

**COMPORTAMIENTO POSCOSECHA EN ALMACENAMIENTO  
A DOS TEMPERATURAS DE PLATANO EN LAS  
VARIETADES: "DOMINICO HARTON, AFRICA Y FHIA 20 "**

SANDRA CARMENZA ECHEVERRY MARTINEZ  
FRANCISCO JAVIER CASTELLANOS GALEANO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
ESPECIALIZACION EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS  
PROGRAMA INTERFACULTADES  
MANIZALES  
MAYO 2002

COMPORTAMIENTO POSCOSECHA EN ALMACENAMIENTO A DOS  
TEMPERATURAS DE PLATANO EN LAS VARIEDADES: "DOMINICO  
HARTON, AFRICA Y FHIA 20 "

SANDRA CARMENZA ECHEVERRY MARTINEZ  
FRANCISCO JAVIER CASTELLANOS GALEANO

Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título  
de especialista en ciencia y tecnología de alimentos

Directora  
FANNY VILLAMIZAR C.  
Ingeniera Agrícola MSc.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
ESPECIALIZACION EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
PROGRAMA INTERRFACULTADES  
MANIZALES

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>OBJETIVOS</b>	5
<b>1.0 REVISION LITERARIA</b>	7
<b>1.1 PRODUCCIÓN Y SIEMBRA DEL PLÁTANO</b>	7
1.1.1 Clasificación Botánica Y Morfológica	10
1.1.2 Variedades	14
1.1.3 Condiciones Climáticas Y Suelo	21
1.1.4 Sistemas De Producción Y Condiciones De Cultivo	22
1.1.5 Plagas Y Enfermedades	25
<b>1.2 ESTADISTICA DE SIEMBRA Y PRODUCCIÓN EN EL EJE CAFETERO</b>	28
1.2.1 Información Técnica De La Hacienda Montelindo	30
<b>1.3 FISIOLÓGÍA DE LA MADURACIÓN POSCOSECHA</b>	30
1.3.1 Etapas De Desarrollo Fisiológico	31
1.3.2 Respiración	32
1.3.3 Maduración	37
1.3.4 Transpiración	54
<b>1.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS FRUTAS</b>	57
1.4.1. Forma Y Tamaño	57
1.4.2 Peso Especifico	59
1.4.3 Área superficial	59
<b>1.5 COMERCIALIZACION</b>	59
1.5.1 Perdidas	60
1.5.2 Agroindustria	60
1.5.3 La Oferta Y La Demanda A Nivel Internacional Del Plátano	65
1.5.4 Visión Y Líneas De Acción	66
<b>2.0 METODOLOGÍA</b>	69
<b>2.1 Materiales Y Equipos</b>	69
2.1.1 Materia Prima	69
2.1.2 Materiales Y Reactivos	69

<b>2.2 .</b>	<b>METODOS</b>	70
2.2.1.	Caracterización Física de las tres variedades de plátano	70
2.2.2	Fisiología poscosecha en almacenamiento de las tres variedades	71
2.2 .3	Variación de las características químicas	74
2.2.4	Características Morfológicas	75
2.2.5	Variación de las características físicas	75
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS</b>	77
3.1	<b>CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LAS VARIEDADES DE PLÁTANO DOMINICO HARTÓN, ÁFRICA Y FHIA 20</b>	77
<b>3.2</b>	<b>COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO EN ALMACENAMIENTO A 18 Y 26 °C DE LAS VARIEDADES DE PLÁTANO DOMINICO HARTÓN, ÁFRICA Y FHIA 20</b>	78
3.2.1	Intensidad respiratoria	78
3.2.2.	Cambios morfológicos	80
3.2.3.	Cambios físicos	84
3.2.4.	Cambios químicos	87
<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	93
<b>5.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	97
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	99
	<b>ANEXOS</b>	103

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág</b>
<b>Tabla 1.</b> Norma De Calidad El Plátano Dominico Hartón En La Zona Central Cafetera Según Los Comercializadores	9
<b>Tabla 2</b> Composición Físicoquímica De La Planta De Plátano Dominico Hartón	16
<b>Tabla 3</b> Composición Físicoquímica Del Racimo De Plátano Dominico Hartón	17
<b>Tabla 4</b> Plagas, Lugar De Ataque Y Daño Ocasionado En El Plátano	26
<b>Tabla 5</b> Enfermedades, Agente Causal, Zona De Ataque Y Daño Ocasionado En El Plátano	27
<b>Tabla 6.</b> Información Cultivo Plátano Tradicional Departamento Caldas	28
<b>Tabla 7</b> Información Cultivo Plátano Tecnificado Departamento Caldas	28
<b>Tabla 8</b> Producción De Plátano Departamentos 1992 – 1998	29
<b>Tabla 9</b> Área Cosechada, Producción Y Rendimiento Del Cultivo Del Plátano Por Regiones Naturales En Colombia 1999	29
<b>Tabla 10</b> Grados De Maduración Del Plátano Dominico Hartón	44
<b>Tabla 11</b> Caracterización Física De Las Variedades De Plátano África, Dominico Hartón Y FHIA 20	77
<b>Tabla 12</b> Intensidad Respiratoria De Las Variedades De Plátano África, Dominico Hartón Y FHIA 20 Almacenados A 18 Y 26 °C	79
<b>Tabla 13</b> Cambio Morfológico De La Variedad De Plátano Dominico Hartón Almacenados A 18 Y 26 °C	80
<b>Tabla 14</b> Cambio Morfológico De La Variedad De Plátano África Almacenados A 18 Y 26 °C	81
<b>Tabla 15</b> Cambio Morfológico De La Variedad De Plátano FHIA 20 Almacenados A 18 Y 26 °C	83
<b>Tabla 16</b> Cambio Físico De La Variedad De Plátano Dominico Hartón Almacenados A 18 Y 26 °C	84
<b>Tabla 17</b> Cambios Físico De La Variedad De Plátano África Almacenados A 18 Y 26 °C	85

<b>Tabla 18</b>	Cambio Físico De La Variedad De Plátano FHIA 20 Almacenados A 18 Y 26 °C	85
<b>Tabla 19</b>	Cambio Químico De La Variedad De Plátano Dominico Hartón Almacenados A 18 Y 26 °C	88
<b>Tabla 20</b>	Cambio Químico De La Variedad De Plátano África Almacenados A 18 Y 26 °C	88
<b>Tabla 21</b>	Cambio Químico De La Variedad De Plátano FHIA 20 Almacenados A 18 Y 26 °C	89

