dismas, A..A. 1994. Changes in composition and certain properties of ripening plantain (*Musa* spp., AAB groups) pulp. *Food Chemistry* 50: 137-140.

Giraldo, G. 1984. Desarrollo de un proceso de tecnología adecuada para la producción de harina de plátano enriquecida con harina de soya desgrasada, vitaminas y minerales. *Revista Informática Química* 2 (4): 9-18.

Giraldo, G. 1998. Diseño de un proceso tecnológico destinado a producir harina de guineo (*Musa* AAA Simmonds) para fabricar sopas. Trabajo para cambio de categoría como docente del Programa de Química, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Quindío. 38 p.

Golan, A.; Kahn, V. and Sadvski, A.Y. 1997. Relationship between polyphenols and browning in avocado mesocarp-comparison between the Fuerte and Lerman cultivars. *J. Agric. Food Chem.* 25: 1253-9.

Goodwing, T.W. and Mercer, E.I. 1983. Introduction to plant biochemistry Pergamon Press, London 677 p.

Hobson, G.E. 1996. Maduración del fruto. En: Azcon-Bieto, J.; Talon, M. (eds.). *Fisiología y Bioquímica Vegetal*. McGraw-Hill-Interamericana, Madrid, pp.463-478.

Hubbard, N.L.; Pharr, D.M.; Huber, S.C. 1990. Role of sucrose phosphate syntase in sucrose biosynthesis in ripening bananas and its relationship to the respiratory climacteric. *Plant Physiology* 94: 201-208.

Lizana, L.A. 1976. Quantitative evolution of sugars in banana fruit ripening at normal to elevated temperatures. *Acta Horticulturae* 57: 163-173.

Loesecke, A.W.V. 1950. Bananas. 2 ed. Interscience, New York.

Llanes, M.A.; López, M.A.; Fonseca, P.L.; Villres, S.E. y Arias, B.L. 1990. Composición química de la pulpa y la cáscara de siete clones de plátano fruta. *Ciencias de la Agricultura* 39: 181-184.

Marriott, J. 1980. Bananas: Physiology and biochemistry of storage and ripening for optimum quality. *CRC Critical Reviews of Foods Science and Nutrition* 13 (1): 41-88.

Marriott, J.; Robinson, M. and Karikari, S.K. 1981. Starch and sugar transformation during the ripening of plantains and bananas. *Tropical Science* 32: 1021-1026.

Morales, H.; Belalcázar, S. y Cayón, G. 1998. Efecto de la época de cosecha sobre la composición físico-química de los frutos en cuatro clones comerciales de musáceas. En: Seminario Internacional sobre Producción de Plátano (1998, Armenia, Colombia). Memorias. Giraldo, M.; Belalcázar, S.; Cayón, G.; Botero, R. (Eds.). CORPOICA, UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO, COMITECAFE-QUINDÍO, SENA. pp. 237-246.

Offem, J.O. and Thomas, O.O. 1993. Chemical changes in relation to mode and degree of naturation of plantain (*Musa paradisiaca*) and banana (*Musa sapientum*) fruits. *Food Research International* 26: 187-193.

Palmer, J.K. 1971. The banana. In: *The Biochemistry of Fruits and their Products*. Hulme, A.C. (ed.), Vol 2, Academic Press, London.

Peláez, M.C.; González, G.S.; Díaz, E.I.; Amaya, A. y Giraldo, A. 1996. Comercialización del plátano Dominico-Hartón cultivado en el departamento del Quindío. En: *Tecnología del Eje Cafetero para la siembra y explotación rentable del cultivo del plátano*. Belalcázar, S.; Cayón, G.; Jaramillo, O.; Cortés, C. (eds.). CORPOICA, Comité Departamental de Cafeteros del Quindío, CIID (IDRC), INIBAP, INPOFOS, Fudagraf, Armenia, pp. 110-125

Robinson, J.C. 1996. Bananas and Plantains. CAB International, Cambridge. 238 p.

Ruiz, M.R. y Cataño, J.F. 1996. Empleo de maíz más subproductos de yuca y plátano más lombriz roja californiana en la alimentación de aves de postura en pastoreo. Tesis para optar al título de Zootecnista. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia. 84 p.

Saavedra, G.D. y Bedoya, S. 1992. Utilización del plátano rollizo *Musa* sp. en combinación con un suplemento proteico en la alimentación de pollos de engorde. Tesis para optar al título de Zootecnista. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia. 73 p.

Salisbury, F.B. and ROSS, C.W. 1994. *Fisiología Vegetal*. González, V. (trad.). Grupo Editorial Iberoamérica, México. 759 p.

Sánchez-Nieva, F.; Hernández, I. and Bueso, C. 1970. Studies on the ripening of plantain under controlled conditions. *Journal of Agriculture University of Puerto Rico*. 54: 517-529.

Seymour, G.B.; John, P. and Thompson, A.K. 1987. Inhibition of degreening in the peel of bananas ripened at tropical temperatures. 2. Role of ethylene, oxygen and carbon dioxide. *Annals of Applied Biology* 110:153.

Simmonds, N. W. 1966. Bananas. 2nd ed. Longman, London.

Simmonds, N. W. 1973. Los plátanos. Blume, Barcelona. 593 p.

Stover, R.H.; Simmonds, N.W. 1987. Bananas. Longman Group, London, U.K. 468 p.

Turner, D.W. 1994. Bananas and Plantains. In: Schaffer, B.; Andersen, P.C. (eds.). Handbook of Environmental Physiology of Fruits Crops. Volume II: Sub-Tropical and Tropical Crops, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. pp. 37-64.

Vargas, A. Y Merchán, V. 1994. Uso de la lombriz roja en la transformación de residuos agrícolas. En: Mejoramiento de la producción del cultivo del plátano. Belalcázar, S.; García, O.; Valencia, J.A.; Arcila, M.I.; Mejía, H.; García, H. (eds.). Comité Departamental de Cafeteros del Quindío, CORPOICA, ICA, CIID (IDRC), INIBAP, INPOFOS. Produmedias, Santafé de Bogotá. pp. 233-238.

Walter, W.M. and Purcell, A.E. 1980. Effect of substrate levels and polyphenol oxidase activity on darkening in sweet potato cultivars. J. Agric. Food Chem. 28: 941-944.

Wills, R.H.H.; Lee, T.H.; McGlasson, W.B.; Hall, E.G. y Graham, D. 1977. Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post-recolección. Burgos. J. (trad.) Editorial Acribia, Zaragoza, España. 195 p.

Yahia, E. M. 1992. El sabor de frutas y Hortalizas, Productos Naturales Vol. I. Perspectivas Biotecnológicas. pp. 249-267.

5.1. EFECTO DE LA ÉPOCA DE COSECHA SOBRE LA COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LOS FRUTOS EN CUATRO CLONES COMERCIALES DE MUSÁCEAS*

Roberto Morjales¹, Sylvio Belalcázar², Gerardo Cayón¹. ¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, apartado aéreo 1807, teléfono (576) 7493498, E-mail: corpoinc@armenia.multi.net.co. Armenia, Quindío, Colombia. ² E-mail: belcar@armenia.multi.net.co. Armenia, Quindío, Colombia.

RESUMEN

El estudio se realizó en los clones Dominico-Hartón (AAB) y Guineo (AAA), en siete épocas de cosecha (20, 40, 60, 80, 100 y 140 días después de floración). En los cuatro clones se presentó un incremento paulatino de la longitud, perímetro, peso fresco y seco a través del proceso de llenado. De los 20 a los 60 días después de floración (DDF), la acumulación de la materia seca es mayor en la cáscara y, a partir de los 80 DDF, la distribución de la materia seca es preferencial hacia la pulpa; los carbohidratos son más altos en la pulpa de los clones Cachaco y Pelipita (AAB). Los contenidos de proteína, fibra bruta, grasa, cenizas, fósforos, hierro y calcio en la pulpa y cáscara de frutos disminuye durante el proceso de llenado, pero son mayores en la cáscara. El clon Dominico-Hartón presenta el mayor contenido de proteína en la pulpa a los 20 DDF.

INTRODUCCIÓN

En Colombia el cultivo del plátano ocupa una superficie aproximada de 400.000 has, las cuales registran una producción anual estimada de 2,2 millones de toneladas, cuyas pérdidas, en las etapas cosecha y postcosecha, son del orden de 220.000 ton/año. La zona cafetera aporta 1,3 millones de ton/año, equivalentes al 59% de la producción nacional, con las cuales se abastecen, principalmente, los mercados de Cali, Santafé de Bogotá y Medellín. En cuanto a la práctica de corte o cosecha de los racimos, no existen normas y, en consecuencia, ésta se realiza según el criterio del comercializador, intermediario o cosechero de turno basado, generalmente, en el llenado del

* Trabajo de Seminario Internacional sobre Producción de Plátano (1998, Colombia). Memorias. M. Guineo; S. Belalcázar; G. Cayón; R. Botero (Eds). Armenia, Colombia. CORPOICA, UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO, COMITECAFÉ QUINDÍO, SENA. p. 237 - 246.

fruto, determinado por la desaparición de sus aristas y la adquisición de una forma cilíndrica. Aspectos como la época de cosecha y su efecto sobre los rendimientos en harina son poco conocidos, debido a que en el país la industrialización de los clones comerciales de plátano es apenas del 5%, situación debida que es influenciada, principalmente, por la alta demanda del producto en fresco, hábito alimenticio de la población y el alto costo de éste como materia prima de la industria. Existe poca información sobre el crecimiento y el rendimiento en harina de los frutos de clones comerciales; sin embargo, algunos investigadores han estudiado el desarrollo de los frutos del clon de plátano Hartón y registran que éstos tienen un crecimiento rápido en los primeros 35 días y después tiende a estabilizarse su tasa de crecimiento. En un estudio sobre la evolución del peso de los dedos del mismo clon, se encontró que los frutos de las tres primeras manos se inician con un peso de 50 a 55 g, presentando un incremento de 25 a 26 g/semana al final del período, determinando que existe una correlación lineal entre el peso y la edad del fruto. En cuanto a la longitud de los dedos, dicho autor registra que éstos inician con una longitud de 16 a 19 cm presentando, dos semanas más tarde, una tasa de crecimiento de 2 cm/semana, continuando con una tasa mínima hasta la cosecha del racimo (González *et al.*, citados por Nava, 1985).

En el clon Dominico-Hartón el crecimiento en longitud del fruto es progresivo desde que se levanta la bráctea de la inflorescencia hasta alcanzar su valor máximo a los 120 días del proceso de llenado y la pulpa se incrementa paulatinamente hasta los 150 días (Belalcázar *et al.*, 1991). Sánchez *et al.* (1991), estudiando el efecto del estado de desarrollo del banano sobre la calidad de las rodajas congeladas, encontraron que las muestras con una relación pulpa:cáscara de 1,5 fueron las de mejor sabor y apariencia que las preparadas con frutos que tenían una menor relación. Algunos trabajos realizados en banano, reportan del 14 al 25% de rendimiento en harina con respecto al peso de la fruta fresca con cáscara, y del 27% sin la cáscara (GENDES, 1996; Ogazi *et al.*, 1981). Sobre la composición química de los frutos en diversos clones en Colombia (Cardeñosa, 1954) encontró diferencias en los contenidos de grasas y cenizas para los clones Guineo y Cachaco de 0,25, 0,71 y 0,15, 0,75% respectivamente. Sobre el contenido de fósforo, hierro y calcio en el clon Dominico-Hartón en diferentes épocas de cosecha (Belalcázar *et al.*, 1991) encontró una disminución paulatina de fósforo y calcio a través del proceso de llenado; para el hierro el mayor contenido se presentó en la época de 45 días después de floración (DDF); el mismo autor también

encontró que los mayores contenidos de estos elementos se encontraban más en la cáscara que en la pulpa. El objetivo del estudio fue cuantificar la evolución de algunos parámetros de crecimiento y calidad durante el desarrollo de los frutos de cuatro clones de musáceas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro de Investigación El Agrado, del Comité Departamental de Cafeteros del Quindío, localizado en el municipio de Montenegro, a 1.310 m.s.n.m., con precipitación promedio anual de 2.100 mm, temperatura media de 21,5 M °C y humedad relativa de 78%. Los clones estudiados fueron Cachaco y Pelipita (AAB); Dominico-Hartón (AAB) y Guineo (AAA), las épocas consideradas para la toma de muestras fueron 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 días después de floración (DDF). Por cada época se cosechó un racimo de cada clon en estudio, del cual se tomaron los dos frutos extremos de cada mano, a los cuales se les determinó longitud, perímetro, peso fresco y seco de la pulpa y la cáscara. Para la obtención del peso seco, las muestras fueron colocadas en estufa de ventilación forzada a 65 °C durante 24 horas. Las muestras secas y molidas se utilizaron para la determinación de proteínas, fibra bruta, grasa, cenizas, fósforo, hierro, calcio y carbohidratos (Harf *et al.*, 1971).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Longitud y perímetro de los frutos. En la Tabla 1 se observa que los frutos aumentan progresivamente en longitud y perímetro, pero la tasa de crecimiento es diferente entre los clones. Los frutos crecen en longitud y perímetro a una tasa relativamente estable hasta la época de cosecha. Desde la floración hasta la madurez de cosecha, los frutos del clon Cachaco incrementaron la longitud y perímetro de los frutos en 245%, los del Dominico-Hartón en 162%, mientras que Pelipita y Guineo presentaron el menor incremento en longitud y perímetro. En la cosecha, el fruto de Dominico-Hartón es el de mayor longitud (23,42 cm) y el de Cachaco el de mayor perímetro (18,17 cm).

Estos resultados concuerdan con Nava (1985), quien reporta que el largo dorsal y el perímetro central del fruto de plátano Hartón tienen un crecimiento vertiginoso durante los primeros 35 días y después tiende a permanecer

constante o a disminuir ligeramente hasta el fin del llenado.

Tabla 1. Crecimiento (cm) de los frutos en cuatro clones comerciales de musáceas.

	Días después de floración						
	20	40	60	80	100	120	140
Cachaco							
Longitud	7,3	13,2	12,2	13,2	14,1	15,8	17,9
Perímetro	7,4	11,3	12,2	13,9	14,6	16,3	18,2
Dominico-Hartón							
Longitud	14,3	20,4	19,6	22,0	24,3	21,0	23,4
Perímetro	9,6	11,5	11,1	14,1	15,0	14,9	15,5
Pelipita							
Longitud	11,2	12,9	14,3	14,1	14,5	14,8	16,4
Perímetro	10,3	11,9	13,8	14,1	14,7	14,3	16,4
Guineo							
Longitud	9,4	11,5	11,9	13,2	14,0	3,9	14,2
Perímetro	9,5	11,1	11,0	12,8	12,7	13,8	12,0

Acumulación de materia fresca. La Tabla 2 presenta la dinámica de acumulación de biomasa en la pulpa y cáscara durante el desarrollo de los frutos de los cuatro clones estudiados. Los cuatro clones presentan un incremento rápido del peso fresco de la pulpa y la cáscara. En las primeras épocas de desarrollo del fruto y hasta los 60 DDF, la cáscara presenta la mayor parte de la materia fresca de los frutos pero, a medida que transcurre el proceso de llenado, la acumulación de materia fresca en la cáscara es superada significativamente por la pulpa. Al final del proceso (140 DDF), la materia fresca de la pulpa supera en más de 40% al de la cáscara en todos los clones, destacándose el Dominico-Hartón, donde la pulpa es 67% más que la cáscara. Los clones Pelipita y Cachaco, con genoma ABB, registran la mayor acumulación de materia fresca entre 120 y 140 DDF, mientras que en los clones Dominico-Hartón (AAB) y Guineo (AAA) ésta se presenta entre 80 y 100 DDF.

Acumulación de materia seca. De los 20 a los 60 DDF, la acumulación

la materia seca es preferencial hacia la pulpa. Este comportamiento se debe, probablemente, a que en los primeros estados, el fruto tiene que formar su envoltura haciendo que la cáscara sea la demanda preferencial de los fotoasimilados producidos por las hojas. En Dominico-Hartón, Pelipita y Cachaco, la máxima acumulación de materia seca en la pulpa (madurez fisiológica) se presentó a los 140 DDF, y en el Guineo a los 120 días. La acumulación de materia seca en la cáscara de los frutos de Dominico-Hartón fue máxima a los 100 DDF, mientras que en Pelipita, Cachaco y Guineo fue máxima a los 140 DDF, indicando que ésta continuó creciendo, en estos tres clones, después de que la pulpa completó su crecimiento. En Dominico-Hartón y Pelipita, a diferencia de los anteriores, la cáscara alcanzó la mayor concentración de materia seca antes que la pulpa (120 DDF).

Contenido de proteína bruta y carbohidratos. Como consecuencia de la gran actividad metabólica de síntesis de compuestos durante el crecimiento de los frutos, su composición química cambia durante las diferentes fases de desarrollo. En la Tabla 3 se presentan las variaciones cuantitativas de algunos parámetros bromatológicos de la pulpa y la cáscara durante el proceso de llenado. Durante el desarrollo del fruto de los cuatro clones, la concentración de proteína bruta es mayor en la cáscara que en la pulpa, disminuyendo hacia el final del periodo; sin embargo, esta reducción es menos acentuada en la cáscara, mostrando concentraciones relativamente constantes al final del llenado. La pulpa y la cáscara de Dominico-Hartón presentan los mayores contenidos de proteína a los 20 DDF pero, aunque se reducen durante el llenado, la cáscara muestra la mayor concentración de proteína en la época de cosecha (140 DDF).

En los cuatro clones evaluados los carbohidratos totales son más altos en la harina de la pulpa que en la cáscara, predominando los clones Pelipita y Cachaco, con genoma Balbisiana (ABB), los cuales, a los 120 DDF, alcanzan los mayores valores. La concentración de carbohidratos en la pulpa y cáscara se incrementan a medida que transcurre el proceso de llenado de los frutos, principalmente como consecuencia de la activa síntesis de almidón. La máxima concentración de carbohidratos en la pulpa y cáscara se logró a los 100 DDF en Dominico-Hartón, Pelipita y Guineo. En el clon Cachaco esta máxima acumulación de los carbohidratos en la pulpa fue a los 140 DDF y en la cáscara a los 120 DDF. Merece destacarse el clon Guineo que presentó la

Tabla 2. Aumento del peso fresco y seco (g) de la pulpa y cáscara durante el desarrollo de los frutos en cuatro clones comerciales de musáceas.

	Pulpa										Cáscara															
	20	40	60	80	100	120	140	140	20	40	60	80	100	120	140	20	40	60	80	100	120	140				
Cachaco																										
Peso fresco	5,5	11,7	11,4	41,6	58,7	86,3	149,3	15,6	43,1	46,4	65,1	68,1	89,8	106,7												
Peso seco	0,7	2,0	2,1	8,9	28,0	16,5	47,1	1,4	5,4	6,1	9,6	14,4	11,4	17,7												
Dominico-Hartón																										
Peso fresco	14,3	48,0	53,5	133,6	186,5	189,1	188,4	38,7	72,0	73,2	18,1	120,1	118,9	113,1												
Peso seco	1,5	12,0	15,6	48,9	77,9	61,0	79,7	3,3	8,6	9,3	13,9	17,9	14,3	16,5												
Pelipita																										
Peso fresco	11,0	19,8	33,9	60,7	60,0	74,3	126,7	33,0	49,2	72,9	72,4	76,5	73,6	91,6												
Peso seco	1,4	3,6	7,1	19,4	21,3	29,0	50,8	3,0	5,5	6,7	8,8	10,7	9,1	11,9												
Guineo																										
Peso fresco	7,9	28,4	30,2	41,2	61,7	65,6	82,8	26,0	39,0	39,3	48,8	50,2	50,6	54,3												
Peso seco	0,8	5,9	6,1	15,3	14,1	17,4	11,2	2,3	4,8	4,5	6,4	5,4	5,7	7,5												

Días después de floración.

que en ésta se acumulan y estabilizan rápidamente los carbohidratos, mientras en la pulpa continúa la síntesis hasta los 100 DDF.

Contenido de humedad y rendimiento en harina. Se puede apreciar que los contenidos de humedad en los cuatro clones evaluados son ligeramente superiores en la pulpa en comparación con los de la cáscara. El mayor contenido de humedad en pulpa y cáscara lo registran los clones Guineo y Dominico-Hartón en la época de 20 DDF, los cuales tienden a disminuir con el proceso de llenado. Aunque los clones evaluados registran el máximo rendimiento en harinas en la época de 140 DDF, el clon que presenta el mayor rendimiento en harinas de pulpa y cáscara fue el Dominico-Hartón el cual, a partir de los 100 DDF, presenta un incremento mínimo para las diferentes fuentes de harina, mientras los otros clones presentan un incremento considerable. En la misma Tabla se puede observar que el clon Cachaco, en las épocas de 100, 120 y 140 DDF, es el que presenta mayor rendimiento en harina de cáscara.

En cuanto al uso potencial de las harinas, no se puede descartar el uso de la harina proveniente de la cáscara, pues presentan un contenido de proteína mucho mayor que la pulpa, que es la parte que se utiliza como fuente de alimento. Sobre el contenido de carbohidratos en la cáscara, es importante destacar que los clones Cachaco y Guineo presentan valores del orden de 69,7 y 62,4%, respectivamente, por lo cual sería factible utilizar estas harinas como complemento alimenticio en las dietas de nutrición animal.

Contenido de fibra bruta, grasas y cenizas. Los mayores contenidos en los cuatro clones evaluados se presentan a los 20 DDF presentando una disminución a través del proceso de llenado de los frutos Tabla 4. En la época de 140 DDF el clon Pelipita muestra los mayores contenidos de fibra bruta y grasa en la harina de pulpa, mientras que el clon Guineo para la misma época es el que presenta el máximo contenido de cenizas en la harina de pulpa (3,5%). En cuanto a la harina de cáscara el clon Pelipita a los 140 DDF registra los mayores contenidos de fibra bruta y cenizas y el clon Guineo presenta para la harina de cáscara el mayor contenido de grasa (7,8%).

Contenido de fósforo, hierro y calcio. En la Tabla 5 se puede apreciar que los contenidos de fósforo, hierro y calcio en la pulpa y la cáscara para los

cuatro clones en estudio presenta una disminución a medida que transcurre el proceso de llenado, lo cual concuerda con lo reportado por Belalcázar *et al.* (1991) para el clon Dominico-Hartón que presenta una disminución paulatina en el contenido de dichos elementos a través del proceso de llenado.

Al igual que los otros elementos analizados estos minerales también se encuentran en mayor proporción en la cáscara que en la pulpa exceptuándose el fósforo cuyo contenido es mayor en la pulpa, pero únicamente para la época correspondiente a 20 DDF. El clon Pelipita presenta los mayores contenidos de hierro y calcio en la pulpa para las épocas de 100 y 140 DDF, mientras que el clon Guineo, para las mismas épocas, es el que presenta los mayores contenidos de fósforo en la pulpa. El fósforo es el elemento que se encuentra en mayor proporción y el hierro es el que se encuentra en menor proporción en todos los clones evaluados.

RECONOCIMIENTOS

Al Comité de Cafeteros del Quindío por el apoyo financiero y logístico para la realización de este estudio.

Tabla 3. Composición bromatológica (%) de la pulpa y cáscara durante el desarrollo de los frutos en cuatro clones comerciales de Musáceas.

	Pulpa					Cáscara								
	20	40	60	80	100	120	140	20	40	60	80	100	120	140
Cachaco														
Proteína bruta	6,8	4,4	3,1	2,6	2,2	1,4	1,5	11,3	10,7	6,37	4,1	4,1	3,6	4,1
Carbohidratos	64,8	74,6	78,2	80,0	83,2	85,3	85,6	59,2	48,2	59,5	66,7	70,2	78,9	69,7
Humedad harina	12,0	11,1	10,6	10,7	10,1	9,8	9,2	19,6	9,0	9,7	10,3	9,2	9,6	9,4
Rendimiento harina	3,0	3,7	3,6	8,3	13,0	5,7	18,4	9,0	12,5	13,1	14,7	18,9	16,6	16,6
Dominico-Hartón														
Proteína bruta	13,8	4,3	6,0	3,4	3,2	2,8	2,9	8,3	4,4	5,3	3,3	1,8	2,8	1,6
Carbohidratos	54,7	77,9	75,8	81,4	83,5	9,4	2,6	44,0	59,8	56,8	54,6	59,3	58,1	53,9
Humedad harina	12,2	12,0	11,9	11,5	8,4	10,7	11,2	10,6	10,6	10,8	10,9	10,7	10,7	10,8
Rendimiento harina	3,0	10,0	12,2	14,8	25,4	25,9	26,5	8,5	11,9	12,6	12,8	14,9	14,8	4,3
Pelipita														
Proteína bruta	6,3	4,4	5,3	3,3	1,8	2,8	1,6	6,2	4,2	4,9	6,8	5,0	8,0	8,6
Carbohidratos	67,0	76,0	76,8	81,5	83,4	81,9	81,4	41,2	53,0	58,6	57,7	59,7	56,0	54,0
Humedad harina	11,7	11,5	10,8	10,0	9,3	9,6	9,9	10,0	10,0	9,1	10,0	9,2	9,1	9,4
Rendimiento harina	3,2	5,1	6,6	14,6	15,6	19,6	23,3	9,1	11,1	11,3	12,2	14,0	14,4	13,0
Guineo														
Proteína bruta	10,1	4,7	4,2	3,4	4,0	4,1	3,8	9,9	7,6	6,2	6,3	6,3	6,0	4,6
Carbohidratos	59,6	75,8	74,0	78,4	79,2	73,0	79,2	49,6	59,1	61,4	62,3	56,6	59,4	62,4
Humedad harina	13,4	11,4	11,5	10,4	10,5	16,4	11,0	11,2	10,4	10,5	10,4	11,0	11,7	11,0
Rendimiento harina	2,3	8,7	8,7	9,6	12,0	14,0	16,4	8,8	12,4	11,4	12,7	10,6	10,6	15,3

Tabla 2: Composición bromatológica (%) de la pulpa y cáscara durante el crecimiento de los frutos en cuatro clones comerciales de musáceas.

	Pulpa					Cáscara								
	20	40	60	80	100	120	140	20	40	60	80	100	120	140
Cachaco														
Fibra bruta	2,0	3,9	3,0	2,6	1,6	1,0	0,8	9,6	17,0	13,5	9,0	8,3	7,7	7,3
Extracto etéreo	4,8	0,9	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	3,4	5,5	3,8	3,4	2,7	2,6	3,2
Cenizas	1,6	5,1	4,4	3,5	2,7	2,3	2,6	6,0	9,8	7,1	6,6	5,5	5,6	6,3
Dominico-Hartón														
Fibra bruta	5,3	1,3	0,6	1,0	0,7	0,2	0,7	12,8	12,2	9,8	11,0	6,8	9,9	10,7
Extracto etéreo	2,9	1,4	2,7	0,6	2,0	4,9	0,5	6,7	0,3	4,1	3,8	3,7	4,1	3,7
Cenizas	11,2	3,0	3,0	2,2	2,2	2,0	2,0	11,8	8,5	9,0	9,8	9,0	9,5	9,4
Delipita														
Fibra bruta	5,0	2,7	2,3	2,1	3,0	3,4	4,2	21,5	14,1	12,7	11,4	11,5	12,0	12,8
Extracto etéreo	1,0	0,9	0,6	0,4	0,2	0,4	0,6	10,0	6,8	5,6	4,9	5,6	6,1	5,5
Cenizas	7,0	4,5	4,1	2,7	2,3	2,0	2,3	11,1	11,9	9,2	10,2	9,0	10,0	9,6
Guineo														
Fibra bruta	4,6	1,8	3,6	1,9	1,7	2,0	2,1	13,9	10,7	9,0	8,6	8,5	8,9	6,6
Extracto etéreo	1,5	2,7	3,3	3,0	0,8	0,8	0,5	4,2	4,4	4,5	4,5	8,1	5,1	7,8
Cenizas	10,5	3,7	3,5	2,9	3,8	3,8	3,5	11,3	8,3	8,4	7,9	9,5	8,9	7,6

Unidades: después de la extracción.

Tabla 3: Contenido de algunos minerales (mg/100) durante el crecimiento de los frutos en cuatro clones comerciales de musáceas.

	Pulpa					Cáscara								
	20	40	60	80	100	120	140	20	40	60	80	100	120	140
Cachaco														
Fósforo	963	384	326	275	223	180	140	455	486	461	421	314	348	451
Hierro	29	20	12	7	3	2	3	36	29	18	16	11	7	4
Calcio	138	102	58	47	16	10	9	165	136	121	115	82	74	70
Dominico-Hartón														
Fósforo	487	328	286	224	243	159	120	444	246	273	266	203	273	238
Hierro	3	4	6	2	2	3	2	10	6	8	5	4	6	5
Calcio	42	47	32	17	17	15	10	83	71	80	66	72	59	57
Delipita														
Fósforo	627	646	457	235	235	212	194	486	503	479	386	294	298	333
Hierro	41	13	9	3	3	2	4	24	24	14	14	7	5	3
Calcio	61	44	31	16	16	17	13	179	142	110	87	65	56	55
Guineo														
Fósforo	543	308	322	280	280	280	306	279	279	321	246	280	263	235
Hierro	10	5	3	4	3	4	1	7	7	11	4	9	10	5
Calcio	57	24	15	12	11	12	12	56	56	55	42	51	43	28

Unidades: mg/100 g de materia seca.

BIBLIOGRAFÍA

Belalcázar, S.; Valencia, J.A.; Lozada, J.E. 1991. La planta y el fruto. En: El cultivo del plátano en el trópico. ICA, GILD, Comité Departamental de Cafeteros del Quindío, INIBAP. Manual de Asistencia Técnica, No. 50. Armenia, Colombia. p. 78-81.

Cardenosa, R. 1955. El Género *Musa* en Colombia. Plátanos y bananos afines. Editorial Pacífico -Cali 367 p.

(CENDES) CENTRO DE DESARROLLO INDUSTRIAL DEL EC. 1966. Elaboración de harina de banano verde. Ecuador. p. 25-26.

Harf, FL.; Fisher, HJ. 1971. Análisis moderno de los alimentos. España, Acriba, Zaragoza, 91 p.

Nava, C. 1985. Características cuantitativas de crecimiento del racimo de plátano. En: ACORBAT VII Reunión de la Asociación para la Cooperación en Investigaciones de Banano en el Caribe y en América Tropical (1985, San José, C.R.). Memorias. José J. Galindo y Ramiro Jaramillo (eds.). CATIE. p. 291-300.

Ogazi, PO.; Jones, M.C. 1981. Plantain hour, production and potential. Conference on International association for research on plantain and other cooking bananas, Ibadan, Nigeria. *Paradisíaca Nigeria* (5);25.

Sánchez, NF.; Mercadeo, M.; Bueso, C. 1980. Effect of the estage of development at haverst on the texture, flavor, quality and yields of frozen green bananas. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 64 (3): 275-282.

BIBLIOGRAFÍA

Belalcázar, S.; Valencia, J.A.; Lozada, J.E. 1991. La planta y el fruto. En: El cultivo del plátano en el trópico. ICA, CIID, Comité Departamental de Cafeteros del Quindío, INIBAP. Manual de Asistencia Técnica, No. 50. Armenia, Colombia. p. 78-81.

Cardeñosa, R. 1955. El Género *Musa* en Colombia. Plátanos y bananos afines. Editorial Pacífico - Cali 367 p.

(CENDES) CENTRO DE DESARROLLO INDUSTRIAL DEL EC. 1966. Elaboración de harina de banano verde. Ecuador, p. 25-26.

Harf, FL.; Fisher, HJ. 1971. Análisis moderno de los alimentos. España, Acriba. Zaragoza. 91 p.

Nava, C. 1985. Características cuantitativas de crecimiento del racimo de plátano. En: ACORBAT VII Reunión de la Asociación para la Cooperación en Investigaciones de Banano en el Caribe y en América Tropical (1985. San José, C.R.). Memorias. José J. Galindo y Ramiro Jaramillo (eds.). CATIE. p. 291-300.

Ogazi, PO.; Jones, M.C. 1981. Plantain hour, production and potential. Conference on international association for research on plantain and other cooking bananas. Ibadan, Nigeria. *Paradisiaca Nigeria* (5):25.

Sánchez, NF.; Mercadeo, M.; Bueso, C. 1980. Effect of the estage of development at harvest on the texture, flavor, quality and yields of frozen green bananas. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 64 (3): 275-282.

5.2. EFECTO DEL DESMANE SOBRE LA CALIDAD Y LA PRODUCCIÓN DEL HÍBRIDO DE PLÁTANO FHIA 21

Maria Isabel Ancilla¹, Jorge Alberto Valencia¹, Sylvia Belalcázar², **Huberto Morales¹. ¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, apartado aéreo 1807, teléfono (575) 7493498, Email: corpocam@armeria.multi.net.co, Armenia, Quindío, Colombia. **E-mail: beicari@armeria.multi.net.co, Armenia, Quindío, Colombia.

INTRODUCCIÓN

En Colombia las variedades de plátano más cultivadas son el Dominico Hartón, el Hartón y el Dominico. El clon Dominico Hartón que es el de mayor consumo a nivel nacional, es muy susceptible a las sigatokas Amarillas y Negras (*Mycosphaerella musicola* y *Mycosphaerella fijiensis*, Morelet, respectivamente); estas enfermedades que causan drásticas reducciones en la producción, lo cual trae problemas al productor por los costos de manejo, y al consumidor por el incremento en los costos de adquisición del fruto. Ante la presencia de la sigatoka negra en la región cafetera central, es necesario generar alternativas de solución para su manejo y una de ellas está relacionada con la posibilidad de que el productor adopte otras variedades que ofrezcan resistencia a la enfermedad, que contribuyan a no deteriorar el ambiente por el uso de agroquímicos y a reducir los costos de producción. Afortunadamente, se cuenta con el plátano híbrido FHIA 21 (AAAB) que resiste la enfermedad y que es altamente productivo (FHIA, 1994).

Según pruebas realizadas por la FHIA, este fruto tiene grandes atributos cuando se le prepara frito en tajaditas y patacones; la cosecha se debe realizar antes de la madurez fisiológica, controlando la edad del fruto. En condiciones de Honduras, la planta emitió una hoja cada ocho días; al momento de la floración alcanzó una altura de 2.8 m. y una circunferencia del pseudotallo de 55 cm; demoró 341 días para emitir la inflorescencia y tuvo un período de llenado de los frutos de 169 días, la producción del primer ciclo fue de 26.1 t/ha. Sin desmane produjo racimos de 16,3 kg, con 92 frutos, siete manos y frutos de 169 g. Los frutos de las manos basal y media, registraron una longitud de 19 cm y un calibre de 3,6 cm (FHIA, 1994).

La práctica del desbellote y desmane en algunos plátanos comerciales, es realizada con el fin de obtener un incremento en peso del racimo y lograr un

mayor tamaño del fruto. En el caso del clon Dominico Hartón, cultivado en la región cafetera central el desbellote es ejecutado por un bajo número de productores (aquellos que venden a mercados especializados). Para el híbrido FHIA 21, se sugiere desmanar a cinco manos, si los frutos son para exportar y hasta siete manos para la elaboración de tajaditas y eliminar la inflorescencia solamente en los cultivos de subsistencia para evitar la formación de semilla en el fruto. Al dejarle al racimo de este híbrido cinco manos, el peso fue de 16 kg con 76 frutos de 212 g de peso promedio y una longitud de 18 y 20 cm de los frutos de las manos apical y basal y 3,4 y 3,9 cm de grosor en la parte media del fruto, respectivamente (FHIA, 1994).

Ante esta alternativa y previendo que los plátanos tienen un comportamiento agronómico diferente como respuesta a una interacción genotipo-ambiente, se ha evaluado este clon en diferentes zonas de la región cafetera central, se ha medido el efecto del desmane sobre la calidad y se han realizado observaciones en su comportamiento postcosecha y aceptabilidad con resultados que pueden abrir la posibilidad de hacer de éste un material competitivo en el mercado colombiano.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el centro experimental El Agrado en el corregimiento de Pueblo Tapao (Montenegro, Quindío), ubicado a 1.310 m.s.n.m., con temperatura media de 22°C, 76% de humedad relativa y 2.000 mm de precipitación media anual; en suelos de textura franco arenosa, de fertilidad media a alta y con 5% de materia orgánica se evaluó el efecto de la época y el grado de desmane del racimo de FHIA 21 sobre la calidad de la producción. El material se sembró a 3,5 x 2,0 m de distancia entre surcos y plantas, para un total de 1.428 plantas/ha; el tamaño de la parcela experimental fue de 30 plantas y 12 de la parcela útil. El estudio se desarrolló bajo un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones, las parcelas principales fueron el número de manos retenidas en el racimo (4, 5, 6, 7, 8 manos y el testigo) y las subparcelas en las épocas de realización de esta labor (20, 40 y 60 días después de floración). Se registró al momento de la cosecha el número de frutos y peso del racimo.

Los datos generados fueron sometidos a análisis de varianza; se realizó la prueba de rango múltiple de Duncan ($P < 0.05$) y se realizó el análisis económico de presupuestos parciales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bajo las condiciones edáfico-ambientales de la estación experimental El Agrado, las plantas del híbrido FHIA 21, al primer ciclo de producción alcanzaron una altura promedio de 3,3 m, perímetro del seudotallo (medido a 1 m de altura) de 60,3 cm; las plantas florecieron a los 13,2 meses y tuvieron un periodo de llenado de los frutos de 3,7 meses, para un ciclo total de siembra a cosecha de 17 meses. El comportamiento agronómico del híbrido, comparado con el clon Dominico Hartón que es el más cultivado en la región cafetera, refleja características similares, con la gran ventaja de que el FHIA 21 es resistente a la sigatoka negra. A medida que se desmana, se reduce el número de frutos y el peso del racimo en comparación con el testigo, registrándose alrededor de 122 frutos en el racimo sin desmane y aproximadamente el 60% de los frutos cuando sólo quedan cuatro manos en el racimo (Tabla 1). El peso de los racimos de FHIA 21 varió entre 15 y 26 kg, los racimos de Dominico Hartón en condiciones similares registraron pesos entre 14 y 16 kg (primer y segundo ciclo de producción, respectivamente), con siete a ocho manos y entre 45 a 55 frutos/racimo (Belalcázar *et al.* 1995), siendo superior en términos de producción el híbrido; la época en que se realiza el desmane influye sobre el peso de los racimos, los de mayor peso se obtuvieron cuando se eliminaron las manos a los 20 días después de floración.

Tabla 1. Efecto del número de manos por racimo y de la época de desmane, sobre la producción del plátano híbrido FHIA 21.

Manos retenidas/racimo	Época desmane (DDF) ^{***}	Frutos/racimo	Peso racimo (kg)
4	20	63 a	19,0 a
	40	64 a	17,0 ab
	60	60 a	15,0 b
5	20	77 b	20,2 a
	40	75 b	17,9 a
	60	79 b	19,8 a
6	20	95 c	23,1 a
	40	90 c	19,7 a
	60	95 c	22,1 a
7	20	108 d	23,1 a
	60	104 d	22,1 a
8	20	118 e	23,2 a
	40	117 e	24,0 a
	60	116 e	22,4 a
Testigo	—	122	24,6
G.V. (%)		7,5	7,8
F (Manos)		**	**
F (Época)		*	n.s.
F (Manos x Época)		n.s.	n.s.

* Prueba de F significativa ($P < 0,05$)

** Prueba de F significativa ($P < 0,01$)

n.s. Prueba de F no significativa

*** Días después de floración

Valores entre columnas con letras iguales no difieren entre sí según la prueba de Duncan ($P < 0,05$)

La Figura 1, muestra el comportamiento del peso promedio del fruto, el cual fue superior (300 g) cuando se realizó el desmane a los 20 días después de floración, el peso se redujo al realizar el desmane a los 40 y 60 días. Teniendo en cuenta la clasificación por calidad representada por apariencia y tamaño (peso) del fruto de Dominico Hartón determinada por Peláez *et al.* (1995) y aplicada a los frutos de FHIA 21, un racimo sin desmane produce frutos que clasifican para una segunda calidad, mientras que el desmane realizado oportunamente produce frutos de primera calidad ya sea para consumo en

fresco o para la agroindustria.

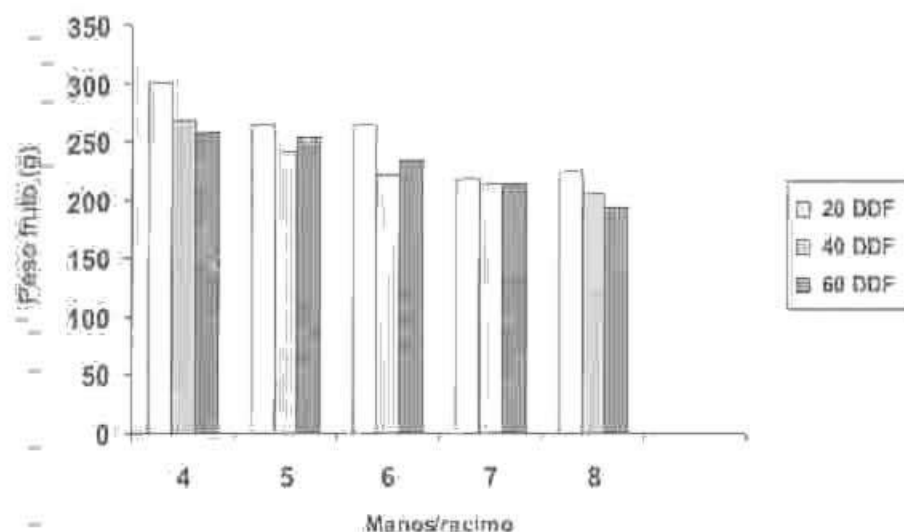


Figura 1. Efecto del número de manos por racimo y la época de desmane sobre el peso del fruto del plátano FHIA 21.

La Tabla 2 y el Anexo 1, muestran el análisis económico de los tratamientos de desmane. Teniendo en cuenta las exigencias del mercado, en el cual la calidad del plátano se rige por el tamaño y la apariencia del fruto, cuando se practica el desmane en el FHIA 21, dejándole entre 4 a 6 manos/racimo se consiguen los mayores beneficios para el productor frente a la no realización de la labor, con la ventaja de que asegura la comercialización del producto.

Tabla 2. Costo y beneficio de la aplicación de tratamientos de desmane en el plátano híbrido FHIA 21.

Manos retenidas por racimo	Época de desmane (DDF)*	Costo (\$ / ha)	Beneficio (Miles de pesos/ ha)
4	20	10700	5475
	40	12500	4900**
	60	12500	4300**
5	20	10700	5775
	40	12500	3105**
	60	12500	5775
6	20	10700	3975**
	40	12500	3465**
	60	12500	3795**
	20	10700	3975**
	40	12500	3795**
	60	12500	3795**
8	20	8100	4500
	40	9500	4155**
	60	9500	3795**
Testigo		0	4320

* Días después de floración

** Tratamientos dominados

Es necesario complementar los resultados de esta investigación con las dimensiones de los frutos; evaluar la aceptabilidad de acuerdo a las características organolépticas de este híbrido entre los productores y consumidores; determinar la época óptima de cosecha y la manera más apropiada de adecuar el producto para comercializar y prolongar la vida útil.

Anexo 1. Análisis de presupuestos parciales del efecto del desmane sobre la calidad de la producción del híbrido FHIA 21. (1428 plantas/ha)

Variables	4		5		6		7		8		TESTIGO					
	manos / racimo	manos / racimo	manos / racimo	manos / racimo	manos / racimo	manos / racimo	manos / racimo	manos / racimo	manos / racimo	manos / racimo						
Época de desmane (Días después de floración)	20	40	60	20	40	60	20	40	60	20	40	60				
Producción neta (t/ha) con 50% de cosecha	24.4	21.8	19.2	25.7	23.1	25.7	20.5	28.2	28.2	29.5	28.2	26.2	33.4	30.8	28.2	32.1
Producción neta (t/ha) con descuento 10% variable	21.9	19.6	17.2	23.1	20.7	23.1	26.5	25.3	25.3	26.5	25.3	25.3	30.0	27.7	25.3	29.8
Valor de la producción neta (Miles de \$/ha) a 50% de cosecha y 10% de descuento	5475	4900	4300	5775	3105	5775	3975	3465	3795	3975	3795	3795	4500	4155	3795	4320
Jornales/ha	1.07	1.25	1.25	1.07	1.25	1.25	1.07	1.25	1.25	1.07	1.25	1.25	0.81	0.85	0.95	0
Costos labor desmane (Miles de \$/ha) a 100% de cosecha	10700	12500	12500	10700	12500	12500	10700	12500	12500	10700	12500	12500	8100	9500	9500	0

BIBLIOGRAFÍA

FHIA (FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA, HN) 1994. Programa de Banano y Plátano. Informe Técnico. La Lima, Corté Honduras. 53p

Belalcázar C, S; Valencia M, J A; Arcila P, M I; García R, H. 1995. Evaluación de materiales comerciales de plátano y banano, bajo condiciones de la zona cafetera central. En : Mejoramiento de la producción del cultivo del Plátano Eds. S Belalcázar; O Jaramillo ; J A Valencia ; M I Arcila ; H Mejía ; H García Santafé de Bogotá, Colombia. Produmédios p. 11-39.

Peláez, M.C.; González, G.S ; Diaz, E I ; Amaya, A; Giraldo, GA ; Guzmán M. 1995. Comercialización del plátano Dominico Hartón cultivado en el Departamento del Quindío. En : Tecnología del Eje Cafetero para la siembra y explotación rentable del cultivo del plátano. Ed. Comité Departamental de Cafeteros del Quindío. Armenia, Quindío, Colombia. Fudegraf Ltda. p. 110-125.

5.3. COMPORTAMIENTO POSTCOSECHA DE LOS PLÁTANOS DOMINICO-HARTÓN Y FHIA 21 EN DIFERENTES PRESENTACIONES.

María Jusef Arcila*, Germán Giraldo**, Syllio Belalcázar**, Gerardo Cayón†, Juan Carlos Méndez†. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. CORPOICA, Apartado aéreo 1807, teléfono (576) 7402498. E-mail: corpooam@armenia.nulli.net.co, Armenia, Quindío, Colombia. †Universidad del Quindío, Apartado aéreo 360, teléfono (576) 7480100. E-mail: ggcayon@uquindio.edu.co, Armenia, Quindío, Colombia. ** E-mail: belcair@armenia.nulli.net.co, Armenia, Quindío, Colombia.

INTRODUCCIÓN

El plátano Dominico Hartón en la región cafetera central es la variedad más cultivada y tiene una producción aproximada de 940.000 t., en 124.000 has. De acuerdo con Peláez *et al* (1995) la comercialización del plátano Dominico Hartón producido en el Quindío es realizada por un 95% de los productores por racimo y el 5% restante mercadean el producto en manos y frutos empacados en canastilla plástica con capacidad de 18 a 22 kg. Frente a la inminente llegada de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) a la región cafetera, se ha venido evaluando el comportamiento del plátano híbrido FHIA 21 que es resistente a la citada enfermedad como una alternativa importante desde el punto de vista ambiental y de consumo. En Musáceas, el banano de exportación se manipula en manos y clusters que por lo general tienen una significativa porción de vástago para evitar el daño mecánico de los frutos y prolongar su vida verde. Teniendo en cuenta que la comercialización del plátano producido en la Región Andina y para el consumo nacional se realiza en la mayoría de los casos por racimos y que existe una gran tendencia del mercado en presentarlo en manos y frutos se observaron las pérdidas en peso y el periodo de maduración en diferentes presentaciones, lo cual permitirá manipular el producto de acuerdo a las exigencias del consumidor, evitando su deterioro y prolongando su vida útil, siendo éste el objetivo del presente estudio.

* Tomado de Seminario Internacional sobre Producción de Plátano (1996, Colombia) Memorias. M. Giraldo, S. Belalcázar, G. Cayón, R. Bolero (Eds) Armenia, Colombia. CORPOICA, UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO, COMITÉ CAFETERO QUINDÍO, SENA p 258 - 260.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el C.I. El Agrado, Montenegro, Quindío se cultivaron plantas de plátano Dominico Hartón y de FHIA 21 y se dejaron hasta punto de cosecha (madurez fisiológica). Una vez cosechados los racimos y para el desarrollo del estudio se definieron cinco tratamientos postcosecha: Racimos colgados normalmente (conservando la posición en la planta); racimos colgados invertidos; desmanados normalmente; desmanados con porción de vástago y frutos sueltos (unidades). Cada tratamiento fue aplicado a tres racimos Dominico Hartón y FHIA 21. Todas las muestras se almacenaron al ambiente, con una humedad relativa del 72% y a una temperatura de 24 °C. Se registró el peso fresco inicial (estado verde, al momento de la cosecha); el peso fresco final (estado amarillo) y el periodo transcurrido entre los tres estados de maduración del fruto (verde claro, amarillo verde y amarillo) en cada tipo de presentación. En el híbrido FHIA 21, se aplicaron los mismos tratamientos a racimos que habían sido sometidos durante su desarrollo a diferentes desmanes (racimos con 4, 5 y 6 manos y un testigo sin desmane). Para analizar estadísticamente la información, con los pesos iniciales y finales se determinaron porcentajes de pérdidas los cuales fueron transformados con $\text{ArcoSen } \sqrt{X}$ y los días transcurridos con $\sqrt{x + 0,5}$; se aplicó el Diseño de Bloques completos al azar (con cinco tratamientos y tres replicaciones), los cuales se sometieron a la prueba de comparación de medias de Duncan ($P=0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los resultados en pérdida de peso y el periodo de maduración del cion Dominico Hartón para cada uno de los tratamientos evaluados, encontrándose diferencias entre tratamientos al analizar el periodo de maduración.

La pérdida de peso fue similar para las tres clases de manipulación del producto, sin diferencias estadísticas entre ellos. En cuanto al periodo de maduración, para los frutos pasar del estado verde a verde amarillo transcurren alrededor de 5 ó 6 días y esto varía con el tratamiento que se le aplique; así cuando los frutos son desprendidos del raquis, éstos alcanzaron este estado de madurez en la mitad del tiempo en que lo hace un racimo completo y desmanado. Bajo cualquier tipo de manipulación del producto, las pérdidas de peso son similares.

Similantemente, el estado amarillo es alcanzado en tiempos diferentes de acuerdo al tratamiento aplicado, los racimos colgados en las dos modalidades demoraron 12 días para madurarse, mientras que desmanados demoraron 4 días menos y por frutos 6 días menos que en racimos.

Tabla 1. Comportamiento postcosecha del plátano Dominico Hartón en tres presentaciones, VC, verde claro; AV, amarillo verde; A, amarillo intenso.

Tratamiento	Pérdida de peso %	Maduración (días)		
		VC	AV	A
Racimo colgado normal	7,3 a	7,0 a	9,3 a	12 a
Racimo colgado invertido	7,9 a	5,7 ab	8,3 ab	12 a
Desmane normal	8,3 a	4,9 b	6,5 b	8,2 b
Desmane con vástago	10,1 a	6,1 ab	7,0 ab	9,2 b
Frutos individuales	7,6 a	3,0 c	4,0 c	5,3 c
CV (%)	9,67	8,92	6,88	5,28

Valores con letras iguales no difieren significativamente según la prueba de Duncan ($p < 0,05$).

El híbrido de plátano FHIA 21. La Tabla 2 presenta las pérdidas en peso que sufren los frutos durante la maduración. El análisis estadístico indica que dichas pérdidas pueden ser mayores o menores dependiendo del número de manos que tenga el racimo.

Tabla 2. Pérdidas de peso (%) durante la maduración de frutos de FHIA 21 en diferentes presentaciones.

Tratamiento	Manos retenidas / Racimo			
	4	5	6	Testigo
Racimo Normal	18,25 a	8,3a	15,0 a	11,9 a
Racimo Invertido	16,20 ab	9,4a	13,6 a	10,1 a
Desmane Normal	12,50 b	9,4 a	13,2 a	11,1 a
Desmane con vástago	14,1ab	10,8 a	13,7 a	12,4 a
Frutos	8,2 c	8,2 a	13,9 a	8,8 a
C.V (%)	10,3	16,1	10,29	18,7

F (Repetición, R)
 R (Manos retenidas, M)
 F (Tratamiento, T)
 E (M x T)
 * Prueba de F significativa al 5%
 ** Prueba de F significativa al 1%
 n.s Prueba de F no significativa

Valores con la misma letra no difieren entre sí significativamente según la prueba de Duncan (P < 0,05)

Los mayores porcentajes en pérdida de peso lo presentaron los racimos que tenían cuatro y seis manos en comparación con el testigo y en los tratamientos de racimos colgados normalmente e invertidos. Se tienen menores pérdidas en peso cuando los frutos se presentan en manos, mientras que la presentación en frutos sueltos contribuye a que éstos pierdan menos peso durante la maduración.

El periodo de maduración de los frutos del híbrido FHIA 21. De acuerdo con el análisis estadístico éste, varía con el número de manos que tengan los racimos y con la presentación que se le aplique (Tabla 3).

Cuando se tienen racimos de FHIA 21 con 4, 5 ó 6 manos se cuajarán normalmente o invertidos, el tiempo de maduración (estado amarillo se da en mayor tiempo (alrededor de 11 días) que cuando el racimo no ha sido sometido a ningún desmane (7 días). Los racimos que se desmanan y los frutos sueltos, presentaron un periodo de maduración más corto (aproximadamente 6 días). Este comportamiento es similar a lo que ocurre con frutos de Dominico Hartón. No obstante sería importante determinar la maduración del híbrido FHIA 21 cuando es cosechado en un estado anterior a la madurez fisiológica que es una recomendación aplicada en otros países para alargar la vida útil de estos

Tabla 3. Periodo de maduración (días) de frutos de FHIA 21 en diferentes presentaciones

Tratamiento	No. de manos retenidas/racimo											
	4		5		6		Testigo (todas)		4		5	
	VA	AV	VA	AV	VA	AV	VA	AV	VA	AV	VA	AV
Racimo normal	4,6 a	7 a	4,0 a	6,7 a	5,7 a	8,7 a	4,0 a	6,7 a	5,7 a	8,7 a	3,7 a	5,0 a
Racimo invertido	4,6 a	5,3 a	4,0 a	6,0 a b	5,3 a	7,3 a b	4,0 a	6,0 a b	5,3 a	7,3 a b	2,7 a	4,7 a
Desmane normal	4,6 a	6,3 a	2,8 a	4,2 b	3,9 a	5,6 b	2,8 a	4,2 b	3,9 a	5,6 b	3,9 a	5,3 a
Desmane con vástago	4,2 a	5,3 a	4,4 a	5,9 a b	4,5 a	7,5 a b	4,4 a	5,9 a b	4,5 a	7,5 a b	3,2 a	5,0 a
Frutos	3,3 a	4,7 a	2,5 a	4,2 b	5,3 a	6,3 a b	2,5 a	4,2 b	5,3 a	6,3 a b	2,8 a	4,8 a
	VC						AV					
	13	9,88	9,24				9,24					

C.V (%)
 F (Repetición, R)
 F (Manos retenidas, M)
 F (Tratamiento, T)
 E (M x T)
 * Prueba de F significativa al 5%
 ** Prueba de F significativa al 1%
 n.s Prueba de F no significativa

Valores con la misma letra no difieren entre sí significativamente según la prueba de Duncan (P = 0,05)
 * Prueba de F significativa al 5%
 ** Prueba de F significativa al 1%
 n.s Prueba de F no significativa

frutos y resistir de una manera mayor la manipulación. La maduración de los frutos de Dominico Hartón y FHIA 21 es más rápida cuando los frutos son desprendidos del raquis que cuando están unidos a él.

BIBLIOGRAFÍA

Peláez, M.C. ; González, G.S. ; DÍAZ, E.I. ; Amaya, A. ; Giraldo, G. A. y Guzmán, M. 1995. Comercialización del plátano Dominico Hartón cultivado en el Departamento del Quindío. p. 110 - 125. En: S. Belalcázar., G. Cayón., Q. Jaramillo., C. Cortés. (eds.), Tecnología del Eje Cafetero para la siembra y explotación rentable del cultivo del plátano. Fudegraf Ltda, Armenia, Colombia.

5.4. CAMBIOS FÍSICOS DURANTE LA MADURACIÓN DEL FRUTO DE PLÁTANO DOMINICO-HARTÓN (*Musa AAB SIMMONDS*) ASOCIADOS CON EL CLIMA DE LA REGIÓN CAFETERA CENTRAL COLOMBIANA*

Marta Isabel Arce¹, Francisco Torres², Gerardo Cayón³, Germán Giraldo⁴. ¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, apartado aéreo 1807, teléfono (575) 7493498, E-mail corpoe@corpoe.arma.mull.net.co, Armenia, Quindío, Colombia. ²Fundación Amanácer, E-mail mrcelliv@excite.com, La Tebaida, Quindío. ³Universidad del Quindío, apartado aéreo 360, teléfono (575) 7480100, E-mail ggiraldo@uniquindio.edu.co, Armenia, Quindío, Colombia.

RESUMEN

El estudio se realizó durante 1996 en dos épocas climáticas y tres localidades de la región cafetera central colombiana, con el objeto de determinar la influencia de las condiciones ambientales sobre las características físicas del fruto en cuatro estados de maduración. Los frutos desarrollados a menor altitud y en época seca, alcanzaron la maduración comercial en menor tiempo que los de la época lluviosa. La densidad estomática en la cáscara del fruto no varió durante la maduración. Los frutos de mayor peso y calidad se desarrollaron en época lluviosa a menor altitud, acentuándose la reducción del peso en la época seca. Los frutos provenientes de mayor altitud presentaron más contenido de cáscara y menor porcentaje de pulpa en las dos épocas climáticas.

INTRODUCCIÓN

En Colombia el cultivo del plátano ocupa una superficie aproximada de 400.000 has, con una producción anual estimada de 2.2 millones de toneladas. Las pérdidas, en las etapas de cosecha y postcosecha, son del orden de 220.000 ton/año. La zona cafetera central aporta 1.3 millones de ton/año, equivalentes al 59% de la producción nacional, con las cuales se abastecen, principalmente, los mercados de Santa Fé de Bogotá, Cali, y Medellín. El tamaño, calidad y presentación de los frutos de plátano Dominico-Hartón, producidos en la región cafetera central, son influenciados por la variación de condiciones ambientales en las zonas de producción, principalmente por el estrés hídrico durante el

período de desarrollo del racimo. Las musáceas responden de manera diferente al déficit de agua, observándose que los clones con genoma balbisiana (ABB) son resistentes a la sequía, mientras que los plátanos (*Musa AAB*; cvs, Hartón, Hartón enano y Dominico) son muy susceptibles (Haddad y Manzanilla, 1995).

El desempeño productivo de un clon de plátano en una localidad depende de su genotipo y el ambiente, pudiendo variar bajo diferentes situaciones agroclimáticas (Uthaiyah *et al.* 1992). No obstante que el plátano muestra gran adaptabilidad a un amplio rango de condiciones ambientales, su desempeño productivo está condicionado a la adaptación de su fisiología a estos ambientes diversos (Turner, 1994). En las regiones tropicales, donde existe gran diversidad de ambientes y condiciones de crecimiento muy particulares para los cultivos, el análisis fisiológico de la adaptación de las plantas se ha hecho en muy pocas especies, lo cual ha limitado el desempeño de muchos cultivares producidos y el progreso agrícola de algunas áreas del país. Las condiciones ambientales predominantes en las regiones tropicales y la ausencia de tecnologías adecuadas en postcosecha, ocasionan una pérdida rápida de agua en los frutos, acelerando su maduración (George and Marriott, 1983). Los estudios sobre fisiología de postcosecha en plátano Dominico Hartón han sido escasos. Por tanto este estudio se realizó para determinar la influencia de las condiciones ambientales de la zona cafetera central sobre el tamaño, peso y densidad estomática del fruto durante el proceso natural de maduración.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en 1996, en tres localidades y dos épocas climáticas (lluviosa y seca) de la región cafetera central (Tabla 1). Para considerar estas dos épocas climáticas se tuvo en cuenta que, en las localidades "La Luker" y "El Agrado" la precipitación acumulada fue de 800 mm entre mayo y agosto y de 500 mm entre septiembre y diciembre; en "El Jazmin" en el primer período (mayo-agosto), se registraron 1.000 mm y en el segundo (septiembre-diciembre) 800 mm, observándose que en esta localidad la diferencia de precipitación fue menos acentuada entre las dos épocas climáticas. Considerando un período medio de llenado de los frutos de cuatro meses para el clon Dominico-Hartón, el crecimiento y desarrollo de éstos coincidió con las dos épocas consideradas. De acuerdo con este patrón de distribución de la precipitación, en los tres sitios experimentales, la época lluviosa fue entre mayo y agosto, y la época seca entre septiembre y diciembre. El suelo del lote experimental de la localidad de "La Luker" es de textura franco-arenosa con pH de 4,2 y contenido de materia orgánica de 9,7%; el suelo de "El Agrado",

es franco-arenoso, con pH de 5,2 y materia orgánica de 5,5%, y el de "El Jazmin" es franco-arenoso, con pH de 4,5 y materia orgánica de 12,2%. La distancia de siembra fue de 3,0 m entre surcos y 2,0 m entre plantas. La información meteorológica disponible para cada una de las zonas de producción estudiadas, se registró y analizó.

Tabla 1. Condiciones climáticas de tres localidades de la región cafetera central colombiana.

	La Luker Palestina, Caldas	El Agrado Montenegro, Quindío	El Jazmin Santa Rosa, Risaralda
Temperatura (°C)	22,5	21,0	19,0
Humedad relativa (%)	75,6	76,4	77,9
Precipitación (mm/año)	1.912	1.885	2.394
Brillo solar (h)	1.901	1.622	1.376

Para efectos del muestreo se definió la "madurez fisiológica" como el estado de máxima acumulación de materia seca en el fruto y la "maduración" como el proceso subsiguiente de pérdida de color de la cáscara, degradación de almidón y acumulación de azúcares en la pulpa. En cada localidad se cosecharon cinco racimos en el estado de madurez fisiológica (entre 16 y 20 semanas, dependiendo de la localidad), registrando peso, número de manos y frutos, y se almacenaron a temperatura ambiente (21°C y 80% de humedad relativa), donde continuaron su proceso de maduración. De acuerdo con la escala propuesta por Van Loesecke (1950) para banano Gross Michel, se adoptaron los siguientes estados de maduración: verde oscuro (V), verde claro (VC), verde-amarillo (VA) y amarillo (A). En cada uno de estos estados, de cada racimo se seleccionaron dos frutos centrales de las manos 1, 3 y 5 para determinar su peso, longitud, perímetro central y densidad estomática de la cáscara, luego se separó la cáscara y la pulpa para obtener peso fresco y seco.

Para determinar la densidad de estomas en la cáscara de los frutos, se aplicó la aspersión de una capa delgada de laca transparente, tomando

inmediatamente una impronta de la epidermis en cinta transparente, la cual se colocó sobre una placa porta-objeto. Los estomas se cuantificaron en el microscopio con objetivo 40X, obteniéndose el número promedio de estomas por cm^2 en 10 campos visuales. Se utilizó el diseño experimental de parcelas sub-subdivididas, en el cual la parcela principal fue la localidad, las subparcelas las épocas, las sub-subparcelas los cuatro estados de maduración y las repeticiones fueron los frutos de las manos 1, 3 y 5, provenientes de cinco racimos en cada muestreo. Los datos generados fueron sometidos a análisis de varianza y para la comparación de medias se utilizó la prueba de rango múltiple de Duncan ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 presenta el comportamiento mensual de temperatura, humedad relativa, precipitación y brillo solar, en las tres localidades durante el período experimental. La temperatura y la humedad relativa medias mensuales no presentaron variaciones notables durante el período de llenado de los frutos, tanto en la época lluviosa (mayo-agosto) como en la época seca (septiembre-diciembre); manteniéndose la temperatura alrededor de 23°C en "La Luker", 22°C en "El Agrado" y 19°C en "El Jazmín", y la humedad relativa en 79% en las tres localidades estudiadas.

La precipitación y el brillo solar presentaron variaciones durante todo el año en las tres localidades. A pesar de los picos de lluvia observados en los tres sitios en las épocas lluviosa y seca, la precipitación acumulada fue menor durante la época seca. El brillo solar fue menor en "El Jazmín" durante todo el período experimental; sin embargo, durante la época lluviosa la tendencia del brillo solar, en las tres localidades, fue a aumentar hacia el final del período de llenado de los frutos (agosto), mientras que durante la época seca éste tendió a disminuir. Las condiciones ambientales registradas durante el experimento evidenciaron un período más lluvioso que en años anteriores, y una temperatura media mensual relativamente constante. La localidad de "El Jazmín" presentó un patrón más regular en la distribución de la precipitación, con épocas lluviosa y seca bien definidas.

Período de maduración. La duración del proceso natural de maduración de los frutos varió significativamente entre épocas y localidades ($P < 0.05$). El

cambio del estado verde oscuro (V) al verde claro (VC) es el de mayor duración del proceso (Tabla 2), siendo más prolongado en los frutos provenientes de menor altitud ("La Luker" y "El Agrado") y época lluviosa, se debe, posiblemente, a la influencia de las condiciones ambientales a que estuvieron sometidos los frutos durante su llenado, principalmente temperatura y precipitación, ya que éstas pueden afectar luego durante la postcosecha el cambio de color asociado con la maduración de los frutos de banano y plátano (Turner, 1994). El tiempo para alcanzar la maduración comercial (A) fue más corto en los frutos desarrollados en la época seca, exceptuando los de mayor altitud ("El Jazmín"), que tuvieron igual período de maduración en las dos épocas; el período de maduración de los frutos es influenciado por la temperatura ambiental y la concentración de agua en la pulpa y cáscara (George & Marriot, 1983; Seymour & Thompson, 1987; Turner, 1994).

Tabla 2. Períodos de maduración (días) del fruto de Dominico-Hartón proveniente de dos épocas climáticas y tres localidades. (Verde oscuro, V; Verde claro, VC; Amarillo-verde, AV; Amarillo, A).

Época	Localidad	Estados de maduración			
		V	VC	AV	A
Lluviosa	"La Luker"	1	9 a	11 a	12 a
	"El Agrado"	1	10 a	11 a	12 a
	"El Jazmín"	1	4 b	4 b	6 b
Seca	"La Luker"	1	5 a	6 a	7 a
	"El Agrado"	1	4 a	5 a	8 a
	"El Jazmín"	1	4 a	5 a	7 a

G y P... 10.8
 F (Época, E) ..
 F (Localidad, L) ..
 F (Maduración, M) ..

Procedimientos con letras distintas, en cada época y columna, son estadísticamente diferentes según la prueba de rango múltiple de Duncan ($P < 0.05$).

*1. Prueba de F significativa ($P < 0.01$).

Densidad estomática. La densidad estomática en la cáscara de los frutos varió entre 125 y 333 estomas/cm² y no fue afectada por el ambiente (Tabla 3), lo cual era de esperar, pues el número de estomas de las hojas y frutos de las plantas está controlada genéticamente. Es probable que el mecanismo de apertura y cierre de los estomas sí varíe con los estados de maduración debido a que éstos regulan, en parte, la pérdida de agua durante la maduración de los frutos. Sin embargo, para que esta pérdida de agua sea importante durante la fase postcosecha, se requiere que los estomas permanezcan abiertos por un período significativo de tiempo. Estos resultados concuerdan con los de varios autores que han determinado el número de estomas en los frutos de clones de plátano (Borges, 1971; Burdon *et al.*, 1993). Burdon *et al.* (1994) afirman que los estomas se diferencian completamente en los primeros estados de desarrollo del fruto cuando las células epidérmicas se expanden durante el llenado y que su densidad es influenciada por la maduración del fruto. Es probable que los cambios físicos de dilatación y contracción experimentados por la cáscara durante la maduración sean los responsables de una menor o mayor concentración de estomas en una superficie considerada.

La funcionalidad de los estomas en la postcosecha de frutos de banano ha sido demostrada por Johnson y Brun (1966). Banks (1984) determinó que la apertura estomática aumenta durante la maduración de los frutos. No obstante, para que la pérdida de agua a través de los estomas sea importante durante la postcosecha, se requiere que estos permanezcan abiertos por un período de tiempo muy amplio. La reducida densidad de estomas en la superficie de los frutos de las musáceas sugiere que la pérdida estomática de agua debe ser relativamente baja (Burdon *et al.*, 1994).

Tabla 3. Densidad estomática de la cáscara durante la maduración de frutos de Dominico-Hartón. (Verde oscuro, V; Verde claro, VC; Amarillo-verde, AV; Amarillo, A).

Época	Localidad	Estomas/cm ²			
		V	VC	AV	A
Lluviosa	"La Luker"	125	250	125	250
	"El Agrado"	208	291	166	250
	"El Jazmín"	250	291	166	208
Seca	"La Luker"	291	125	208	208
	"El Agrado"	208	250	208	333
	"El Jazmín"	291	166	208	250
S.V. (%)		40			
F (Época, S)		n.s.			
F (Localidad)		n.s.			
F (Maduración, M)		n.s.			

n.s. = Prueba de F no significativa

Tamaño y peso. En la Tabla 4 se aprecia que no hubo efecto de la época climática sobre el peso de los racimos, número de manos y frutos (F n.s.) pero sí se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.01$) entre los pesos de los racimos producidos en las tres localidades lo cual confirma que el peso de los racimos del clon Dominico-Hartón está relacionado con las condiciones ambientales de la zona de producción. Los racimos de menor peso se obtuvieron en la localidad de "El Jazmín". Los racimos de "La Luker", con mayor peso, presentaron menor número de frutos, indicando su mayor tamaño individual. Aunque, en general, el racimo del clon Dominico Hartón presenta de siete a ocho manos y 45 a 50 frutos, en este estudio, los racimos producidos en "El Agrado" fueron los que cumplieron con estas características, pero los de "El Jazmín" y "La Luker" presentaron menor número de frutos por racimo. Se ha considerado que, desde el punto de vista comercial, la franja adecuada para el desarrollo de este cultivar se ubica entre 0 y 1.350 m.s.n.m., en lugares donde la temperatura media no sea inferior a 18°C y las diferencias diurnas de temperatura no sean muy amplias (Belalcázar *et al.*, 1991). De acuerdo con esto, la localidad de "El Jazmín" no presenta las condiciones adecuadas para producir plátano Dominico-Hartón de buena calidad, lo cual se manifestó en la baja calidad física de estos frutos. Los efectos de la

temperatura sobre el peso del racimo pueden ser interpretados por su influencia en el número y tamaño de los frutos. Según Turner (1994), el efecto sobre el tamaño depende del peso inicial del fruto, de su tasa relativa de crecimiento y del tiempo necesario para alcanzar su estado óptimo de cosecha, mientras que la influencia de la temperatura sobre el número de frutos es más probable que ocurra durante el periodo de diferenciación del racimo.

Tabla 4. Peso y componentes del racimo de Dominico-Hartón proveniente de dos épocas climáticas y tres localidades.

Época	Localidad	Peso racimo (kg)	Número de manos	Frutos/racimo
Lluviosa	"La Luker"	15.8 a	7	36
	"El Agrado"	17.4 a	8	49
	"El Jazmín"	12.0 b	6	35
Seca	"La Luker"	16.4a	7	34
	"El Agrado"	15.2 a	8	45
	"El Jazmín"	13.0 b	7	37

C.V. (%)	14.4	8.4	11.7
F (Época, E)	n.s.	n.s.	n.s.
F (Localidad, L)	**	**	**
F (E x L)	n.s.	**	*

** Prueba de F significativa ($P < 0.01$)

* Prueba de F significativa ($P < 0.05$)

n.s. Prueba de F no significativa

Promedios con letras distintas, en cada época y columna, son estadísticamente diferentes según el rango múltiple de Duncan ($P < 0.05$).

Los frutos de "La Luker" presentaron mayor longitud en la época lluviosa, mientras que los de "El Jazmín" y "El Agrado" fueron de tamaño similar en las dos épocas (Tabla 5). El perímetro de los frutos no fue afectado por la época climática ni por la localidad. La mayor longitud externa de los frutos de "La Luker" tiene relación directa con su mayor peso individual en la cosecha, indicando que este parámetro es, probablemente, mejor indicador del llenado que el perímetro.

Los resultados generales indican que los frutos de mayor peso y calidad se obtienen a menor altitud. El mayor peso fresco individual alcanzado por los

frutos formados durante la época lluviosa, en las tres localidades estudiadas se debe, probablemente, a la interacción de la temperatura y precipitación como factores ambientales determinantes en dichas altitudes, demostrando que las menores cantidades de lluvia durante el llenado de los frutos dan como resultado frutos de menor peso. El incremento del peso fresco o seco de los frutos de plátano y banano, desde la emergencia del racimo hasta la cosecha comercial en el estado de madurez fisiológica, es exponencial y está correlacionado linealmente con la temperatura media durante ese periodo (Turner, 1994).

Tabla 5. Longitud y perímetro durante la maduración del fruto de Dominico-Hartón proveniente de dos épocas climáticas y tres localidades. (Verde oscuro, V; Verde claro, VC; Amarillo-verde, AV; Amarillo, A).

Época	Localidad	Longitud externa (cm)				Perímetro (cm)			
		V	VC	AV	A	V	VC	AV	A
Lluviosa	"La Luker"	28 a	26 a	28 a	27 a	17a	16a	16a	15a
	"El Agrado"	21 c	22 b	23 b	22 b	15a	15a	15a	14a
	"El Jazmín"	24 b	23 b	23 b	23 b	17a	16a	16a	16a
Seca	"La Luker"	21a	23a	23a	24a	16a	15a	15a	16a
	"El Agrado"	21a	22a	22a	24a	14a	15a	14a	15a
	"El Jazmín"	23a	25a	23a	24a	14a	15a	14a	15a

C.V. (%)	5.9	3.9
F (Época, E)	**	**
F (Localidad, L)	**	**
F (Maduración, M)	n.s.	**
F (E x L x M)	n.s.	*

** Prueba de F significativa ($P < 0.01$)

* Prueba de F significativa ($P < 0.05$)

n.s. Prueba de F no significativa

Promedios con letras distintas, en cada época y columna, son estadísticamente diferentes según la prueba rango múltiple de Duncan ($P < 0.05$).

La Figura 2 muestra la disminución del peso fresco de los frutos durante el periodo de maduración. La reducción del peso fresco es típico del comportamiento metabólico de los frutos durante la postcosecha, siendo pronunciada en los frutos que se desarrollaron en zonas cálidas y secas; la

pérdida de peso es más acelerada en el cambio de verde oscuro (V) a verde claro (VC), continuando a tasa menor hasta el estado amarillo (A). Esta pérdida de peso fue mayor en la época seca que en la época lluviosa, en todas las localidades. En las dos épocas, los frutos de "La Luker" mostraron la mayor pérdida de peso, mientras que los de "El Jazmín" perdieron menos peso durante el proceso de maduración. Este comportamiento puede deberse a que las condiciones de mayor precipitación y distribución uniforme de ésta en "El Jazmín", favorecieron el desarrollo de frutos con mayor hidratación de sus tejidos. Las propiedades físicas del fruto cambian durante el proceso natural de maduración disminuyendo significativamente el peso promedio y la humedad del fruto, el peso de la pulpa aumenta y el de la cáscara disminuye, incrementándose la relación pulpa:cáscara (Sánchez-Nieva *et al.*, 1970; Stover y Simmonds, 1987; Firmin, 1991).

Partición de pulpa y cáscara. Analizando los componentes del fruto fresco durante la maduración, se observaron cambios significativos en pulpa y cáscara entre épocas y localidades ($P < 0.01$). La pulpa representó el mayor porcentaje de la materia fresca del fruto y se incrementó a medida que progresó la maduración (Tabla 6). En la estación lluviosa, el porcentaje de pulpa fue mayor en los frutos provenientes de menor altitud ("La Luker"), mientras que en los de "El Agrado" y "El Jazmín" fue similar. En la época seca, los frutos de las tres localidades tuvieron porcentajes de pulpa similares. Los frutos verdes de "El Agrado" y "El Jazmín", desarrollados a mayor altitud, presentaron mayor porcentaje de cáscara en las dos épocas climáticas. El porcentaje de cáscara mostró una tendencia a disminuir durante el proceso de maduración, lo cual coincide con lo reportado por Fernández *et al.* (1979) en banano.

Varios autores sostienen que la reducción del porcentaje de cáscara durante el proceso natural de maduración de los frutos se debe a que el agua se mueve osmóticamente hacia la pulpa y el ambiente, por la concentración más rápida de azúcares en la pulpa durante el proceso natural de maduración, incrementando la relación pulpa:cáscara (Sánchez-Nieva *et al.*, 1970; Stover *et al.*, 1987). La cáscara del plátano, aunque no es usada para la alimentación humana, ejerce una función reguladora entre la pulpa y las condiciones ambientales externas, además de ser muy importante como elemento protector de la pulpa contra daños físicos y desecación (Burdon *et al.*, 1993).

El análisis del desempeño fisiológico de las plantas en diferentes condiciones ambientales, es de gran importancia para desarrollar y aplicar técnicas que permitan superar las pérdidas que se ocasionan en los rendimientos de los cultivos durante las fases de pre y postcosecha.

Tabla 6. Partición de la pulpa y cáscara durante la maduración del fruto de Dominico-Hartón proveniente de dos épocas climáticas y tres localidades. (Verde oscuro, V; Verde claro, VC; Amarillo-verde, AV; Amarillo, A).

Epoca	Localidad	Pulpa (%)				Cáscara (%)			
		V	VC	AV	A	V	VC	AV	A
Lluviosa	"La Luker"	62 a	65 a	65 a	67 a	38 a	35 a	35 a	33 a
	"El Agrado"	55 b	58 b	61 a	63 b	45 b	42 b	39 a	38 b
	"El Jazmín"	57 b	57 b	61 a	59 b	43 b	43 b	39 a	41 b
Seca	"La Luker"	59 a	65 a	66 a	68 a	41 a	35 a	34 a	32 a
	"El Agrado"	58 a	64 a	70 a	70 a	42 a	36 a	30 a	30 a
	"El Jazmín"	57 a	59 a	68 a	61 b	43 a	41 a	32 a	39 b

C.V. (%) 3.0

F (Epoca, E) **

F (Localidad, L) **

F (Maduración, M) n.s.

F (E x L x M) n.s.

** Prueba de F significativa ($P < 0.01$)

* Prueba de F significativa ($P < 0.05$)

n.s. Prueba de F no significativa

Promedios con letras distintas, en cada época y columna, son estadísticamente diferentes según la prueba t de rango múltiple de Duncan ($P < 0.05$).