## LISTA DE FIGURAS

		Pág
<b>Figura 1.</b>	La Planta De Plátano Y Sus Partes	11
<b>Figura 2.</b>	Partes De Una Hoja De Plátano	12
<b>Figura 3</b>	Fase Reproductiva, Reproductiva Y Productiva	13
<b>Figura 4</b>	Clon Dominico Hartón	15
<b>Figura 5</b>	Clon África	21
<b>Figura 6</b>	Cambios Sufridos En La Respiración Y El Crecimiento Durante El Desarrollo Del Fruto	37
<b>Figura 7</b>	Industrialización Del Plátano	62
<b>Figura 8</b>	Montaje Para La Determinación De La Actividad Respiratoria	74
<b>Figura 9</b>	Caracterización Física De Las Variedades África, Dominico Hartón Y FHIA 20	78
<b>Figura 10</b>	Intensidad Respiratoria En Almacenamiento De Las Variedades África, Dominico Hartón Y FHIA 20 A 18 Y 26 °C	79
<b>Figura 11</b>	Variación Del Peso Total De La Pulpa Y De La Cáscara De La Variedad Dominico Hartón A 18 Y 26 °C	81
<b>Figura 12</b>	Variación Del Peso Total De La Pulpa Y De La Cáscara De La Variedad África A 18 Y 26 °C	82
<b>Figura 13</b>	Variación Del Peso Total De La Pulpa Y De La Cáscara De La Variedad FHIA 20 A 18 Y 26 °C	83
<b>Figura 14</b>	Variación De La Firmeza De Las Variedades De Plátano Dominico Hartón, África, FHIA 20 Almacenados A 18 Y 26 °C	86
<b>Figura 15</b>	Variación Del Color De Las Variedades De Plátano Dominico Hartón, África, FHIA 20 Almacenados A 18 Y 26 °C	87
<b>Figura 16</b>	Variación De La Acidez En Las Tres Variedades De Plátano	89
<b>Figura 17</b>	Variación De ° Brix En Las Variedades De Plátano	90
<b>Figura 18</b>	Variación De La Relación De Madurez En Las Variedades De Plátano	90

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág</b>
<b>Anexo A1.</b> Datos Experimentales De La Caracterización Física Inicial (Longitud, D1, D2, D3, Peso, Volumen, Peso Específico Y Área Superficial) De Las Variedades De Plátano África, Dominico Hartón Y FHIA – 20	104
<b>Anexo A2.</b> Datos Experimentales De La Caracterización Morfológica (Peso Total, Peso Pulpa, Peso Cáscara, Relación Pulpa Cáscara) De Las Variedades De Plátano África, Dominico Hartón Y FHIA – 20 A 18 Y 26 °C Durante El Tiempo De Estudio	105
<b>Anexo A3</b> Datos Experimentales De La Caracterización Fisiológica(Intensidad Respiratoria), Químicas (Porcentaje De Acidez, ° Brix, Relación De Madurez), Física(Firmeza, Color Y Peso) De Las Variedades De Plátano África, Dominico Hartón Y FHIA – 20 A 18 Y 26 °C Durante El Tiempo De Estudio	106
<b>Anexo A4</b> Datos Experimentales Generales Con Las Cuatro replicas Del Plátano En Su variedad Dominico Hartón a 18 ° C	108
<b>Anexo A5</b> Datos Experimentales Generales Con Las Cuatro replicas Del Plátano En Su variedad Dominico Hartón a 26 °C	109
<b>Anexo A6</b> Datos Experimentales Generales Con Las Cuatro replicas Del Plátano En Su variedad África a 18 °C	111
<b>Anexo A7</b> Datos Experimentales Generales Con Las Cuatro replicas Del Plátano En Su variedad África a 26 °C	113
<b>Anexo A8</b> Datos Experimentales Generales Con Las Cuatro replicas Del Plátano En Su variedad FHIA a 18 °C	115
<b>Anexo A9</b> Datos Experimentales Generales Con Las Cuatro replicas Del Plátano En Su variedad FHIA a 26 °C	117

## RESUMEN

El cultivo del plátano en Colombia esta localizado en zonas de clima templado y cálido y en su mayoría por pequeños productores para los que se constituyen en su medio de vida; el presente estudio se enfoco a beneficiar a la población rural del eje cafetero.

La producción de plátano con sus tres variedades (África, Dominico hartón y FHIA – 20), cultivadas en la vereda la Rochela, la hacienda Montelindo, esta agronómicamente establecida, pero el análisis del comportamiento poscosecha no lo estaba, en sus variables fisiológicas, caracterización física inicial, morfología y variables químicas que eran totalmente desconocidas; las cuales fueron el objeto de este estudio, analizándolas a las temperaturas de 18 y 26 °C, lugares de producción y mercadeo respectivamente.

Los resultados de este estudio fueron los siguientes, la caracterización inicial arrojó los resultados de que la variedad África presenta mayor longitud, diámetros, peso, volumen, peso específico y área superficial, esta misma variedad presento los más altos valores de relación pulpa / cáscara durante el tiempo de estudio a las dos temperaturas. En cuanto a la variable química la variedad que presento mejor valor de Brix y relación de madurez fue la variedad Dominico hartón. Al mismo tiempo el punto climatérico de estas tres variedades se presento de la siguiente manera Dominico hartón a 18 °C día 7 y a 26 °C día 5, mientras que la variedad África a 18 °C día 7 y a 26 °C día 6, en lo que respecta a la variedad FHIA –20 a 18 °C día 9 y a 26 °C día 4.

Se observo que cada variedad estudiada tiene sus fortalezas y debilidades que con los resultados obtenidos en el presente trabajo sirva para que la industria del procesamiento de plátano elija la mejor variedad según las necesidades de cada producto

## SUMMARY

The cultivation of the banana in Colombia is located in areas of temperate and warm climate and in their majority for small producers for those that are constituted in their means of life; the present study you focuses to benefit the rural population of the coffee axis.

The banana production with their three varieties (África, Dominico hartón and FHIA-20), cultivated in the sidewalk the Rochela, the country property Montelindo, this agronomically established, but the analysis of the behavior poscosecha he was not, in its physiologic variables, characterization physical initial, morphology and chemical variables that were completely unknown; which were the object of this study, analyzing them respectively to the temperatures of 18 and 26 °C, production places and marketing.

The results of this study were the following ones, the initial characterization throws the results that the variety África presents bigger longitude, diameters, weight, volume, weight specifies and superficial area, this same variety presents the highest values of relationship pulp / shell during the time of study to the two temperatures. As for the chemical variable the variety that I present better value of Brix and relationship of maturity was the variety Dominico hartón. At the same time the point climatérico of these three varieties you presents in the following way Dominico hartón to 18 °C day 7 and to 26 °C day 5, while the variety África to 18 °C day 7 and to 26 °C day 6, in what concerns to the variety FHIA -20 to 18 °C day 9 and to 26 °C day 4.

One observes that each studied variety has its strengths and weaknesses that it serves with the results obtained work presently so that the industry of the banana prosecution chooses the best variety according to the necessities of each product

## INTRODUCCION

En Colombia El plátano ocupa el tercer lugar en el consumo nacional de alimentos después de la papa y la leche. Varias circunstancias lo han convertido en una excelente oportunidad de inversión y de negocio en el campo Colombiano: La crisis cafetera, la creciente demanda agroindustrial y la gran demanda nacional e internacional que tiene esta fruta.

Hay varios indicadores que demuestran la importancia que esta adquiriendo el plátano en el país por ejemplo, el 31% de los productores de la zona cafetera indican que en sus sistemas de producción es más importante el plátano que el café, lo cual no sucedida en la década del 80; y según los datos de la encuesta nacional cafetera realizada entre 1995 y 2000 solo en el departamento de Caldas existen 32.716 fincas en las que hay plátano intercalado con café equivalentes a 39.102 hectáreas y en monocultivo estén 1263 fincas equivalentes a 1.317 hectáreas.

En la zona central cafetera el cultivo del plátano genera aproximadamente 44.790 empleos permanentes por año, que equivale a términos de valor de la producción a más de 4000.millones de pesos anuales, aportando el 7% del producto interno agrícola (Corpoica 1999).

Actualmente la región platanera, de éste departamento, esta en su gran mayoría cultivada en variedad Dominico Hartón, ésta variedad además de producir un plátano de buena calidad, buen llenado, es susceptible a enfermedades como la Sigatoca, es por esto, que con la ayuda de fundaciones como la fundación hondureña de investigación agrícola FHIA, han sido desarrolladas para esta zona cafetera una variedad resistente a éstas plagas y enfermedades típicas de la región, esta variedad se conoce como FHIA 20, la cual esta siendo estudiada a nivel agronómico por la facultad de agronomía de

la Universidad de Caldas, el FHIA 20 pretende ser difundido entre la comunidad rural como una opción más. La variedad África representa otra buena alternativa, por su excelente tamaño, peso y adaptabilidad a esta zona del país. Todas las variedades antes nombradas se encuentran cultivadas en la hacienda Montelindo, propiedad de la Universidad de Caldas.

En el eje cafetero entidades como la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Comité departamental de cafeteros, Universidad del Quindío, Universidad de Caldas y Colciencias han enfocado algunas de sus investigaciones al manejo agronómico del cultivo del plátano, obteniendo excelentes resultados, siendo escasos los estudios en poscosecha, principalmente en lo relacionado con la manipulación del producto fresco, los procesos fisiológicos que ocurren durante la maduración del fruto, las posibilidades de transformación industrial y la identificación de mercados potenciales.

Lo anterior muestra la necesidad de realizar estudios que permitan la caracterización física, morfológica, fisiológica, fisicoquímica, del plátano en las diferentes variedades como "Dominico Hartón – África y FHIA 20", para que sirvan de base para el manejo del producto en fresco como materia prima en la agroindustria.

En su Facultad de Agronomía la Universidad de Caldas se cuenta con una línea de investigación, dedicada al estudio precosecha del plátano, pero no posee información sobre el manejo poscosecha del mismo, es así que para complementar éste estudio agronómico, la Facultad de Ingeniería de la misma universidad propone, por medio de su línea de investigación en agroindustria, desarrollar trabajos de investigación, sobre las tres variedades de plátano, mencionadas anteriormente.

Los resultados obtenidos de estas investigaciones deberán ser transferidos a la comunidad rural del departamento de Caldas, quien directamente será beneficiada al enseñarle al productor las condiciones de manejo y almacenamiento apropiadas del producto fresco. Igualmente el sector industrial podrá seleccionar la mejor variedad, de las tres estudiadas, de acuerdo a sus necesidades de producción, ya que conociendo las características fisiológicas, físicas, fisicoquímicas y morfológicas, tendrán las bases para diversificación de productos.

Las tres variedades de plátano mencionadas son las de más futuro en la zona cafetera región del país que necesita de alternativas de cultivo con suma urgencia debido al actual estado económico del café en el ámbito nacional.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en las variables físicas, morfológicas, fisiológicas y cambios fisicoquímicas en la etapa poscosecha, de plátano en las variedades Dominico Hartón, África y FHIA 20.

### **Objetivos específicos**

1. Caracterizar física y morfológicamente el plátano de las variedades de estudio, procedentes de una zona de la región cafetera del departamento de Caldas, con respecto a dimensiones, peso, forma, volumen y área superficial.
2. Evaluar el efecto de la temperatura de almacenamiento de 18 y 26 °C sobre el comportamiento fisiológico en poscosecha durante el almacenamiento de las tres variedades, determinando la intensidad respiratoria vs tiempo, acompañadas de los cambios físicos, como peso, firmeza y color, químicos como: grados Brix y acidez y morfológicos como: relación pulpa cáscara

## **1. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **1.1 PRODUCCIÓN Y SIEMBRA DEL PLÁTANO**

Con el café, el plátano es uno de los cultivos de mayor tradición en Colombia particularmente en la zona cafetera central. La importancia del cultivo se refleja en su contribución a la seguridad alimentaría pues la producción alcanza los 2.8 millones de toneladas, en la generación de empleo al contribuir con el aumento de los jornales al año y es una fuente de ingreso adicional para los agricultores. 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 3.000.000 t/año. 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 de divisas para el país. Se cultiva en diferentes áreas agro ecológicas, desde 0 m.s.n.m, con temperaturas promedias entre 17 y 35 °C.(6)

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 Orinoquia (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 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, aporta el 65 % de la producción nacional, abasteciendo los principales mercados del país(6).

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 (21.1 Kg/persona/año). Por ser un fruto de consumo 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, mercadeo del producto, apropiándose de una gran proporción del valor que se genera en el proceso (5).

La tenencia 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.

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, no se ha generalizado en el país debido a que no se 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 siguiente tabla.

Tabla 1. Norma de calidad del plátano Dominico – Hartón en la zona central cafetera según diferentes comercializadores

<b>CALIDAD</b>	<b>PESO DEL FRUTO (g)</b>
Extra	>400
Primera	300 – 399
Segunda	200 – 299
Tercera	< 200

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, debe conocerse las preferencias de los consumidores y el grado de aceptación en el mercado de los productos ofrecidos.

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 (5).

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 fabricas 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.

### 1.1.1 Clasificación Botánica Y Morfología

La familia de las musáceas a la que pertenece el plátano esta constituida por hierbas gigantes, con pesados tallos formados por las vainas de las hojas y pueden alcanzar hasta 10 metros de altura. La clasificación corresponde a:

División:	Embriophita	Orden:	Zingiberales o Escitaminales
Subdivisión:	Angiosperma	Familia:	Musácea
Clase:	Monocotiledoneae	Genero:	Musa L.