DISCUSIÓN

El desarrollo de los frutos durante la época seca en las localidades de menor altitud ("La Luker" y "El Agrado") fue más rápido, alcanzando el estado de maduración comercial (A) en menor tiempo (7-8 días) que los de la época lluviosa (12 días). Los frutos desarrollados a mayor altitud ("El Jazmín") tuvieron igual período de maduración (6-7 días) en las dos épocas climáticas por lo cual se observa que los frutos desarrollados en la época seca maduraron más rápido que los de la época lluviosa. En la postcosecha, la mayor duración

del cambio de color de la cáscara del estado V al VC observado en los frutos provenientes de menor altitud ("La Luker" y "El Agrado") y época seca.

La densidad de estomas en la cáscara de los frutos no varió como consecuencia de la influencia ambiental durante el desarrollo de los frutos, lo cual era de esperarse pues el número de estomas de una planta está controlado genéticamente. Sin embargo, las condiciones ambientales sí ejercen una marcada influencia sobre el mecanismo de apertura y cierre del poro estomático.

La obtención de racimos de mayor peso en "La Luker" (1.020 m.s.n.m.) en época seca, y en "El Agrado" (1.320 m.s.n.m.) en ambas épocas.

La reducción del peso fresco es típico del comportamiento metabólico de los frutos durante la postcosecha, siendo más pronunciada en los frutos que se desarrollaron en las zonas cálidas y secas. En concordancia con lo anterior, la pérdida de peso de los frutos durante la maduración, fue mayor en la época seca en todas las localidades, la pérdida de peso más acentuada mostrada por los frutos de La Luker entre el estado amarillo-verde (AV) y amarillo (A) es un resultado de las condiciones ambientales predominantes durante el periodo de llenado de los frutos en esa zona de mayor temperatura. En "El Jazmín", donde la precipitación fue más abundante y mejor distribuida, los frutos perdieron menos peso durante el posterior proceso de maduración, debido a la mayor hidratación porcentual que traían sus tejidos.

Se presentaron cambios significativos en la distribución de la pulpa y cáscara de los frutos durante la postcosecha en las zonas de producción estudiadas. En la época lluviosa, los frutos de "La Luker" (1.020 m.s.n.m.) presentaron mayor contenido de pulpa, mientras en los de "El Agrado" (1.320 m.s.n.m.) y "El Jazmín" (1.600 m.s.n.m.) fueron similares; los frutos provenientes de las tres localidades tuvieron porcentajes de pulpa similares en la época seca. Los frutos de "El Jazmín", formados en época lluviosa y seca, tuvieron mayor contenido de cáscara.

BIBLIOGRAFÍA

- Banks, N.H.** 1984. Studies of the banana fruit surface in relation to the effects of TAL Pro-long coating on gaseous exchange. *Scientia Horticulturae* 24:279-286.
- Belalcázar, S.; Cayón, G. y Lozada, J.E.** 1991. Ecofisiología del cultivo. En: Belalcázar, S. (ed). *El Cultivo del Plátano en el Trópico*. ICA-INIBAP-CIID-COMITECAFE, Quindío, Feriva. pp. 91-109.
- Borges, O.L.** 1971. Tamaño y densidad de estomas en clones cultivados y especies silvestres de *Musa*. *Agronomía Tropical* 21(2):139-143.
- Burdon, J.N.; Moore, K.G. and Wainwright, H.** 1993. The peel of plantain and cooking banana fruits. *Ann. Appl. Biol.* 123(2):391-402. 5.
- Burdon, J.N.; Moore, K.G. and Wainwright, H.** 1994. An examination of the stomata of fruits of plantains (*Musa* spp., AAB group) and cooking bananas (*Musa* spp., ABB group). *Journal of Horticultural Science* 69(1):81-88.
- Cardeñosa, B.R.** 1955. El género *Musa* en Colombia, plátanos y bananos afines. Editorial Pacífico-Cali. 367 p.
- Fernández, K. M.; Carvalho, V.D. and Calvidal, J.** 1979. Physical changes during ripening of silver bananas. *Journal of Food Science* 44:1254-1255.
- Firmin A.,** 1991. Chemical and physical changes in plantains (*Musa paradisiaca*) during ripening. *Tropical Science* 31:183-187.
- George, J.B. and Marriott, J.** 1983. The effect of humidity in plantain ripening. *Scientia Horticulturae* 21:37-43.
- Haddad, G.O. y Manzanilla, E.** 1994. Respuesta de clones de *Musa* a condiciones severas de estrés hídrico. INIBAP-LAC, Santo Domingo. 17 p.
- Johnson, B.E. and Brun, W.A.** 1966. Stomatal density and responsiveness of banana fruit stomates. *Plant Physiology* 41:99-101.

Loesecke, A.W.V. 1950. Bananas, 2ed. Interscience, New York.

Sánchez-Nieva, F.; Hernández, I. and Bueso De Vinas, C. 1970. Studies on the ripening of plantain under controlled condition. Journal of Agriculture of University of Puerto Rico 54:517-529.

Seymour, G.B.; Thompson, A.K. 1987. Inhibition of degreening in the peel of bananas ripened at tropical temperatures. 1. Effect of high temperature on changes in the pulp and peel during ripening, Annals of Applied Biology. 110:145.

Simmons, N.W. 1973. Los plátanos. Blume, Barcelona, 539 p.

Stover, R.H. and Simmons, N.W. 1987. Bananas. London, U.K., Longmans. 486 p.

Turner, D.W. 1994. Bananas and Plantains. In: Schaffer, B. and Andersen, P. (eds.). Handbook of environmental physiology of fruit crops. Volume II: Sub-tropical and tropical crops. pp. 37-64.

Uthaiiah, B.C.; Indersh, M.; Jayarama Reddy and Balakrisma Rao, K. 1992. Performance of banana cultivars under Indian west coast conditions. Agric. Res. J. Kerala 30(2):84-88.

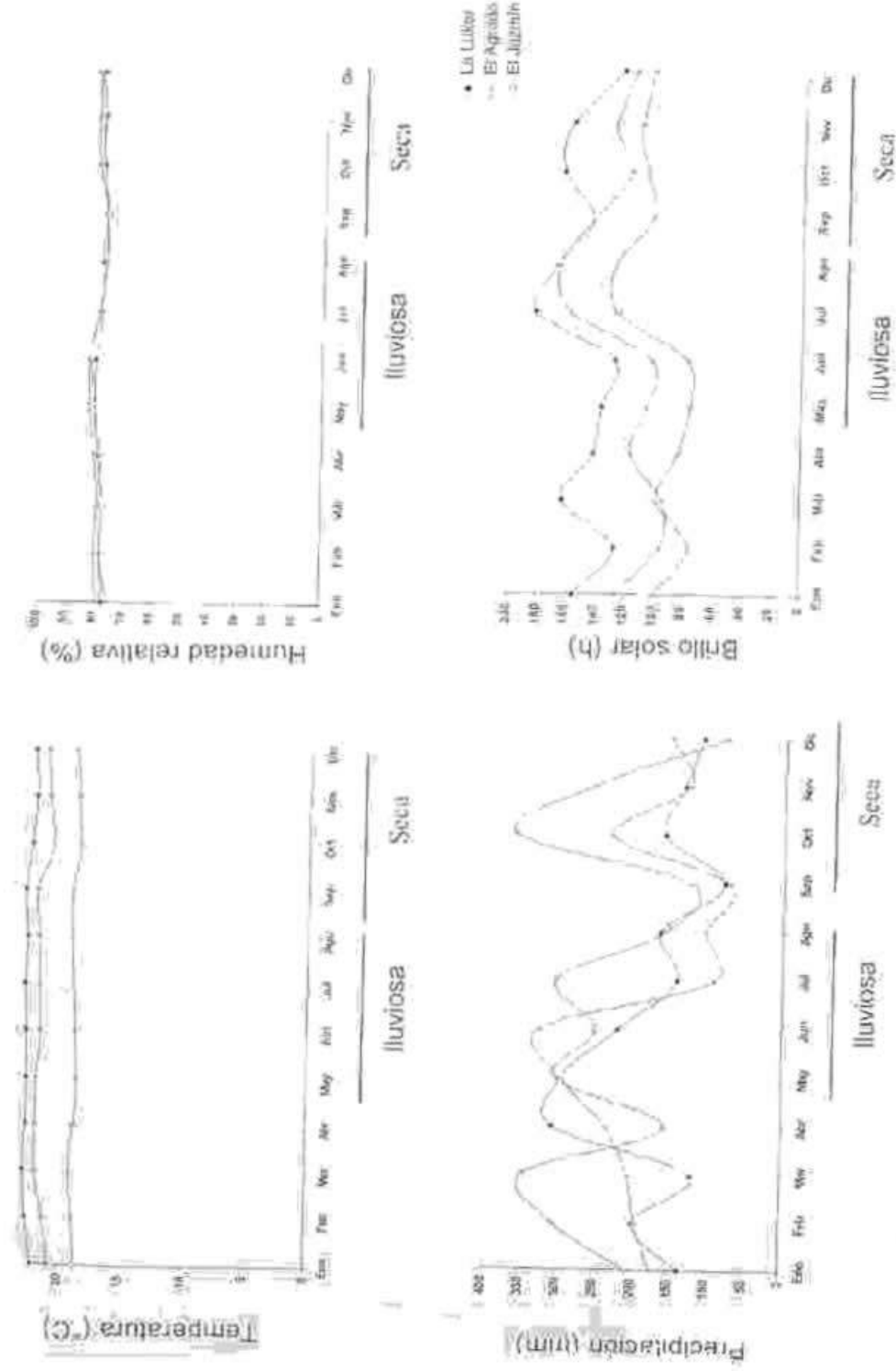


Fig. 1. Condiciones ambientales de las tres localidades durante el período experimental.

del fruto induciendo la síntesis de azúcares como glucosa, fructosa y sacarosa; (Cardeñosa, 1955; Faulkes *et al.* 1978; Villanueva de Bocaletti 1980; Vivian y Mendoza 1990). Cardeñosa (1955) reportó contenidos de fibra del 0.245% en el fruto, 8 a 10% de hemicelulosa en frutos verdes y de 1 a 2% en frutos maduros; las proteínas en el fruto varían de 0.5 a 1.5%. Los taninos están en la cáscara y en la pulpa e influyen en la pérdida de astringencia del fruto durante la maduración. El ácido predominante en la maduración del fruto es el ácido málico, también se encuentra ácido cítrico, glicérico, glicólico, succínico, cetónico, químico y anísico. La acidez de la pulpa alcanza el máximo en el climaterio y desciende en la medida en que ocurre la maduración, registrando el fruto verde un pH 5.0 - 5.8 y el fruto maduro 4.2 - 4.8. Entre los minerales presentes en el fruto están el potasio que es el mineral más abundante en la cáscara y en la pulpa del fruto en estado verde, el cual se incrementa ligeramente durante la maduración; elementos como el hierro, calcio y sodio presentan algunas variaciones, el fósforo disminuye en el proceso de maduración, mientras que la concentración de iones de cobre y magnesio permanecieron constantes (Izonfuo & Omuaru, 1988). Aunque el rango de adaptación del clon Dominico-Hartón es entre 1.000 y 1.600 m.s.n.m., existen condiciones en el suelo y el clima que hacen que las diversas zonas de producción reflejen comportamientos productivos y en la fisiología de maduración diferentes, lo cual motivó al desarrollo del presente estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló entre Agosto de 1997 y Julio de 1999, en tres localidades y dos épocas climáticas (lluviosa y seca) de la región cafetera central, correspondiente a bosque muy húmedo premontano (b m h - PM). Las condiciones climáticas generales reportadas en las localidades se presentan en la Tabla 1. Para considerar las dos épocas climáticas se tuvo en cuenta que de las cuatro condiciones consideradas (temperatura, humedad relativa, precipitación y brillo solar), la distribución mensual de la lluvia es de tipo bimodal, con periodos de mayor y menor precipitación, a los cuales se les designó como época lluviosa y seca, respectivamente; el brillo solar también presentó variaciones, las cuales están en relación inversa a la precipitación (Guzmán y Jaramillo, 1989); como los estudios sobre el llenado de los frutos de Dominico-Hartón han mostrado que este proceso ocurre en un período aproximado de cuatro meses (16 semanas) (Belalcázar *et al.* 1991), se obtuvo un promedio de lluvias acumuladas cuatrimestrales por localidad que permitieron definir los meses de mayor y menor lluviosidad (Tabla 2) designando aquellos meses con precipitaciones acumuladas cuatrimestrales por debajo del promedio, como los de la época seca y superiores al promedio

como los de la época lluviosa, así por ejemplo para "La Luker" los meses de menor precipitación (época seca) fueron: agosto/97, septiembre/97, octubre/97, enero/98, marzo/98 y mayo de 1998 y los de mayor precipitación (época lluviosa) fueron: noviembre/97, diciembre/97, febrero/98, abril/98, junio/98 y julio/98 y así sucesivamente para cada localidad.

Tabla 1. Condiciones climáticas de tres localidades de la región cafetera central

Localidad	Municipio	Altitud (m.s.n.m)	Precipitación (mm/año)	Temperatura (°C)	H.R. (%)	Brillo solar (h)
"La Luker"	Palestina (Caldas)	1020	1912	22,5	75,6	1901
"El Agrado"	Montenegro (Quindío)	1320	1885	21,0	76,4	1622
"El Jazmín"	Santa Rosa (Risda)	1600	2394	19,0	77,9	1376

Tabla 2. Precipitación acumulada cuatrimestral (mm) en tres localidades de la región cafetera

Mes	La Luker	El Agrado	El Jazmín
Agosto/97	408,1*	388,8*	481,9*
Septiembre/97	383,5*	401,0*	527,5*
Octubre/97	294,0*	315,8*	538,5*
Noviembre/97	490,3**	599,1*	751,9**
Diciembre/97	478,2**	645,9**	757,5**
Enero/98	440,0*	504,6*	543,9*
Febrero/98	482,3**	527,0*	509,1*
Marzo/98	352,9*	661,5**	432,4*
Abril/98	505,8**	778,0**	634,7*
Mayo/98	436,7*	998,7**	900,0**
Junio/98	524,5**	998,7**	913,0**
Julio/98	547,1**	725,2**	1065,6**
Promedio	445,3	629,4	671,9

* Valores inferiores al promedio que corresponden a un período cuatrimestral de menor precipitación (época seca)

** Valores mayores al promedio que corresponden a un período cuatrimestral de mayor precipitación (época lluviosa)

Los suelos de los lotes experimentales presentaron las características indicadas en la Tabla 3; son suelos sueltos y de buen drenaje para el desarrollo del cultivo; el pH tiene unos valores adecuados; la materia orgánica es adecuada, siendo muy superior en el Jazmín. La relación Ca/Mg es más alta en el Agrado y la Luker que en el Jazmín. Los niveles de potasio (K), que es un elemento importante para el desarrollo del cultivo, fueron superiores en el Agrado y La Luker.

Tabla 3. Composición química del suelo de tres localidades de la región cafetera central.

Localidad	pH	M.O (%)	Meq/100g de suelo							(ppm)			Textura
			K	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu	S	B	
La Luker	5,3	7,0	0,71	8,6	1,22	17	84	18	5	8	10	0,5	Franco
El Agrado	5,4	8,0	0,64	7,8	1,11	61	54	12	5	1	4	0,3	Franco
El Jazmín	5,6	14,2	0,17	5,8	1,04	40	66	12	16	4	38	0,3	Franco arenosa

Los frutos muestreados provinieron de plantaciones de Dominico-Hartón sembradas a 3.0 x 2.0 m entre surcos y plantas, respectivamente. De cada localidad, durante 12 meses, se cosecharon cinco racimos en el estado de madurez fisiológica (16 y 18 semanas); a cada racimo se le determinó el peso, el número de manos y frutos. Para efectos del muestreo se definió la "madurez fisiológica" como el estado de máxima acumulación de materia seca en el fruto y la "maduración" como el proceso subsiguiente de pérdida de color de la cáscara, adaptando la escala de Von Loesecke, 1950, citado por Simmonds, 1973 para banano Gross Michel, con los siguientes estados de maduración: verde oscuro (v), verde claro (vc), amarillo verde (av), amarillo intenso (a) y muy amarillo (ma). En cada uno de estos estados, de cada racimo se seleccionaron dos frutos centrales de la mano 1 para determinar su peso, longitud y perímetro central, la concentración de sólidos solubles y el pH; luego se separó la cáscara de la pulpa para obtener el peso fresco y seco; se determinó el período transcurrido entre uno y otro estado de maduración.

A la harina de la cáscara y de la pulpa, por época, estado de madurez y localidad, se le determinó la concentración de ácido málico (pesando 2 g de muestra de pulpa seca, los cuales se diluyeron en 100 ml de agua destilada, a 25 ml de esta solución, se le adicionó Fenofaleina y se tituló con NaOH 0.00992 N (estandarizado con el ftalato ácido de potasio); posteriormente se calculó el contenido del ácido) el contenido de fibra de la cáscara (pesando 2.5 g de muestra seca de cáscara desengrasada, se llevó a ebullición por 30 minutos en ácido sulfúrico (H₂SO₄ 0.255N), se filtró al vacío, con el residuo se realizó una digestión básica en Hidróxido de Sodio (NaOH, 0.313N) y agua destilada caliente, se llevó a ebullición por 30 minutos, se filtró nuevamente y el residuo se lavó con ácido clorhídrico (HCl, 0.1 N) y agua destilada caliente hasta pH neutro y se secó a 105°C hasta peso constante); la concentración de almidón, azúcares totales y reductores en la cáscara y la pulpa (por hidrólisis enzimática, por el método de Antrona y de Nelson, respectivamente) fue determinada en el laboratorio del CIAT, Palmira. El contenido de minerales en la cáscara y la pulpa (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cobre y zinc) fue realizado en el laboratorio de suelos de Corpoica, Tibaitatá. Se utilizó el diseño experimental de parcelas sub-subdivididas, en el cual la parcela principal fue la localidad, las subparcelas las épocas y las sub-subparcelas los estados de maduración y las repeticiones fueron los racimos en cada muestreo. Los datos generados fueron sometidos a análisis de varianza y a pruebas de correlación de Pearson; para la comparación de medias se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey (P<0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A pesar de que el cinturón altitudinal cafetero ha registrado una nubosidad media a alta con pocas posibilidades de que ocurran periodos continuos de lluvia (Guzmán y Jaramillo, 1989), en años recientes se ha presentado un cambio en el régimen hídrico. La figura 1 presenta el comportamiento mensual medio de temperatura, humedad relativa y la precipitación y el brillo solar acumulado/mes en las tres localidades durante el período experimental. La precipitación y el brillo solar fueron muy variables durante el año, registrando valores superiores a los ocurridos en años anteriores. En general, en los tres sitios muestreados, los meses menos lluviosos, definido como época seca fueron: julio/97, agosto/97, diciembre/97 y enero/98 y los meses más lluviosos (época lluviosa) fueron: septiembre/97, octubre/97, noviembre de 1997 y desde febrero hasta julio de 1998. Existe una alta correlación entre la precipitación

y el brillo solar, durante las épocas secas se registraron mayores horas de brillo solar coincidiendo con lo reportado por Guzmán y Jaramillo (1989).

De una localidad a otra hay una diferencia altitudinal de aproximadamente 300 m, la precipitación anual fue mayor en el Jazmín (> 2.000 mm) y similar en El Agrado y La Luker, la temperatura media se incrementó con la altitud, la humedad relativa tuvo un comportamiento similar en las tres localidades, mientras que las horas de brillo solar al año fueron mayores a menor altitud, con una diferencia entre La Luker y El Agrado de aproximadamente 300 horas y de éstas dos localidades y El Jazmín alrededor de 250 horas. Considerando que los requerimientos de lluvia del cultivo del plátano, son de alrededor de 1.800 mm de precipitación anual bien distribuida que corresponden a 150 mm/mes (Belaicázar *et al.* 1991), la precipitación anual que tuvo lugar para el desarrollo del fruto en las diferentes fueron suficientes en La Luker y El Agrado y excesivas en El Jazmín, indicando que el cultivo de plátano en esta localidad no estuvo sujeto a deficiencias de agua y a pesar de que los suelos reunieron condiciones aptas para este cultivo, la calidad externa e interna de los frutos de Dominico-Hartón provenientes del Jazmín no satisface las exigencias del mercado por presentar alteraciones organolépticas lo cual posiblemente se explica por la baja temperatura media o altas variaciones entre temperaturas diurna y nocturnas, la alta precipitación y la menor cantidad de brillo solar que se da en esta localidad. Las condiciones ambientales influyen drásticamente sobre la calidad del fruto Dominico-Hartón, ya que a una mayor altitud menor temperatura, menor brillo solar y mayor precipitación, la calidad de la producción se afectó negativamente. Al respecto, Turner (1994) afirma que la temperatura y precipitación a la que estuvieron sometidos los frutos durante el llenado pueden afectar la maduración del fruto de plátano y banano asociado a los cambios de coloración.

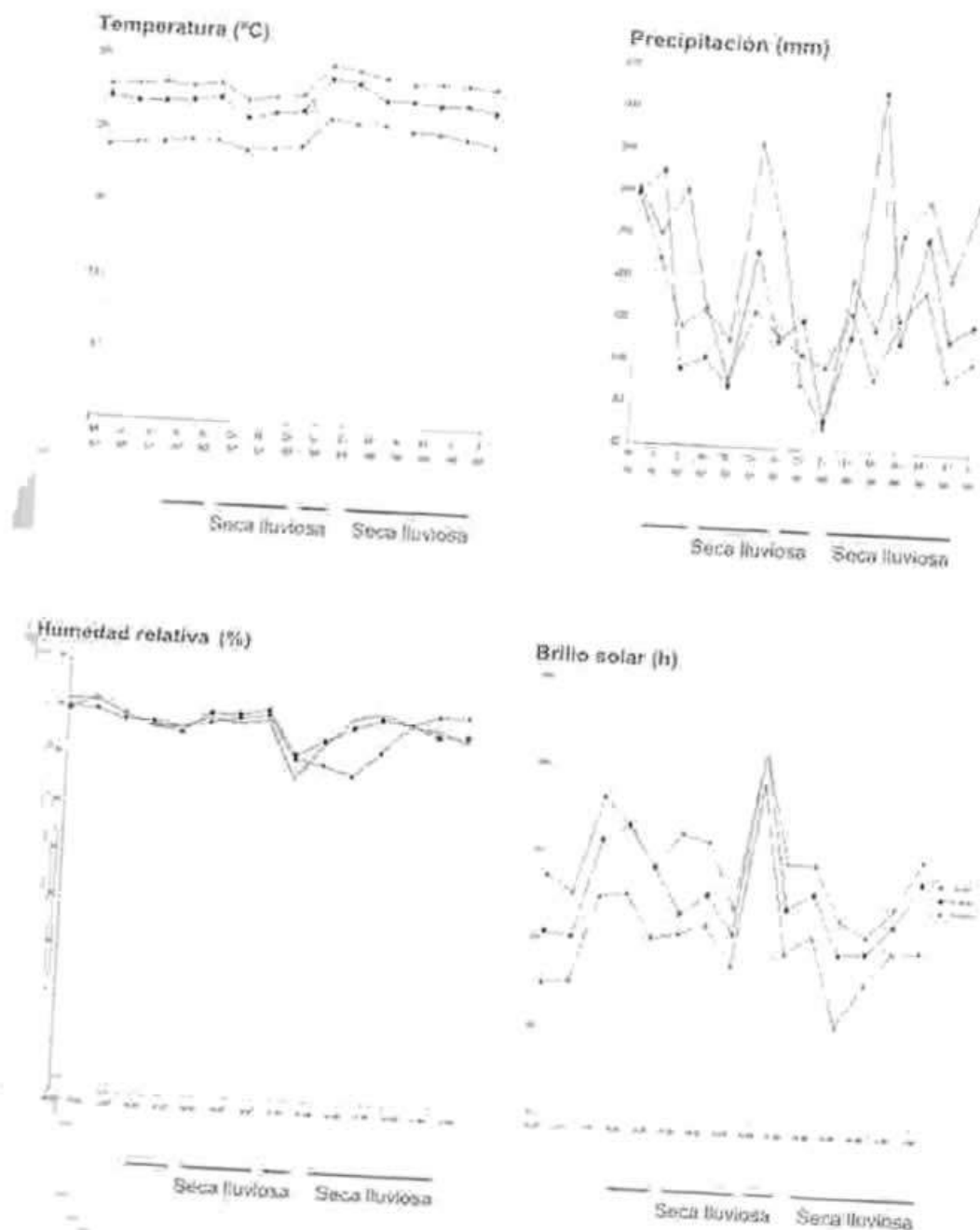


Figura 1. Condiciones ambientales de tres localidades.

CAMBIOS FÍSICOS

Calidad de la Producción. En la Tabla 4 se aprecia que el tamaño de los racimos y los frutos varían según la localidad y la época climática, presentándose diferencias significativas en la producción proveniente de las tres localidades ($P < 0.05$). Los racimos más pesados se obtuvieron de El Agrado (14 y 16 kg) y los menores de El Jazmín (10 y 11 kg); el número manos/racimo varió entre 6 y 8, valor normal en este clon; la menor cantidad de frutos en los racimos provenientes de El Jazmín en la época seca podría atribuirse a la variabilidad de este material. Los frutos de mayor tamaño provinieron de La Luker y El Agrado; estos resultados permiten definir zonas de óptimas condiciones para la producción competitiva de este clon.

Tabla 4. Rendimiento del clon Dominico-Hartón proveniente de dos épocas climáticas y tres localidades

Época climática	Localidad	Peso del racimo (kg)	Manos/racimo	Frutos/racimo	Peso promedio del fruto (g)
Seca	Luker	13,4 a	7 a	44 a	300 a
	Agrado	15,7 a	8 a	50 a	310 a
	Jazmín	10,1 b	6 b	37 b	270 b
Lluviosa	Luker	11,5 a	7 a	42 b	270 b
	Agrado	14,3 b	8 a	55 a	250 a
	Jazmín	10,8 a	7 a	44 b	240 a

C.V (%) 23,4 15,3 22,4 20,0

F(Localidad, L) **

F(Epoca, E) **

F(LxE) **

** Prueba de F significativa ($P < 0.01$)

* Prueba de F significativa ($P < 0.05$)

Promedios con letras distintas, en cada época y columna, son estadísticamente diferentes según la prueba rango múltiple de Tukey ($P < 0.05$)

Se determinó que a mayor peso del racimo, mayor es el número de manos y frutos $R=0.99497$ ($P < 0.01$). El racimo de Dominico-Hartón presenta un peso promedio de 15 kg, con 7-8 manos y 47 frutos por racimo (Belaicazar *et al.* 2004). Al compararlo con los valores obtenidos en este estudio, se encontró

que los racimos de La Luker y El Agrado muestran un comportamiento normal, mientras que los de El Jazmín fueron inferiores en el peso, lo cual puede explicarse por efectos de la temperatura ya que ésta parece influir en la expresión del fruto (Bierto, 1993; Turner, 1994). El déficit hídrico puede tener diferentes efectos sobre el crecimiento del fruto, dependiendo del estado de desarrollo en que el fruto se someta al estrés, ya que los mecanismos que utiliza la planta para adaptarse al estrés son efectivos en ciertos estados de desarrollo del fruto y no en otros (Bierto y Talon, 1993), los registros históricos de lluvia en la región cafetera han indicado que los déficit hídricos pueden presentarse a bajas altitudes (Guzmán y Jaramillo, 1989), lo cual parece indicar que durante el desarrollo, los frutos de plátano de este cultivar son muy sensibles a los cambios climáticos, ya sea por déficit o exceso.

Las dimensiones de los frutos se redujeron ligeramente durante la maduración. La Tabla 5 muestra que la época climática afecta el tamaño de los frutos (peso, longitudes externa e interna y el perímetro). En la época seca los frutos de El Agrado fueron de mayor tamaño, seguido de La Luker y El Jazmín; los frutos de mayor tamaño provinieron de La Luker en época lluviosa.

Tabla 5. Longitud y perímetro durante la maduración del fruto de Dominico-Hartón proveniente de dos épocas climáticas y tres localidades (Verde, V; Amarillo, A).

Época climática	Localidad	Longitud externa del fruto (cm)		Longitud interna del fruto (cm)		Perímetro del fruto (cm)	
		V	A	V	A	V	A
Seca	Luker	24,8 a	24,1 a	19,4 a	19,0 a	15,8 a	15,1 a
	Agrado	25,0 a	23,9 a	20,0 a	18,8 a	16,2 a	15,1 a
	Jazmín	23,4 b	22,2 a	17,2 b	16,6 b	15,0 b	14,3 b
Lluviosa	Luker	23,9 a	23,6 a	19,0 a	17,5 a	15,5 a	14,0 a
	Agrado	21,9 a	21,7 a	18,2 a	17,6 a	15,4 a	14,1 a
	Jazmín	23,4 a	22,1 a	18,0 a	16,3 a	15,0 a	14,0 a
C.V (%)		6,7a		6,59		5,01	
F(Repetición)		**		**		**	
F(Localidad, L)		**		**		**	
F(Época, E)		**		**		**	
F(Maduración, M)		**		**		**	
F(LxÉxM)		**		**		**	

** Prueba de F significativa ($P < 0,01$)

Promedios con letras diferentes, en cada época y columna, son estadísticamente diferentes según la prueba rango múltiple de Tukey ($P < 0,05$)

Es importante resaltar que los frutos provenientes de El Jazmín al momento de la cosecha presentaron una apariencia deficiente con manchas oscuras en la cáscara que desmerecen su presentación para el mercado con el agravante de que la pulpa al interior de dichas manchas presentó alteraciones organolépticas (fruto con porciones pasmadas). La composición física en peso y tamaño del fruto varía de acuerdo a las condiciones ambientales donde se ha desarrollado el cultivo. El estrés provoca una fuerte reducción en el peso fresco de los frutos pero no modifica el peso seco. Por lo tanto, el estado hídrico condiciona el crecimiento y fisiología de las hojas, tallo y raíces afectando la producción de frutos (Mitchell *et al.* 1991; citados por Bieto y Talon, 1993). La irradiación tiene dos efectos principales sobre el crecimiento del fruto, ambos indirectos, en primer lugar, determina la tasa de fotosíntesis foliar que gobierna el aporte de carbono al fruto en desarrollo y en segundo lugar también determina la transpiración de la planta, mediante sus efectos directos sobre la apertura estomática y el microclima en la plantación, lo que

puede tener profundas consecuencias sobre la expansión del fruto, debido a su íntima unión con el estado hídrico de la planta (Bieto y Talon, 1993).

La Figura 2, muestra la disminución del peso fresco de los frutos de Dominico-Hartón durante la maduración. Las pérdidas en peso varían con la época climática, la localidad y el estado de maduración ($P < 0,05$) y fluctuaron entre el 10 y el 20%, igualmente, se observaron leves disminuciones en las dimensiones del fruto, esto se debe posiblemente al proceso de transpiración bajo la temperatura ambiente que les causa pérdida de agua y las pérdidas de sustrato respirable no se compensan y se inicia el deterioro como resultado de un conjunto de transformaciones las cuales son probablemente independientes entre sí. (Wills *et al.* 1984).

El perímetro desarrollado por el fruto no varía mucho durante la maduración pero podría considerarse como índice de madurez de cosecha, ya que para cada zona éste cambia. Según Wills *et al.* 1984, la sección transversal se va haciendo menos angular (aristas), a medida que el desarrollo y la maduración progresa. Las pérdidas fueron mayores en los frutos provenientes de la época seca y fue mayor en el cambio de estado de verde oscuro (V) a verde claro (VC), continuando a una tasa menor hasta el estado muy amarillo. En ambas épocas, los frutos de El Agrado fueron los que perdieron más peso.

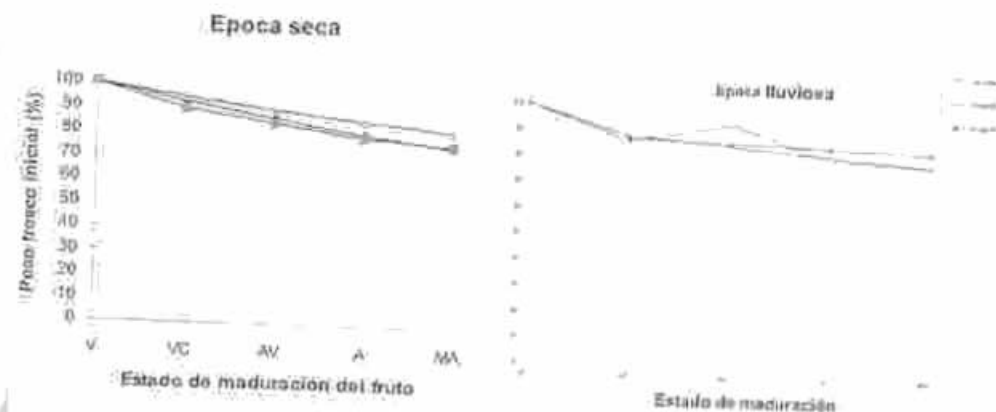


Fig. 2. Pérdidas de peso durante la maduración del fruto proveniente de tres localidades y dos épocas climáticas

CAMBIOS QUÍMICOS

Una de las maneras de abordar la valoración del estado de madurez es la determinación de ciertas características químicas del producto (pH, ácidos, fibra, almidón, sólidos solubles, azúcares, minerales), sistema que ofrece la ventaja de que en numerosas ocasiones tales características están relacionadas con la comestibilidad del producto.

pH. La Tabla 8 presenta los valores correspondientes, el pH es afectado por la época climática y varía según la localidad y el estado de maduración ($P < 0.05$). A medida que transcurre la maduración del fruto, el pH disminuye, esto concuerda con lo reportado por Cardeñosa (1955). La reducción del pH es más acelerada en el cambio de verde oscuro (V) a amarillo verde (AV), continuando a una tasa menor hasta el estado sobremaduro (MA). Los frutos provenientes de El Jazmín presentaron en las dos épocas climáticas cambios similares en el pH de un estado de maduración a otro.

Tabla 8. pH en la pulpa de frutos de Dominico-Hartón provenientes de dos épocas climáticas y tres localidades (Verde oscuro, V; Verde claro, VC; Amarillo verde, AV; Amarillo intenso, A; Muy amarillo, MA).

Época climática	Localidad	Estado de maduración				
		V	VC	AV	A	MA
Seca	Luker	6,1 a	5,5 a	4,9 a	4,5 a	4,4 a
	Agrado	6,1 a	5,2 b	4,8 a	4,6 a	4,6 a
	Jazmín	5,9 a	5,7 a	4,7 a	4,7 a	4,6 a
Lluviosa	Luker	6,0 a	5,6 a	5,1 a	4,5 a	4,5 a
	Agrado	6,2 a	5,3 a	4,9 a	4,6 a	4,5 a
	Jazmín	5,9 a	5,5 a	4,7 b	4,5 a	4,5 a

C.V (%)	4,07
F(Localidad, L)	**
F(Epoca, E)	**
F(Maduración, M)	**
F(LxExM)	n.s.

** Prueba de F significativa ($P < 0.01$)

n.s. Prueba de F significativa ($P < 0.01$)

Procedidos con letras distintas, en cada época y columna, son estadísticamente diferentes según la prueba rango múltiple de Tukey ($P < 0.05$)

Ácido málico. El contenido de ácido málico se incrementa durante el proceso de maduración del fruto desde el estado verde oscuro hasta el estado amarillo intenso (A) y desciende en el estado sobremaduro o muy amarillo (MA) (Tabla 9). Esto concuerda con lo expresado por Palmer (1971); Wills *et al.* (1977); Marriot (1980); Azcon-Bieto y Talon (1996) en plátano y banano. En la época seca, los frutos de La Luker en estado verde oscuro (V) registraron la menor concentración de este ácido y los de El Jazmín el mayor contenido. El incremento de este ácido ocurre aceleradamente en el cambio de verde claro (VC) a amarillo intenso (A). La concentración está estrechamente relacionada con el sabor que toma el fruto durante el proceso de maduración y con los azúcares totales y reductores de la pulpa, $R=0.77442$ ($P < 0.01$); indicando que a medida que se incrementa la concentración de ácido málico, se incrementan los azúcares totales. Durante la maduración los ácidos orgánicos son respirados o convertidos en azúcares; estos pueden ser considerados como una reserva energética más del fruto, siendo por consiguiente de esperar que su contenido decline en el período de actividad metabólica máxima durante el curso de la maduración (Wills *et al.* 1984). La

composición química de los frutos de plátano Dominico-Hartón es diferente en los diferentes estados de maduración del fruto y las concentraciones de algunos compuestos varían con las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrolló el fruto.

Tabla 9. Concentración de ácido málico (%) en la pulpa de frutos de Dominico-Hartón provenientes de dos épocas climáticas y tres localidades (Verde oscuro, V; Verde claro, VC; Amarillo verde, AV; Amarillo intenso, A; Muy amarillo, MA).

Época climática	Localidad	Estado de maduración				
		V	VC	AV	A	MA
Seca	Luker	0,25	0,46	0,75	1,09	0,95
	Agrado	0,28	0,62	0,79	1,06	0,95
	Jazmín	0,31	0,56	0,81	1,16	0,89
Lluviosa	Luker	0,30	0,48	0,79	1,1	0,97
	Agrado	0,29	0,65	0,85	1,16	0,78
	Jazmín	0,28	0,44	0,75	1,08	0,98

Fibra. De las dos estructuras que conforman el fruto de plátano, la cáscara es la que posee mayor cantidad de fibra, la pulpa presenta cantidades muy reducidas (0.2 a 0.5%). La Tabla 10, muestra los contenidos de fibra en la cáscara de frutos provenientes de las tres localidades y las dos épocas climáticas, no hay una tendencia definida de incremento o reducción de la fibra durante el proceso de maduración del fruto de Dominico-Hartón, contrariamente, Cardeñosa (1955) reporta que la fibra es mayor en frutos verdes y menor en frutos maduros. Los frutos provenientes de La Luker en estado verde en la época seca presentaron el mayor contenido de fibra, mientras que los frutos de El Agrado y El Jazmín en los estados amarillo verde (AV) y amarillo (A) en la época lluviosa mostraron los menores contenidos. Estos resultados indican que para cualquier proceso agroindustrial que involucre la cáscara como materia prima por su contenido de fibra se puede utilizar cualquier estado de maduración del fruto.

Tabla 10. Contenido de fibra bruta (%) en la cáscara de frutos de Dominico-Hartón provenientes de dos épocas climáticas y tres localidades (Verde oscuro, V; Verde claro, VC; Amarillo verde, AV; Amarillo intenso, A; Muy amarillo, MA).

Época climática	Localidad	Estado de maduración				
		V	VC	AV	A	MA
Seca	Luker	9,6	8,7	8,4	9,1	8,8
	Agrado	8,3	7,8	8,3	7,6	8,3
	Jazmín	8,3	8,3	8,1	7,8	9,0
Lluviosa	Luker	8,6	9,7	8,7	9,0	8,6
	Agrado	8,6	8,1	7,4	9,0	8,9
	Jazmín	7,6	7,5	7,4	7,0	7,6

Almidón. En el fruto de plátano Dominico-Hartón, la pulpa contiene mayores cantidades de almidón que la cáscara. Los frutos presentaron altos porcentaje de almidón tanto en estado verde como amarillo, observándose una disminución gradual del contenido de almidón a medida que el fruto madura. De ambos órganos, la degradación del almidón es mayor en la pulpa que en la cáscara. La pulpa en estado verde oscuro (V) de frutos provenientes de La Luker y El Agrado en la época seca registró el porcentaje más alto de almidón con relación a la época lluviosa, los frutos de El Jazmín presentaron menores cantidades de almidón en ambas épocas. Durante el proceso de maduración la disminución fue más acelerada en el cambio de amarillo verde (AV) a muy amarillo (MA) (Tabla 11). Con respecto a la degradación del almidón en la cáscara, éste se redujo en un 50 % al cambiar del estado verde oscuro (V) al muy amarillo (MA); los contenidos de almidón en la cáscara para un mismo estado de maduración no variaron en las dos épocas climáticas y entre las tres localidades donde se desarrolló el estudio.

Tabla 11. Concentración de almidón (%) en frutos de Dominico-Hartón, provenientes de dos épocas climáticas y tres localidades (Verde oscuro, V; Verde claro, VC; Amarillo verde, AV; Amarillo intenso, A; Muy amarillo, MA).

Época climática	Localidad	Pulpa (%)					Cáscara (%)				
		V	VC	AV	A	MA	V	VC	AV	A	MA
Seca	Luker	77	77	76	71	61	50	45	44	35	25
	Agrado	78	76	74	68	56	52	49	45	35	20
	Jazmin	76	74	71	70	63	52	48	45	37	26
Lluviosa	Luker	74	74	73	66	64	52	54	47	38	23
	Agrado	75	74	70	70	57	52	48	47	42	25
	Jazmin	75	73	71	66	59	54	51	48	46	33

El contenido de almidón es inversamente proporcional al contenido de azúcares totales y reductores, $R=0.74113$ ($P<0.01$). No fue evidente el efecto de las condiciones ambientales de las zonas de producción sobre el contenido de almidón en el fruto a la cosecha, ya que todos los frutos muestrados presentaron concentraciones similares. Firmin (1991), encontró en los frutos verdes de plátano concentraciones de almidón de 77.5%, en frutos maduros de 36% y de 2.1% en muy maduros, lo cual indica que la mayor transformación de almidón a azúcares ocurre hacia los estados finales de maduración de los frutos.

Sólidos solubles. El azúcar es el componente mayoritario de los sólidos solubles totales (SST), por lo cual estos son usados como criterio para establecer normas de maduración de algunas frutas y su calidad comestible suele estar mejor correlacionada con los sólidos solubles totales (Wills *et al.* 1977). La concentración de sólidos solubles, se presenta en la Tabla 12. Se observó que los sólidos solubles en la pulpa se incrementan a medida que avanza la maduración, mostrando diferencias significativas entre épocas, localidades y estados de maduración ($P<0.05$). Los frutos verdes y muy amarillos provenientes de El Jazmin, de ambas épocas climáticas presentaron la mayor concentración y los menores contenidos se encontraron en los frutos en estado verde de El Agrado. La alta concentración relativa de SST en frutos

al momento de la cosecha indica que el criterio de cosecha de los racimos en la región que generalmente es visual genera la recolección en un estado algo avanzado de maduración del fruto, siendo posible investigar los procesos de maduración del fruto recolectando el producto en etapas anteriores. En el estado amarillo se presentaron las mayores concentraciones de sólidos solubles; esta variable puede constituirse en un índice de maduración para la selección de muestras en procesos de industrialización de la pulpa de plátano.

Tabla 12. Concentración de sólidos solubles (%) en la pulpa de frutos de Dominico-Hartón provenientes de dos épocas climáticas y tres localidades.

Época climática	Localidad	Estado de maduración				
		Verde oscuro	Verde claro	Amarillo verde	Amarillo intenso	Muy amarillo
Seca	Luker	7.1	10.9	14.7	24.7	29.6
	Agrado	6.2	12.4	18.5	27.5	32.2
	Jazmin	7.9	13.1	21.0	28.1	31.9
Lluviosa	Luker	6.8	8.8	13.4	24.9	30.1
	Agrado	6.3	11.8	18.3	26.1	30.5
	Jazmin	7.1	9.8	19.9	28.6	31.2

C.V (%) 11.31

F (Repelición) n.s

F (Localidad, L) **

F (Época, E) **

F (Maduración, M) **

F (LxE) **

** Prueba de F significativa ($P<0.01$)

n.s Prueba de F no significativa ($P<0.01$)

Promedios con letras distintas, en cada época y columna, son estadísticamente diferentes según la prueba

de rango múltiple de Tukey ($P<0.05$).

Azúcares totales y reductores. La mayoría de los azúcares totales del fruto de plátano son azúcares reductores. De los dos órganos que conforman el fruto, la pulpa contiene mayores cantidades de azúcares que la cáscara. En términos generales se presentó un aumento de la concentración de azúcar a medida que avanza el estado de maduración (Tablas 13 y 14). La concentración de azúcares totales es muy baja durante el periodo de crecimiento de los frutos debido a que el plátano es una especie acumuladora

de carbohidratos de reserva en la pulpa; donde la síntesis de almidón es intensa y progresiva hasta alcanzar la madurez fisiológica; este comportamiento se observó durante el desarrollo de los frutos de las tres localidades estudiadas. Durante la maduración el almidón es degradado rápidamente acumulándose azúcares, principalmente glucosa, fructosa y sacarosa (Áreas y Lajolo (1981); Marriott *et al.* (1981); Hubbard *et al.* (1990)), pero este patrón característico del metabolismo de carbohidratos puede ser alterado bajo ciertas condiciones ambientales como la exposición a temperaturas extremas durante la maduración (Linaza, 1976).

Cuantitativamente el cambio más importante asociado a la maduración de frutos es la degradación de los carbohidratos poliméricos. Particularmente frecuente es la casi conversión del almidón en azúcares. Estas transformaciones tiene el doble efecto de alterar tanto el gusto como la textura del producto (Wills *et al.* 1984). El equilibrio almidón-azúcar, a la temperatura ambiente, se encuentra fuertemente desplazado hacia el cúmulo de almidón. Cuando se almacena por debajo de la temperatura crítica disminuye la actividad respiratoria y la conversión de azúcar en almidón, por consiguiente se acumula azúcar en los tejidos (Wills *et al.* 1984). Esto es una probable explicación, de por qué los frutos provenientes de el "El Jazmín" presentan una alta concentración de azúcar al momento de la cosecha y del almidón en estado amarillo. La pulpa y la cáscara de los frutos en estado verde oscuro (V) provenientes de la época lluviosa en las tres localidades presentaron mayores cantidades de azúcares totales que los de la época seca. Los cambios en los contenidos de azúcares totales en la pulpa de un estado de maduración a otro son muy acelerados, indicando ésto que la síntesis de azúcares sucede en muy corto tiempo, mientras que en la cáscara la síntesis de azúcares reductores ocurre de manera más lenta.

Tabla 13. Concentración de azúcares totales (%) en frutos de Dominico-Hartón provenientes de dos épocas climáticas y tres localidades (Verde oscuro, V; Verde claro, VC; Amarillo verde, AV; Amarillo intenso, A; Muy amarillo, MA).

Época climática	Localidad	Pulpa (%)					Cáscara (%)				
		V	VC	AV	A	MA	V	VC	AV	A	MA
Seca	Luker	3	7	14	26	37	3	6	8	12	18
	Agrado	3	11	18	26	35	3	4	8	13	19
	Jazmín	3	10	18	28	29	2	5	9	16	23
Lluviosa	Luker	4	7	12	29	36	5	5	10	13	20
	Agrado	6	19	19	29	38	6	9	11	16	19
	Jazmín	6	11	18	32	38	6	8	8	16	20

Tabla 14. Concentración de azúcares reductores (%) en frutos de Dominico-Hartón provenientes de dos épocas climáticas y tres localidades (Verde oscuro, V; Verde claro, VC; Amarillo verde, AV; Amarillo intenso, A; Muy amarillo, MA).

Época climática	Localidad	Pulpa (%)					Cáscara (%)				
		V	VC	AV	A	MA	V	VC	AV	A	MA
Seca	Luker	2	6	12	21	33	3	5	8	11	16
	Agrado	2	9	16	21	32	2	3	7	12	17
	Jazmín	3	7	17	25	27	2	4	8	15	21
Lluviosa	Luker	3	6	11	25	34	3	4	6	13	19
	Agrado	4	15	15	24	31	4	6	9	13	18
	Jazmín	5	10	16	30	35	4	5	9	14	18

El contenido de azúcares totales y reductores de la pulpa están estrechamente relacionados entre sí, $R=0.97794$ ($P<0.01$), e igualmente los azúcares totales de la pulpa están relacionados con los azúcares totales y reductores de la cáscara, $R=0.95940$ ($P<0.01$).

Minerales. De los elementos analizados (Nitrógeno, N; Fósforo, F; Potasio, K; Calcio, Ca; Magnesio, Mg; Manganeso, Mn; Zinc, Zn; Cobre, Cu; y Hierro, Fe) todos a excepción del Magnesio y el Cobre se observaron en mayor cantidad en la cáscara que en la pulpa, lo cual lo convierte en un producto de deshecho muy importante que podría ser utilizado en la elaboración de

productos para consumo humano y animal. En la pulpa se presentó en orden de importancia: Potasio > Nitrógeno > Fósforo > Magnesio > Calcio > Hierro > Zinc > Cobre > Manganeso (Tablas 15 y 16).

Tabla 15. Concentración de minerales en la pulpa de frutos en estado verde (V) Y amarillo (A) de Dominico-Hartón proveniente de dos épocas climáticas y tres localidades.

Época climática	Localidad	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)									
Secca	Luker	0,5	0,07	0,09	0,92	0,95	0,04	0,05	0,08	0,08	3,3	3,0	7,1	7,2	5,1	5,4	61	71	
	Agrado	0,5	0,09	0,10	1,05	1,10	0,07	0,10	0,09	0,09	0,09	3,0	3,0	8,0	6,0	4,0	4,0	93	73
	Jazmin	0,5	0,09	0,10	0,93	0,97	0,06	0,04	0,09	0,09	0,09	2,4	2,0	7,0	6,5	3,5	3,5	74	78
Lluviosa	Luker	0,5	0,09	0,10	0,91	1,04	0,04	0,09	0,06	0,10	0,10	3,0	2,6	5,0	5,2	3,8	4,0	81	76
	Agrado	0,5	0,10	0,08	0,89	0,92	0,21	0,23	0,09	0,09	0,09	3,0	3,0	8,0	8,0	4,0	9,0	99	91
	Jazmin	0,5	0,10	0,10	0,86	0,88	0,05	0,10	0,08	0,08	0,08	5,0	2,0	13,0	6,0	4,0	7,0	118	56

Tabla 16. Concentración de minerales en la cáscara de frutos en estado verde (V) y amarillo (A) de Dominico-Hartón provenientes de dos épocas climáticas y tres localidades.

Época climática	Localidad	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)								
Secca	Luker	1,2	0,17	0,19	4,9	5,0	0,15	0,14	0,09	0,10	18	19	22	25	5	5	118	118
	Agrado	1,0	0,18	0,21	4,1	4,8	0,18	0,20	0,08	0,10	12	15	20	22	5	5	95	89
	Jazmin	1,1	0,15	0,18	4,0	4,2	0,10	0,10	0,09	0,10	9	9	26	23	4	5	118	102
Lluviosa	Luker	1,2	0,16	0,18	3,4	3,7	0,23	0,22	0,08	0,10	14	14	18	22	7	7	109	115
	Agrado	1,4	0,18	0,16	3,4	3,7	0,21	0,23	0,08	0,10	11	15	21	27	11	9	10	149
	Jazmin	1,4	0,14	0,15	3,1	3,3	0,17	0,18	0,09	0,10	7	8	16	18	5	7	137	108

Los altos contenidos de Potasio encontrados en este estudio concuerdan con los reportados por Izonfuo y Omuaru (1988), ya que fueron tres veces mayor en la cáscara (3.6%) que en la pulpa (1%). Durante la maduración del fruto la concentración de la mayoría de los minerales permanece con ligeras variaciones tanto en la pulpa como en la cáscara, contrario a lo reportado por los mismos autores quienes afirman que el potasio aumenta durante la maduración del fruto y el fósforo disminuye.

Las concentraciones de Nitrógeno en la pulpa y la cáscara de los frutos de Dominico-Hartón durante la maduración, no cambiaron, encontrándose cantidades ligeramente mayores en la pulpa que en la cáscara. La concentración de fósforo en la pulpa y la cáscara de los frutos, se encontraron contenidos de aproximadamente 0.1% y 0.18%, respectivamente. Las cantidades de Calcio son muy reducidas tanto en la pulpa como en la cáscara, con valores que fluctúan entre 0.04% en la pulpa a 0.25 % en la cáscara. Se presentaron muy bajos contenidos de magnesio.

Las concentraciones de los elementos restantes son muy bajas en los dos órganos que conforman el fruto, el contenido de Manganeso fue mayor en la cáscara que en la pulpa, con valores al rededor de 3 ppm y de 9 a 19 ppm, respectivamente. Las concentraciones de Manganeso en la pulpa presentan una ligera tendencia a disminuir durante la maduración y en la cáscara a aumentar. El contenido de Zinc en los frutos, es tres veces más en la cáscara (22 ppm) que en la pulpa (7 ppm), estas cantidades prevalecen durante la maduración de los frutos. Los contenidos de Cobre fueron ligeramente mayores en la cáscara que en la pulpa, este elemento está presente en muy bajas cantidades, detectándose aproximadamente 5 ppm y 8 ppm en la pulpa y cáscara, respectivamente. Las concentraciones de este elemento no variaron durante la maduración. La concentración de hierro es mayor en la cáscara que en la pulpa, encontrándose cantidades entre 60 a 118 ppm en la pulpa y 69 a 149 ppm en la cáscara; la presencia de este mineral durante la maduración no tiene una tendencia definida de incremento o reducción.

La actividad fisiológica y el desempeño productivo de los clones de plátano, en una zona de producción, dependen de la interacción armónica entre su genotipo y los factores ambientales pudiendo variar bajo diferentes condiciones edafoclimáticas.

RECONOCIMIENTOS

A Colciencias, Comité Departamental de Cafeteros del Quindío, Universidad del Quindío, Corpoica, La Granja Luker, Pedro J. López SENA-Q, CIAT y Cenicalfé por el apoyo financiero para el desarrollo de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Azcon-Bieto, J.; Talon, M. 1996.** Fisiología y bioquímica vegetal. Madrid, McGraw-Hill. p. 463-478.
- Belalcázar, C.; Valencia, J.; Lozada, J. 1991.** La planta y el fruto. En: Belalcázar, S (ed.) El cultivo del plátano en el trópico. Armenia, Quindío, Feriva. p.45-89.
- Bieto, A.; Talon, M. 1993.** Fisiología y Bioquímica Vegetal. Madrid. McGraw-Hill. p.456-460.
- Cardenosa B, R. 1955.** El género *Musa* en Colombia, plátanos y bananos afines. Pacífico-Cali. 367 p.
- Fernández, K M; Carvalho, V D; Calvidal, J. 1979.** Physical changes during ripening of silver bananas of silver bananas. *Journal of food science.* 44:1254-1255.
- Ffaulkes, D.; Espejo, S.; Marie, D.; Delpeche, M.; Preston, T.R.; 1978.** El plátano en la alimentación de bovinos. Composición y producción de biomasa. *Rev. Tropical Science*, 31, 1983-1987. 1978. El plátano en la alimentación de bovinos. Composición y producción de biomasa. *Producción Animal Tropical (Santo Domingo)* 31:41-46.
- Firmin A. 1991.** Chemical and physical changes in plantains (*Musa paradisiaca*) during ripening. *Tropical Science*, 31: 183 - 187.
- George, J. B.; Marriot, J. 1983.** The effect of humidity in plantain ripening. *Scientia horticulturae.* 21(1):37-43.

5.6. DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA CÁMARA DE MADURACIÓN PARA PLÁTANO.

Claudia Mónica Berrio¹; Carlos Boris¹; Cartagena Navia¹; Luz Celdy Ruiz¹ ¹Universidad La Gran Colombia, teléfono (576) 7454731,

E-mail: ugranco@unial.ugcarman.edu.com Armenia, Quindío, Colombia.

RESUMEN

La implementación de equipos como una cámara de maduración son alternativas en el manejo postcosecha de frutas que permiten aprovechar al máximo la disponibilidad de materia prima, contribuye a reducir las pérdidas y amplía las perspectivas comerciales y técnicas. Aprovechando el efecto del etileno sobre la fisiología de la maduración de los productos, durante 1995 y 1996 en el laboratorio de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad La Gran Colombia se diseñó una cámara para inducir la maduración artificial del plátano, la cual consiste de un recipiente rectangular en acero inoxidable que consta de un cilindro para suministro de gas, sistemas de aspersion, regulador de presión y volumen, bomba detectora de gases, soporte para canastillas y válvula de seguridad. A menor suministro de gas mayor es el tiempo demandado por los plátanos en madurarse, con el suministro de 5 lt de gas etileno (Agaetil) se consiguió la maduración en 48 horas, con un lt en 60 horas y con 0.4 lt en 72 horas.

INTRODUCCIÓN

En Colombia las pérdidas postcosecha son altas y en algunos productos sobrepasa el 50% por este se hace necesario la investigación de nuevas alternativas en el manejo postcosecha, aprovechando la gran disponibilidad de producción. El plátano es uno de los frutos más apetecidos a nivel nacional por consiguiente su manejo en postcosecha es de gran importancia para su comercialización (Belalcázar *et al.* 1991). Las pérdidas en el campo de comercialización de frutos se pueden disminuir con la implementación industrial de equipos como la cámara de maduración. Con este trabajo se amplían las perspectivas comerciales y técnicas de la postcosecha de frutos convencionales, al conseguir cierto control de los aspectos fisiológicos de los productos que darán como resultados la mejora de su apariencia global, textura y sabor gracias al efecto del etileno sobre el metabolismo y fisiología, por su

acción estimulante de la maduración y degradación de la clorofila (Cepeda, 1987). El objetivo del presente estudio fue diseñar, construir y operar una cámara de maduración para plátano Dominico - Hartón, utilizando etileno como agente acelerador de la maduración y desverdización.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado entre 1995 y 1996. Se utilizaron frutos del clon de plátano Dominico-Hartón en estado "hecho" debidamente adecuados y seleccionados, los cuales fueron puestos en canastillas plásticas. Para inducir la maduración artificialmente se utilizó etileno (Agaetil), suministrando diferentes dosis a la cámara. En el diseño y construcción de la cámara se tuvieron en cuenta variables como temperatura, porcentaje de humedad relativa, dosis de etileno, la concentración de CO_2 en la cámara y el comportamiento de los frutos durante el proceso de maduración con la realización de pruebas de respiración, Brix, acidez, pérdidas de peso, cambios de coloración y tiempo de maduración.

La cámara es un recipiente rectangular, construida en acero inoxidable que consta de los siguientes elementos: cilindro de suministro de gas, sistema de aspersión, regulador de presión y volumen, bomba detectora de gases, soporte para canastilla y válvula de seguridad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presenta el tiempo de maduración del plátano Dominico hartón en la cámara con diferentes dosis de etileno, se determinó que a mayor concentración de etileno el tiempo de maduración es menor, lo cual permite manipular el producto en la cámara dependiendo de la necesidad de comercialización del mismo; con la menor concentración del gas se logra una maduración del producto en tres días.

Tabla 1. Efecto del etileno sobre el período de maduración del fruto de plátano de Dominico-Hartón.

Etileno (Agaetil) (lt)	Tiempo de maduración (h)
0.4	72
1	60
3	54
5	48

En frutas de banano, Thompson (1998) determinó que concentraciones de 10 ppm de etileno permiten la maduración de la fruta en 24 horas.

En frutos climatéricos como el plátano se mostró su rápida maduración interna y externa, lo cual se tradujo en un plátano de primera calidad, mediante la maduración artificial de frutos se logra una coloración uniforme y gradual. Con este diseño a escala industrial se pueden disminuir las pérdidas postcosecha de plátano Dominico hartón en la región.

Se logró diseñar, construir y operar una cámara de maduración para plátano Dominico-Hartón con un buen funcionamiento de los equipos complementarios. El costo total de la cámara de maduración fue de \$ 2.200.000. Es conveniente una limpieza regular de la cámara con una disolución de hipoclorito sódico al 5%, seguido de una fumigación con formaldehído, para aumentar la vida útil de la cámara, reducir costos de mantenimiento y minimizar el deterioro de los frutos. Es necesario adecuar la cámara con sistemas de control automático con miras a procesos más tecnificados; tener cuidado con el manejo del cilindro y del gas debido a la alta presión en que se encuentra éste (2000 psi); tener en cuenta la hoja de seguridad o manual de operación de cada equipo y complementar estos estudios con la realización de pruebas organolépticas en los frutos de plátano maduros.

BIBLIOGRAFÍA

Belalcázar, S; Jaramillo, O; Toro, J C. 1991. Aspectos Agro-económicos. En: *El Cultivo del Plátano en el Trópico*. Eds. S Belalcázar, JC Toro; R Jaramillo. Cali; Colombia. Feriva Ltda. p. 21, 22

Cepeda, O R. 1987. El fenómeno de la maduración. En: *Tecnología del manejo de postcosecha de frutas y hortalizas*. Ed. I Planella. Bogotá, Colombia. S. e. p. 55 - 64.

Thompson, K; 1998. Tecnología Post-cosecha de frutas y hortalizas; Servicio Nacional de Aprendizaje, 1998. (Serie de publicaciones del Programa Nacional de Capacitación en Manejo Post-Cosecha y Comercialización de Frutas y Hortalizas, Convenio SENA - Reino Unido). Armenia, Colombia. Kinesis. p: 25 - 31

5.7. COMERCIALIZACIÓN DEL PLÁTANO DOMINICO-HARTÓN CULTIVADO EN EL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO*

María C. Palóez¹, G.S. González¹, E.J. Díaz¹, A. Amaya¹, Alberto Giraldo¹, Maximiliano Guzmán¹

¹Universidad Gran Colombia, teléfono (876) 7454791. E-mail: ugtanoco@mail.ugcarmen.edu.com; Armenia, Quindío, Colombia. ² Instituto Colombiano Agropecuario ICA, apartado aéreo: 876, teléfono 82822177. E-mail: icacaldas@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

El cultivo del plátano en Colombia constituye un renglón de mucha importancia económica con un consumo medio de 80 kg/persona/año, uno de los más altos del mundo, ocupando el tercer lugar en consumo nacional después de la papa y la leche. En la zona cafetera central genera aproximadamente 136.600 jornales/año y aporta el 6,68% del PIB agrícola nacional (Federacafé, ICA, IRFA, 1992). El clon de plátano Dominico-Hartón es el material más cultivado en la zona cafetera, su producción es permanente durante el año y aporta el 65% de la producción nacional, abasteciendo la gran mayoría de los principales mercados del país. En el departamento del Quindío, el plátano es un renglón agrícola de gran importancia económica el cual, después del café, ocupa el segundo lugar con un 10% de la producción nacional. La productividad se hace con el propósito doble de autoconsumo y venta. En algunos municipios del Quindío, el plátano está adquiriendo importancia empresarial por circunstancias especiales de mercadeo (Federacafé, ICA, IRFA, 1992).

La siembra y explotación del cultivo del plátano se realiza sin identificar las oportunidades de mercado antes de planificar la producción. La comercialización presenta limitaciones como la carencia o deficiencia de infraestructura vial agravada por la dispersión de las zonas productoras y un alto porcentaje del consumo total se concentra en zonas urbanas alejadas como las ciudades de Santafé de Bogotá, Cali, Medellín, Barranquilla y Bucaramanga. El sistema de compra del producto por racimos es la modalidad predominante controlada por los mayoristas e intermediarios quienes imponen los precios. Los productos perecederos como el plátano sufren graves

* Tomado de: Tecnología del Eje Cafetero para la siembra y explotación rentable del cultivo del plátano. 1996. S. Belalcázar, G. Coyon, O. Jaramillo, O. Cortés (Eds). Armenia, Colombia. Federgraf Ltda. p. 110 - 125

deterioros por el mal manejo en postcosecha, aumentando las pérdidas en cantidad y calidad que, sumado a los anteriores factores, influyen en un precio excesivo al consumidor (Belalcázar *et al.*, 1991).

Son pocos los trabajos disponibles sobre la comercialización del plátano en el departamento del Quindío. Debido a esto, es importante conocer la actual estructura comercializadora del plátano cultivado en el departamento mediante un diagnóstico que permita identificar los problemas prioritarios, ayude a entender claramente el sistema de mercadeo, contribuya a la toma de decisiones para establecer un sistema comercializador mejorado y permita reorientar las investigaciones.

Para la realización del estudio de comercialización se definieron los siguientes objetivos:

- Determinar los volúmenes de producción de plátano, áreas de abastecimiento y perspectivas futuras de la oferta.
- Identificar los centros de consumo del plátano producido en el departamento del Quindío junto con la demanda actual y su proyección futura.
- Analizar el comportamiento de los precios y determinar los márgenes de comercialización del producto.
- Identificar los canales de distribución en la comercialización, medios de transporte, sistemas de empaque y formas de venta.
- Evaluar el sistema de manejo de postcosecha, las pérdidas de producto y su incidencia en el precio y calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló durante los años 1994 y 1995, en los municipios de Armenia, Calarcá, La Tebaida, Montenegro y Quimbaya situados en la vertiente occidental de la cordillera Central, entre 4° 4' y 4° de latitud norte y longitud oeste entre 75° 24' y 75° 52' (Peláez *et al.*, 1995). De las 194.683 hectáreas del departamento, el 35,4% (69.007 ha) corresponden a la zona de estudio, en donde se encuentran las zonas agroecológicas, Mf, f y Ml como las más importantes en la producción del plátano. Domingo-Hartó

La población objeto de estudios se conformó con los productores de plátano de los cinco municipios y los intermediarios o comercializadores mayoristas, locales y nacionales. Para obtener la información sobre el flujo de producción, se diseñó un formulario-encuesta con los datos de horas de transporte y tipo de vehículo, cantidad y presentación del producto, origen y destino de la producción, para ser llenado en los retenes de salida del producto hacia otras ciudades del país. Inicialmente se realizó una prueba piloto durante 15 días, en el mes de agosto de 1994 y con los resultados obtenidos se verificó la operatividad y validez de la encuesta definitiva. Se estimó un período de 35 días adicionales a la muestra piloto para adelantar el trabajo, tiempo máximo entre un corte y otro de plátano, en la mayoría de las fincas del departamento.

Los márgenes de comercialización de plátano se calcularon con base en los datos obtenidos en estudios de caso en la zona de producción y en los tres centros de consumo más importantes del país (Valle del Cauca, Antioquia y Santafé de Bogotá). La información correspondiente al manejo postcosecha se obtuvo por investigación primaria mediante estudios de caso complementada con información secundaria. Con el propósito de identificar posibles problemas de insuficiencia de la producción de plátano para abastecimiento de la población hacia el futuro, se efectuaron proyecciones de la oferta y la demanda esperada para el período 1995-2000. La estimación de la oferta se basó en el registro histórico de la producción de 1985 a 1994, aplicando un modelo estadístico de regresión; para la demanda se calculó una tasa anual (teórica) de crecimiento, de acuerdo con el modelo: $d = q + E_i(r-q)$. Donde q : Tasa exponencial de crecimiento de la población; E_i : Elasticidad de ingreso de la demanda; r : Tasa de crecimiento del ingreso nacional a precios corrientes.

El análisis de los precios se realizó con base en la información histórica del período 1983-1994 del mercado mayorista de las ciudades de Cali, Medellín y Santafé de Bogotá y del productor en Armenia. Las variaciones estacionales se estimaron por el método del promedio móvil porcentual y el cálculo de la tendencia por el método de semi-promedios (Orozco, 1975).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución del área y la producción. En la Tabla 1, se puede observar la

evolución histórica del área y la producción de plátano en Colombia y el departamento del Quindío, durante el período 1985-1994. Las tasas de crecimiento del área son menores del 1%, mostrando un estancamiento de la superficie cultivada durante el lapso considerado. La producción presenta igual tendencia, con una tasa de crecimiento de 1,3% para el país y de 2,7% para el Quindío. El promedio ponderado nacional de producción por hectárea es de 6,6 toneladas.

Tabla 1. Evolución comparativa del área y la producción de plátano del departamento del Quindío.

Año	Total Nacional		Departamento del Quindío*			
	Área (000 ha)	Producción (000 ton)	Área (000 ha)	%	Producción (000 ton)	%
1985	364,9	2145,4	42,0	11,5	210,0	9,8
1986	357,1	2301,6	40,0	11,2	260,0	11,3
1987	364,9	2449,2	41,0	11,2	287,0	11,7
1988	368,7	2357,4	41,2	11,2	285,8	12,1
1989	379,3	2280,6	45,2	11,9	191,3	8,4
1990	351,8	2515,9	46,0	13,1	224,2	8,9
1991	354,0	2560,7	46,4	13,1	229,8	9,0
1992	379,7	2719,3	64,9	17,1	362,0	13,3
1993	394,3	2762,0	43,5	11,0	201,4	7,3
1994	379,6	2417,7	44,9	11,8	163,4	6,6

Fuente: Ministerio de Agricultura. Anuario Estadístico del Sector Agropecuario, 1994.

* El porcentaje de participación se estimó con relación al área y la producción nacional.

El descenso en el área sembrada entre los años 1985-1986 se debió, entre otros factores, al desplazamiento de áreas de producción hacia otras especies como café o cultivos ilícitos, problemas de violencia social y al avance de enfermedades como la sigatoka negra. Durante 1985 y 1986, se dispersó la sigatoka negra hacia otras zonas bajas húmedas de los Valles Interandinos, Costa Atlántica y Pacífica, con predominio del sistema de siembra del plátano monocultivo tradicional (Crozco *et al.*, 1991).

El departamento del Quindío ha participado en promedio con cerca del 10% de la producción nacional de plátano en el período 1985-1990. La producción

en el año 1994, según las cifras del Ministerio de Agricultura fue de 163.435 toneladas con un rendimiento promedio de 3,63 ton/ha, muy por debajo del promedio nacional. La disminución de la producción en el año 1994 con relación a la de 1993, se debió entre otros factores a los daños causados por los vendavales presentados en las plantaciones del departamento durante el primer semestre del año principalmente en los municipios de Montenegro, Armenia y La Tebaida.

Los resultados del registro de las cantidades de plátano producido en el Quindío durante 1994, de acuerdo con el análisis de las encuestas en los retenes de salida del producto, se presentan en la Tabla 2. La producción se estimó en 158.190 ton/año de las cuales 107.701 o sea, el 68,1%, corresponde a la demanda externa de los principales centros de consumo nacional y 50.498 toneladas (31%) a la demanda interna requerida para el autoabastecimiento del departamento.

Tabla 2. Producción de plátano, zona de influencia del proyecto, departamentodel Quindío (Peláez *et al.*, 1995)

Municipio	Producción (000 ton)	Participación (%)
Montenegro	29,4	27,3
Quimbaya	23,7	22,0
Armenia	18,5	17,2
Calarcá	13,1	12,1
La Tebaida	12,3	11,4
Subtotal	9,0	90,0
Otros municipios	10,7	10,0
Total	107,7	100,0

En la Tabla se observó que los cinco municipios que conforman la zona de estudio aportan el 90% del volumen que sale hacia otros departamentos del país.

Exportaciones e importaciones. La zona de Urabá del departamento de Antioquia, debido a su excelente ubicación geográfica, se ha dedicado a la siembra del plátano para exportación. En la Tabla 3, se presenta la evolución

del área y la producción durante el periodo 1985-1994, observándose que desde 1985 hasta 1994, el área se mantuvo constante en aproximadamente 7.000 hectáreas. A partir de 1992 se aprecia una fuerte expansión del área debido a una ampliación en los mercados de exportación. En 1993 se exportaron 106.645 toneladas de plátano fresco, siendo Estados Unidos el mayor demandante (89,7%); seguido de Bélgica (10,1%) y Albania (0,2%). Con el objetivo de ampliar el mercado de los Estados Unidos actualmente se está empacando plátano verde y maduro al vacío, contando con la infraestructura requerida para la congelación y despacho por vía marítima.

Tabla 3. Evolución del área y la producción de plátano de exportación en Colombia.

Año	Área (000 ha)	Producción (000 ton)
1985	7,0	52,9
1986	6,0	59,4
1987	6,1	74,9
1988	7,0	80,4
1989	7,0	80,4
1990	7,0	90,9
1991	7,0	104,6
1992	23,0	146,4
1993	23,0	153,8
1994*	23,4	199,9

Fuente: Ministerio de Agricultura, Anuario Estadístico del Sector Agropecuario

* Cifras preliminares

Las introducciones de plátano se han aumentado considerablemente en los últimos años, de 5.500 toneladas que ingresaron al país en 1992, se pagó a 15.100 en 1993 y a 17.300 en 1994, lo que representa una tasa de crecimiento de 77,3% en el periodo. Los mayores volúmenes importados provienen del Ecuador que en 1993 registraron 11.356 toneladas y en 1994, 16.655 toneladas. El plátano ingresa a Ipiales generalmente de contrabando, en cantidades estimadas entre 20 y 30 toneladas diarias y los fines de semana

aumentan entre 50 y 70 toneladas, con destino al consumo popular. Adicionalmente, durante 1994 se importaron de Venezuela 255 toneladas con destino a la Costa Atlántica. En el periodo enero-mayo de 1995 se han registrado 7.200 toneladas, lo cual refleja un aumento de las importaciones procedentes de ese país.

Destino de la producción y formas de venta. Los resultados del estudio sobre el destino de la producción de plátano del Quindío durante 1994, se presentan en la Tabla 4. Se observa que el departamento del Valle es el principal consumidor del plátano procedente de esta zona, especialmente la ciudad de Cali con el 42,5% del volumen total demandado, seguido por Cundinamarca, donde Santafé de Bogotá consume el 22,2% y Medellín con el 7,9%.

Tabla 4. Destino de la producción de plátano del Quindío (Peláez *et al.*, 1995).

Destino	(Departamento) (000 ton)	Volumen comercializado (%)
Valle	61,5	57,1
Cundinamarca-Bogotá	29,5	27,4
Antioquia	8,5	7,9
Tolima	7,8	7,3
Otros departamentos	0,4	0,3
Total	107,7	100,0

Las centrales de abastos deben propiciar la transparencia del mercado, que no siempre se logra por completo, por cuanto al interior de ellas se conforman grupos de presión con carácter oligopsonico que determinan las condiciones de compra. Oficialmente no está reconocido, pero en la práctica opera como un mecanismo de condicionamiento de precios donde la ley de la oferta y la demanda del libre mercado sufre alteraciones. El comprador del Dominico-Hartón instalado en la central de abastos, por su experiencia diaria en la actividad, define rápidamente el producto en cuanto a presentación y calidad. El intermediario que abastece plazas de mercado, mercados móviles, instituciones y algunos supermercados no especializados y el intermediario

que entra y sale fácilmente del mercado, según sus oportunidades comerciales, califican el producto en los mismos términos del mayorista instalado en la central.

Mercados tradicionales. Conformados por centrales de abastos, plazas de mercado, mercados móviles, algunos supermercados y tiendas, se caracterizan por la gran participación de intermediarios. Para definir las condiciones de negociación es necesaria la presencia de la totalidad del plátano en el lugar en el lugar de la transacción, debido a la heterogeneidad del producto. Se comercializan especialmente segundas, terceras (industriales) y rechazo.

En Santafé de Bogotá en Corabastos, se concentran 114 mayoristas de plátano para manejar un flujo de 163.284 toneladas/año. La bodega No. 11 comercializa el plátano procedente de Saravena (Arauca), apetecido por su tamaño y precio. El sector del triángulo comercializa "Plátano Quindío" en racimos. Los proveedores llegan entre las 2:00 y 4:00 a.m. en camiones de tres a seis toneladas, realizando la venta de contado a un precio de oferta y de 4:00 a 11:00 a.m., a precios de demanda, influenciada por factores especulativos. Este sector abastece bodegas, plazas de mercado, expendios minoristas, supermercados, mercados móviles, instituciones y consumidores finales. En la ciudad de Cali, la plaza mayorista Cavasa, se abastece de plátano del Quindío y de la zona norte del Valle. Concentran plátano en racimos con destino al mercado popular, surte a intermediarios, mayoristas, minoristas, detallistas y consumidores finales. La galería Santa Elena y algunos supermercados como Autoservicio Continental y Mercar, se abastecen diariamente de plátano en racimos, según sus necesidades. En Cali se consume también plátano procedente del Ecuador, el cual se concentra en la plaza de Santa Elena los días lunes y jueves. En Medellín, la central mayorista de Antioquia, en el sector de las Malvinas, comercializa plátano Dominico-Hartón de gran aceptación procedente de los departamentos de Caldas y Quindío; de Urabá llega plátano Hartón en racimos y de otras zonas del departamento el Dominicó. En Barranquilla, la gran central de abastos del Caribe, registra pocos volúmenes de plátano procedentes del Quindío; en 1992 ingresaron 25 toneladas de Dominico-Hartón y en 1994 de Risaralda y Quindío 17 y 5 toneladas, respectivamente.

Mercado especializado. Se caracteriza por poseer una estructura

organizacional eficiente en donde se desarrollan los procesos de selección, clasificación y empaque. Las cadenas de supermercados, luego de la presentación de una muestra del producto y según cumplimientos de requerimientos internos de calidad y garantías en el abastecimiento, aprueban o no el ingreso del proveedor. Generalmente, este tipo de mercado fija la franja de precios para evitar alteraciones bruscas y clasifica el producto de acuerdo con las calidades que comercializa.

Algunos de los supermercados especializados ubicados en Santafé de Bogotá son: Pomona, que maneja plátano extra del Quindío; Carulla, que se provee de plátano del Quindío en un 50%; Sarjo y Cadenalco, que se abastecen del Quindío y adquieren plátano llanero solo cuando se presentan inconvenientes con los proveedores y Colsubsidio, que compra plátano en racimos.

En la ciudad de Cali, los supermercados Mercafé, Cadenalco y la Catorce, se abastecen de plátano del Quindío. Carulla se provee en un 80% de Dominico-Hartón procedente del Quindío y, al igual que Mercafé, tiene bodegas de frutas y verduras en la central mayorista de Cavasa.

En Medellín, la bodega de almacenes Éxito distribuye el plátano para sus cuatro puntos de venta, se abastecen en un 30% de la comercializadora del Quindío "Armenia Oro", producto seleccionado, embolsado y transportado en canastillas, considerado de calidad extra. La Cooperativa Cafetera Central que se abastece en su mayoría del plátano Quindío, es tenida en cuenta por los demás supermercados como referencia en la fijación del precio. Confarma, en sus 32 supermercados, utiliza el sistema de concesión para el abastecimiento del producto; Cadenalco, se provee de plátano del Quindío en dos calidades: la extra que se transporta en canastilla y la común a granel. En el departamento del Quindío, la comercialización del plátano se realiza en gran parte a través de un intermediario. A la plaza El Retiro, de acuerdo con la investigación efectuada en 1994, ingresaron 12.969 toneladas, de las cuales el 98,9% se comercializó en el resto del país, y su distribución fue así: 70,3% para el departamento del Valle, 12% para Cundinamarca, 6,9% para Tolima y 0,8% para el consumo interno.