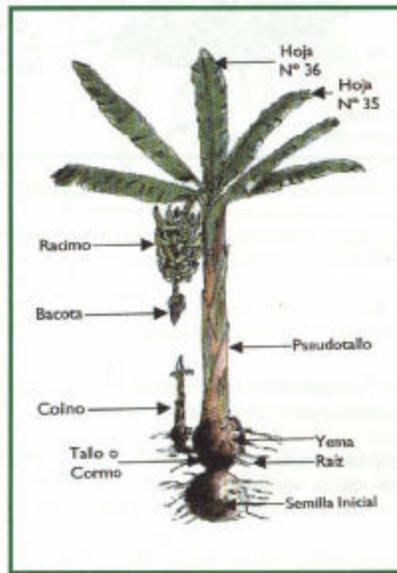


Figura 1 La planta de plátano y sus partes

El tallo es subterráneo y se denomina como rizoma, que es un bulbo sólido con entrenudos cortos y yemas axilares en cada uno. Una vez sembrado el cormo o rizoma, dará origen a una nueva planta cuyo punto de crecimiento (tallo rizomático) es de forma cilíndrica; pero transcurridos unos dos meses de la siembra forma un segundo rizoma a una profundidad de 20 a 25 cms del nivel del suelo (6).

El sistema radicular es fasciculado; el proceso de emisión es bastante activo pudiéndose observar a los 5 días de sembrado el cormo un número apreciable de raíces. Su crecimiento es en forma radial horizontal pudiendo alcanzar longitudes mayores a 3 m en etapas avanzadas del ciclo vegetativo. Las raíces se localizan en su mayoría en los primeros 30 cms del suelo, siendo muy pocas las que exploran en sentido vertical. La emisión de raíces se realiza en los dos rizomas siendo inferior en número en el rizoma sembrado originalmente, pudiendo una planta del clon Dominico Hartón emitir en su ciclo vegetativo entre 350 y 400 raíces (6).

El seudotallo está formado por las vainas de las hojas en forma imbricada y que al desenvolverla tiene forma de canal, gruesa en el centro y delgada hacia los bordes. La vaina más antigua son las exteriores. Por el centro del seudotallo se abren paso las hojas nuevas y finalmente el escapo floral. Al momento de la floración el seudotallo puede alcanzar una altura promedio de 3.5 m para un primer ciclo de producción e incrementarse en un metro más para ciclos posteriores (6).

Las hojas se encuentran en forma de espiral y se desarrollan en el meristemo de crecimiento, recorre todo el seudotallo para emerger en el ápice de esta en forma de cigarro inicialmente y completamente abierta presenta forma oblonga. La hoja esta unida a la vaina por el pecíolo, su tamaño es variable dependiendo de la edad de la planta, el mayor número de estomas los presenta por el envés. El número de hojas emitidas por una planta de Dominico Hartón es del orden de  $38 \pm 2$  a una tasa de emisión foliar de 9.12 días por hoja en condiciones de zona cafetera. El número total de hojas es inversamente proporcional al tamaño del rizoma sembrado. Su duración es de aproximadamente 115 días (6). La figura muestra las partes de la hoja

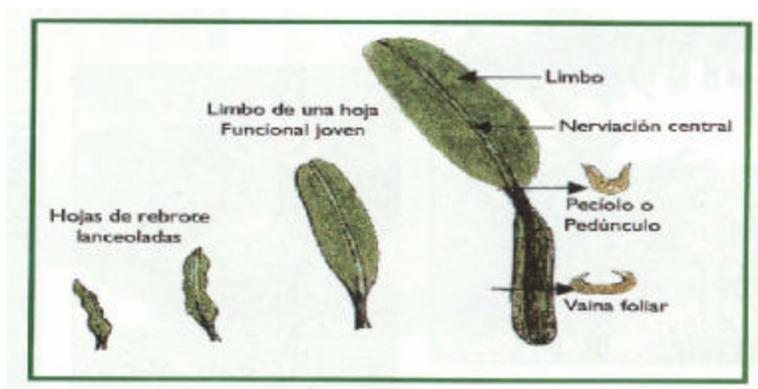


Figura 2 Partes de una hoja de plátano

La inflorescencia se da después de terminado el proceso de formación de hojas en el meristemo de crecimiento que dura de 5 a 6 meses, cuando la planta pasa de la fase vegetativa a las fases reproductivas diferenciando y formando

flores femeninas que dan origen a los frutos, cubiertas por brácteas caducas y las flores masculinas con brácteas persistentes que forman la bellota. Esta fase de diferenciación floral es sumamente importante puesto que de su correcta evolución dependería el tamaño del racimo. Una vez que el meristemo se ha diferenciado y transformado inflorescencia, esta empieza su ascenso por el centro del seudotallo, proceso que dura en promedio 6 meses. La posición de la inflorescencia hasta su completa emergencia es vertical, tomando luego posición horizontal y posteriormente pendular, con un tiempo aproximado de 15 días. Cuando la flor toma posición pendular se desprenden brácteas que no cubren ningún grupo de flores, posteriormente se levantan las brácteas que cubren las flores femeninas quedando al descubierto los frutos que tienen posición pendular pero que luego van girando hasta tomar posición horizontal hasta alcanzar posición casi paralela al eje del mismo, hasta este momento, es decir, desde la caída de brácteas hasta la conformación del racimo transcurre un mes aproximadamente (6). En la figura tres se aprecia la fase vegetativa, reproductiva y productiva

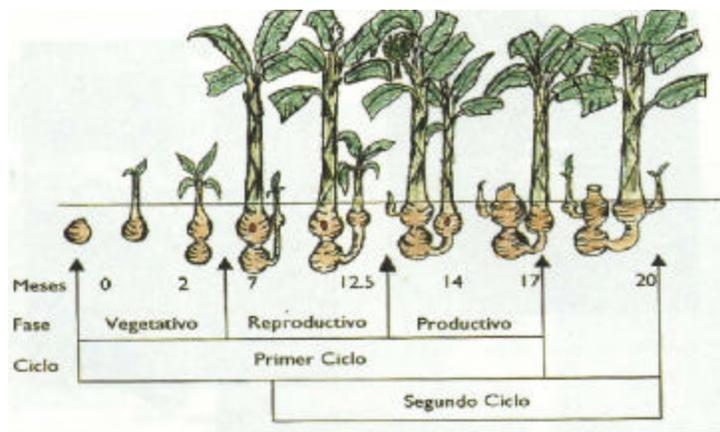


Figura 3 Fase vegetativa, reproductiva y productiva

El fruto denominado baya o (fruto) que forma conjuntos llamados manos y el conjunto de gajos que se denomina racimo. El llenado de los frutos se inicia con la caída de la primera bráctea y continua hasta el corte del racimo; la duración promedio de este proceso es de 4 meses.