Confrontación de la oferta y la demanda. Con los resultados de la proyección de la oferta y la demanda nacionales de plátano para el período

1995-2000 se elaboró la Tabla 5. El análisis de los datos indica pequeños excedentes de producción entre el 4 y el 15% anual, para el periodo analizado. Estos resultados confirman las proyecciones de alimentos realizadas hasta el año 2010 por Banguero (1992), las cuales muestran que el país podría generar excedentes crecientes en plátano.

Tabla 5. Análisis comparativo entre oferta y demanda nacional de plátano proyectadas para el periodo 1995-2000 (Peláez et al., 1995).

Año	Oferta	Demanda	Excedente
1995	2,756,077	2,651,976	104,101
1996	2,971,353	2,641,282	330,071
1997	3,040,940	2,680,664	360,276
1998	3,110,526	2,720,633	389,893
1999	3,180,113	2,761,197	418,918
2000	3,249,699	2,862,545	387,154

Los 12 municipios que conforman el departamento del Quindío son productores de plátano en mayor o menor escala, satisfaciendo el consumo interno y generando excedentes para abastecer parte de la demanda nacional. La comparación de la oferta y la demanda en la región indica que para el año 2000 el departamento presentará una sobreoferta del 27,8%, equivalente a 107.927 toneladas.

Análisis de precios. En la Tabla 6, se presentan las variaciones estacionales de los precios mayoristas de venta de plátano Dominico-Hartón en los mercados de los tres centros de consumo analizados.

Santafé de Bogotá: Como periodo de precios bajos se destacan los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre. La época de precios empieza a descender influenciados por la cosecha del plátano Hartón proveniente de los Llanos y, probablemente, por el menor consumo en la época de vacaciones de navidad, debido al desplazamiento de parte de la población hacia otras áreas; en enero se llega al precio más bajo, con una dispersión del orden del 14,3%.

Cali: Como periodo de precios bajos se caracterizan los meses de enero, febrero, junio y diciembre; la mayor dispersión se presenta en este último mes, siendo del orden del 11,4%. Los meses de marzo, abril, mayo, octubre y noviembre se presentan como periodos de precios por encima del promedio, con una influencia directa de la época de cosecha cafetera en el Quindío. En los meses de julio, agosto y septiembre, el precio permanece relativamente estable.

Medellín: Las variaciones de tipo estacional en esta plaza no son de consideración ya que la mayor dispersión en sentido negativo que registra es del orden de 8,7%, o sea precios inferiores al promedio del periodo. En cuanto a los movimientos, se registran tres periodos: el de precios bajos cubre los meses de enero, febrero, junio y diciembre, el segundo periodo de precios altos, abarca los meses de septiembre a noviembre inclusive, y un periodo de relativa estabilidad en los meses de abril, mayo, julio y agosto.

Tabla 6. Índice estacional de precios mayoristas de plátano Dominico-Hartón (Peláez et al., 1995).

Mes	Índice		
	Santafé de Bogotá	Santiago de Cali	Medellín
Enero	85,7	94,3	91,3
Febrero	91,7	96,1	94,3
Marzo	99,2	104,3	98,0
Abril	103,1	106,2	101,8
Mayo	99,9	104,6	100,5
Junio	108,3	94,8	96,0
Julio	105,2	97,7	98,4
Agosto	109,4	97,7	99,6
Septiembre	111,7	100,5	105,5
Octubre	103,0	103,4	105,5
Noviembre	95,6	102,5	103,3
Diciembre	89,4	88,6	94,5

Armenia: En la Tabla 7, se presenta las variaciones estacionales realizadas para la serie de precios al productor en la ciudad de Armenia. En ella se registran dos períodos de precios perfectamente definidos, por encima y por debajo del promedio respectivo de la serie, distribuidos así: El período de precios altos que cubre los meses de marzo a mayo y septiembre a octubre y en el cual se destacan las mayores dispersiones en sentido positivo, en abril con 12,4% y en octubre con 10,8%. Este comportamiento se encuentra altamente influenciado por las épocas de cosecha de café (abril-mayo y septiembre), cuando la oferta de plátano disminuye, debido a que el productor concentra su mano de obra en la recolección del grano e influenciada, además, por el aumento del consumo local debido a la población flotante, estimada en 40 mil personas. Durante este período el productor goza de beneficios por el aumento de precios. No obstante, las tres grandes centrales de abastos regulan su oferta por la disponibilidad de plátano de otras zonas productoras especialmente el mercado de Santafé de Bogotá. El intermediario comercializador, entre junio-agosto y diciembre-enero, retiene parte de la baja de precio al productor en su beneficio y en perjuicio del consumidor final.

Tabla 7. Índice estacional de los precios del productor de plátano en el departamento del Quindío (Peláez *et al.*, 1995).

Mes	Índice
Enero	89,3
Febrero	95,7
Marzo	103,8
Abril	112,4
Mayo	106,3
Junio	92,4
Julio	93,6
Agosto	98,9
Septiembre	109,8
Octubre	110,8
Noviembre	100,7
Diciembre	86,4

La producción de plátano Hartón en las zonas por debajo de los 1.000 m, s n.m en los departamentos de Cauca, Cauquetá y Magdalena Medio obedece a ciclos

ligados a las épocas de verano-invierno; de esta forma el factor climático incide en la oferta del plátano, provocando un mayor abastecimiento en verano y uno menor en invierno, influyendo directamente en los precios.

En cuanto al mercado especializado, existe un pacto no oficial entre los jefes de compra de la sección de frutas y verduras de los supermercados de los principales centros de consumo, que consiste en permanecer enterados sobre el precio que se va a pagar en la semana; esto ocurre para prevenir la especulación por parte del proveedor y/o mayorista comercializador. Algunos supermercados trabajan durante todo el año con una franja de precios para proveedor y consumidor como es el caso de Carulla.

Tendencia de los precios. De acuerdo con los resultados obtenidos en el cálculo de la tendencia a largo plazo, durante el período de 12 años, se ha presentado un aumento de precios promedio de cerca de \$17,94 por kilogramo de plátano/año, en la central de abastos de Cavasa de Cali, siendo el aumento promedio más alto alcanzado, en comparación con los registrados en las otras dos ciudades. Por su parte, la central de abastos de Santafé de Bogotá (Corabastos) en el mismo período ha presentado un incremento promedio en el precio de \$9,40 por kilogramo de plátano/año, mientras que en la plaza mayorista de Medellín, se presenta el menor incremento del precio con \$9,16 por kilogramo/año.

Calidad del producto. El Instituto Colombiano de Normas Técnicas - ICONTEC, es la entidad gubernamental encargada de fijar las normas de calidad con el propósito de estandarizar el producto en el mercado internacional. Para el plátano de consumo nacional aún no existe una norma que sirva de referencia, por la cual puede afirmarse que la calidad se determina de acuerdo al criterio comercializador, muchas veces caprichoso. Para determinar la calidad del plátano cultivado en el departamento del Quindío, se tomaron al azar 2.443 dedos (50 racimos) en diferentes puntos de la cadena de comercialización, así: en 20 fincas, 1.008 dedos (20 racimos) de los sistemas de producción independiente, tradicional e intercalado con café en barreras; en supermercados locales, 495 dedos (11 racimos); plaza El Retiro, 343 dedos (7 racimos); en la ciudad de Cali, plaza Santa Elena, 233 dedos (5 racimos) y en Cavasa, 364 dedos (7 racimos). Las muestras se clasificaron, en el laboratorio de la Universidad La Gran Colombia, en diferentes calidades de acuerdo al peso del dedo, en los rangos especificados en la Tabla 8. Esta clasificación, lógicamente, debe estar complementada por normas de sanidad, grado de maduración y características de la pulpa.

Tabla 8. Clasificación por peso (g) del plátano Dominico-Hartón cultivado en el Quindío (Peláez *et al.*, 1995).

Calidad	Rango (g)	Total No.	Dedos %
Extra	>400	91	3,7
1ª	300 - 399	918	37,6
2ª	200 - 299	1.070	43,8
3ª	<200	364	14,9
Total		2.443	100,0

De acuerdo con los datos de la Tabla 8 se considera que la calidad tercera es responsable en gran parte de la poca aceptación en los diferentes puntos de venta y corresponde al 14,9% de la muestra analizada. Por otra parte, en promedio la calidad tercera proviene en un 53% de las muestras tomadas en los cultivos tradicionales, 31% de intercalados con café en barreras y solo un 16% de los cultivos independientes tecnificados, de las 20 fincas muestreadas. En los supermercados especializados se manejan normas de calidad según políticas de mercadeo de cada almacén. Una de las más utilizadas es la del supermercado Carulla "Norma 187" donde se establecen las condiciones y requisitos para la comercialización del plátano.

Canales de comercialización. El 95% de los productores del Quindío realizan el proceso de comercialización a través de un intermediario, el 5% restante está en el mercadeo especializado, para lo cual invierten en la tecnificación del cultivo, preparación de la mano de obra y manejo postcosecha del producto. En la comercialización del plátano uno de los primeros canales de distribución y el más sencillo se realiza directamente entre el productor y el consumidor final y en algunos casos, pasando por la Feria del Plátano (primer intermediario). Las comercializadoras del Quindío compran la cosecha de plátano directamente al productor, en algunos casos dueños de los cultivos o miembros de una asociación de productores y, en casos especiales, recurren a intermediarios.

En la Figura 1, se presenta el flujo del producto desde la zona de producción en el departamento del Quindío hasta los centros de consumo en el país durante 1994 (año en el cual se tomó la información básica de este diagnóstico). Como se puede apreciar, el 90% de la producción procede de Quimbaya, Montenegro, Armenia, Calarcá y La Tebaida. La mayor parte de la producción es vendida por el productor al mayorista acopiador rural, comerciante típico

de la zona que puede actuar como mayorista y detallista, quien se desplaza a la finca con una cuadrilla de aproximadamente seis trabajadores para la recolección del producto, acopio y transporte, asumiendo los costos respectivos. La plaza El Retiro maneja el 11,9% del producto, el 5% de la producción es vendida directamente por los productores a los supermercados y el resto 15,6% a través de comercializadores.

Márgenes de comercialización. En la Tabla 9 se presentan los márgenes brutos estimados de comercialización, calculados con los datos obtenidos en la encuesta para el producto dirigido al mercado especializado (caso A) y al mercado tradicional (casos B y C), en las ciudades de Santafé de Bogotá, Cali y Medellín. Se observa que parte del precio final del producto le corresponde a cada uno de los agentes que intervienen en el proceso de comercialización. El productor participa en promedio con el 36,6% en el mercado especializado, 22,7 y 23,6% en el mercado tradicional, en los respectivos casos de distribución analizados y el mayor porcentaje del margen se queda en la cadena de intermediación. En cuanto al número de intermediarios, se observa un mayor número de agentes en el mercado tradicional respecto al especializado y, como consecuencia, unos márgenes menores de comercialización para el primero.



de plátano pues, al no protegerse de los golpes y el manejo durante el transporte, el producto queda expuesto a fácil contaminación y deterioro. Los resultados de la investigación muestran que el 81,6% del producto comercializado fuera del departamento se transporta en racimos, solo el 13,5% en canastillas plásticas y el restante 4,9% en otras presentaciones.

Del análisis de los resultados de 46 encuestas aplicadas a los productores sobre pérdidas postcosecha, 29 (63%) reportan pérdidas en promedio del 2,3% en finca y 17 (37%) manifestaron no tener pérdidas. Como causas principales señalan las plagas y enfermedades, vendavales, granizadas, falta o deficiencia de labores culturales en precosecha, el robo y daños mecánicos en poscosecha. El porcentaje de pérdidas indicado por los productores es muy bajo con respecto a los datos registrados en la literatura, y en los datos reales. La Frutera del Quindío-Fruquín, reporta pérdidas en cosecha del 8% en el mercado especializado, lo cual hace pensar que el agricultor no está consciente de la identificación y magnitud de las pérdidas físicas y menos aún de sus efectos económicos. Además, en el mercado tradicional el intermediario no está interesado en exigir calidad. Las pérdidas promedio registradas por la Cooperativa Integral Cafetera-Coinca, en el transporte del plátano desde Armenia a supermercados de Santafé de Bogotá, fueron del orden del 13,6% por rechazo y 2,1% por deshidratación, en 35,8 toneladas enviadas durante el año 1994. La Frutera del Quindío-Fruquín presenta, en promedio, pérdidas de 4,3% y 7,8% por deshidratación en envíos nocturnos y diurnos, en su orden, a las ciudades de Cali, Santafé de Bogotá y Medellín. Las cadenas de supermercados registraron pérdidas de 2,2, 2,6 y 3,8% por manipulación en góndolas (empleados y público) en las ciudades de Cali, Santafé de Bogotá y Medellín, respectivamente. Sumando los datos en las diferentes etapas descritas, se estima un total de 28,9% a 32,4% de pérdidas de producto.

BIBLIOGRAFÍA

- Banguero, H. 1992.** Seguridad alimentaria, apertura económica y pobreza en Colombia. Universidad del Valle. Cali, Colombia, pp. 110-125.
- Belalcázar, S.; Valencia, J.A. 1991.** Cosecha y mercadeo del plátano. En: El cultivo del plátano en el trópico. Manual de Asistencia Técnica No.50. ICA, CIID, Comité Departamental de Cafeteros del Quindío, INIBAP. Armenia, Colombia, pp. 343-348.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, Institut De Recherches Sur Les Fruits et Agrumes. 1992.** Mejoramiento del cultivo del plátano en la zona cafetera de Colombia. Chinchiná, Colombia. pp. 1-31.
- Orozco, R. 1975.** Algunas técnicas en análisis de precios y pruebas estadísticas relacionadas. Temas didácticos (Colombia). Vol.3, No.9-10. pp.3-8, 15-20.
- Orozco, R.; Rosales, R. 1991.** Formulación de microplanes relacionados con la protección agropecuaria: Caso ilustrativo de la sigatoka negra en plátano. ICA, Boletín Técnico No.206. Tibaitatá. pp.14-20.
- Peláez, M.C.; González, G.S.; Díaz, E.J.; Amaya, A. 1995.** La comercialización del plátano con Dominico-Hartón cultivado en el departamento. Tesis Universidad La Gran Colombia, Facultad de Economía, Armenia. 240 p.

5.8. MODELO PARA LA DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS POSTCOSECHA DEL PLÁTANO DOMINICO-HARTÓN (*Musa* AAB SIMMONDS) PRODUCIDO EN EL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO

Alba Lucía Duque¹, Yareth Bohórquez¹, Especialización en Postcosecha, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Quindío, apartado aéreo 360, teléfono (576)7460100. Armenia, Quindío, Colombia.

² Universidad del Tolima, apartado aéreo 546, teléfono (0982)644215. Ibagué, Tolima, Colombia.

RESUMEN

En los laboratorios de la Universidad del Quindío a temperatura ambiente (210C) y humedad relativa del 58%, se realizó la evaluación de pérdidas postcosecha de frutos de plátano en estados verde, verde - amarillo, amarillo - verde y amarillo. Las pérdidas de peso promedio en el sistema de monocultivo durante la vida postcosecha del fruto fueron de 8.1%, siendo menores que las registradas en el sistema intercalado, las cuales fueron del 11%. En el sistema de monocultivo la mano uno presentó mayor pérdida de peso que la mano cinco. Se presentó mayor porcentaje de daño mecánicos en el sistema de producción intercalado (18.3%) y menor en el sistema de monocultivo (13.8%). La mano uno presentó mayor porcentaje de daño mecánico que la mano cinco en ambos sistemas de producción. El porcentaje de daño patológico fue mayor en el sistema intercalado (25.9%) y menor en el monocultivo (21.9%). El menor porcentaje de daño patológico lo presentó la mano tres y el mayor la mano uno en ambos sistemas. Los daños evaluados patológicamente, determinaron que los trips causaron las mayores pérdidas, seguido de *Colaspis* sp y por último *trigona*. Los daños fisiológicos fueron mínimos en la muestra.

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción del plátano se caracteriza, principalmente, por ser un cultivo en asocio con café, cacao, yuca, entre otras (88%), bajo este sistema, el destino principal de la producción es para autoconsumo y los excedentes se dirigen hacia el mercado local o intermunicipal. El 12% restante corresponde a explotaciones empresariales bajo el sistema de monocultivo, con cuya producción se abastecen por lo general mercados internos o externos especializados, (Belaicázar, 1991). En cuanto al mercadeo, la demanda está caracterizada por un consumo de 180 kg./Persona/año (10,7 racimos) en las

Tabla 1. Cuantificación de la pérdida de peso, perímetro, longitud externa, vida útil y porcentaje de daños mecánicos y patológicos en los diferentes sistemas de producción del plátano Dominico-Hartón.

Fincas	Pérdida	Pérdida	Longitud	Vida	Daños	Daños
	peso (%)	perímetro (%)	externa (cm)	útil (días)	mecánicos (%)	patológicos (%)
1	9,9 a	3,4 a	25,3 a	10,1a	15,4a	24,4 a
2	7,3 a	3,8 a	23,9 a	10,1a	13,3a	20,5 a
5	7,0 a	4,5 a	21,1 a	10,1a	12,7a	20,8 a
X	8,1	3,9	23,4	10,1	13,8	21,9
1	10,4 a	3,9	25,3 a	10,1a	10,1a	28,2 a
3	11,3 a	5,0 a	23,9 a	10,1a	18,5a	22,2 a
5	11,1 a	4,0 a	21,1 a	10,1a	17,2a	27,3 a
X	11,0	4,3	23,4	10,1	18,3	25,9

* Promedios con letras iguales no difieren significativamente según la prueba de Tukey ($P = 0,05$). La longitud externa no varía durante la vida poscosecha de los frutos en los diferentes sistemas de producción (monocultivo-intercalado).

En la vida útil de las manos 1, 3 y 5 en ambos sistemas de producción no se presentó diferencia significativa, ya que las condiciones físicas, biológicas y químicas fueron las mismas para todos los tratamientos.

La diferencia de los promedios de daños mecánicos y patológicos en las manos 1, 3 y 5 no fue significativa tanto para el sistema de monocultivo como para el intercalado.

Los resultados correspondientes a las pérdidas poscosecha del plátano Dominico Hartón en cuatro centros de distribución de la ciudad de Armenia, se observan en la Tabla 2.

Tabla 2. Cuantificación de la pérdida de peso, perímetro, longitud externa, vida útil y porcentaje de daños mecánicos y patológicos en cuatro centros de distribución de la ciudad de Armenia.

Fincas	Pérdida peso (%)	Pérdida perímetro (%)	Longitud externa (cm)	Vida útil (días)	Daños mecánicos (%)	Daños patológicos (%)
Galería (T1)	9,9 a	3,4 a	20,8 a	10,0 a	17,8 ab	9,1 b
Tienda (T2)	6,7 b	4,0 a	21,8 a	7,0 b	30,4 a	32,6 a
Bodega(T3)	6,0 b	4,8 a	23,2 a	9,8 a	23,0 ab	22,2 ab
Supermercado(T4)	5,0 b	3,3 a	22,6 a	7,4 b	11,9 b	9,4 b
Promedio	6,9 a	3,9 a	22,1	8,6	20,8	18,3

Al analizarla encontramos que se presentó diferencia significativa de pérdida de peso entre galería-tiendas, galería-bodegas y galería-supermercados, siendo éstas las más significativas por la tecnología de manejo.

No se presentaron diferencias significativas de pérdida de perímetro y longitud externa de los frutos de plátano en los diferentes centros de distribución. Los centros de distribución que presentaron diferencia significativa en los períodos de vida útil fueron: galería-supermercados, galería-tiendas, bodegas-supermercados y bodegas-tiendas. Esta diferencia en el período de vida útil se debió a factores como el cambio de temperatura, humedad relativa y el período de tránsito entre acopio y los centros de distribución.

Se presentó diferencia significativa de daños mecánicos entre tiendas y supermercados, debido a los diferentes sistemas de manejo tecnológico aplicado y a la calidad del fruto comercializado; de daños patológicos entre tiendas-supermercados y tiendas-galería, debido a la calidad de plátano comercializado y a las condiciones ambientales de almacenamiento. Observando el comportamiento de la calidad del plátano Dominico Hartón por centro de distribución se encontró que en las bodegas y supermercados se comercializa plátano de calidad "primera", mientras que en la galería y tiendas de calidad "segunda".

BIBLIOGRAFÍA

El cultivo del plátano en el trópico. 1991. Belalcázar Carvajal, S. (ed.). Manual de Asistencia Técnica No. 50. ICA, Comité Departamental de cafeteros del Quindío, CIID (IDRC), INIBAP, Feriva, Cali. 376 p.

Tecnología del eje cafetero para la siembra y explotación rentable del cultivo del plátano. 1996. Belalcázar Carvajal, S.; Cayón Salinas, G.; Jaramillo García, O.; Cortés López, C. (eds.). CORPOICA, Comité Departamental de Cafeteros del Quindío, CIID (IDRC), INIBAP, INPOFOS, Fudegraf, Armenia, Colombia. 130 p.

CCI (CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL CO). 1994. Análisis internacional del sector hortifrutícola para Colombia. Santafé de Bogotá: Universidad de los Andes.

FAD (INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS). 1986. Experiencias funcionarios OPSA.

5.9. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL PLÁTANO DOMINICO-HARTÓN (*Musa AAB SIMMONDS*) PRODUCIDO EN EL MUNICIPIO DE MONTENEGRO (QUINDÍO).

Juan Carlos Arias¹, Jimmy Berrío¹, Alba Lúcia Duque¹, Gerardo Cayón² ¹ Universidad del Quindío
² Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, apartamento 1807 teléfono (571) 7493498, E-mail: carpoarn@armenta.multinet.co Armenia, Quindío, Colombia.

RESUMEN

VALIDADO Se evaluó la calidad del plátano Dominico-Hartón cultivado en el municipio de Montenegro, que es la zona de mayor producción del departamento del Quindío; seleccionando al azar las fincas representativas, a las cuales se les aplicó la norma MIL-STD-105D para muestreo, dando como resultado siete fincas para la zona. Las muestras se manejaron mediante la técnica de Muestreo Aleatorio Simple (M.A.S.), estratificado por fincas y sistemas de cultivo; 57% para monocultivo (cuatro fincas) y 43% para intercalado (tres fincas). Se estudió la clasificación en las diferentes calidades, teniendo en cuenta las características físicas y químicas del fruto. El estudio realizado mostró que la calidad del fruto de plátano Dominico-Hartón producido en el municipio de Montenegro (Quindío), se encuentra en condiciones de calidad óptima para su buena comercialización, presentando un alto porcentaje en las calidades primera y segunda con respecto a las calidades extra y tercera.

INTRODUCCIÓN

El plátano es el tercer alimento de origen vegetal más consumido y una de las especies cultivadas más importantes en Colombia a escala nacional y últimamente ha adquirido gran importancia en mercados de Norteamérica y Europa. En Colombia se cultivan unas 400.000 hectáreas de plátano con una producción de 2,8 millones de toneladas anuales destinadas en un 96% al mercado interior en ciudades como Cali, Bogotá, Medellín, Ibagué y mercados locales. (Moreno *et al.*, 1980). El consumo per cápita promedio es de 160 kg en las zonas rurales y 70 kg en la zona urbana. El 4% restante de la producción se exporta a Estados Unidos (89%) y a Europa (Belgica 9,6% e Italia 1,2%), donde este mercado de exportación se suple con el clon Hartón y el mercado nacional con Dominico-Hartón y Hartón. (Arcila y Torres, 1998).

Cerca de las 2/3 partes del área cultivada se encuentra en la región Andina, donde, sobresale la zona central cafetera al aportar el 37% de la producción (1,044,500 toneladas). El plátano se cultiva entre 900 y 2.000 m.s.n.m., intercalado con café el 81%, con otros cultivos el 4% y como monocultivo el 15%. En esta zona el plátano es un cultivo de gran importancia socio-económica por su consumo (80 kg/persona/año), uno de los más altos del mundo, por la generación de empleo (136.000 jornales/año) y por el alto valor de la producción, superior a 200 mil millones de pesos. (Merchán, 1998).

En el país no se tienen limitaciones en comercialización por racimos, desconociéndose la calidad por su tamaño, salvo en mercados especializados donde es importante la calidad del fruto debido al sistema de mercadeo por peso (Belalcázar, 1991).

En Colombia existe la norma ICONTEC No. 1190 que clasifica el fruto de plátano Dominico-Hartón por su peso; un peso grande mínimo de 350 g, mediano de 200 a 299 g y pequeño máximo de 199 g, (Instituto de Normas Técnicas, 1975).

Debido a la importancia socio-económica del plátano Dominico-Hartón y con el fin de producir alternativas a tan diversos tipos de consumidores, se estudió la clasificación en las diferentes calidades, teniendo en cuenta las características físicas y químicas del fruto producido en el municipio de Montenegro (Quindío) para definir su estructura de comercialización.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se determinó la calidad del plátano Dominico-Hartón cultivado en el municipio de Montenegro, que es la zona de mayor producción del departamento del Quindío; seleccionando al azar las fincas representativas, a las cuales se les aplicó la norma MIL-STD-105D para muestreo, dando como resultado siete fincas para la zona. Estas fincas estaban bajo las siguientes condiciones agroclimatológicas: altura de 1.160//1.350 m.s.n.m., temperatura de 28//33°C y humedad relativa de 45//55%. Las muestras se manejaron mediante la técnica de Muestreo Aleatorio Simple (M.A.S.), estratificado por fincas y sistemas de cultivo; 57% para monocultivo (4 fincas) y 43% para intercalado (3 fincas).

A las siete fincas seleccionadas se les aplicó la norma MIL-STD-105D para muestreo dando como resultado 14 racimos por finca y cinco frutos por racimo seleccionados al azar. A cada uno de los racimos seleccionados se les determinó su peso y a cada uno de los frutos se les determinó las características físicas (peso fresco, longitud externa, longitud interna, perímetro, peso de la pulpa y peso de la cáscara) y la composición química (Brix, pH, acidez, humedad, fibra y cenizas). Los análisis físicos y químicos se realizaron en los laboratorios de la Universidad del Quindío y CORPOICA bajo condiciones ambientales normales (temperatura 23°C, humedad relativa del 76% y altitud de 1.550 m.s.n.m.).

De cada una de las características físicas y de la composición química se obtuvieron inicialmente sus promedios con sus respectivas desviaciones estándar, para así descartar los valores extremos que pudieran afectar los resultados, para lo cual se consideró que cada una de las variables siguen aproximadamente una distribución normal. Esto se verificó aplicando la regla empírica (Johnson, 1990), la cual dice que un conjunto de datos tiene una distribución normal si se cumple aproximadamente lo siguiente:

Intervalo	Porcentaje
$X - S$ a $X + S$	68% de los datos
$X - 2S$ a $X + 2S$	95% de los datos
$X - 3S$ a $X + 3S$	99% de los datos

Se propuso la siguiente escala de la clasificación para la calidad del plátano Dominico-Hartón cultivado en el municipio de Montenegro:

Calidad Extra. Los valores que se encuentran por encima de dos desviaciones estándar con respecto a la media.

Calidad Primera. Los valores que se encuentran entre la media y dos desviaciones estándar.

Calidad Segunda. Los valores que se encuentran entre la media y menos dos desviaciones estándar.

Calidad Tercera. Los valores que se encuentran por debajo de dos desviaciones estándar con respecto a la media.

Calidad	Intervalo
Extra	Superior a $X + 2S$
Primera	X a $X + 2S$
Segunda	X a $X - 2S$
Tercera	Menor a $X - 2S$

Esta escala de clasificación se propuso para que los productores clasifiquen sus frutos y así puedan tener una mejor calidad y por consiguiente una mejor comercialización.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 ilustra el rango de los parámetros generales de las características físicas y la composición química para los tipos de calidad de plátano Dominico-Hartón producido en el municipio de Montenegro (Quindío).

Tabla 1. Calidad del fruto de plátano Dominico-Hartón producido en el municipio de Montenegro (Quindío).

Parámetros	Extra	Primera	Segunda	Tercera
Peso del racimo (kg)	>29,00	20,0 - 15,80	15,80 - 11,6	<11,60
Peso del fruto (g)	>372,72	372,72 - 310,46	310,46 - 248,20	<248,20
Longitud externa fruto (cm)	>29,56	29,56 - 26,38	26,38 - 23,20	<23,20
Longitud interna fruto (cm)	>23,69	23,69 - 20,45	20,45 - 17,21	<17,21
Perímetro (cm)	>17,12	17,12 - 15,72	15,72 - 14,32	<14,32
Peso de pulpa (g)	>220,34	220,34 - 186,12	186,12 - 151,90	<151,90
Peso de cáscara (g)	>154,71	154,71 - 128,37	128,37 - 102,03	<102,03
Brix (%)	7,4 - 8,5	7,4 - 8,5	7,4 - 8,5	7,4 - 8,5
pH	<6,40	6,40 - 6,20	6,20 - 6,00	>6,00
% Acidez	>0,046	0,0469 - 0,0371	0,0371 - 0,0272	<0,0274
% Humedad	>61,68	61,68 - 57,56	57,56 - 53,44	<53,44
% Fibra	<0,21	0,31 - 0,21	0,41 - 0,31	>0,41
% Cenizas	>0,94	0,94 - 0,88	0,88 - 0,82	<0,82

En la Tabla 2 se observa que tanto las características físicas como la composición química del plátano Dominico-Hartón originan frutos de buena calidad en esta región, generando así mayor demanda nacional de este producto. Las calidades primera y segunda son las más representativas en dicha zona.

Tabla 2. Clasificación (%) de los tipos de calidad del plátano Dominico-Hartón cultivado en el municipio de Montenegro (Quindío) en estado verde.

Parámetros	Extra (%)	Primera (%)	Segunda (%)	Tercera (%)
Peso del racimo	14	34	47	5
Peso del fruto	12	43	32	13
Longitud externa fruto	14	37	38	11
Longitud interna fruto	5	45	40	10
Perímetro	12	44	35	9
Peso de pulpa	14	36	36	14
Peso de cáscara	13	34	41	12
Brix (%)	11	11	11	11
pH	3	49	48	0
Acidez	7	45	48	0
Humedad	4	44	40	12
Fibra	10	43	39	10
Cenizas	24	30	28	18

Tabla 3: Calidad (%) del plátano Dominico-Hartón producido en el municipio de Montenegro (Quindío) en estado verde para el sistema de monocultivo según las características físicas y la composición química.

Parámetros	Extra (%)	Primera (%)	Segunda (%)	Tercera (%)
Peso del racimo	23	32	45	0
Peso del fruto	15	45	31	9
Longitud externa fruto	11	23	47	19
Longitud interna fruto	2	41	39	18
Perímetro	16	49	30	5
Peso de pulpa	18	39	31	12
Peso de cáscara	18	34	41	7
Brix (%)	7	7	7	7
pH	0	39	61	0
Acidez	9	43	48	0
Humedad	5	47	39	9
Fibra	0	38	46	16
Cenizas	23	31	23	23

Tabla 4. Calidad (%) del plátano Dominico-Hartón producido en el municipio de Montenegro (Quindío) en estado verde para el sistema intercalado según las características físicas y la composición química.

Parámetros	Extra (%)	Primera (%)	Segunda (%)	Tercera (%)
Peso del racimo	2	36	50	12
Peso del fruto	7	40	34	19
Longitud externa fruto	19	55	26	0
Longitud interna fruto	9	50	41	0
Perímetro	7	38	41	14
Peso de pulpa	9	31	43	17
Peso de cáscara	7	34	40	19
Brix (%)	17	17	17	17
pH	8	61	31	0
Acidez	5	48	47	0
Humedad	2	40	43	15
Fibra	22	50	28	0
Cenizas	26	29	33	12

Comparando los dos sistemas de producción (monocultivo e intercalado) el estudio mostró que en ambos sistemas el mayor contenido de frutos se encuentra en las calidades primera y segunda; la calidad extra se encuentra representada por un mayor porcentaje de frutos en el sistema de monocultivo que en el sistema intercalado.

Al comparar las características físicas de los frutos en ambos sistemas de producción podemos concluir que el sistema monocultivo presenta frutos con mejores características que el sistema intercalado.

BIBLIOGRAFÍA

Arcila, M.I.; Torres, F. 1998. Aspectos sobre fisiología y manejo postcosecha del plátano de la región cafetera central. En: Seminario Internacional sobre Producción de Plátano. Memorias, Universidad del Quindío, Comité de Cafeteros del Quindío, SENA, INIBAP, CORPOICA. Armenia, p.247.

Belalcázar, C.S. 1991. El cultivo del plátano en el trópico. Manual de Asistencia Técnica No. 50. ICA. Cali, Colombia. pp.

Comité de Cafeteros del Quindío, Corpoica, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, IDRC-CIID, INPOFOS, ICA, INIBAP. 1996. Tecnología del eje cafetero para la siembra y explotación rentable del cultivo del plátano. Armenia, Quindío, Colombia.

Moreno, J. 1980. Consideraciones metodológicas para estudios de postcosecha en productos perecederos. IICA. OEA. Proyecto CECORA-IICA.

5.10. CONSERVACIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN DEL PLÁTANO*

German Giráldez, Universidad del Quindío, apartado aéreo 360, teléfono (576) 7460100, E-mail ggiralde@uniquindio.edu.co, Armenia, Quindío, Colombia.

La cumbre mundial de la Alimentación celebrada en Roma, del 13 al 17 de noviembre de 1996, aprobó la declaración sobre Seguridad Alimentaria Mundial y plan de acción alimentaria mundial. En ambos documentos la comunidad internacional se compromete a hacer realidad el derecho humano a la alimentación. La cumbre fijó entre otros los siguientes objetivos :

- * Reducir el número de personas subalimentadas a la mitad, a más tardar en el 2015.
- * Concertar la producción agrícola en los cultivos tradicionales, en correspondencia con los hábitos culinarios de las comunidades.
- * Desarrollar mejores tecnologías de procesamiento, conservación y almacenamiento de alimentos, a fin de reducir las pérdidas postcosecha.

Cotton, (1948), estimó, en un estudio realizado en 27 países, que el mundo perdía cerca de 65 millones de toneladas de alimentos, las cuales podrían suplir las necesidades calóricas de 100 millones de personas. Pimental *et al*, (1975), estimó que las pérdidas mundiales de alimentos son de alrededor de 20% y que en los países en desarrollo puedan llegar hasta 48%. La FAO, (1976), en su septuagésimo período de sesiones, reafirmó la resolución del séptimo período extraordinario de sesiones, en la cual se podría reducir en 50% las pérdidas postcosecha para el año 1985.

En Colombia, la participación porcentual del sector agrícola en los últimos tiempos, según el Anuario estadístico de 1995, ha disminuido de 24,2% a 7,8% en los productos transitorios, mientras que los permanentes se han incrementado de 28,8% a 36,2%. El comportamiento de la agricultura, sin el cultivo del café, ha pasado de 53% a 54%. Además de mostrar que los vegetales de mayor consumo en Colombia en orden de importancia son : cereales, papa, plátano, raíces comestibles, hortalizas y frutas. Los cereales

* Tomado de: Seminario Internacional sobre Producción de Plátano (1998, Colombia). Memorias M, Giráldez, S, Bañalázar, G, Cayón, R, Botero (Eds). Armenia, Colombia. CORPOICA, UNIVERSIDAD DEL QUINDIO, COMITECAFE QUINDIO, SENA, p.265 - 283.

y la papa cuentan con un desarrollo tecnológico en postcosecha muy aceptable y las pérdidas se originan por la no aplicación o validación de tecnologías existentes, mientras que los demás vegetales carecen de una tecnología adecuada.

El cultivo de plátano en Colombia cuenta con un área de 450.000 hectáreas y con una producción de 2,8 millones de toneladas, donde 72% se cultiva en la región andina, 15% en la Caribe, 10% en los llanos y 3% restante en las otras regiones. La calidad del plátano producido es muy variable, debido a que no se han unificado o validado las tecnologías de producción y no se han desarrollado procesos de cosecha, postcosecha o transformación que mantenga y conserve las calidades demandadas por los consumidores. El período de cosecha cuenta entre otros con la época de corte del racimo definida como el punto en el cual el fruto no presenta aumento en peso fresco lo cual ocurre a los 3,5 meses de floración para el clon Hartón y entre 4 y 5 meses para el clon Dominico-Hartón, estos períodos son afectados por condiciones ambientales que pueden alargarlos o acortarlos. En cuanto al mercado nacional no se tienen limitaciones en comercialización por racimos, salvo en mercados especializados donde es importante la calidad de la fruta debido al sistema de mercadeo por peso. (Belalcázar, 1991).

Duque y Bohórquez, (1997), encontraron que las pérdidas de plátano en la región andina están dadas durante la cosecha y postcosecha por mal manejo en el corte, acopio inadecuado en la finca, transporte inapropiado a los centros de distribución, inexistencia de tecnologías de manejo y conservación; estas pérdidas se pueden disminuir cuando se cuente con unas tecnologías apropiadas, que busquen conservar la calidad de los diferentes vegetales y que tengan en cuenta su morfología, fisiología y la influencia en los procesos físicos, químicos y biológicos que alteran la vida útil del alimento.

CARACTERIZACIÓN FÍSICA

Algunas de las variedades de plátano producidas en la zona cafetera central colombiana presentan unas características físicas bien definidas en el tiempo de floración, en las épocas de corte, así :

Tabla 1. Características físicas de algunos plátanos

Característica/Clon	Días de floración								
	Dominico			Hartón			Guineo Cachaco		
	100	120	140	100	120	140	100	120	140
Peso dedo representativo g.	306,60	307,90	301,50	111,85	116,05	137,11	126,82	178,15	258,00
Cantidad de pulpa g.	60,82	61,40	62,50	55,16	56,44	60,37	46,32	49,57	58,32
Cantidad de cáscara g.	39,20	38,60	37,50	44,84	43,56	39,63	53,68	50,43	41,68
Relación pulpa/cáscara	1,50	1,61	1,67	1,23	1,30	1,52	0,98	0,98	1,40
Materia seca/pulpa (%)	41,70	42,10	42,34	21,60	24,71	27,17	27,11	31,75	31,59
Materia seca/cáscara (%)	14,90	14,80	14,28	10,58	10,58	15,34	18,92	16,04	16,58

Fuente : Instituto Colombiano Agropecuario ICA

Al analizar las tres épocas se encontró, teniendo como base el rendimiento en peso y la cantidad de pulpa de la fruta, que el período óptimo de cosecha para el plátano Dominico-Hartón es de 20 días, y para el cachaco y el guineo 140 días.

COMPOSICIÓN FÍSICO QUÍMICA

La composición química de los frutos al momento de cosecha por cada 100 gramos de pulpa, se reporta en la Tabla 2.

Cuadro 2. Composición físico-química de la pulpa fresca de plátanos

Características/Clon	Dominico Hartón Guineo Cachaco								
	Días de floración			Días de floración			Días de floración		
	100	120	140	100	120	140	100	120	140
Humedad (%)	58,30	57,90	57,66	78,40	75,29	72,83	71,89	68,25	68,42
Proteína (%)	1,44	1,30	1,39	0,98	1,21	1,16	0,66	0,48	0,52
Azúcares totales (%)	38,03	37,64	39,39	19,12	21,57	24,18	26,00	30,03	29,76
Fibra bruta (%)	0,30	0,11	0,35	0,42	0,58	0,63	0,51	0,33	0,28
Grasa (%)	0,91	2,09	0,25	0,20	0,23	0,15	0,09	0,09	0,12
Cenizas (%)	1,02	0,96	0,96	0,88	1,12	1,05	0,84	0,82	0,90
Fósforo (mg/100 g)	110,80	75,00	57,10	67,30	82,80	93,20	69,72	63,35	48,68
Hierro (mg/100 g)	1,00	1,30	0,80	0,70	1,10	0,40	0,94	0,74	1,04
Calcio (mg/100 g)	7,80	7,10	4,50	2,70	3,60	3,70	5,00	3,52	3,13

Fuente: Morales H. 1994. Caracterización bromatológica y uso potencial de hortalizas de plátano, en siete épocas de cosecha, tesis, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.