### 1.1.2 Variedades

En el grupo de los plátanos hay muchas variedades cultivadas, de las cuales las más conocidas son el Hartón, Dominico Hartón, Morado, Cachaco o Espermo, Popocho o Cuatrofilos, Pelipita, África. Pombo o Comino, Maqueño, Truncho y Todas las variedades FHIA

Las variedades comerciales de plátano más cultivadas en Colombia son el Hartón, Dominico Hartón y Dominico

- Variedad Dominico Hartón

Es la variedad mejor adaptada a la zona cafetera, produce racimos con aproximadamente 7 manos y 50 dedos de tamaño mediano. Se cultiva entre los 1.000 y 1.500 m.s.n.m.

Es muy similar a la variedad Dominico, su diferencia radical es en el momento de la florescencia. Y además este se cultivo por encima de los 1.500 m.s.n.m.

Esta variedad siendo la mejor adaptada a la zona cafetera lo que respecta a su potencial de rendimiento se encuentra disminuido por distintos problemas, primordialmente por las enfermedades conocidas como Sigatoca negra (*Mycosphaerella fijiensis*) y Sigatoca amarilla (*M. musicola*), que actualmente constituyen el principal factor limitante para la producción del cultivo.

Dado que los procesos de mejoramiento convencional en el cultivo del plátano son extremadamente demorados, es improbable que en el corto plazo se pueda tener una nueva variante de plátano Dominico hartón con características de resistencias a tales enfermedades. Esto determina la necesidad de evaluar nuevos materiales probados por su resistencia a las sigatocas, a fin de establecer su potencial de producción bajo nuestras condiciones climáticas como es el caso del híbrido Fhia 20 (6). La figura 4 muestra una ilustración de la variedad Dominico Hartón y Dominico.



*Clon  
Dominico*



*Clon  
Dominico-hartón*

Figura 4 Clon Dominico Hartón - Dominico

La composición fisicoquímica de la planta y del racimo del plátano variedad Dominico Hartón se muestra en la tabla 2 y 3

Tabla 2 Composición físico – química de la planta de plátano Dominico – Hartón

<b>COMPONENTE</b>	<b>CORMO</b>	<b>SEUDOTALLO</b>	<b>HOJAS</b>
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

Fuente: Poscosecha y Agroindustria del plátano en el eje cafetero - Colombia(5)

Tabla 3 Composición físico – química del racimo de plátano Dominico Hartón.

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
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
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			
Rivoflavina (B2)		0.05			
Tiamina (B1)		0.06			

Fuente: Poscosecha y Agroindustria del plátano en el eje cafetero - Colombia(5)

- Variedad FHIA 20 ( Fundación Hondureña de Investigación Agrícola )

Se denomina así por el nombre de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) con oficina principal en la Lima (Honduras),Entidad que formalizo un convenio con la Universidad de Caldas relacionado con la micropropagación y comercialización el Plátano FHIA 20, el cual se caracteriza por ser resistente a la sigatoca negra y de alta productividad. El FHIA 20 constituye una alternativa para sustituir al plátano Dominico Hartón. Su resistencia a la sigatoca negra, alto rendimiento y excelente calidad lo han colocado en un lugar preferente para su consumo en fresco, cocido, verde o maduro. Su rendimiento puede ser dos a tres veces el rendimiento del plátano “cuerno” Dominico Hartón (6).

Se presenta a continuación la información general y las características de la variedad FHIA 20

*Información general*

Nombre de la variedad	FHIA - 20
Origen	FHIA, La lima, Honduras, Centro América
Nombre del mejorador	Dr. Phillip Rowe
Tipo	Plátano tipo Francés
Año de generación	1989
Nombre código	FHIA SH-3609
Linaje	AVP-67 (AAB) X SH-3437
Genoma/Ploidia	AAAB
Uso	Consumo cocido, verde, maduro

### *Características de la planta*

Habito foliar	Decumbente
Apariencia del pseudotallo	Opaco
Altura	3.2 – 4.5 m
Tipo de bellota	Normal
Forma de racimo	Asimétrico
Posición del racimo	Cuelga vertical
Color de frutos	Verde claro
Forma de frutos	Recta en parte distal
Forma ápice del fruto	Cuello de botella

### *Fenolicas*

Duración primer ciclo vegetativo (Siembra a floración)	300-380 días
Duración primer ciclo productivo (paricación a cosecha)	85-100 días
Días transcurridos de siembra a segunda fluoración	528-570 días

### *Producción*

Peso neto de racimo (Sin raquis)	20-30 kg
Número de dedos por racimo (Sin desmane)	130-160 dedos
Número de dedos por racimo (Con desmane)	125-150 gr

### *Reacción a enfermedades*

Sigatoca negra	Resistente
Mal de Panamá	Resistente
Nematodo	Altamente susceptible a radophulus similis
Pudrición de corona	Desconocido

### *Descripción del sitio de evaluación*

Localización	Latitud N 15°21' 31'' Longitud O 87°56'35''
Precipitación pluvial anual	1000 a 1200 mm por año
Temperatura promedio anual	26 °C
Altura sobre el nivel del mar	25 metros

- Variedad África

Se caracteriza por ser un material tipo Hartón, con un ciclo vegetativo menor al Dominico Hartón y mayor rendimiento, representado en el tamaño del fruto y el peso del racimo, sin embargo es susceptible a la Sigatoca negra y amarilla.

La zona cafetera central por sus condiciones climáticas, es la primera en producción de plátano del país, sin embargo es notable la estrechez del germoplasma. Solamente se cultivan comercialmente dos variedades: Dominico común de tipo Frensh y Dominico hartón de tipo falso cuerno que es el más difundido. Esta situación es inconveniente desde el punto de vista agronómico por que potencializa riesgos sanitarios, resultando deseable la introducción de nuevas variedades para ampliar la diversidad genética y ofrecer nuevas opciones a los consumidores.

La Federación Nacional de Cafeteros, mediante un convenio de Cooperación Internacional con la Institución Francesa de Investigación (CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement – France – FLHOR) y el apoyo del ICA introdujo con este propósito, un grupo de variedades no mejoradas de África Occidental (Camerún), las cuales se evaluaron en varias localidades. Una de las más promisorias en pruebas preliminares fue la variedad África la cual se ha investigado más detalladamente en cuanto a su comportamiento productivo y a las características de la fruta. La variedad África se adapta muy bien en la zona

cafetera en la misma franja de altitud del Dominico Hartón (1.500 m.s.n.m), sus hábitos de crecimiento y reacción a plagas y enfermedades endémicas sugieren que pueden cultivarse exitosamente bajo las mismas recomendaciones técnicas que las variedades locales, siendo lo más destacable, la morfología y apariencia de la fruta, la facilidad de utilizarla y su buena aceptación, por lo cual se constituye en una nueva opción para los agricultores y consumidores de la zona central cafetera de Colombia (6).

En la figura 5 se muestra el plátano clon África

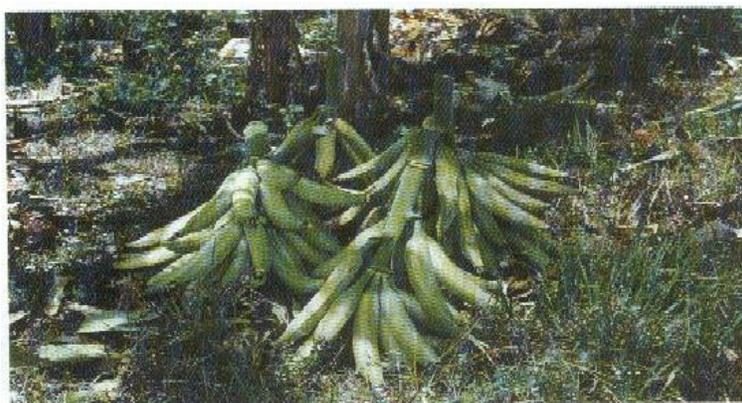


Figura 5 Clon África

### 1.1.3 Condiciones Climáticas Y De Suelo

Por las condiciones pedoclimáticas entre los 1.000 y 1.600 m.s.n.m la zona cafetera es excepcionalmente buena para la producción de plátano: La planta allí expresa todo su potencial de producción con un manejo mínimo. El factor clave es la condición fisicoquímica de los suelos de origen volcánico y la riqueza en el contenido de materia orgánica. En esta condición, las plantas desarrollan y mantienen un buen sistema radical, que es el componente morfológico más débil del plátano, eso explica la buena producción y la permanencia productiva del cultivo, que generalmente no se obtienen en otras condiciones.

En cuanto al clima las diferencias de altitud causan variaciones en ciertos elementos (temperatura, luminosidad), sin embargo en la zona cafetera se logra obtener la producción. El mismo peso y similar calidad de los racimos se obtienen a 1.100 o 1.600 m.s.n.m , y la única diferencia es la duración del ciclo vegetativo. Además la variación por altitud crea una condición desfavorable a ciertos problemas sanitarios (sigatoca y picudo negro) que son limitativos en ciertas condiciones. (1)

Las características adecuadas para el cultivo del plátano son:

<b>CONDICION CLIMÁTICA</b>	<b>VARIACION</b>
Temperatura ( °C )	14 a 33
Lluvias ( mm/año )	1.800 a 2.800
Altitud	2200 m.s.n.m
Luminosidad	Densidades adecuadas
Suelos	Sueltos – ricos en potasio pH 6 a 6.5

#### 1.1.4 Sistemas De Producción Y Condiciones De Cultivo

Entre los sistemas prevalentes de producción en la zona están : cultivo asociado (mateado, en barreras) y monocultivo (baja, alta población) Las diferencias son de orden económico: insumos e intensidad de labores, entre otras, las cuales se expresan como mayor producción por hectárea, dependiendo de la densidad

Para la producción de plátano se tienen en cuenta las siguientes etapas

##### ✓ Selección y preparación de la semilla

Esta selección es básica para tener éxito en el cultivo; por lo cual se debe seleccionar teniendo en cuenta que sean plantas sanas y de buen tamaño en los racimos

✓ Preparación del terreno

La preparación del terreno se debe hacer en una época tal, que permita hacer las siembras al iniciarse el periodo de lluvias

✓ Siembra y distancia de siembra

El plátano ha servido como cultivo de sombrío transitorio para café y cacao entre otros, bajo esta modalidad el plátano puede sembrarse en barreras que varían desde los 6 hasta los 12 mts y una distancia de 2 a 3 mts entre plantas, sembrando dos colinos por sitio. Este sistema se emplea también como cultivo permanente asociado al café.

✓ Control de malezas

El plátano es un cultivo limpio, o sea que debe mantenerse libre de malezas, principalmente alrededor de los tallos (40 – 50 cm). La desyerba consiste en eliminar las malezas que quedan después del planteo o sea limpiar las calles. Se recomienda mantener la mayor limpieza durante el primer año de establecido el cultivo, pues las plantas están pequeñas y la competencia de las malezas es mayor. Las desyerbas deben realizarse cada tres meses o más frecuentemente si es necesario, con el fin de mantener el cultivo libre de malezas

✓ Deshije

Es la práctica esencial para mantener la producción

✓ Destronque

Consiste en el corte del seudotallo una vez cosechado el racimo; tradicionalmente se ha hecho en forma gradual, debido a que se piensa que la translocación de líquidos de este seudotallo a los colinos era necesaria para su desarrollo; pero según investigaciones se ha comprobado que la realización del destronque inmediato no tiene efectos sobre la producción, además de

economizar jornales pues la labor se realiza solo en un solo momento y de no servir como reservorio de plagas y enfermedades.

✓ Deshoje

Consiste en eliminar las hojas secas, amarillas y dobladas, ya que ellas no cumplen función alguna en la planta. Se realiza con el fin de permitir la llegada de la luz a la parte baja de la planta, para estimular los hijuelos, para facilitar la circulación de aire dentro de la población. Al hacer esta operación es indispensable desinfectar las herramientas (Machete) con una solución de formol al 10 % cada vez que se pase de una mata a otra

✓ Desguasque

El desguasque consiste en quitar las vainas, calcetas o yagas que estén completamente secas y que desprendan fácilmente; esta labor se debe hacer con la mano, arrancándolos de la base hacia arriba y sin usar herramientas. Este ayuda al manejo de plagas y plagas que son foco de contaminación, además facilita la llegada de aire y luz a la parte baja de la planta y regula la humedad del cultivo. Se debe realizar dos veces por año

✓ Desbellote

Consiste en eliminar la bellota o extremo del racimo que no produce frutos

✓ Embolse

Se hace con el fin de evitar el ataque de Trips

✓ Encinte

Se utiliza con el fin de diferenciar cada corte

✓ Apuntalado

Es casi siempre necesario ya que el peso del racimo puede desequilibrar la mata y además queda vulnerable a los vientos; para evitar que la mata se caiga, se debe colocar un tutor o puntal por el lado que se inclina

✓ Fertilización

La clase y cantidad de fertilizantes que se han de aplicar dependen de la fertilidad de los suelos, para lo cual es importante tener un análisis de éste. los fertilizantes deben aplicarse a los hijuelos en crecimiento, en plantaciones de alta densidad ha resultado eficiente el abonamiento al voleo debido al extenso sistema radical del plátano

#### 1.1.5 Plagas Y Enfermedades

Un insecto plaga es un organismo vivo que reduce la disponibilidad, calidad o valor de un cultivo o producto. Tiene mecanismo de defensa y supervivencia que le permiten adaptarse a sus huéspedes, al medio ambiente y resistir algunos sistemas de control.