Como el plátano es un fruto que se consume por el aporte de carbohidratos, al analizar el cuadro anterior vemos que la época más adecuada para cosecha del plátano Dominico-Hartón, Guineo y Cachaco se localiza a los 120 días.

El mercadeo de plátano en Colombia ha sido definido por algunos como un consumo de zonas productoras, donde es componente básico de la dieta familiar. Sin embargo, Giraldo *et al* (1996), consideran que los volúmenes comercializados, en un alto porcentaje, se consumen en zonas urbanas alejadas de los centros productores como Bogotá, Medellín, Cali, Bucaramanga y Barranquilla. El mercadeo del plátano responde a la oferta y la demanda, sujetándose sólo al precio sin considerar la calidad por carecer de un organismo del estado y/o una formación de los actores primarios en este campo, que

orienten su comercialización, Figura 1.

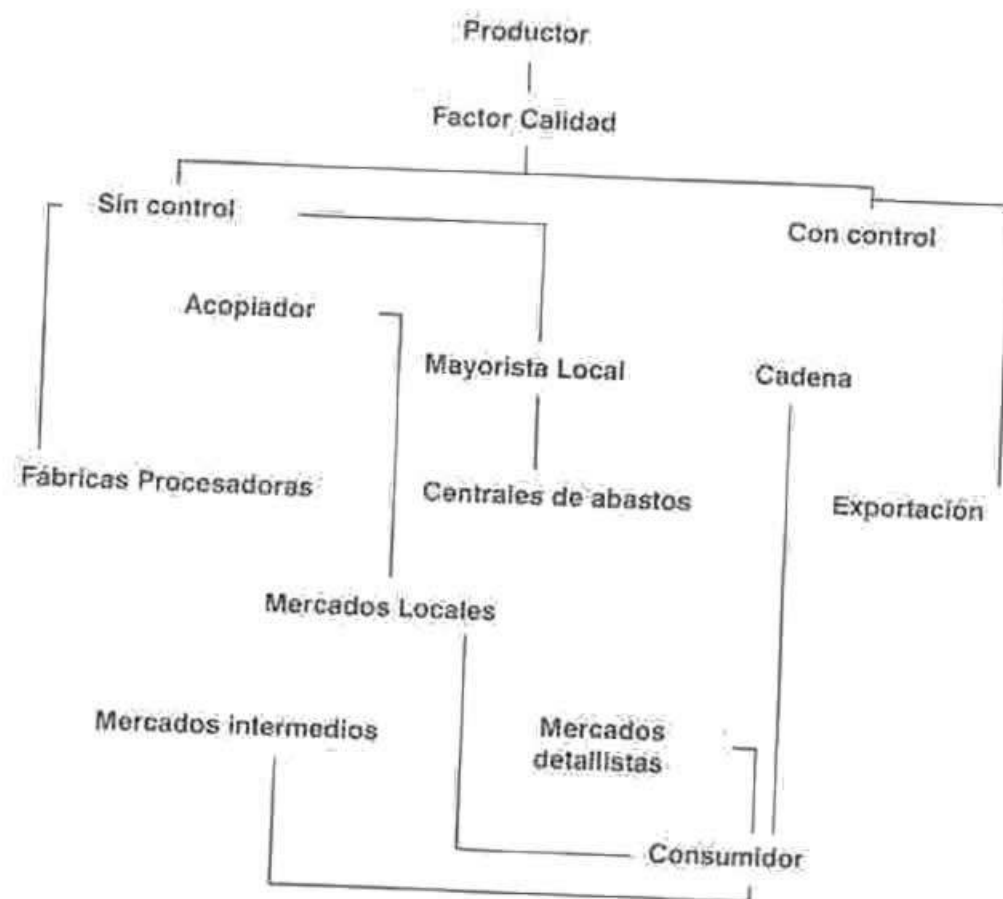


Figura 1. Canal de comercialización de plátano Dominico-Hartón en Colombia

Colombia es un país con una alta producción agrícola, principalmente en plátano, presentando exportaciones e importaciones. La Corporación Colombiana Internacional calculó en el año de 1997, con información suministrada por la DIAN, que las importaciones de plátano, banano y subproductos, para 1991 y 1996, fueron las siguientes:

Tabla 3. Importaciones de plátano y banano en 1991 y 1996

Producto	Valor 1991 (Miles de \$U.S)	Valor 1996 (Miles \$U.S.)
Plátano fresco	-	5.901
Banano Cavendish	-	163
Banano y plátano seco	60	163
Banano fresco	-	164
Subproducto plátano y banano	60	6.391

Fuente: Revista Cromos octubre 20 de 1997

El plátano Dominico-Hartón, Guineo y Cachaco se comercializa en Colombia en estado fresco, en los mercados de Santafé de Bogotá, Medellín y zona central cafetera. Su uso culinario está orientado a la confección de sancochos, sopa de coli o guineo, tajadas, maduros y teteros. El conocer la composición de las diferentes pulpas y harinas de plátano nos permite proponer una tecnología para ofrecer un producto de fácil y rápido uso, en forma de productos deshidratados o harinas de plátano Dominico-Hartón, Guineo y/o Cachaco con similares condiciones físico-químicas y organolépticas a las presentadas por el fruto fresco, adecuada para la producción de teteros, coladas escolares, sopas, tajadas y tostadas, además de buscar con éllo el uso culinario y los beneficios nutricionales para la población consumidora.

El desarrollo tecnológico debe tener en cuenta entre otras, la variedad y las condiciones ambientales, para ofrecer unos rendimientos óptimos como se ve en la Tabla 4.

Tabla 4. Distribución de materia seca en frutos de Dominico-Hartón en cuatro estados de maduración: V (verde), VA (verde amarillo), AV (amarillo verde), A (amarillo). (Arcila *et al.*, 1997).

Época	Localidad	Materia seca pulpa (%)				Materia seca cáscara (%)			
		V	VA	AV	A	V	VA	AV	A
Lluviosa	La Luker	45,2 a	38,4 a	39,4 a	39,0 b	22,9 a	14,5 a	15,6 a	17,4 b
	El Agrado	42,4 a	39,9 b	36,6 b	37,2 b	13,1 b	14,5 a	13,7 a	13,8 a
	El Jazmín	47,4 a	57,5 a	49,1 a	45,9 a	19,5 a	19,3 b	22,5 b	20,1 b
Seca	La Luker	46,3 b	39,8 a	38,2 b	41,7 a	18,9 a	12,9 a	16,0 a	16,2 a
	El Agrado	42,2 c	45,8 a	40,8 b	44,4 a	13,4 b	17,4 b	20,0 b	19,6 b
	El Jazmín	50,9 a	43,3 a	44,5 a	46,9 a	19,3 a	19,8 b	18,1 a	21,7 b

El analizar una variedad, en cuatro períodos de maduración y tres localidades con diferentes pisos térmicos y en dos períodos climáticos, nos mostró que existe una influencia de estos en las calidades de los frutos y que para efectuar cualquier proceso de industrialización se debe tener en cuenta cada una de estas variables.

La vida media de los frutos almacenados en condiciones normales reportan entre 6 y 12 días de su climaterio, el embolsado en el período de almacenamiento incrementa su vida y/o mejora su proceso de maduración, de acuerdo al tipo y color del material de embolsado.

El rendimiento en la producción de materia seca en pulpa de las variedades Dominico-Hartón, Guineo y Cachaco se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5. Composición físico-química de la pulpa seca de plátanos (Morales, 1994).

Característica/Clon	Dominico			Hartón			Guineo Cachaco		
	Días de floración								
	100	120	140	100	120	140	100	120	140
Humedad (%)	8,37	10,74	11,20	10,52	16,44	10,99	10,09	9,79	9,17
Proteína (%)	3,17	2,76	2,92	4,05	4,10	3,79	2,12	1,37	1,60
Azúcares totales (%)	83,54	79,35	82,60	79,20	72,96	79,22	89,16	85,82	85,59
Fibra bruta (%)	0,67	0,23	0,74	1,74	1,96	1,96	1,64	0,95	0,81
Grasa (%)	2,01	4,88	0,63	0,83	0,77	0,50	0,30	0,25	0,34
Cenizas (%)	2,24	2,04	2,01	3,66	3,77	3,45	2,69	2,32	2,59
Fósforo mg/100 g	243,40	159	119,80	280,10	280	306,10	223	180	140
Hierro mg/100 g	2,29	2,86	1,74	2,81	3,79	1,30	3	2	3
Calcio mg/100 g	17,20	15,10	9,50	11,00	12,00	12,10	16	10	9

Al considerar que el consumo de plátano en Colombia se ha incrementado en los últimos años, al igual que las importaciones y debido a que su aporte bromatológico es deficiente en proteínas, minerales y vitaminas, se considera que éste contribuye con algún grado de desnutrición o malnutrición alterando el desarrollo físico, mental, la capacidad de aprendizaje, la salud y la productividad laboral. Por lo tanto el proceso de producción de harina fortificada es una alternativa de conservación e industrialización que ofrecen beneficios nutricionales al ser utilizado en la alimentación infantil y adulta.

En el procesamiento del plátano se tendrá en cuenta entre otras alternativas de conservación e industrialización de plátanos de la región.

1. Manejo de la unidad comercial, racimo, mano o dedo, según su comportamiento en la postcosecha.
2. Uso de la bolsa de color, como empaque en el proceso de comercialización.
3. Procesamiento de plátano en trozos pequeños para sancocho y frijoles y trozos grandes para patacón, utilizando la tecnología de atmósferas controladas.
4. Producción de harina precocida de Guineo para sopas.

5. Producción de harina de plátano enriquecida.

Los procesos tecnológicos propuestos

La unidad en racimo presenta una muy buena alternativa de comercialización para darle una mayor vida de anaquel, sin embargo, su manejo es difícil y origina grandes pérdidas comerciales. Las unidades en manos y dedos presentan una menor vida de anaquel, pero las pérdidas comerciales son igualmente menores.

El uso de la bolsa contribuye a incrementar la vida postcosecha de los frutos comercializados en manos o en dedos, facilitando su transporte y su característica aséptica. Este proceso sustituye y mejora los resultados del trabajo anterior.

El procesamiento de los plátanos en trozos pequeños y en trozos grandes utilizando atmósferas controladas, además de ofrecer un producto de fácil uso y excelente presentación, le mejora la vida de anaquel al fruto.

La producción de harina precocida de Guineo es una buena alternativa de comercialización, además de disminuir las pérdidas postcosecha en cantidad y calidad.

El proceso de producción de la harina se realizó teniendo en cuenta el siguiente esquema:

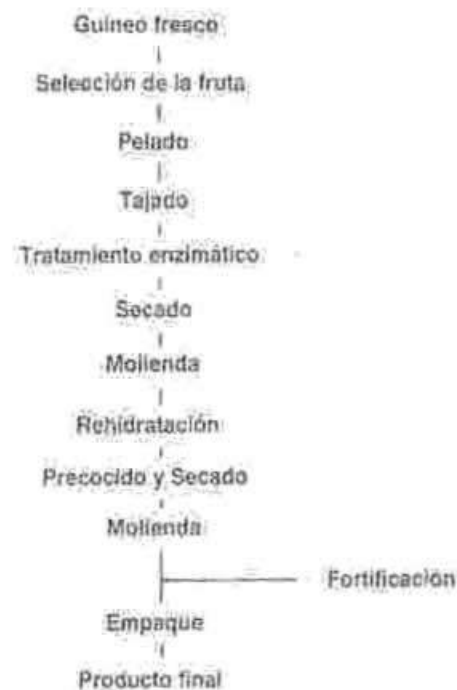


Figura 2. Diagrama de producción de harina

La fortificación de la harina se realizó teniendo en cuenta los requerimientos mínimos de micronutrientes para la población en general, ésta se efectuó posterior al precocido y molienda del Guineo debido a la inestabilidad de algunos micronutrientes por la cocción prolongada. La fortificación se formuló con base a un kilogramo de harina, así:

Tabla 6. Cantidad de micronutrientes en la fortificación

MICRONUTRIENTES	Mg / kg DE HARINA
Tiamina (Vitamina B1)	6
Riboflavina (Vitamina B2)	4
Niacina	55
Ácido fólico	1,54
Hierro	44
Calcio	1280

Producción de harinas de plátano enriquecidas. Las harinas de plátano Dominico-Hartón procesadas para la alimentación de infantes, en teteros y coladas, tuvieron en cuenta su composición y los requerimientos de los niños, por lo cual se formularon las harinas enriquecidas con proteínas, vitaminas y minerales. El proceso de producción se realizó teniendo en cuenta el mismo esquema utilizado en la producción de la harina de Guineo y su formulación (fortificación) para cada kilogramo fue:

Tabla 7. Composición de la mezcla vegetal

COMPONENTES	GRAMOS
Harina de plátano	692
Harina de soya	284
Hierro (Sulfato ferroso)	0,605
Calcio (Fosfato tricalcico)	15,75
Fosforo (Fosfato monosódico)	11,90
Vitamina A (250.000 U.I.)	0,087
Vitamina D2 (850.000 U.I.)	0,007
Niacina	0,076
Tiamina	0,006
Riboflavina	0,008
Ácido ascórbico	0,373
Metionina	1,56
Vainilla	2,00

Fuente: Giraldo G. 1983. Producción de harina de plátano enriquecida con harina de soya, vitaminas y minerales.

En el futuro se orientará la investigación a la producción de una mezcla de harina de plátano con otras materias primas que proporcionen una masa estructuralmente adecuada para la confección de las tostadas de plátano. Dicha mezcla al procesarse para la confección de las tostadas debe ofrecer las características físicas y organolépticas del producto elaborado con plátanos frescos. Esta tecnología permite la producción industrial de tostadas en forma fácil y uniforme.

BIBLIOGRAFÍA

Belalcázar et al. 1993. El cultivo de plátano en el trópico. Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Centro de Investigaciones para el Desarrollo - CIID (IDRC), Canadá, Comité Departamental de Cafeteros del Quindío, Red Internacional para el mejoramiento del banano y el plátano INIBAP-LAC, Armenia, Quindío.

Cotton, R.T. 1948. Storage losses of grain. The world picture, trans Am Assoc. Cereal Chem. 6 (2).

C.C.I. 1997. Importaciones de plátano y banano en 1991 y 1996. Revista Cromos, Octubre 20.

Duque A. L. y Bohórquez Y. 1997. Modelo para la determinación y cuantificación de las pérdidas postcosecha de plátano en el departamento del Quindío. Trabajo de Grado Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.

Giraldo G. A. 1983. Diseño de un proceso tecnológico para la producción de harina de banano guineo, apropiada para ser usada en sopas. Trabajo de investigación, Universidad del Quindío.

Giraldo C., A.; Peláez J. M.; González G. G.; Díaz M. e. i.; Amaya, M.A.; CORPOICA, ICA, Comité de Cafeteros del Quindío, CIID, Universidad La Gran Colombia, 1996. Revista Agrocampo Año II No. 4.

Morales H. 1994. Caracterización bromatológica y uso potencial de harinas de plátano, en siete épocas de cosecha, tesis Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.

Ministerio de Agricultura (1995). Anuario Estadístico Agropecuario y Pesquero. Ministerio de Agricultura. Santafe de Bogotá, D.C.

Minsalud, 1996. Decreto 1944 de octubre 28 de 1996.

Peláez M. C. 1995. Comercialización de plátano Dominico-Hartón cultivado en el departamento del Quindío. Comité Nacional de Cafeteros del Quindío, Corpoca, IDRE, CIID, Canadá, ICA, INIBAP.

Pimental, D.W. 1975. Energy and land constraints in food protein production science, 190.

5.11. GENERACIÓN DE TECNOLOGÍA PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO EN POSTCOSECHA DEL BANANO BOCADILLO (*Musa AA SIMMONDS*)*

Lina M. Buitrago O.¹; Gloria S. García L.²; María-Isabel Armita P.² (Universidad La Gran Colombia, teléfono (576) 7454791, E-mail: ugrancol@mail.ugramen.edu.com); Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, apartado aéreo 1607, teléfono (576) 7493498, E-mail: corpocam@armeria.mull.net.co, Armenia, Quindío, Colombia.

RESUMEN

Durante 1992 y 1993 en el laboratorio de la facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Gran Colombia, se evaluó el comportamiento postcosecha de los frutos de Banano Bocadillo (*Musa AA Simmonds*) bajo tres sistemas de almacenamiento. Los frutos en estado de maduración 2/4 fueron recolectados en la estación experimental El Agrado ubicada a 1.320 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 22°C y una precipitación promedio anual de 2.000 mm; se seleccionaron, se sumergieron en una solución de Sulfato amónico de aluminio (Alumbre al 1%) por media hora y posteriormente se desinfectaron con Thiabendazole (Mertack al 4%), después de secados se clasificaron por tamaño y se empacaron en bolsa plástica de polietileno y se sometieron a tres temperaturas de almacenamiento, ambiente, 13 y 15°C en refrigeración, cada tres días durante 21 días se les determinó el peso, la humedad, la intensidad respiratoria y se registraron observaciones en cuanto a apariencia externa de los frutos. Se encontró que la refrigeración a 13°C es el tratamiento más adecuado para alargar la vida útil del fruto, conservar las características físicas y organolépticas sin deteriorar la calidad y que la adecuación del producto contribuye a mantener una buena apariencia del mismo.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, se producen aproximadamente 500.000 toneladas de banano Gros Michel (AAA), principalmente para el consumo nacional (Price, 1999). El banano Bocadillo (AA) es cultivado en pequeñas explotaciones de la región

*Tomado de: Mejoramiento de la producción del cultivo del plátano, 1995, O. Jiménez, J. Valencia, H. Mejía, H. García (Eds) Armenia, Colombia, Prodimedios, p. 245-251

Atlántica, Andina y Pacífica, tiene una gran demanda en los mercados nacionales y es exportado a Centro América y a Estados Unidos. Una vez que el fruto alcanza su madurez fisiológica, se madura muy rápido y la cáscara es frágil y sensible a las magulladuras (Simmonds, 1973). Según Belalcázar *et al.* (1991), la planta de banano produce racimos de 6 kg. de peso, con 7 manos y 111 frutos. Las producciones obtenidas se pierden con frecuencia por diferentes factores como la edad de cosecha, la manipulación de racimos, el transporte de los frutos y finalmente por el sistema de comercialización de racimos y el transporte a granel, que son muy comunes en el país; para permitir que los frutos lleguen en estado verde, frescos y de buena calidad a los mercados de exportación Soto (1985) recomienda cosechar los frutos un poco antes de la madurez fisiológica. En la búsqueda de alternativas para evitar el deterioro del producto y prolongar su vida útil, se planteó el presente estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante 1992 - 1993 en el laboratorio de la Universidad Gran Colombia se evaluó el comportamiento postcosecha de frutos de banano Bocadillo, recolectados en la estación experimental El Agrado, ubicado a 1.320 m.s.n.m., temperatura promedio de 21°C, 78% H.R y precipitación promedio anual de 2.000 mm.

Los frutos se cosecharon con un grado de maduración 2/4; se realizó un preenfriamiento sumergiendo el racimo en canecas con agua limpia durante 30 minutos; se hizo un desmane y las manos se sumergieron en una solución de sulfato amónico de aluminio (Alumbre al 1%) durante media hora; se separaron los frutos en unidades sumergiéndolos durante 20 a 30 minutos en una solución de alumbre al 1%. los cuales posteriormente se desinfectaron por inmersión durante 20 a 30 minutos en una solución con Thiabendazole (Merteck 4%); se extendieron sobre una superficie limpia lisa para su secado a temperatura ambiente; finalmente, se clasificaron por tamaño y se empacaron en bolsa plástica de polietileno de baja densidad perforada y se sometieron a tres temperaturas de almacenamiento, al ambiente, refrigerado a 13°C y a 15°C; cada tres días, durante 21 días se registró el peso fresco de los frutos, se determinó humedad, la intensidad respiratoria (IR) y se realizaron observaciones de apariencia externa como el color, presencia de pecas, manchas por látex y la consistencia al tacto (blando, semiduro y duro).

El tamaño de la muestra empleada fue de tres frutos por observación en cada tratamiento y en cada época de muestreo, para un total de 126 frutos. El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorio con submuestras, los registros fueron sometidos al análisis de varianza y a la prueba de comparación de rango múltiple de Tukey ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 presenta la información relacionada con la pérdida de peso de los frutos bajo las tres condiciones de almacenamiento. Al respecto, los registros muestran que siempre hay pérdidas de peso a medida que transcurre el período de almacenamiento, siendo éstas mayores cuando se sometieron a la temperatura ambiente y menores con el almacenamiento a 15 °C, lo cual muestra que la refrigeración retarda el proceso de maduración.

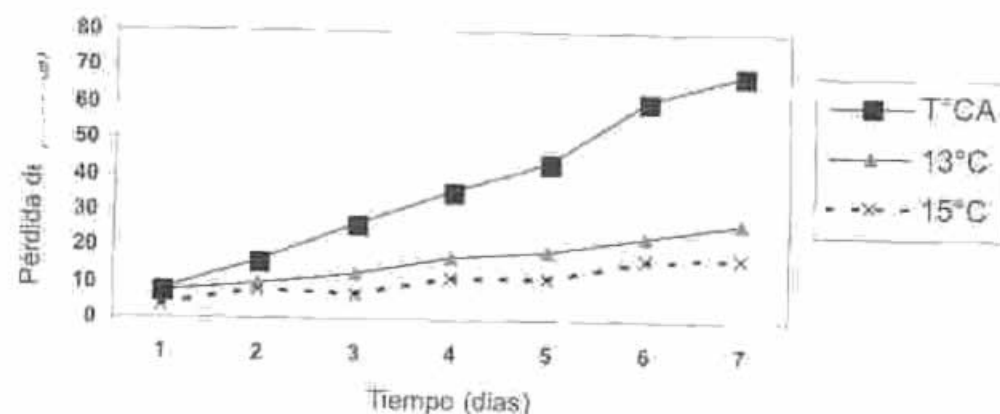


Figura 1. Pérdida de peso de frutos de banano bocadillo sometidos a diferentes temperaturas de almacenamiento.

En cuanto al porcentaje de humedad, la Tabla 1 presenta los registros respectivos, los cuales indican que los frutos almacenados bajo cualquiera de los tres sistemas utilizados, ganan humedad a medida que es mayor el período de almacenamiento, así que los tres sistemas evaluados, afectaron de manera similar el contenido de humedad en los frutos.

Tabla 1. Porcentaje de humedad de frutos de banana Bocadillo bajo tres sistemas de almacenamiento.

Almacenamiento (Días)	Temperatura ambiente (24,2°C)	13°C	15°C
3	61,7	63,9	65,3
6	59,4	63,9	65,8
9	62,6	64,9	63,7
12	66,1	67,5	64,6
15	66,2	67,5	70,3
18	67,7	68,6	70,6
21	69,2	66,6	69,5

Entre los factores que afectan la calidad de los frutos durante el almacenamiento se encuentra principalmente la temperatura la cual puede modificar el estado fisiológico de la fruta. La intensidad respiratoria que indica la velocidad con la que se produce el intercambio gaseoso, consumo de oxígeno y emisión de dióxido de carbono, fue mayor en los frutos sometidos a la temperatura ambiente (24,2°C) y menor cuando estuvieron almacenados a 13°C, permitiendo esta última la conservación de los frutos durante un mayor período de tiempo. Los frutos que estuvieron almacenados a temperatura ambiente, al cabo de tres días registraron una intensidad respiratoria superior en 50% a la de los frutos almacenados a 13 y 15°C. A los 21 días los frutos almacenados a 13°C, presentaron la menor intensidad respiratoria (38,058 mg CO₂/kg/h).

La Tabla 2 muestra que a mayor humedad de los frutos, mayor es la intensidad respiratoria ($r=0,860$). Tabla 2.

Tabla 2. Contenido de humedad de los frutos y la intensidad respiratoria, bajo tres condiciones de almacenamiento.

Humedad (%)	Intensidad respiratoria (mgCO ₂ /kg/h)
65,29	5,94
65,84	11,70
63,66	14,85
64,62	15,63
70,33	31,63
70,57	38,36
69,53	45,87

La adecuación del producto y las condiciones de almacenamiento pueden afectar la apariencia externa de los frutos, que es un factor de calidad estrechamente relacionado con el mercadeo, las Tablas 3 y 4 (temperatura ambiente, 13 y 15°C, respectivamente) presentan la información pertinente. Con respecto al color de la cáscara, el almacenamiento de 13 y 15°C hizo que los frutos permanecieran de color verde claro hasta los 21 días de almacenamiento, mientras que en el testigo (frutos que no se sometieron a ningún tratamiento previo de adecuación y se mantuvieron a la temperatura ambiente) los frutos se tornan amarillos y se deteriora en su presentación un poco más rápido que los que se sometieron al proceso de lavado y desinfección. Con relación a la presencia de manchas causadas por el látex, los frutos que no se sometieron al proceso de lavado y desinfección fueron los de peor presentación.

El desarrollo de manchas en la cáscara, fue inhibido con el almacenamiento a bajas temperaturas, mientras que en los otros dos tratamientos (ambiental y el testigo), los frutos manifestaron la presencia de éstas a partir de los 15 días de almacenamiento. Sobre la consistencia al tacto (firmeza), los frutos almacenados a bajas temperaturas permanecieron duros; a los 12 y 15 días se tornaron semiduros y a partir del día 18 se tornaron blandos. El almacenamiento a 24,2°C hizo que los frutos se mantuvieran duros hasta los seis días y a partir del día nueve la consistencia se tornó blanda.

Tabla 3. Apariencia externa de los frutos, del Clon Bocadillo, almacenados durante 21 días a 24,2°C.

Almacenamiento (Días)	Características			
	Color de la piel	Manchas por látex	Presencia de manchas	Consistencia al tacto
0	Verde claro	NO	NO	Completamente duro
3	Verde claro con trazas de amarillo claro	NO	NO	Duro
6	Más amarillo que verde	NO	NO	Duro
9	Amarillo con puntas verdes	NO	NO	Semiduro
12	Totalmente amarillo	NO	NO	Blando
15	Amarillo y parcialmente pecoso	NO	SI	Blando
18	Pardo oscuro	NO	SI	Muy blando
21	Negro	NO	NO	Reblandecido

Tabla 4. Apariencia externa de los frutos, del Clon Bocadillo, almacenados durante 21 días a 13 y 15°C.

Almacenamiento (Días)	Características			
	Color de la piel	Manchas por látex	Presencia de manchas	Consistencia al tacto
0	Verde claro	NO	NO	Completamente duro
3	Verde claro	NO	NO	Duro
6	Verde claro	NO	NO	Duro
9	Verde claro	NO	NO	Duro
12	Verde claro	NO	NO	Semiduro
15	Verde claro con trazas de amarillo claro	NO	NO	Semiduro
18	Verde claro con trazas de amarillo claro	NO	NO	Blando
21	Más amarillo que verde	NO	NO	Blando

RECONOCIMIENTOS

Los autores del presente estudio agradecen a la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Gran Colombia y a Corpoica el apoyo dado para su desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

Belalcázar C, S; Valencia M, JA; Lozada, J E. 1991. La planta y el fruto. En: Belalcázar, S (ed.) El cultivo del plátano en el trópico. Armenia, Quindío, Feriva. p.43-89.

Price, N. S. 1999. Los bananos de altiplano en Colombia. *Informusa*. 8(2): 26-27.

Simmonds, N W. 1973. Los plátanos. Barcelona: Blume. p.141

Soto B, M. 1985. Bananos. Cultivo y Comercialización. San José, LII. 141 p.

5.13. EXTRACCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y APLICACIÓN INDUSTRIAL DEL LICOR TÁNICO A PARTIR DEL SEUDOTALLO DEL CLON DE PLÁTANO ÁFRICA 1 (*Musa AAB*)*

Ari M. Restrepo V.¹; Silvia I. Tobón F.¹; Jorge A. Valencia² ¹Universidad La Gran Colombia, teléfono (576) 7454791, E-mail: ugrancol@uniall.ugcarmen.edu.co, ²Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, apartado aéreo 1807, teléfono (576) 7453438, E-mail: corpaam@armenla.militar.net.co Armenia, Quindío, Colombia

INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta que el seudotallo de la planta de plátano contiene sustancias tánicas no caracterizadas en el medio, se pretende, estableciendo controles fitosanitarios, encontrar los beneficios y aplicaciones de este subproducto en la industria textil, disminuyendo de algún modo los costos de tinción industrial. Esta sería una de las formas de utilizar adecuadamente los residuos agrícolas, los cuales tiene el hombre la obligación de usar en la mejor forma posible, sobre todo cuando dichos recursos son de naturaleza limitada. Además del interés que presenta el hecho de descubrir nuevas alternativas, posiblemente menos onerosas para la tinción industrial, el trabajo se basa principalmente en la utilización de mordientes y sustancias de tinción a partir de subproductos vegetales que hoy son desechados. Se debe considerar también que el seudotallo es utilizado como abono, sin embargo, con su utilización industrial se presentan grandes beneficios, ya que se establece un control fitosanitario en las plantaciones, contribuyendo a la disminución de problemas fitosanitarios, los cuales son perjudiciales para el desarrollo y la calidad del cultivo por tratarse de residuos de postcosecha que pueden albergar plagas y enfermedades de gran importancia económica. El objetivo de este trabajo fue el de obtener licor tánico a partir del seudotallo de la planta de plátano clon África 1 y mostrar posibles aplicaciones en la industria textil.

* Tomado de: Mejoramiento de la producción del cultivo del plátano. 1995. O. Jaramillo, J. Valencia, H. Mejía, H. García, Armenia, Colombia. Produmecios, p. 239-244.

MATERIALES Y MÉTODOS

La extracción del licor tánico a partir del pseudotallo de clon de plátano África 1, se realizó por medio de los métodos de molienda mediante rodillos y lixiviación, utilizando para ello el equipo de extracción Soxhlet. Para el primer procedimiento se hizo pasar el pseudotallo por los rodillos, recogiendo el líquido en un tanque colector, separando el residuo sólido. Para el proceso de lixiviación (extracción sólido-líquido), se utilizaron como solventes etanol, agua y éter etílico, los cuales se trabajaron a temperatura de ebullición. El proceso consistió en mezclar íntimamente el sólido con el solvente durante cinco horas, luego se hizo una filtración separando los sólidos de los líquidos; se pasa a una concentración por evaporación que además permite la separación de los solventes por la diferencia del punto de ebullición, obteniéndose el licor tánico, el cual se concentra hasta 3.5 grados Baumé.

Obtenido el licor tánico se sometió a un análisis cualitativo y cuantitativo. El cualitativo se hizo mediante el método Procter que consistió en la utilización de diferentes reactivos que producen en el licor coloraciones y pigmentados característicos. Para ello se utilizaron el alumbre fénico, agua de bromo y ácido nítrico, los cuales permiten la clasificación de los taninos, ya sea los derivados de la pirocatequina, del pirogalón y los de naturaleza mixta. Con el sulfito sódico, ácido sulfúrico y agua de cal, se identificaron la presencia de los polifenoles.

El análisis cuantitativo del licor tánico permite determinar el licor como tal, la humedad, las cenizas y las sustancias tánicas contenidas en él.

Las telas que se someterían al teñido pasarían por un proceso o tratamiento previo, elaborado por la productora de hilados y tejidos Unica S.A., de Manizales. El proceso consistió en desencolar, blanqueo, mercerizados y se obtiene base apta para teñir. Lista la tela se procede a preparar las teñidoras industriales utilizadas que fueron: Ahiba, teñidora a presión, la Pretema multicolor, sistema continuo de teñido y la de poder de impregnación, que usa un sistema semicontinuo de teñido. Obtenido el teñido de las telas, se sometieron al control de calidad (prueba de solidez del colorante), mediante los siguientes procedimientos:

Solidez al lavado doméstico e industrial. Este se logra mediante tres pruebas: El primero (IA) es un lavado suave y repetitivo a mano. El segundo (IIA), lavados repetitivos en máquina lavadora y el tercero (IIIA), la tela es sometida a un lavado drástico sin aplicar blanqueador (Tabla 1).

Solidez del color a la luz solar. Las telas son sometidas a la luz solar y a la primera muestra de decoloración; el contraste debe ser comparado con un patrón.

Solidez del color al planchado. Se determina el cambio del color de la tela al planchado en seco y en húmedo.

Solidez del color al sudor. Se humedecen las telas con soluciones alcalinas y ácidas, bajo un peso de 5 kg y se secan lentamente a 40°C.

Solidez del color al frotamiento. Consiste en frotar la tela contra otra tela blanda testigo, empleando un frictómetro.

Solidez del color al secado a la sombra. Se toman las diferentes muestras, se humedecen y se dejan secar totalmente a la sombra.

Solidez del color al secado expuesto al sol. Consiste en humedecer las telas y dejarlas secar completamente al sol.

Las pruebas anteriores a que se someten las telas, se clasifican mediante la asignación de valores de 1 a 5, en donde:

5. Excelente, no presenta ningún cambio en la coloración.
- 4-5. Hay cierta tendencia a una desviación de tonalidad, mas no hay disminución en la tonalidad del color.
4. Disminución en la intensidad de la coloración.
3. Desvanecido visible de la tonalidad.
2. Marcada disminución del matiz.

Tabla 4. Programación para teñir en la máquina Prátoma Multicolor

Tratamiento	Tipo de tela																			
	Dril		Lino				Chalis				Popelina									
	4	4			4	4			4	4			4	4	4					
Solidez al lavado	5	-	-	4	4	5	-	-	4	4	-	-	4	4	4	-	-	-	4	4
	5	5			5	5			5	5			5	5	5					
Solidez al frote	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Solidez al sudor	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Solidez al calor de la plancha	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Solidez a la luz	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Secado a la sombra	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Secado al sol	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Tabla 5. Programación para teñir en la máquina de impregnación

Tratamiento	Tipo de tela																			
	Dril		Lino				Chalis				Popelina									
Solidez al lavado	3	3	2	2	1	3	3	3	2	2	3	3	2	2	1	3	3	2	2	2
															4					
Solidez al frote	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	5	5	5
															5					
Solidez al sudor	5	5	5	-	-	5	5	5	5	-	5	5	5	5	-	5	5	5	5	-
			4	4					4					4						4
			5	5					5					5						5
Solidez al calor de la plancha	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Solidez a la luz	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Secado a la sombra	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Secado al sol	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

En lo referente al cuadro de éxitos y fracasos en la prueba de lavados para las telas teñidas en la máquina de impregnación, en la Tabla 6 podemos ver que fue un éxito para el teñido del lino y un fracaso para el dril, el chalis y la popelina.

RECONOCIMIENTOS

A la Universidad Gran Colombia, Tejidos Única S.A (Manizales), Corpoica y al Comité Departamental de Cafeteros del Quindío por el apoyo dado para el desarrollo del presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Aidam, F. 1963. Tecnología del cuero. Editorial Albatros, Buenos Aires, Argentina.

Barbaricho, G. A. 1990. Estadística Elemental Moderna. Editorial Ariel S.A. Barcelona.

Belalcázar, S. 1991. El cultivo del plátano en el trópico. Editorial Feriva, Cali, Colombia.

Costa, M.R. 1990. Las fibras textiles y sus tinturas. Editorial Cancytec, La Lima.

Estalella, T. 1963. Tratado de química aplicada. Editorial Gustavo Gill, Barcelona.

Evans, W.Ch. 1958. Tratado de farmacognosis. Editorial Interamericana, México.

Lees, R. 1982. Análisis de los alimentos, métodos analíticos y de control de calidad. Segunda Edición. Editorial Acribia, Zaragoza.

Martínez, B. C. 1987. Estadística apuntes y 614 problemas resueltos. Cuarta Edición, ECOE. Santafé de Bogotá.

Trease, G. E. 1956. Química del carbono, compuestos cíclicos. Editorial Interamericana, México.

5.14. DESARROLLO DE UN PROCESO DE TECNOLOGÍA ADECUADA PARA LA PRODUCCIÓN DE HARINA DE PLÁTANO ENRIQUECIDA CON HARINA DE SOYA DESGRASADA, VITAMINAS Y MINERALES*

Germán Giraldo, Universidad del Quindío, apartado aéreo 360, teléfono (576) 7460100, E-mail: ggiraldob@uniquindio.edu.co. Armenia, Quindío, Colombia.

RESUMEN

La investigación desarrolló una tecnología adecuada y de bajo costo en la producción de harina de plátano con buenas condiciones organolépticas y microbiológicas, adaptable a la zona cafetera. El producto se enriqueció con harina de soya desgrasada, vitaminas y minerales, alcanzando una mezcla vegetal altamente aceptable con la que se pretende contribuir a mejorar el estado nutricional de la población infantil en Colombia, ya que este producto hace parte de los hábitos nutricionales. La harina se elaboró seleccionando el fruto, pelándolo y tajándolo; se sometió a un tratamiento con inhibidores enzimáticos, se secó y se molió. La harina obtenida se mezcló con la harina de soya desgrasada y con una mezcla de vitaminas y minerales previamente preparada. La mezcla vegetal presentó una composición de 7,8% de humedad, 14,1% de proteína, 0,6% de grasa, 71% de carbohidratos, 1,2% de fibra, 5,2% de cenizas, 9,9 mg de hierro, 201 mg de calcio y 759 mg de fósforo. Los análisis microbiológicos se reportaron dentro de los rangos establecidos para mezclas vegetales deshidratadas. La mezcla se preparó en forma de colada bajo las mismas condiciones que un alimento patrón (Bienestarina) y ambos se sometieron a pruebas de aceptabilidad infantil, las cuales mostraron una mayor predilección por la mezcla descrita que por el alimento patrón.

INTRODUCCIÓN

El propósito de esta investigación es desarrollar una tecnología adecuada y de bajo costo, que sea adaptable a las zonas cafeteras, para producir una harina de plátano con buenas condiciones organolépticas y microbiológicas.

Al enriquecerla con harina de soya desgrasada, vitaminas y minerales se

obtiene una mezcla vegetal altamente aceptable, que pueda contribuir a mejorar el estado nutricional de la población infantil en Colombia. También, se busca lograr un desarrollo agroindustrial en la zona cafetera, incrementando la oferta de trabajo y dando impulso al programa de diversificación agrícola en la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación parte del principio de utilizar un hábito alimentario existente en el país y proporcionarle un equilibrio de nutrientes según la recomendación para alimentos infantiles de alto valor nutritivo en niños de corta edad. El desarrollo de la mezcla vegetal de harina de plátano y harina de soya desgrasada, se basa en formulaciones teóricas, que se logran a partir de las revisiones bibliográficas siguientes:

1. La composición de las harinas

Tabla 1. Componentes principales para formular la mezcla vegetal.

Composición	Harinas de soya desgrasada	Harina de plátano
Proteínas	51,5	2,0
Carbohidratos	30,0*	82,7
Calorías	326,0	342,4

Fuente: ICBF (1976).

La Resolución No.4135 de 1976 (mayo 7) en la cual el Ministerio de Salud Pública fija las normas sobre alimentos procesados de base vegetal para uso infantil. Tal como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Recomendación para un alimento infantil de alto valor nutritivo.