Para saber si una plaga esta atacando el cultivo de plátano, se debe revisar periódicamente la plantación, inspeccionando las partes de la planta.

El ataque de las plagas se reconoce por el amarillento de las hojas, la debilidad y escaso desarrollo de las plantas, la reducción en la emisión de colinos, el raquitismo y malformación de racimos o la presencia de exudados gomosos o gelatinosos en el pseudotallo. Estos síntomas se observan por focos aislados.

En la tabla 4 se muestra el tipo de plaga, el lugar de ataque y el daño ocasionado en el plátano

Tabla 4 Plagas, Lugar De Ataque Y Daño Ocasionado En El Plátano

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	ZONA DE ATAQUE	DAÑO OCACIONADO
Picudo negro	Cosmopolites sordidus	Cormo y Pseudotallo	Disminuye el tamaño y el peso del racimo
Picudo rayado y Picudo amarillo	Metamasius hemipterus	Cormo y Pseudotallo	Debilitamiento del pseudotallo y doblamiento de las plantas al llenado del racimo
Gusano tornillo	Castniomera humboldti	Cormo y Pseudotallo	Debilitamiento del pseudotallo
Gusano cabrito	Opsiphanes sp	Hojas	Defoliación hasta del 50 % antes de la aparición de la bellota
Gusano canasta	Oyketicus sp	Hojas	Desaparición de la hoja
Morrocoyita del fruto	Colaspis sp	Fruto	Roeduras en la cáscara
Mapaitero o abeja angelita	Trigona sp	Fruto	Roeduras en la cáscara

Fuente: Manejo integrado del cultivo del plátano (6)

La enfermedad es una actividad fisiológica anormal y perjudicial originada por un agente causal primario (hongos, bacterias, nematodos y virus), que se expresa por condiciones patológicas denominadas síntomas.

Es importante resaltar que existen otras anomalías fisiológicas que no se consideran enfermedad, como sucede con los excesos o deficiencias nutricionales, que por lo general ocasionan en la planta un daño en forma momentánea.

En la tabla 5 se muestra el tipo de enfermedades, el agente, la zona de ataque y el daño ocasionado al plátano

Tabla 5 Enfermedades, Agente Causal , Zona De Ataque Y Daño Ocasionado Al Producto

NOMBRE ENFERMEDAD	AGENTE	ZONA DE ATAQUE	DAÑO OCASIONADO
Moko	Bacteria Ralstonia solanacearum	Cormo y Pseudotallo	Causa perdidas en zonas bajas y cálidas, frutos son de un amarillento prematuro
Elefantiasis	Sin identificar	Cormo y Pseudotallo	Hipertrofia o sobrecrecimiento de la base del pseudotallo, muere la planta madre y sus colinos
Nematodos	Nematodos	Raíces	Disminución del número y tamaño de hojas, mala calidad de los racimos y volcamiento
Sigatoca negra	Mycosphaerella fijiensis Morelet	Hojas	Hoja seca
Sigatoca amarilla	Mycosphaerella musicola Leach	Hojas	Hoja seca, disminución del tamaño y peso de los racimos
Mal del cigarrillo	Tachisphaera fructigena (Hongos)	Fruto	Pudrición seca
Antracnosis	Collectotrichum musae	Fruto	

Fuente: Manejo integrado del cultivo del plátano(6)

## 1.2 ESTADISTICAS DE SIEMBRA Y PRODUCCIÓN EN EL EJE CAFETERO

Se presentan a continuación las cifras de importancia en la producción del plátano en el eje cafetero.

Tabla 6 Información cultivo plátano tradicional en el Departamento de Caldas

PLATANO TRADICIONAL	AREA TOTAL PLANTADA	PRODUCCION OBTENIDA (Ton)	RENDIMIENTO OBTENIDO (Kg/ha)	PRECIO PAGADO AL PRODUCTOR (\$ Ton)
Año 1997	22619	95013.87	4341.903304	109111
Año 1998	21989	76174.60	3567.0616	
Año 1999	17218	96930.6	5629.608549	227176
Año 2000	17248	99785.6	5785.343228	186636
Año 2001	17564	90645.1	5685.21701	173827

Fuente Secretaria de Agricultura y Medio Ambiente de Caldas, UMATAS (18)

Tabla 7 Información cultivo plátano tecnificado en el Departamento de Caldas

PLATANO TECNIFICADO	AREA TOTAL PLANTADA	PRODUCCION OBTENIDA (Ton)	RENDIMIENTO OBTENIDO (Kg/ha)	PRECIO PAGADO AL PRODUCTOR (\$ Ton)
Año 1997	22619	95013.87	4341.903304	109111
Año 1998	1093	22538.70	26056.3006	
Año 1999	866	19745	23991.49453	202460
Año 2000	909	20340	22675.58528	199317
Año 2001	980	13998	19771.18644	209133

Fuente Secretaria de Agricultura y Medio Ambiente de Caldas, UMATAS (18)

Tabla 8 Producción de plátano por departamentos 1992 – 1998 ( Volumen en toneladas, participación y tasa de crecimiento en porcentaje de plátano en el eje cafetero)

Departamento	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	PART 98/92	CREC
Quindío	362.039	201420	149.691	279.065	298.602	352.645	291.134	12.03	4.10
Risaralda	69.089	69.030	96.294	82.585	67.499	74.547	123.365	5.10	5.40
Caldas	13.281	156.357	120.523	167.118	148.581	122.182	110.114	4.55	21.60

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural. Cálculos CCI (11)

Tabla 9 Área cosechada, producción y rendimiento del cultivo del plátano por regiones naturales en Colombia 1999

Región Natural	Área (ha)	Producción t/año	Rendimiento T/ha/año	Part producción %	Part. Área %
<b>ANDINA</b>					
Caldas	18651	106675	5.7	4.32	5.20
Risaralda	18135	72227	4.0	2.93	5.06
Quindío	36080	345262	9.6	14.00	10.06

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural. Cálculos CCI (11)

### 1.2.1 Información Técnica Del Área De Estudio (Finca Montelindo)

Granja perteneciente a la Universidad de Caldas, localizada en la vereda la Rochela del Municipio de Manizales; más exactamente a

Latitud	5°5' N
Longitud	75°40' W
Altitud	1.010 m.s.n.m
Temperatura media	26 °C
Humedad relativa promedio	71%
Precipitación total anual	1800 mm
Brillo solar anual	2010 horas