Composición (100 g.)	Alimento para uso infantil de alto valor nutritivo
Humedad	13 g. max.
Ceniza	5 g. max.
Proteína	16 g. min.
PER	2 min.
Grasa	5 g. min.
Vitamina A	2.900 UI. min.
Tiamina	0,45 mg. min.
Riboflavina	7 mg. min.
Niacina	7 g. min.
Hierro	12 mg. min.
Calcio	450 mg. min.
Calorías No.	330 min.
Relación Ca.:P	1:12 min.

Fuente: Minsalud (28).

De la Tabla anterior se deduce que la cantidad de proteína por cada 100 calorías es de 4,85 grs. (28).

La mezcla vegetal formulada debe contener ácido ascórbico para aumentar la absorción de hierro, por otra parte, se recomienda la adición de vitamina D, según la Resolución 02073 de abril 18 de 1977 del Ministerio de Salud Pública (1976).

Para realizar una aproximación entre ambas Tablas, se utilizan las siguientes ecuaciones matemáticas:

$$1. \text{ Relación proteína/calorías: } 0,0485 = 0,515 X + 0,02 Y$$

$$3,26 X + 3424 Y$$

$$2. \text{ Sumatoria de sustancias en la mezcla: } 97,64 = X + Y$$

$$97,64 = X + Y$$

X = Proporción de Harina de Soya Desgrasada

Y = Proporción de Harina de Plátano.

La solución de las ecuaciones anteriores nos da las siguientes proporciones:

Harina de soya desgrasada	= 28,35
Harina de plátano	= <u>69,29</u>
Total	<u>97,64</u>

Para obtener el 100% de alimento se requiere adicionar 2,36% de premezcla de: minerales de hierro, calcio y fósforo, vitaminas A, D, Niacina, Tiamina, Riboflavina y Ácido Ascórbico.

La mezcla vegetal calculada quedaría entonces constituida por los siguientes componentes:

Tabla 3. Composición teórica de la mezcla vegetal harina de plátano-harina de soya desgrasada (por 100 gr. de alimento).

Composición 69,29:28,35	Cantidad
Calorías No:	329,7
Humedad (%)	11,0
Proteínas (g.)	16,0
Grasas (g.)	0,55
Carbohidratos (g.)	65,8
Canizas (g.)	1,7
Fibra (g.)	2,0
Vitamina A (UI)	2,900
Vitamina D (UI)	400
Niacina (mg.)	7
Tiamina (mg.)	0,45
Riboflavina (mg.)	0,7
Ácido Ascórbico (mg.)	30
Hierro (mg)	12
Calcio (mg)	450
Fósforo (mg)	540
Otros (g.)	1,57

La proteína de soya tiene un aminoácido limitante, cuando se compara con la proteína patrón. (FAO, 1970).

El primer aminoácido limitante es la metionina, con un cómputo químico de 73,6%, mientras que el segundo es la treonina con un cómputo químico de 96,4%. La adición de metionina se realizará hasta llegar al limitante (treonina). Al realizar los cálculos se encontró que el nivel del 96,4% de metionina corresponde a 212 mg., lo que nos indica una adición de 50 mg. de metionina/g. de nitrógeno. Pero como va a utilizarse harina de soya desgrasada se tiene que la conversión nos da 4,12 mg metionina/g de harina de soya desgrasada. O sea que para la mezcla vegetal propuesta se requiere 116,8 mg. de metionina/100 g de mezcla vegetal.

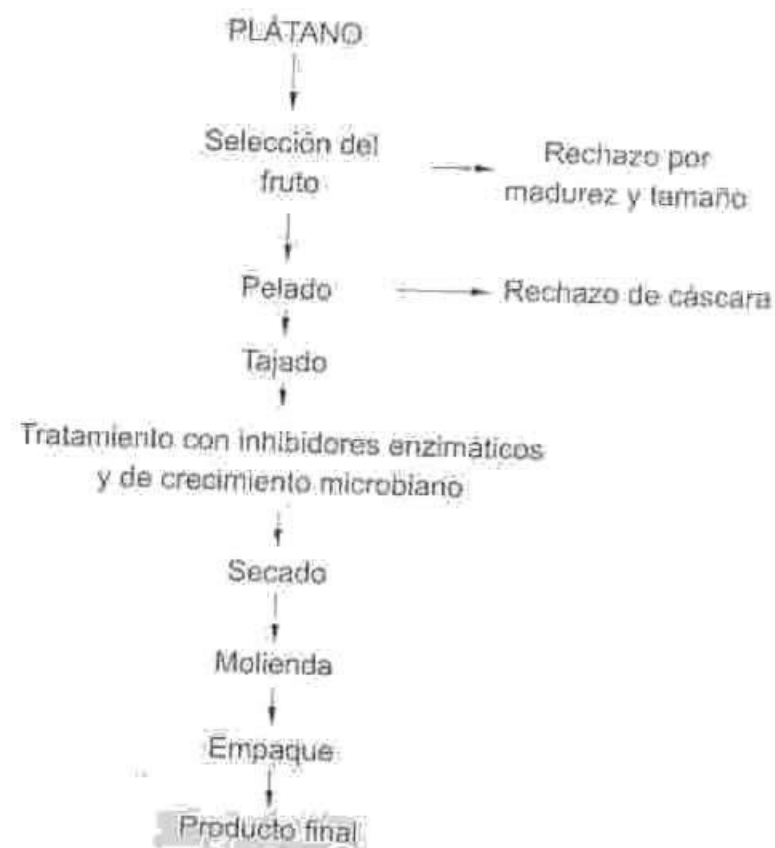


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso para la producción de harina de plátano.

Proceso de extracción. En el proceso de extracción se encuentra el Método por Solventes. Esta operación es muy común en procesos de gran escala, la extracción se hace con un solvente de grasa no-tóxico como el hexano. El solvente se filtra a través de las semillas y después de que se haya extraído el aceite queda un soluto que es la harina de soya desgrasada. Este proceso logra sacar más aceite que el prensado.

La proteína de la harina de soya se ha considerado como la mejor de origen vegetal.



Fuente: IIT (17).

Figura 2. Proceso de producción de una mezcla de harina de plátano con harina de soya desgrasada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de la mezcla vegetal

Químico. El resultado obtenido para proteína fue inferior al calculado tal como puede observarse. Por lo tanto, es necesario realizar una reformulación del producto para alcanzar las metas propuestas.

Tabla 4. Comparación de la composición química de la mezcla vegetal (por 100 g de harina).

Composición	Experimental	Bibliografía
Humedad (%)	7,8	11,0
Calorías No.	350,2	329,7
Proteína total NX6,25 (%)	14,1	16
Extracto etéreo (%)	0,6	0,55
Carbohidratos (%)	71,1	65,8
Fibra cruda (%)	1,2	2,0
Cenizas (%)	5,2	1,7
Hierro (mg)	9,9	12
Calcio (mg)	201	450
Fósforo (mg)	759	540

Microbiológico. Los resultados de los análisis microbiológicos que se le realizaron a la mezcla vegetal, se encuentran dentro del rango establecido para mezclas vegetales deshidratadas, (Tabla 5).

Ministerio de Salud Pública. Resolución 4135 de Mayo 7 de 1976. Bogotá.

Ministerio de Salud, Resolución No. 02073 de 18 de abril de 1977. Manual de Normas Farmacológicas de la Comisión Revisora de Productos Farmacéuticos, Bogotá.

5.15. DISEÑO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO PARA HUMANOS (HOJUELAS) A PARTIR DEL RAQUIS DE PLÁTANO DOMINICO HARTÓN (*Musa AAB Simmonds*)

Cerrón A. Gracia¹, Lily Linares Carvajal¹, Mary Luz Sánchez² y María Isabel Armita¹ ¹Universidad del Quindío, Apartado aéreo 360, Teléfono (076) 7480100, E-mail: gplmillo@uniquindio.edu.co; ²Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOCRA, Apartado aéreo 1607, Medellín (075) 7480100, E-mail: corpora@corpocra.milnet.co; Armenia, Quindío, Colombia.

RESUMEN

En el departamento del Quindío, la producción de plátano Dominico-Hartón es de 179,000 toneladas al año, de las cuales 27,900 toneladas son de raquis que se convierten en desechos. La composición química del raquis es superior a la pulpa y cáscara en todos sus componentes, exceptuando el almidón, lo que permitió pensar en un producto comestible portador de fibra, vitamina y minerales. Para cumplir con el objetivo del estudio, el raquis se convirtió en harina retirando la parte externa de este, lavándolo finamente y secándolo a 60°C por 24 horas; la harina de este proceso se analizó químicamente y se mezcló con harina de trigo, azúcar, esencias (piña, fresa, vainilla) y agua. La mezcla convertida en hojuelas se analizó químicamente y se sometió a prueba de degustación. Al comparar la composición química de la harina del raquis con las hojuelas y con los productos comerciales, se obtuvieron resultados muy similares en azúcares totales, Brix (%), proteína, cenizas, pH y acidez. La aceptabilidad de las hojuelas con sabor a piña no varió con la edad de los degustadores, mientras que los adolescentes prefirieron las de sabor a fresa y vainilla. La aceptabilidad del producto terminado (hojuelas) fue satisfactoria demostrando el buen uso que se le puede dar a este subproducto del plátano.

INTRODUCCIÓN

El órgano de la planta de plátano de mayor consumo en el mundo es la pulpa, la cual transformada y mezclada con otros productos como harina de soya, trigo, entre otros puede originar productos de alto valor nutricional. Después de la cosecha de los racimos quedan subproductos como la cáscara, el raquis, hojas y pseudotallo que contienen elementos importantes nutritivos que podrían

ser utilizados en la alimentación humana y que en la mayoría de los casos son reciclados en la plantación como compostaje orgánico; Vargas y Merchán (1995) evaluaron la descomposición del pseudotallo del plátano en mezcla con otros productos por la lombriz roja californiana con buenos resultados; en Costa Rica el raquis de plátano y banano es ampliamente utilizado para compostaje a través de programas de lombricultura; las cáscaras de plátano son muy utilizadas en Colombia para la alimentación de vacas y caballos. Belalcázar *et al.* (1991), afirman que el raquis y la cáscara tienen una alta composición mineral; Arcila *et al.* (1997) reportaron contenidos de fibra en la cáscara alrededor del 10%.

Considerando que en el departamento del Quindío, la producción del plátano Dominic Hartón es de 279.000 toneladas al año de las cuales 27.900 toneladas corresponden al raquis se podría pensar en la elaboración de un producto comestible humano con alto contenido en fibra y minerales, además es importante tener en cuenta que el transporte del raquis durante la comercialización de los racimos está originando un costo de aproximadamente \$5.800.000.000/año, que se traduce en pérdidas económicas (Ortiz *et al.* 1995). Una alternativa de utilización de este subproducto podría ser su conversión a harina, aprovechando que de 1 kg. de raquis se obtienen 74 g de harina se dispondrían en el país alrededor de 2.100 toneladas de materia prima de raquis (harina) para la elaboración de alimentos nutritivos para el hombre como las hojuelas, siendo éste el propósito del presente estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para obtener la harina del raquis se recolectaron vástagos de plátano Dominic Hartón en la plaza mayorista de Armenia y se sometieron a un proceso de lavado, pelado, troceado, escurrido, secado, molienda y tamizado; a la harina se le determinó la composición en humedad, sólidos solubles totales (SST), ceniza, fibra, pH, acidez, nitrógeno, azúcares totales y almidón.

La elaboración de las hojuelas consistió de la mezcla de 65% de harina de raquis con 20% de harina de trigo, 5% de azúcar, 10% de agua y trazas de esencias. Al producto terminado (hojuelas) se le realizó el análisis químico, la prueba de aceptabilidad en una población de 81 personas, las cuales se dividieron en 3 muestras, (27 niños, 27 adolescentes y 27 adultos) con un número de 9 participantes para cada sabor (vainilla, piña y fresa). Los

resultados de esta prueba se sometieron al diseño experimental de arreglo unifactorial con bloques completos al azar. La composición química de las hojuelas de raquis se comparó con la composición química de dos productos comerciales (fiber-one y All-bran), análisis que fueron realizados en el laboratorio de Química de la Universidad del Quindío.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1, presenta la composición física y química del raquis fresco y de la harina. El contenido de agua del raquis fue muy alto (92,8%) al compararlo con la pulpa (59,4%) según el reporte del ICBF (1992); lo cual indica que se está costeando el transporte de agua al comercializar por racimos. El rendimiento de harina de raquis es bajo en relación con el rendimiento en harina a partir de la pulpa (16 a 26%) encontrado por Morales *et al.* (1998).

Tabla 1. Composición física y química del raquis fresco y procesado en harina de Dominic Hartón.

Prueba	Raquis fresco	Harina
Rendimiento (%)	100	7,4
Humedad (%)	92,8	11,7
Sólidos totales (%)	7,3	88,3

El raquis a pesar de tener una estructura fibrosa se adecuó a un proceso de fácil manejo y económico para luego convertirlo en harina con características apropiadas para su posterior utilización.

El análisis químico de la harina y las hojuelas de raquis de diferentes sabores se presentan en la tabla 2. Al procesar la harina de raquis para la elaboración de hojuelas se incrementó casi en un 90% el contenido de carbohidratos debido a la adición de harina de trigo; se presentaron porcentajes de proteína similares tanto para la harina de raquis como para las hojuelas de diferentes sabores, siendo mayor al compararlo con la pulpa del fruto verde (1,8%), esto indica que el raquis es uno de los subproductos de la cosecha que aporta proteína. Al elaborar las hojuelas a partir del raquis se disminuye el contenido de fibra en un 37%. El contenido de ácido málico fue mayor en las

harina de raquis (0.8 mg/ml), que en las hojuelas, debido posiblemente a la adición de esencias; las hojuelas difieren entre sí en el contenido de ácido málico según el saborizante; las de vainilla y fresa presentaron más ácido orgánico que las de piña. La harina de raquis contiene más cenizas que la harina de pulpa de plátano, lo cual refleja un mayor contenido de minerales.

Tabla 2. Composición química de la harina y hojuelas de raquis de plátano Dominico- Hartón.

Prueba	Harina de raquis	Hojuelas		
		Vainilla	Fresa	Piña
Almidón (%)	21,0	51,0	51	47,0
Azúcares totales (%)	17,2	9,8	14,1	17,2
Azúcares reductores (%)	9,4	1,0	1,0	1,0
Grados brix	1,5	2,5	2,5	2,5
Proteína (%)	6,8	6,5	6,5	6,5
Fibra (%)	35,0	22,0	22,0	22
Ceniza (%)	3,7	3,0	3,0	3,0
pH	5,7	6,0	6,1	6,3
Acidez mg/ml	0,8	0,3	0,3	0,10
Energía calorías	180	269	286	283

Al comparar la composición de las hojuelas de raquis con los productos comerciales (Fiber-one y All-bran) se encontró que el producto elaborado a partir de raquis proporciona mayores calorías y presenta mayor concentración de sólidos solubles totales (SST); el contenido de proteína de las hojuelas de raquis fue similar a fiber-one e inferior a All-bran; el contenido de fibra y el pH fueron similares al producto All-bran (Tabla 3).

Tabla 3. Composición proximal de hojuelas de dos productos comerciales.

Nombre del producto	Contenido en 100 gramos						pH*
	Energía (Cal)	Proteína (g)	Fibra dietaria (g)	Cenizas (%)*	Acidez (mg/ml)*	Grados Brix*	
Cereal de salvado de trigo "All-bran" Kellogg's	263	15	23	4,8	0,57	2,0	6,5
Cereal con fibra natural "fiber-one" Nestlé	239	8,3	36,6	3,6	0,28	1,6	7,1
Hojuelas de raquis con saborizantes	279	6,5*	22,0*	3,0	0,21	2,5	6,1

* Según pruebas de laboratorio Universidad del Guadalupe.

La Tabla 4, muestra los resultados de las pruebas de aceptabilidad, la cual fue satisfactoria, ya que presentó una gran acogida por parte de los consumidores de diferentes edades; siendo de mayor aceptación las de sabor a piña entre niños, jóvenes y adultos y las de fresa y vainilla las menos apetecidas entre la población infantil.

Tabla 4. Porcentaje de aceptabilidad de las hojuelas de raquis de plátano.

Sabor	Niños	Adolescentes	Adultos	Promedio
Piña	88,9	88,9	88,9	88,9
Fresa	55,6	100,0	88,9	81,5
Vainilla	55,6	88,9	77,8	74,1
Promedio	66,7	92,6	85,2	

C.V (%) : 1

F : n.s

n.s - Prueba de F no significativa (P < 0,05)

Considerando la composición nutricional de la harina de pulpa de plátano y comparándola con la del raquis se observa que esta última proporciona el doble de energía, casi cuatro veces más proteína, nueve veces más fibra y el doble en cenizas en una dieta humana, constituyéndose en una alternativa alimenticia, además de ser una solución a problemas de contaminación urbana en plazas minoristas (Tabla 5).

Tabla 5. Composición proximal de la harina de raquis y la harina de pulpa de plátano.

	Harina de raquis	Harina de pulpa según ICBF (1992)	Harina de pulpa según Sunday y Dismas: (1994)
Energía (Cal)	279	142	-
Proteína (%)	6,8	1,2	1,9
Fibra (%)	35	0,5	3,5
Cenizas (%)	3,7	0,9	1,6

BIBLIOGRAFÍA

Belalcázar C, S.; Salazar, C A.; Cayón, G.; Lozada, J E.; Castillo, L E.; Valencia, J.A. 1991. Manejo de Plantaciones. En: Belalcázar, S. (Ed). El cultivo del plátano en el trópico. Armenia, Quindío, Feriva. p.147-239.

ICBF (INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR CO). 1992. Tabla de composición de alimentos colombianos, 6ª ed. Bogotá, s.e. p.67-74.

Ortiz H, A; Ceballos L, LF; González H, JE. 1995. Costos y gastos para proyectos de diversificación: Bases tecnológicas. Cordicafé. Bogotá. Panamericana Formas e Impresos S.A. 30 p.

Sunday, G.; Dismas, A. 1994. Changes in composition and certain functional properties of ripening plantain (*Musa* spp. AAB group) pulp. food chemistry, Great Britain, (50):137-140.

Vargas, A.; Merchán, V. 1995. Uso de la lombriz roja en la transformación de residuos agrícolas. En: Mejoramiento de la Producción del Cultivo del Plátano. (Eds) Belalcázar, S.; Jaramillo, O.; Valencia, J.A.; Arcila, M.I.; Mejía, H.; García, H. Armenia, Quindío. Produmedios. p. 233-238.

5.16. DISEÑO DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MERMELADA A PARTIR DE LA CÁSCARA DE PLÁTANO DOMINICO-HARTÓN

Claudia Beatriz Guovara¹, Mariana Ivonne Giraldo¹, Germán Giraldo¹, María Isabel Arcila². ¹Universidad del Quindío, apartado aéreo 360, teléfono (576) 7490100, E-mail: ggiraldo@uniquindio.edu.co. ²Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, apartado aéreo 1807, teléfono (576) 7493498, E-mail: corpocam@armeria.multy.net.co Armenia, Quindío, Colombia

RESUMEN

La producción mundial de plátano alcanza los 29.7 millones de toneladas al año. Por razones climáticas, su cultivo está concentrado en África y América. De la producción mundial, el 38,8% la produce África, Colombia es el primer productor de plátano en el mundo y aporta el 54,8% de la producción de América del Sur. El fruto del plátano se consume desde verde hasta muy maduro, bien sea en estado fresco o a escala industrial en harinas y pasabocas. La industria genera gran cantidad de desechos, los cuales pueden ser transformados en productos para alimentación. Una alternativa para el aprovechamiento de uno de estos, puede ser la elaboración de mermelada a partir de la cáscara. A la materia prima y al producto terminado se le determinaron cenizas, fibra, humedad, pH, acidez, grados Brix, y se encontró que la composición de la cáscara es superior a la pulpa, y la mermelada presentan características similares a los productos comerciales.

INTRODUCCIÓN

Los estudios realizados sobre la composición química de los órganos que conforman la planta de plátano han demostrado que el pseudotallo posee altas concentraciones de celulosa, en las hojas y vástago hay altos contenidos de almidón, elevadas cantidades de ceniza en el pseudotallo, hojas y vástago y bajos contenidos de grasa en todas las estructuras (Vegalara, 1974); estos subproductos después de la cosecha pueden ser utilizados en la producción de harina, vinagre, papel, tortas comestibles, artesanías, madera procesada y alimentos para animales, entre otros. La parte del fruto de mayor consumo en el mundo es la pulpa por su aporte nutricional en energía y algunos minerales; la cáscara almacena casi la mitad de los carbohidratos del fruto, posee mayor concentración de fibra y minerales y ha sido tradicionalmente

empleada en la alimentación animal o como compostaje en las fincas, a diferencia de la pulpa posee un alto contenido de taninos (compuestos fenólicos) principalmente en el estado verde y pintón (Vegalará, 1974). A partir de la pulpa de banano bocadillo se ha logrado producir mermelada (CITA, 1995).

La cantidad total de plátano pelado que se produce en la región Andina es de 150 toneladas por mes aproximadamente, con destino a fábricas como Yupi en Cali, Chips en Medellín y Congelagro en Bogotá las cuales están dedicadas a la producción de pasabocas de plátanos verdes y maduros (Rodríguez y Rodríguez, 1999). El creciente desarrollo agroindustrial del Plátano en el eje cafetero permite la concentración de cáscara como desecho, cuyo principal destino es la alimentación animal, siendo posible su aprovechamiento en dietas humanas con alto valor nutricional. El objetivo del presente estudio fue diseñar el proceso para obtener mermelada utilizando como materia prima la cáscara de plátano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron frutos de plátano Dominico Hartón producidos en la estación experimental El Agrado, ubicada en el corregimiento de Pueblo Tapao (Montenegro, Quindío), localizada a una altura de 1.320 m.s.n.m. con una temperatura media de 22°C y una precipitación anual de 2.000 mm y frutos provenientes de la finca Santa Claus ubicada en la vereda la India (Armenia, Quindío) a una altitud de 1.200 m.s.n.m. con una temperatura de 26°C. Después de la recolección, los frutos se seleccionaron por tamaño y estado de maduración, de acuerdo a la escala de maduración cualitativa determinada por los cambios de coloración de la cáscara (verde, verde claro, amarillo verde, amarillo y muy amarillo). A cada fruto se le registró el peso, las longitudes interna y externa y el perímetro. A la pulpa y cáscara se les determinó la concentración de ácido málico, el pH, el contenido de sólidos solubles; posteriormente se deshidrataron en estufa con circulación de aire a 60°C durante 48 horas y se les valoró la concentración de fibra y cenizas.

Para definir el estado de madurez óptimo de la cáscara a utilizar en el proceso de elaboración de la mermelada, se tomaron cáscaras en los diferentes estados de maduración se trozaron, se sometieron a una extracción previa de taninos

parciales con Sulfato Amónico de Aluminio (Piedralumbre al 5%) llevada a ebullición por 10 minutos, se lavaron con agua fría y posteriormente se realizó una extracción del tanino total en un reflujo durante 4 horas con etanol al 95%, se lavaron con agua fría, y se realizó un choque térmico con agua a 95°C para neutralizar el etanol, (este proceso indicó cuál estado de maduración presentó menor concentración de taninos).

El proceso de elaboración de la mermelada se realizó con cáscaras de frutos en estado amarillo y muy amarillo, por presentar la menor concentración de tanino. La cáscara se licuó, se pesó, se le determinó la concentración de sólidos solubles (se estabilizaron a 14°Brix) a partir de esta información se procedió a la elaboración de mermelada con dos sabores (Banano y Piña)

Formulación de la mermelada de cáscara de Plátano con sabor a banano:

- Se mezcló el azúcar con la pulpa. (43,4% pulpa - 54,5% de azúcar)
- Se calentó a 200°C durante 20 minutos en los cuales se agregaron los otros ingredientes (preservantes, pectina y azúcar invertido, esencia de banano: 2,1%).
- El producto obtenido se enfrió, empacó y se etiquetó (día, mes y año).

Formulación de la mermelada de cáscara de Plátano con sabor a piña:

- 70% de cáscara y 30% de pulpa de piña.
- Se agregó la mitad del azúcar calculado en la formulación (27%)
- Se calentó a 200°C durante 20 minutos en los cuales se agregaron los otros ingredientes preservantes (ácido ascórbico, bicarbonato de sodio), pectina y azúcar invertido: 2,1%.
- El producto obtenido se enfrió, empacó y se etiquetó (día, mes y año).

Cada una de las mermeladas fue analizada en su composición física y química (humedad, ceniza, fibra, acidez titulable, sólidos solubles totales y pH) y se sometieron a una prueba de aceptabilidad y evaluación organoléptica mediante una degustación y encuesta a 50 personas en la cual se consultó por el sabor, color, aroma, aceptabilidad y textura.

RÉSULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición física y química de la cáscara en los diferentes estados de maduración se presenta en la Tabla 1. A medida que ocurre la maduración del fruto, la composición de la cáscara varía, los ácidos orgánicos y los sólidos solubles totales aumentan, el pH disminuye, registrándose en la cáscara madura un pH de 5,3, el cual es un valor alto considerando que por lo general la materia prima para hacer mermeladas tienen un pH entre 2,8 y 3,8 para evitar la presencia de microorganismos; la fibra y las cenizas permanecen constantes durante el período de maduración, a pesar de reportar un valor diferente para el estado verde. La tendencia en las variaciones presentadas por cada compuesto en la cáscara durante la maduración del fruto fue similar a la pulpa (Arcila y Torres, 1997).

Tabla 1. Características físicas y químicas de la cáscara del plátano Dominicó Hartón en diferentes estados de maduración.

Estado de maduración	Acidez (%A. Mállico)	Brix		pH	Fibra		Ceniza	
		B. Fresca	B. Húmeda		B. Seca (%)	B. Seca (%)		
Verde	0,034	5,0	6,85	4,6	9,64			
Verde claro	0,067	6,0	6,81	20,8	10,37			
Amarillo verde	0,084	6,8	6,22	21,9	12,65			
Amarillo	0,201	16,2	5,38	22,1	10,08			
Muy amarillo	0,218	16,6	5,36	22,3	11,65			

En la Tabla 2 se presentan la composición física y química de las mermeladas obtenidas a partir de la cáscara de plátano

Tabla 2. Características físicas y químicas de mermeladas de cáscara de plátano con dos sabores.

Producto	Humedad (%)	Acidez (% A. mállico)	Brix	pH	Fibra (%)	Ceniza (%)
Mermelada de cáscara sabor a banano.	60	0,268	34,2	4,8	5,6	1,16
Mermelada de cáscara sabor a piña.	66	0,268	32,8	4,51	6,9	1,28

Al comparar los productos obtenidos (mermeladas) con el estado inicial de la materia prima se evidencian marcados cambios en la composición físico-química debido a los productos adicionados durante el proceso de elaboración; se detectó mayor cantidad de fibra en la mermelada con sabor a piña debido a los altos contenidos de fibra en esta fruta; la concentración de sólidos solubles se incrementó por la mezcla con azúcar. Los contenidos de fibra y de ceniza en el producto final fueron muy bajos frente a la composición de la materia prima.

La humedad y la ceniza registradas en las mermeladas de cáscara de plátano fueron similares a los productos comerciales (la constancia). La diferencia en el pH y acidez se debe probablemente, a que las mermeladas comerciales tienen gran cantidad de azúcar, lo cual contribuye a la disminución de la acidez y el pH, el rango de pH de las mermeladas debe estar entre 3,0 - 3,2 (Piedrahíta, 1991). En cuanto a la concentración de sólidos solubles (°Brix) se observó una gran diferencia, ya que los productos comerciales presentan mayores concentraciones (65 - 69°Brix), ésto se debe, posiblemente, a que en la formulación se disminuyó significativamente el contenido de azúcar, bajando así los niveles de sólidos solubles. La fibra de los productos comerciales es menor a la aportada por la cáscara del plátano.

En la Tabla 3 se presentan los resultados de la prueba de aceptabilidad de las mermeladas, la cual arrojó resultados positivos, siendo de mayor aceptación la mermelada de cáscara con sabor a piña debido al sabor y a la textura que le confiere la pulpa de esta fruta. Sería conveniente desarrollar formulaciones con la adición de otros saborizantes.

Tabla 3. Prueba de aceptabilidad de mermeladas de cáscara de plátano Dominico Hartón de dos sabores.

Producto	Sabor			Textura			Color			Aroma			Aceptabilidad		
	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
Mermelada con sabor a banano	47	3		39	10	1	40	10		39	10	1	46	4	
Mermelada con sabor a piña	48	2		40	10		46	4		44	5	1	46	3	1

B= Bueno, R= Regular, M= Malo

BIBLIOGRAFÍA

- Arcila, M.I; Torres, F. 1997. Influencia de las condiciones ambientales sobre las propiedades físico-químicas durante la maduración de frutos de plátano Dominico Hartón (*Musa AAB*, Simmonds). Tesis: Esp. Postcosecha de Vegetales Parecederos, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia. 50p.
- CITA (Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos, C.R) 1995. Boletín No. 3,4 p. *Musa*, Costa Rica.
- Piedrahíta, C A. 1991. "Tecnología de Frutas y Hortalizas". Universidad del Valle. Cali. p. 123 - 136.
- Rodríguez S, A; Rodríguez, J L. 1999. "Aspectos socioeconómicos del cultivo del Plátano en Colombia". Corpoica. Manizales. p. 1 - 2, 5.
- Vegalara, A. 1974. "Diagnóstico Preliminar del Plátano". Minagricultura OPSA, Bogotá. s.p.

5.17. PRODUCCIÓN DE HARINA DE PLÁTANO EN CONDICIONES ÓPTIMAS PARA LA ELABORACIÓN DE PASABOCAS TIPO "SNACKS" BAJOS EN GRASA

Adriana Arroyave¹, Eugenia del Pilar Giraldo¹, Germán Giraldo¹, María Isabel Arcila². ¹Universidad del Quindío, apartado aéreo 360, teléfono (576) 7460100, E-mail: ggiraldo@uniquindio.edu.co. ²Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, apartado aéreo 1807, teléfono (576) 7493498, E-mail: corpoarm@armeria.multinet.co Armenia, Quindío, Colombia.

RESUMEN

La zona Cafetera se presenta como una buena alternativa para comercializar los productos industrializados hacia el mercado nacional e internacional. Los mercados actualmente interesados en los productos procesados de plátano de la zona cafetera son: Estados Unidos, Puerto Rico, Venezuela, Europa (España y Francia). La demanda del producto procesado está basada especialmente en patacones, harinas, tajadas fritas maduras y verdes.

Debido a la gran demanda de pasabocas crocantes se ve la necesidad de mejorar las tecnologías sobre el procesamiento del plátano para este fin, ofreciendo al mercado un producto mejorado en forma de Snacks o pasabocas de plátano, cumpliendo con la demanda del mercado mundial de alimentos bajos en grasa y 100% natural. El trabajo se orientó a la producción de una harina de plátano que proporcione una masa estructuralmente adecuada para la elaboración de los pasabocas de plátano. Este se elaboró realizando una prefrutura del plátano, luego un macerado y posteriormente un moldeo en moneditas, las cuales fueron horneadas, hasta alcanzar características organolépticas similares a las del producto elaborado con plátanos frescos.

INTRODUCCIÓN

En Colombia se consumen al rededor de 2'700.000 t de plátano en sancocho, patacón y tajada madura principalmente, el consumo de productos procesados en harina y chips es menor. Existe un mercado potencial para los productos procesados a partir de Plátano en Estados Unidos, Venezuela, Puerto Rico y Europa (España y Francia). La pulpa por su alto contenido de carbohidratos y de minerales se constituye en un producto bastante apropiado para procesar en harina para el consumo humano. En Colombia, el 40% del valor total del

mercado de "Snacks" es a partir de cereales, el 39% de papas fritas, el 9.9% a Snacks a partir de maní y el 11.1% a Snacks surtidos; siendo los productos horneados potenciales por su bajo contenido de grasa, frente a los cambios en hábitos alimenticios de la población (González, 1991). Al respecto, los criterios investigados para las "tajadas industriales" son el gusto natural, textura "crocante" y color claro mientras que un aspecto quemado o un gusto rancio, son los criterios más temidos. El objetivo del presente estudio fue producir una harina de plátano que proporcionara una masa estructuralmente adecuada para la elaboración de pasabocas tipo "Snacks" con características organolépticas similares a las del producto elaborado con plátanos frescos ya que el consecuente incremento en la demanda de alimentos requiere de soluciones innovativas que permitan altos rendimientos, bajos costos de procesamiento y aumenten la vida útil del plátano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante 1999-2000, se cosecharon racimos de Plátano Dominico-Hartón en estado "hecho" de la estación experimental El Agrado ubicada en el corregimiento de Pueblo Tapao (Montenegro, Quindío) ubicada a 1.320 m.s.n.m., con una temperatura media de 22°C y una precipitación anual de 2.000 mm. A los tres días después de la cosecha, de cada racimo se seleccionaron al azar tres frutos que posteriormente fueron lavados, pelados, sin fraccionar se sometieron a una prefrutura a 150°C durante 20 minutos en aceite vegetal; posteriormente se tomaron dos lotes: el A fue sometido a un prensado manual, secado y molido; el lote B fue sometido al prensado solamente, de ambos procesos, luego del moldeo se obtuvieron, tajadas delgadas (monedas) con un espesor aproximado de 3 mm, las cuales se hornearon. Se evaluaron las características físicas de los frutos seleccionados previamente al proceso de adecuación, registrando el diámetro, longitud externa e interna y peso de la cáscara y la pulpa; se determinó el comportamiento físico y químico (Humedad, cenizas, fibra, pH, acidez titulable, °Brix, almidón (método de Antrona) y azúcares (método enzimático)) de la pulpa fresca, seca (harina) y los productos terminados provenientes de ambos lotes (A y B); finalmente, a cada producto elaborado se le realizó la prueba de aceptabilidad en una población de 50 personas (25 jóvenes y 25 adultos), los registros de aceptabilidad fueron sometidos al diseño experimental de bloques al azar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra las características físicas de los frutos seleccionados, las cuales son similares a los reportados por Duarte y Celis (1999), las variaciones encontradas se deben posiblemente a que el tamaño de los frutos varía según su posición en el racimo (Arcila y Torres, 1997); la longitud externa junto con el peso total de los frutos que fluctuó entre 250 y 300 g, permiten su clasificación como primera calidad para el mercado nacional en fresco y procesado (Pelaéz *et al.* 1995).

Tabla 1. Comportamiento físico del fruto de Plátano Dominico - Hartón previo al proceso de adecuación.

Muestra	Diámetro (cm)	Longitud interna (cm)	Longitud externa (cm)	Peso cáscara (g)	Peso pulpa (g)
1	14,0	19,0	25	112,5	183,5
2	15,6	19,3	24	101,2	156,8
3	14,8	19,6	26	109,0	158,5

La Tabla 2 presenta la composición de la pulpa de plátano antes de ser procesada, estos resultados concuerdan con los reportados por Morales *et al.* (1994). Las variaciones encontradas se deben posiblemente a las condiciones agroclimáticas y fisiológicas de la variedad Dominico - Hartón. La materia prima tuvo una alta acidez, una concentración de sólidos solubles característica del fruto "hecho" y pintón, una alta concentración de ácido málico y los bajos contenidos de fibra son los que se registran normalmente en la pulpa de esta variedad.

Tabla 2. Caracterización física y química de la pulpa de Plátano Dominicano-Hartón.

Muestra	Ph	°Brix	Acidez (%)	Fibra (%)	Humedad (%)	Ceniza (%)
1	6,20	6,0	3,35	2,11	60	1,80
2	6,23	5,8	4,02	2,09	57	1,76
3	6,20	6,4	3,35	2,10	60	1,78

Los resultados de la caracterización física y química de los dos productos elaborados se presentan en la Figura 1. Ambos productos horneados, uno sometido al proceso A (Prefrito-prensado-deshidratado-molido-moldeo) y otro al proceso B ((prefrito-prensado-moldeo) tuvieron una gran diferencia en el contenido de humedad y de ceniza, la cual se debe probablemente a que el producto B no pasa por el proceso de secado y molido, permitiéndole conservar características organolépticas apropiadas al consumo, mientras que el producto A es sometido a dichos procesos, por tal motivo se puede decir que es allí donde posiblemente se están perdiendo algunos minerales y aromas y que ésta es la causa posible de la pérdida de sabor en dicho producto.

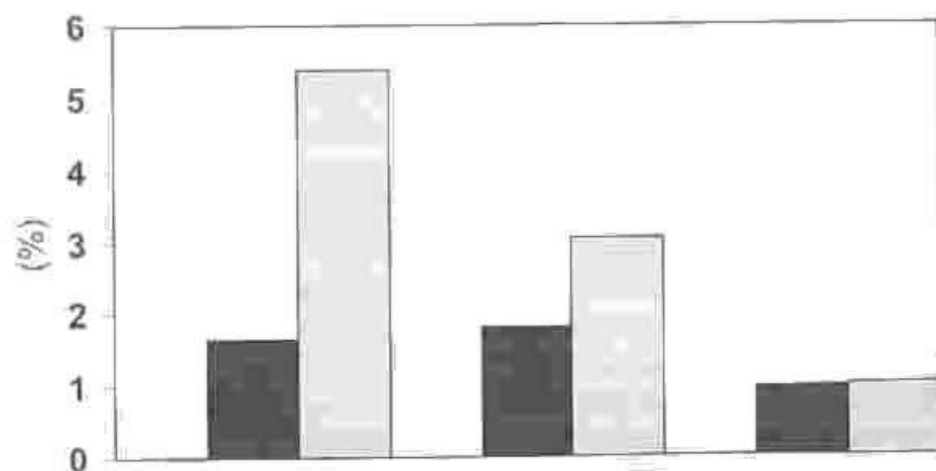


Figura 1. Contenido de humedad y cenizas de las pasabocas derivadas de dos tipos de procesamiento: A (Prefrito-prensado-deshidratado-molido-moldeo-horneado), B (Prefrito-prensado-moldeo-horneado).

Las Figuras 2 y 3 presentan los resultados de las pruebas de aceptabilidad de las pasabocas sometidas a los dos procesos, el producto B presentó mayor aceptación que el producto A, ya que se observa un producto bajo en grasa y 100% natural conservando los aromas y sabores naturales característicos del plátano, ello debido a la supresión de los pasos de secado y molienda, mientras que el producto A fue insípido y poco aceptado; el proceso de molienda conlleva a la pérdida de textura y crocancia en el producto final.

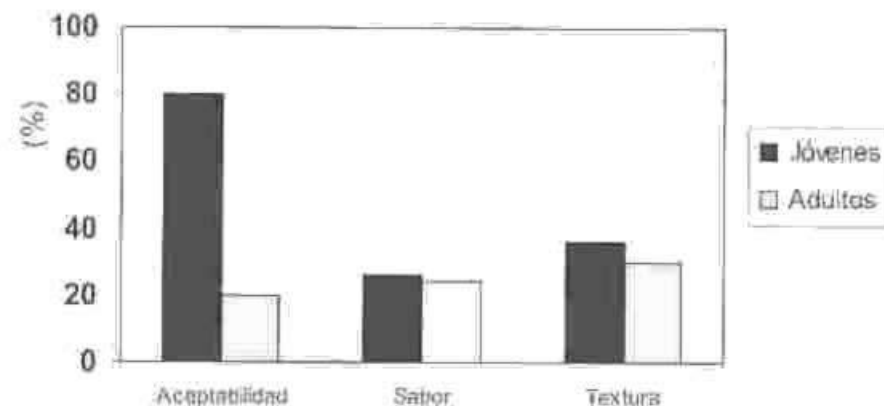


Figura 2. Aceptabilidad del pasaboca tipo "snacks" derivado del proceso A (deshidratado y molido).

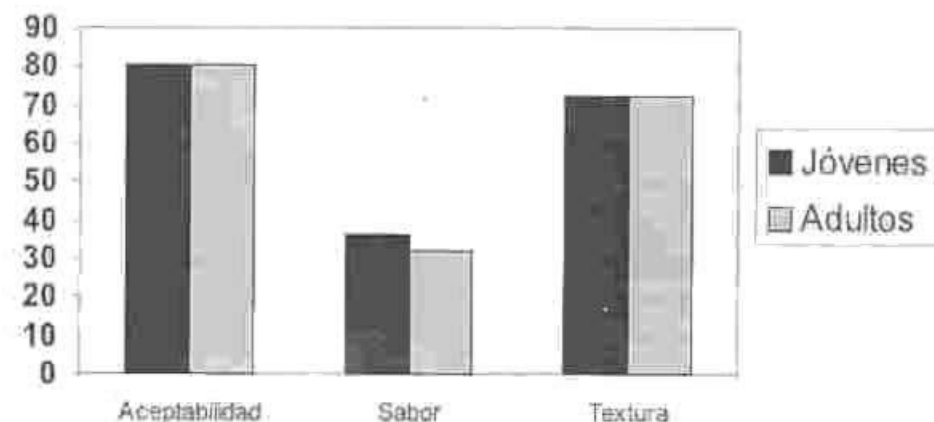


Figura 3. Aceptabilidad del pasaboca tipo "snacks" derivado del proceso B (sólo deshidratado).

Los resultados obtenidos del presente estudio contribuyen al mejoramiento de las tecnologías de procesamiento, conservación, almacenamiento de alimentos y a la reducción de pérdidas postcosecha de plátano.

RECONOCIMIENTOS

A la Universidad del Quindío, Corpocica y al Comité Departamental de Cafetera del Quindío por el soporte técnico y financiero al desarrollo del presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Arcila, M I. y Torres, F. 1997. Influencia de las condiciones ambientales sobre las propiedades físico-químicas durante la maduración de frutos de plátano Dominico-Hartón (*Musa AAB*, Simmonds). Tesis :Esp. poscosecha de vegetales perocederos, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia. 47p.

Duarte, Y; Celis, F E. 1998. Influencia de la condición ambiental y las propiedades físicas y químicas en la maduración del fruto de Plátano Dominico - Hartón (*Musa AAB* Simmonds) en la zona Cafetera Central Colombiana. Tesis . Química. Universidad del Quindío. Armenia. 50p.

Duque, A.L.; Bohórquez, Y. 1997. Modelo para la Determinación y Cuantificación de las pérdidas Poscosecha de Plátano en el Departamento del Quindío. Tesis :Esp. Poscosecha de vegetales perocederos. Universidad del Quindío. Armenia, Quindío, Colombia.

González S, J. 1991. Elaboración a Base de Cereales Expandidos. Industria Alimenticia para los Procesadores de Alimento Latinoamericanos. 2(5) 24 - 26.

Morales, H. 1994. Caracterización Bromatológica y su Uso Potencial de Harinas de Plátano en 7 Épocas de Cosecha. Tesis : Tecn. Agroindustrial. Universidad del Quindío. Armenia, (Quindío)

Peláez, M.C.; González, G.S.; Díaz, E.I.; Amaya, A.; Giraldo, G. A; Guzmán, M. 1995. Comercialización del plátano Dominico Hartón cultivado en el Departamento del Quindío. En : S. Belalcázar, G. Cayón, C. Jaramillo, C. Cortés, (eds.), Tecnología del Eje Cafetero para la siembra y explotación rentable del cultivo del plátano. Fudegraf Ltda. Armenia, Colombia. p. 119- 125.

5.19. UTILIZACIÓN DEL PLÁTANO COMO SUPLEMENTO EN LA ALIMENTACIÓN DE NOVILLAS DE LEVANTE DE DOBLE PROPÓSITO

Henry Arango, Ana Isabel Ramírez, Benjamín Ríos (Consultador) Basado en el trabajo de grado para optar al título de Zootecnista - Florencia, Caquetá "Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Apartado aereo 1807, teléfono (576) 7403498, E-mail: henryuam@armentia.mull.net.co, Armentia, Guifrelo, Colombia.

INTRODUCCIÓN

En el Piedemonte Caqueteño, la mayoría de los ganaderos basan su economía en la explotación de bovinos doble propósito. El problema más evidente lo constituye el bajo nivel de productividad debido a causas nutricionales ocasionadas por la baja disponibilidad de pastos de buena calidad durante el año, el uso tradicional de pastoreo sin ningún tipo de suplementación que garantice los requerimientos de este tipo de animales. La consecuencia de esta subalimentación es marcada en hembras de reemplazo y se ve reflejado en el deficiente proceso de levante de novillas, por cuanto el mejor recurso forrajero se suministra a vacas en producción. Datos obtenidos en el Centro de Investigación Macagual del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, con novillas de levante en pastoreo en gramíneas nativas, obtuvieron una ganancia diaria al destete de 432 g y a partir del destete, incrementos de peso de sólo 245 g diarios provocando con esto un retraso en la pubertad.

El plátano es considerado uno de los principales renglones agrícolas en el departamento, por su buena adaptación a las condiciones de clima y suelo y su alta producción. En la misma planta se encuentran reunidos la mayoría de los nutrientes requeridos para los rumiantes: La energía fermentable (3 ml/cal/kg de materia seca), está presente en el tronco y el pajo; las hojas contienen proteína de alta calidad (5,4% en base seca) y la fruta inmadura es principalmente almidón (48% en base seca) de alto valor energético. Se presentan épocas de sobreproducción de plátano comercial especialmente en verano, que ocasiona una disminución en el precio, resultando para los productores poco rentable sacar el plátano al centro de comercialización más cercano pudiéndose utilizar esta producción temporal en la suplementación de las hembras en la finca.

Para mejorar la eficiencia de la producción ganadera es preciso un continuo

esfuerzo en investigación. La suplementación alimenticia es la alternativa generalmente recomendada para cubrir las deficiencias nutricionales que genera el consumo de forrajes de mediana y baja calidad. Debido a esto se hace necesario el estudio de productos de la región que muestren ser alternativas de suplementación para la fase de levante de las hembras doble propósito.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento. El trabajo se realizó en el Centro de Investigaciones Agropecuarias C.I. Macagual del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, localizado en Florencia, Caquetá, a una altura de 260 m.s.n.m. en el ecosistema de bosque húmedo tropical. La precipitación media anual es de 3.600 mm, su temperatura promedio de 26°C y una humedad relativa de 85%.

Animales. Se utilizaron 19 novillas de levante doble propósito de diferente cruces raciales; repartidas en dos grupos experimentales buscando mantener una representatividad de los distintos cruces en cada grupo y la mayor homogeneidad en peso y edad así:

Grupo suplementado (T1): Nueve animales con un promedio de peso inicial de 144,5 kg (\pm 20,43) y 296,11 días de edad (Tabla 1). Son nueve animales debido a que en la etapa de adaptación o preensayo murió una de las terneras.

Tabla 1. Descripción del T1 al inicio del ensayo*

No. animal	Grupo racial	Edad (días)	Peso (kg)
89084	1/2 C 1/4 HR 1/4 B	307	163
90016	1/2 C 1/4 HR 1/4 B	281	117
90018	1/2 C 1/4 HR 1/4 B	275	117
90002	1/2 C 1/4 HR 1/4 B	303	155
89078	1/2 C 1/4 HR 1/4 R	315	169
89088	1/2 C 1/4 HR 1/4 SM	308	113
90026	1/2 C 1/4 HR 1/4 PS	270	142
90008	5/8 C 2/8 HR 1/8 PS	287	134
89074	1/2 C 1/2 HN	319	165

C	Cebú	PS	Pardo suizo
R	Romá	SM	San Martínero
B	Bon	HN	Holstein negro
HR	Holstein rojo		

* Datos obtenidos del libro de registros del C.I. Macagual 1990

Grupo testigo (T2): 10 animales con promedio de peso inicial de 145,8 (25,11 kg) y 294,2 días de edad (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción del T2 al inicio del ensayo*

No. animal	Grupo racial	Edad (días)	Peso (kg)
90004	1/2 C 1/4 HR 1/4 B	300	125
89080	1/2 C 1/4 HR 1/4 B	327	167
89090	1/2 C 1/4 HR 1/4 SM	306	132
90024	1/2 C 1/4 HR 1/4 SM	270	194
90014	1/2 C 1/4 HR 1/4 SM	282	130
89072	1/2 C 1/4 HR 1/4 PS	318	176
89076	1/2 C 1/4 HR 1/4 PS	319	130
90022	1/2 C 1/4 HR 1/4 PS	275	136
90020	5/8 C 2/8 HR 1/8 PS	275	118
90028	1/2 C 1/2 HN	270	150

C:	Cebú	P.S.:	Pardo suizo
R:	Romá	S.M.:	San Martínero
B:	Bon	H.N.:	Holstein negro
H.R.:	Holstein rojo		

* Datos obtenidos del libro de registros del C.I. Macagual 1990

Alimento. La alimentación se basó en forraje de una pradera nativa compuesta en su mayor proporción de gramíneas y en menor cantidad de leguminosas nativas y algunas malezas de hoja ancha y angosta. Para la alimentación se utilizó plátano Pelipita generalmente en estado verde durante todo el ensayo. Diariamente se picaba a mano un promedio de 27 kg con el que se buscaba que cada ternera del grupo suplementado consumiera 3 kg.

y así se proporcionará 0,99 kg de materia seca a la ración dado que el contenido de materia seca del plátano Pelipita fue del 33%. En el potrero donde permanecían las 19 terneras se ofrecía úrea y melaza (como vehículo para el suministro de la úrea) mediante el uso de los melaceros, los cuales proporcionaban un promedio por animal de 50 g de úrea y 140 g de melaza aprovechables. La mezcla para cargar los melaceros se hacía en las siguientes proporciones diariamente: 41,5% de agua (3 kg); 41,5% de melaza (3 kg) y 17% de úrea (1,23 kg). Durante todo el ensayo se ofreció sal mineralizada y agua a voluntad.

Tratamientos. Para determinar el efecto de la suplementación con plátano en la ganancia de peso de terneras de levante doble propósito, cuando su alimentación se basa en praderas nativas de baja calidad y se suplementan protéicamente con úrea, se estudió el plátano en un solo nivel (X 3 kg de plátano fresco/animal/día) contra un grupo testigo no suplementado con el ingrediente energético.

Tabla 3. Descripción de las dietas consumidas por los grupos experimentales.

Tratamiento 1 T_1	Tratamiento 2 T_2
Forraje de praderas nativas	Forraje de praderas nativas
Plátano Pelipita	—
Úrea - melaza	Úrea - melaza
Sal mineralizada	Sal mineralizada

Manejo de los animales. El trabajo constó de dos etapas: una de adaptación (preensayo) y otra de experimentación para la recolección de datos. Al inicio de la primera fase los animales se pesaron y desparasitaron interna y externamente. Durante esta etapa se realizó la adaptación al consumo de úrea-melaza mediante el uso de melaceros, dosificando la úrea progresivamente hasta llegar a la dosis máxima ofrecida (50 g/animal). A las terneras del grupo suplementado se les ofreció diariamente el plátano para acostumbrarlas a su consumo. La fase de adaptación tuvo una duración de 30 días, tiempo en el que se consideró que los animales estaban adaptados a los niveles experimentales deseados tanto de plátano como de úrea-melaza.

La fase de experimentación tuvo una duración de 120 días en los cuales las 19 terneras estuvieron en un mismo potrero con un pastoreo de tipo continuo con disponibilidad permanente a los melaceros, agua y sal mineralizada. A las 11:30 de la mañana las 19 terneras entraban al establo separadas en diferentes corrales por tratamiento, proporcionándoles sombra y agua durante 30 minutos de permanencia en ellos, tiempo suficiente para que las terneras suplementadas consumieran el plátano ofrecido. Se eligió esta hora (11:30) para la suplementación debido a que en observaciones realizadas en el C.I. Macagual en años anteriores y durante la etapa de adaptación de este trabajo, se observó que los bovinos generalmente a partir de esta hora y hasta las 3:00 p.m., aproximadamente, dejan de pastorear para buscar la sombra ya que durante este tiempo se presentan las temperaturas más altas del día, de esta manera la suplementación a esta hora no priva a los animales de tiempo para pastorear. Durante todo el tiempo del ensayo se llevó un control de parásitos externos con baños periódicos cada 21 días.

Toma de datos. Disponibilidad de materia seca y composición botánica de la pradera nativa. Para la determinación de estos datos se utilizó la técnica de botanal descrita por el CIAT, que consiste en una inspección visual de toda el área de la pradera para localizar en ella cinco puntos en un marco de 0,25 m², empezando por un punto uno hasta un punto cinco de mínima a máxima biomasa, respectivamente, que conforman la escala de evaluación del rendimiento. Se corta el forraje incluido dentro del marco a 5 cm del suelo, se pesa y se lleva a estufa durante 48 horas a 60°C, para determinar la materia seca de esos puntos. Para cada hectárea de potrero se tomaron 50 visuales que son lanzamientos al azar con el marco de 0,25 m². Cada uno de estos lanzamientos o visuales se registraron en un formato ya establecido para esta técnica donde se calificó el rendimiento (1, 2, 3, 4, 5 de cada visual) y la composición botánica (0,7 - 0,3 - 0,1) según el porcentaje de las especies de mayor predominancia. El consumo de plátano y úrea por grupo, se obtuvo de la diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado diariamente. El pesaje de los animales se realizó cada 15 días antes de la suplementación.

Con el análisis de glucosa sérica se quiere encontrar la relación que pueda existir entre los niveles de glucosa sérica con la ganancia de peso y se espera que la suplementación energética del plátano aumente la ganancia de peso y se refleje así mismo en los aumentos de los niveles de glucosa en la sangre. Con el análisis de nitrógeno uréico se pretende determinar la eficiencia en la

utilización de la úrea como aporte protéico a las dietas de los tratamientos experimentales. Se hizo un muestreo al inicio del ensayo y luego muestreos en algunas semanas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El potrero utilizado presenta una topografía terraza baja con un área de solo tres hectáreas. Se inició con una carga de 2,29 UA/ha y finalizó con 2,9 UA/ha (UA: 400 kg).

Tabla 4. Composición botánica de la pradera nativa.

Especie	Inicio pastoreo	Final pastoreo
Gramas nativas	75,38	74,33
Leguminosa nativa	7,02	4,97
Maleza hoja angosta	17,08	18,43
Maleza hoja ancha	0,52	2,27

Se estimó una disponibilidad aproximada para inicio y el final del pastoreo de 2,251,8 kg M.S./ha y 1,797,2 kg M.S./ha, respectivamente. A pesar de la alta presión de pastoreo que soportó la pradera durante los cuatro meses de permanencia en él, no se observó al final una menor disponibilidad de materia seca, tal vez debido a que en el último mes de ensayo (febrero), se presentaron algunas lluvias que ayudaron a la recuperación de la pradera. Se evaluó químicamente la composición del forraje de la pradera nativa y el fruto del plátano Pelipita, mostrando para el segundo un alto potencial para ser utilizado en la alimentación de rumiantes. (Tabla 5).

Tabla 5. Valor nutritivo de los forrajes utilizados en el experimento.

Especie	M.S. (%)	D.G. (%)	P.C. (%)	F.D.N. (%)	Grasa (%)
Gramas nativas	25,82	49,97	8,01	69,56	8,88
Plátano Pelipita	33,00	95,13	4,91	54,60	2,78

Consumo de plátano. Durante el período de experimentación las terneras consumieron en general todo el plátano que se les ofrecía sin importar el grado de madurez, variaba únicamente la velocidad en el consumo aumentando con el estado de maduración del plátano; no se observó ningún problema en el consumo.

Consumo de úrea. Para el suministro de úrea, se utilizó la melaza como vehículo para su consumo. Inicialmente fue necesario un tiempo de acostumbramiento al manejo de los melaceros y fue relativamente corto debido a que la mezcla úrea-melaza fue muy atractiva para las terneras. Diariamente se suministraban 950 g de úrea disponibles para 19 terneras (sin contar el residuo que queda en el fondo del melacero que no es aprovechado), o sea un promedio de 50 g/animal. El promedio final de consumo durante el ensayo solo llegó a 36 g aproximadamente, debido a que el primer mes del ensayo se presentó un consumo promedio muy bajo de solo 16 g a diferencia del segundo, tercero y cuarto mes que tuvieron un consumo promedio de 39,5, 46,0 y 42,5 g respectivamente.

Pesajes. Al inicio del ensayo el T1 tuvo un peso promedio de 144,5 kg y el T₂ 145,8 kg o sea que iniciaron con una diferencia de solo 1,3 kg entre los dos grupos de animales. Al final del ensayo la diferencia entre uno y otro grupo se hizo muy notoria pero esta vez a favor del T1 con una diferencia de 21,92 kg. El T1 terminó a los 120 días con 195 kg y el T2 con 173 kg (Figura 1).

En las Tablas 6 y 7 se presentan los cuatro pesajes utilizados para la evaluación estadística. En la prueba de "t", evaluando el promedio total de estos pesajes no se encontró diferencia significativa entre los dos tratamientos. Así mismo, no se observa diferencia significativa para cada uno de los pesajes entre los dos grupos.

Tabla 6. Registro de pesajes (kg) de animales del grupo T1.

No. de animal	P. inicial 30-10-90 (kg)	1° 13-11-90 (kg)	2° 29-11-90 (kg)	3° 26-01-91 (kg)	4° 27-02-91 (kg)	Promedio (kg)
89084	183	186	180	216	231	198,25
90016	117	124	132	147	151	138,50
89074	105	171	179	211	225	196,50
89078	169	174	185	208	212	194,75
89088	119	120	122	134	143	129,75
90002	155	164	171	196	205	184,00
90018	143	148	151	180	190	167,25
90008	134	141	142	170	191	161,00
90026	142	150	159	192	209	177,50
	144,55	150,88	157,88	183,77	195,22	171,92

Tabla 7. Registro de pesajes (kg) de animales del grupo T2.

No. de animal	P. inicial 30-10-90 (kg)	1° 13-11-90 (kg)	2° 29-11-90 (kg)	3° 26-01-91 (kg)	4° 27-02-91 (kg)	Promedio (kg)
90020	116	125	128	147	152	138,00
90004	125	128	128	150	151	139,25
89080	167	170	189	191	191	180,25
89090	132	137	134	154	157	145,50
90028	150	155	163	183	192	173,25
89072	176	180	186	200	201	191,75
90024	194	193	196	211	216	204,00
90014	130	142	145	174	182	160,75
89076	130	128	130	145	143	136,50
90022	136	140	140	143	149	143,00
	145,80	149,80	151,90	169,80	173,30	161,20

Las Tablas 8 y 9 si muestran la ganancia acumulada en kg del T1 y no se encontró diferencia significativa entre los dos grupos. A partir del segundo pesaje la diferencia se hace notoria y la acumulación de la ganancia fue significativa ($P < 0,05$) para el segundo, tercero y cuarto pesaje a favor de los rendimientos del grupo T1.

Tabla 8. Registro de la ganancia de peso acumulada (kg) a través de los pesajes para T1.

No. de animal	Pesajes							
	1		2		3		4	
	GP	AC	GP	AC	GP	AC	GP	AC
89084	3	3	14	17	36	53	15	68
90016	7	7	8	15	15	30	4	34
89074	6	6	8	14	32	46	14	60
89078	5	5	11	16	23	39	4	43
89088	7	7	2	9	12	21	9	30
90002	9	9	7	16	25	41	9	50
90018	5	5	3	8	29	37	10	47
90008	7	7	1	8	28	36	21	57
90026	8	8	9	17	33	50	17	67
	6,33		13,33		39,22		50,66	

GP: Ganancia de peso (kg)

AC: Ganancia acumulada (kg)

Tabla 9. Registro de la ganancia de peso acumulada (kg) a través de los pesajes para T2.

No. de animal	Pesajes							
	1		2		3		4	
	GP	AC	GP	AC	GP	AC	GP	AC
90020	-7	7	3	10	19	29	5	34
90004	3	3	0	3	22	25	1	26
89080	3	3	-1	2	22	24	0	24
89090	5	5	-3	2	22	24	0	24
90028	5	5	-3	2	20	22	3	25
89072	4	4	6	10	14	24	1	25
90024	-1	-1	3	2	15	17	5	22
90014	12	12	3	15	29	44	8	52
89076	-2	-2	2	0	-15	-15	-2	13
90022	4	4	0	4	3	7	6	13
	4,0		6,1		24,0		27,6	

GP: Ganancia de peso (kg)

AC: Ganancia acumulada (kg)

Se observa la gran diferencia en las ganancias de peso diarias a favor del T1 suplementado con plátano y dentro de este mismo grupo excelentes comportamientos como los de las terneras 89084, 90026, 90028, 90008, 89074 y se explica tal vez porque fueron los animales a los que se les observó los mejores y más regulares consumos de plátano durante todos los días del ensayo, pudiendo así con este aumento y el consumo de úrea en el potrero mejorar el aporte nutritivo a la dieta para unas mejores producciones.

BIBLIOGRAFÍA

Correa A; Vélez S. 1982. Utilización del banano de rechazo en la alimentación de rumiantes. Seminario de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía Medellín.

David, A; Rojas, S. 1987. Utilización del plátano y subproductos en la alimentación de bovinos doble propósito en épocas y fases críticas. Proyecto ICA - CRI Macagual.

Diagnóstico Agropecuario del Caquetá, 1985 p. 103 - 110.

Díaz, M; Tito E. 1988. Nutrición proteica y energética en rumiantes. En Avances en nutrición Animal. Programa Nacional de Nutrición Animal ICA Tibaitata.

Ffoulkes, D; Espejo S; Marie. D; Delpeche, M; Preston, T.R. 1978. El plátano en la alimentación de bovinos: Composición y producción de biomasa. Revista Producción Animal Tropical. Santo Domingo, 3: 41 - 46.

Lascano, C; Rodríguez J.C.; Avila P. 1990. Niveles de úrea en la leche como un indicador del consumo de leguminosas tropicales por animales en pastoreo. Revista Pasturas tropicales. Vol. 12 (3).

Maldonado, F; Gustavo. 1989. Determinación de la capacidad de carga y ganancia de peso en bovinos bajo pastoreo en gramas nativas en el piedemonte Caqueteño ICA. Regional 6 C.I. Macagual. Boletín Técnico. p. 13.

Moreno, G; E. Sánchez M, F. 1986. Suplementación con úrea melaza en machos Holstein de levante alimentados con heno de *Panicum maximum*. Tesis Universidad Nacional de Colombia. Medellín. p. 95.

Orskov E.R. Nutrición proteica de los rumiantes. Acribia. Zaragoza, España. p. 172.

5.20. EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DEL USO DE CÁSCARA DE PLÁTANO EN LA SUPLEMENTACIÓN DE CEBAS BOVINAS

ALFONSO

Jeime Hernán Bizarro, Juan Enrique Toro, Bernardo Ríos / Compañía (Basado en el trabajo de grado para obtener el título de Zootecnista de la Univ. De La Salle, Sanjafo de Bogotá, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, COTIPA-CCA, apartado aéreo 1807. Teléfono (576) 7493498. E-mail: corporam@arjmedia.mujib.net.co. Armenia, Quindío, Colombia

RESUMEN

Esta investigación se realizó con el objeto de evaluar dos niveles de inclusión de cáscara de plátano en la dieta, sus efectos en la ganancia individual de peso, su composición nutricional y la relación costo-beneficio. Se utilizaron 54 animales del tipo Cebú comercial. Se evaluaron tres tratamientos: Tratamiento1 (0% de cáscara de plátano); Tratamiento2 (15% de cáscara de plátano con base en la materia seca); Tratamiento3 (30% de cáscara de plátano con base en la materia seca). Los resultados indicaron que el mejor Tratamiento en ganancia de peso lo obtuvo el T₃ con una ganancia promedio de 847.2 g/animal/día, seguido por el Tratamiento₂ con una ganancia de peso promedio de 729.9 g/animal/día y por último el Tratamiento₁ con 680.6 g/animal/día. La relación costo-beneficio obtenida fue negativa para los dos tratamientos suplementados. El contenido nutricional determinó que la cáscara de plátano es un subproducto energético con buen contenido de extracto etéreo y mineral potasio. No se presentaron síntomas de intoxicación ni trastornos digestivos en los animales y se observó una alta palatabilidad del subproducto.

INTRODUCCIÓN

Con el presente proyecto de investigación se pretende plantear otras fuentes alternativas de alimentación para los sistemas de cebas bovinas intensivas y la evaluación técnico-económica de la cáscara de plátano en la suplementación del ganado bovino. Por otro lado, el cultivo de plátano toma su posición, como solución a la crisis cafetera, dándole valor agregado al producto de la cual se obtienen unos subproductos con múltiples posibles usos. Así de esa manera se pretende integrar dos actividades del sector agropecuario en el departamento del Quindío: al suplementar animales bovinos provenientes del

sistema de cebas intensivas, con subproductos como la cáscara de plátano, para aumentar las ganancias individuales de peso y superar el deterioro de los rendimientos económicos en la ceba intensiva de ganado bovino, se hace necesario aumentar el aporte energético de las dietas con fuentes no convencionales de alta disponibilidad durante todo el año a bajo costo y conseguirse a corta distancia del sitio de uso.

MATERIALES Y MÉTODOS

El predio donde se llevó a cabo el proyecto se localiza en el municipio de Armenia, corregimiento El Calmo, vereda Portugal, altitud de 1.200 m.s.n.m., precipitación promedio de 1.550 mm anuales, la temperatura promedio oscila alrededor de los 20°C, la topografía es plana ligeramente ondulada, la cáscara estuvo disponible en las instalaciones de la finca Santa Clara, vereda San Pedro, municipio de Armenia. Se utilizaron 54 animales cebú comercial, se evaluaron tres Tratamientos: Tratamiento₁ (0% de cáscara de plátano); Tratamiento₂ (15% de cáscara de plátano con base en la materia seca); Tratamiento₃ (30% de cáscara de plátano con base en la materia seca); se empleó un diseño experimental completamente aleatorio en el cual dos grupos, cada uno de 19 animales recibían la suplementación y un grupo de 16 animales no era suplementado. La fase experimental fue de 91 días, la dieta base estaba constituida por forraje verde Estrella de la India (*Cynodon sp.*), Guinea tanzania (*Panicum sp.*), en una relación de entre 30:70 sal mineralizada y agua a libre voluntad. La cáscara de plátano se suministró en una sola dosis diaria en la mañana. El diseño para el análisis estadístico de los datos recolectados corresponde principalmente a un análisis de varianza entre los Tratamientos (Grupos suplementados y Grupo control). El método seleccionado fue el diseño completamente aleatorio.

El suplemento se esparció en el suelo, en el área trasera a donde los animales van pastoreando, delimitada por una cinta conductora de electricidad. Adicionando la cantidad diaria en kilogramos preestablecida, la cual era pesada previamente al suministro. El período se dividió en cuatro partes donde se suministraron diferentes cantidades de cáscara, según los cálculos de consumo, el peso inicial promedio por grupo y una ganancia de peso de 500 g/díarios promedios, lo que dio 10, 10,5, 11 y 11,5 kilogramos de cáscara de

plátano fresca para el grupo suplementado con 15% de su consumo de materia seca y 20, 21, 21,5 y 22,5 kilogramos de cáscara de plátano fresca para el grupo suplementado con 30% de su consumo de materia seca.

Los animales fueron escogidos previamente de una finca de pre-ceba teniendo en cuenta el peso, edad, tipo. Se establecieron tres tratamientos:

Tratamiento₁: Se le asignó el nombre de grupo control y/o grupo del Tanque, al cual no se le suministró ningún elemento, estaban en pastoreo permanente, sal mineralizada y agua ad-libitum, esta es la dieta habitual (dieta base) de estos animales.

Tratamiento₂: Constituido por el primer grupo experimental o suplementado con cáscara de plátano en una cantidad correspondiente al 15% del consumo de materia seca de la ración total, calculado con los datos de la bibliografía y bajo la dieta habitual. Llamado también grupo del Queiebrapatas.

Tratamiento₃: Constituido por el segundo grupo experimental suplementado con cáscara de plátano en una cantidad correspondiente al 30% del consumo de materia seca de la ración total y bajo la dieta habitual. Fue también llamado el grupo del Transformador.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron en los siguientes renglones los datos de la Tabla 1.

La ganancia de peso promedio durante todo el período aumentó en cada uno de los tres grupos (T1, T2 y T3), de la misma manera en que eran suplementados los grupos y del porcentaje del suplemento incluido en la ración, la diferencia de ganancia de peso entre el T1, y el T2 fue del 10%. Con respecto al T1 y T3 la diferencia en la ganancia de peso fue del 28% entre los dos grupos suplementados T2 y T3, la diferencia en la ganancia de peso fue del 16%.

La ganancia marginal se refiere a los gramos promedio de peso vivo al día que ganaron los grupos suplementados (T2 y T3) respecto al grupo Testigo (T1). su importancia radica cuando esa ganancia es valorada, al multiplicarse

por el precio promedio del kilogramo en pie, que para la región y según el tipo de ganado utilizado (no con base en ganado extra) es de \$1.500 por kilogramo en pie. El resultado obtenido muestra una ventaja económica en los grupos suplementados frente al grupo Testigo, antes del análisis de costos. Para el T3 la ganancia diferencial en peso (gr/día) fue 2,7 veces mayor respecto al grupo T2, lo cual nos muestra una clara ventaja respecto al nivel de inclusión de la cáscara de plátano en la ración. Por cada kilogramo de cáscara de plátano fresco consumido se obtuvieron 6,3 g de más para T2 y 8,7 g para de más para T3, dando una ventaja en el grupo suplementado con mayor cantidad de cáscara de plátano en la ración.

El costo de transporte de cada kilogramo de cáscara de plátano fue obtenido al dividir el costo diario de cada flete de \$12.000 en el promedio de los kilogramos de cáscara de plátano transportados cada día durante el experimento, el cual varió periódicamente debido a los ajustes por alimento de peso vivo del ganado.

Tabla 1. Resultados

Nombre	T1	T2	T3
	Tanque	Quebrapatas	Transformador
Días experimentales suministro cáscara.	91	91	91
Días entre pesajes.	92	92	92
Peso total inicial (kg).	5.187,5	6.181	6.119
Peso total final (kg).	6.110	7.457	7.600
Ganancia total período (kg).	972,5	1.276	1.481
Peso inicial promedio (kg).	321	325,3	322
Peso final promedio (kg).	381,9	392,5	400
Ganancia peso promedio (kg).	60,8	67,1	77,9
Ganancia peso promedio (kg/mes).	19,6	21,6	25,1
Ganancia peso promedio (gr/día).	660,6	729,9	847,2
Ganancia marginal (gr/día).	0	69,3	186,6
Ganancia marginal (\$/día (\$1.500 kg en pie).	0	103,95	279,9
Gramos obtenidos por kg de cáscara.	0	6,3	8,7
Costo promedio transporte cáscara (\$/kg/día).	0	19,3	19,3
Costo prom. Transp. Cáscara por individuo (\$/kg/día).	0	212,3	414,9

(Continuación Tabla 1)

Nombre	T1	T2	T3
	Tanque	Quebrapatas	Transformador
Ingreso marginal (\$/individuo/día).	990,9	881,75	854,23
Ingreso marginal (\$/has/día).	5744,3	4696	4766,8
Ingreso marginal (\$/has/día) al aumentar una cabeza.	5744,3	4696	5017,5
Área rotación (has).	2,76	3,5675	3,4050
Número cabezas.	16	19	19
Carga (cab/has).	5,797	5,32	5,58
Carga (UGG/has).	4,6	4,2	4,4
Producción carne período (kg/has).	352	357,83	434,9
Producción carne día (kg/has/día).	3,8	3,9	4,7
Productividad (kg/has/mes).	114	117	141
Productividad (kg/ha/año).	1368	1404	1692
Ingresos (\$/ha/año).	2052000	2106000	2538000
Rendimiento en canal (%).	52,2	52,6	52,3
Rendimiento lomo (%).	46,09	47,82	48,6
Rendimiento pierna (%).	37,62	38,4	38,03
Rendimiento brazo (%).	14,3	13,7	13,3
Consumo pasto (kg/día).	57,2	49,8	40
Consumo promedio suplemento (cáscara) (kg/día).			
Conversión alimenticia (FV).	0	11	21,5
Consumo materia seca (kg/día).	86,5	83,3	72,5
Conversión alimenticia (MS).	13	13,2	12,9
Consumo sal (gr/día).	19,07	18	16,2
Áforo inicial (kg/m ²).	42,75	38,1	38
Áforo final (kg/m ²).	1	1,6	1,6
	1	1,6	1,9

Fuente: El Autor

La ganancia marginal individual, valorizada en pesos, es inferior al costo promedio de transporte de los kilogramos consumidos por los individuos del respectivo grupo (T_2 y T_3). El análisis económico desde este punto de vista es negativo. El ingreso marginal se obtiene al restar a la valoración en pesos de los gramos/día ganados en cada grupo, (incluyendo el Testigo), el costo de los kilogramos transportados por individuo/día. Este resultado también fue negativo, al ser menores los ingresos marginales de los grupos tratados frente al Testigo, además de ser menor al aumentar la cantidad de cáscara en la ración. El mismo ingreso marginal, visto desde el punto de vista del área, se inclina también positivamente hacia el grupo Testigo, pero se obtiene una diferencia inversa entre los grupos suplementados debido a la diferencia.

La relación costo-beneficio fue negativa para la investigación, por cada \$100 invertidos en el suplemento se obtienen \$49 de beneficio para el Tratamiento dos y para el Tratamiento tres \$67,4 de beneficio. En la práctica se vio un aumento en la oferta de forraje verde para el grupo suplementado con el mayor nivel de cáscara en la ración, como se pudo ver en los aforos. Con los 300 gramos por metro cuadrado de aumento en el aforo y teniendo en cuenta un alto porcentaje de pérdidas en el pastoreo (del 15%), un consumo de forraje verde de 40 kilogramos para el mismo Tratamiento (T_3) y con 8,1 pastoreos al año, teóricamente aumentaría la capacidad de carga, en una cabeza por hectárea o 0,8 U.G.G., ese aumento generaría un ingreso marginal mayor, pero aún por debajo del grupo Testigo (T_1).

La producción de carne fue superior para el grupo suplementado con el mayor nivel de cáscara en la ración. Los rendimientos en canal fueron buenos, pero no excelentes, considerando como excelentes rendimientos por encima del 55%, los rendimientos entre Tratamientos no tuvieron variaciones considerables, por tal motivo no se hizo el correspondiente análisis estadístico para tal variable.

Tabla 2. Resultados de los análisis bromatológicos

	% PB	%FDN	%FDA	%E.E.	%CNZ	%N	%P	%S	%Ca	%Mg	%K	ppm Fe
Cáscara	9,44	50,52	17,30	3,42	8,89	1,61	0,15	0,13	0,22	0,09	5,26	117
Guinea	9,81	54,9	39,6	2,10	13,89	1,57	0,19	0,15	0,41	0,18	2,22	107
Estrella	8,44	74,4	43,9	1,48	8	1,35	0,19	0,20	0,28	0,11	2,35	67

La cáscara de plátano según los resultados del análisis la podemos clasificar como un alimento energético, por poseer proteína menor al 20% y fibra menor al 18%. El mayor contenido de grasa frente a los pastos también lo hace alimento energético al ser la grasa 2,25 veces más energética que los carbohidratos.

El contenido de macro elemento potasio (K) es superior a la de los pastos y se puede considerar como fuente de éste. En general el contenido de minerales de la cáscara de plátano fue inferior al de los pastos exceptuando el potasio (K). Sin embargo, el consumo de sal disminuyó a medida que aumentaba el nivel de cáscara de plátano en la ración, pero este no fue significativo tenerlo en cuenta desde el punto de vista económico. La cáscara de plátano se presenta como un alimento digestible si miramos su porcentaje de Fibra Detergente Neutra (FDN) con respecto a los pastos, que es menor, esto quiere decir que contiene mayor contenido de elementos solubles.

La Estrella (*Cynodon sp.*) presenta un contenido de Fibra Detergente Neutra superior a los otros dos ingredientes de la mezcla, debido a que para esta especie los 42 días del corte, se considera madura, y el contenido de fibra es mayor. La conversión alimenticia para materia seca (MS) aparentemente parece muy alta contra 10 a 12 kilogramos de materia seca que sugiere el Departament Primary Industry (DPI) en Australia, para obtener un kilogramo de ganancia diaria, pero esto posiblemente se debe al alto contenido de agua de la ración. Balanceo de la ración. La cantidad de forraje verde (pasto + cáscara de plátano) se aumenta al aumentar el contenido de cáscara de plátano en la ración debido a la mayor cantidad de agua de dicho subproducto, de tal forma que se conserve la materia seca ingerida.

La proteína de la ración se disminuye al aumentar la cantidad de cáscara de plátano suministrada por el bajo contenido de esta, respecto a los pastos. El contenido de fibra en la ración se disminuye con inclusiones altas de cáscara.

de plátano, efecto algo negativo para los bovinos de ceba que necesitan buenas cantidades de fibra para su actividad fermentativa ruminal.

Los minerales en la dieta se disminuyen, no realmente por el bajo aporte de la cáscara de plátano, sino por la disminución de la cantidad de pasto Guinea Tanzania consumido que hace el mayor aporte al ser sustituido por la cáscara de plátano.

La relación CaP fue buena, acercándose a las recomendaciones 2.1.

BIBLIOGRAFÍA

Arcila, M.I.; Torres, F. 1998. Aspectos sobre fisiología y manejo postcosecha del plátano en la región cafetera central e influencia de las condiciones ambientales sobre las propiedades físicas y químicas del fruto. En: Seminario Internacional sobre Producción de Plátano. Memorias. Armenia, Colombia. p. 247 - 255.

Bolívar, R.; Rojas A.M. 1969. Caracterización química y biológica de la cáscara de plátano Dominico-Hartón (*Musa paradisiaca*) verde y maduro. Santafé de Bogotá. Universidad Nacional.

Botero, J. 1996. Cebas intensivas en zona cafetera. En: Conferencia presentada durante el Seminario Manejo Ganadero. Fondo Nacional del Ganado. Armenia.

Pezo, D.A. 1993. Estado actual de la investigación en alimentación bovina en el trópico. En: Seminario Internacional "Estrategias de alimentación en verano para ganaderías tropicales". CICADEP. Río Negro, Antioquia.

Reyes, E. y Jaramillo, L.A. 1996. Factores que determinan la rentabilidad de los sistemas intensivos en ganadería. En: Seminario "Manejo integral de programas de cebas intensivas". Programa Nacional de Capacitación para el Desarrollo del Sector Ganadero. FEDEGAN. Fondo Nacional del Ganado. CICADEP. Río Negro, Antioquia.

Ruiz, M.E. 1993. Manejo de subproductos como fuente energética para alimentación de bovinos. En: Seminario Internacional "Estrategias de alimentación en verano para ganaderías tropicales". CICADEP. Río Negro, Antioquia.