### 1.3 FISIOLÓGÍA DE LA MADURACIÓN POSCOSECHA DE FRUTAS

En los últimos años se ha dedicado una especial atención a la búsqueda del mecanismo o mecanismos que desencadenan la maduración y la senescencia de frutas. Aunque han sido varias las teorías propuestas en la actualidad, se ha verificado que ambos procesos son resultado de un mecanismo activo gobernado por un programa, con una síntesis de ácidos nucleicos, reorientación de los sistemas enzimáticos y modificación de la permeabilidad, entre otros. Esta teoría que se conoce con el nombre de " muerte programada ", admite que se encuentra ante procesos programados que implican la expresión regulada de genes específicos. La hipótesis de la expresión genética, demostrada hoy en día por la biología molecular, se basa en que la maduración no puede tener lugar si no hay expresión de los genes, así la naturaleza de los implicados puede variar de una especie vegetal a otra (5). Aunque se conocía desde hace mucho tiempo que en algunos frutos el etileno participaba e inducía la maduración, trabajos recientes han puesto de manifiesto que es el responsable de la expresión genética, (Romojaro, 17)

Las frutas no solo se encuentran vivas cuando se hallan unidas a la planta de la cual proceden, sino que después de ser cosechadas continúan desarrollando los sistemas fisiológicos que operaban durante su etapa de crecimiento en la planta (Pantástico, 15).

Una característica importante de las frutas, es el hecho de que respiran, tomando oxígeno ( $O_2$ ) del aire y desprendiendo dióxido de carbono ( $CO_2$ ), agua y calor y además transpiran, es decir, el agua se pierde al ambiente como vapor de agua, moviéndose desde la atmósfera de los espacios intercelulares hacia la atmósfera exterior.

Mientras están unidas a la planta las pérdidas ocasionadas por transpiración y respiración se compensa con un flujo que contiene agua, productos fotosintetizados y minerales. Después de ser cosechados continúan respirando y transpirando, pero ya no hay una compensación con el flujo de savia por lo tanto depende de sus reservas alimenticias y de su propio contenido de agua. Por lo tanto, la pérdida de sustratos respirables no se compensa y se inicia el deterioro

### 1.3.1 Etapas Del Desarrollo Fisiológico

La vida de las frutas puede dividirse en tres etapas fisiológicas fundamentales que son:

✓ Crecimiento:

Implica la división celular y el subsiguiente desarrollo de las células, que dan el tamaño final alcanzado por el producto

✓ Maduración:

La maduración se caracteriza por una serie de transformaciones bioquímicas que determinan algunos cambios en el producto como son: sabor, consistencia, color y aroma. Desde el punto de vista bioquímico, la etapa de maduración

comprende procesos tanto de síntesis como de degradación. Entre los primeros pueden citarse la transformación del etileno, de sustancias responsables del aroma, ciertos aminoácidos, proteínas, determinados pigmentos y de enzimas; entre los segundos merece destacarse la degradación de almidón en azúcares. La maduración es el resultado de un complejo conjunto de transformaciones, muchas de las cuales son independientes entre si (Pantástico, 15 y Planella,16)

✓ Senescencia:

Fase en la que los procesos bioquímicos anabólicos (sintéticos) dan paso a los catabólicos (degradativos) conduciendo al envejecimiento y finalmente a la muerte de los tejidos.

### 1.3.2. Respiración

Es un proceso metabólico fundamental tanto en el producto recolectado como en el vegetal vivo. Puede describirse como la degradación oxidativa de los productos más complejos, normalmente presentes en las células, como el almidón, los azúcares y los ácidos orgánicos a moléculas más simples como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el agua (H<sub>2</sub>O) con la posterior liberación de energía y otras moléculas que pueden ser utilizadas para las reacciones sintéticas celulares. La mayor parte de la energía de las frutas le es suministrada por la respiración aeróbica, lo que implica la degradación oxidativa de ciertas sustancias orgánicas almacenadas en los tejidos (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 13).

El sustrato normal de la respiración es la glucosa, cuya reacción global es la siguiente:



En esta reacción se transforman enzimáticamente sustancias de reserva, se produce energía y anabolitos primarios necesarios para las diversas síntesis de materia viva, durante la respiración se consume oxígeno O<sub>2</sub> y se elimina anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), la relación entre estos dos se denomina coeficiente de respiración (CR) así (Wills, 21):

$$CR = \frac{CO_2}{O_2}$$

Cuando el sustrato que se quema es glucosa el CR es igual a 1, cuando combustionan grasas o ácidos orgánicos el CR es mayor que 1, en la combustión de proteínas es menor que 1. Cuando se presenta respiración anaerobia (fermentación) el coeficiente es muy elevado. Así, el CR puede servir como indicador del tipo de reacciones que predominan. La fermentación aparece al cesar la respiración por falta de oxígeno (O<sub>2</sub>), produce (CO<sub>2</sub>) y alcohol hasta que las células mueren y se producen ataques de hongos y bacterias

La intensidad respiratoria es la cantidad de (CO<sub>2</sub>) producido (en mg o ml) en el proceso respiratorio

$$IR = \frac{mg\ CO_2}{kg * hr}$$

Durante el desarrollo y la maduración del fruto la intensidad respiratoria no sigue un ritmo regular sino variado. De acuerdo con la tendencia que presenten los frutos, se clasifican en climatéricos y no climatéricos. El climaterio es un fenómeno característico de algunos frutos durante el cual se producen cambios bioquímicos que se inician con la producción autolítica de etileno (Guarinoni, 9) asociados con la maduración y consiste en un aumento de la actividad respiratoria en un momento determinado de su vida, los frutos

que no muestran un fenómeno de esta naturaleza, son clasificados como " no climatéricos " y sus cambios ocurren a un ritmo más lento (Pantastico, 15, IICA10)

La respiración esta regida por dos tipos de factores, los factores internos y los externos:

- Factores Internos Que Afectan La Respiración

- ✓ Edad o estado del cultivo: En frutos jóvenes la intensidad respiratoria es mayor a causa de la mayor división celular y mayor actividad metabólica.
- ✓ Composición química del tejido: Tejidos ricos en protoplasma tienen una intensidad respiratoria mayor que la que no los posee. Las condiciones internas como grado de hidratación, cantidad y tipo de enzimas respiratorias que tengan también influencia.
- ✓ Tamaño: Las frutas pequeñas tienen una intensidad respiratoria mayor que una fruta grande, pues los pequeños tienen mayor área de superficie expuesta a la atmósfera.
- ✓ Espesor de la corteza: A mayor espesor de la piel, menor velocidad de respiración.
- ✓ Especie y variedad: Variedades tempranas o de maduración precoz sufren la crisis climática más pronto y más adecuada que las tardías. (6)

- Factores Externos Que Afectan La Respiración
  
- ✓ Temperatura: Entre 0 °C y 35 °C, la tasa de respiración de las frutas aumenta de 2 a 2.5 veces por cada 10 °C de aumento de temperatura afectando también los procesos bioquímicos.
  
- ✓ Humedad: La respiración es más intensa entre más húmedo esté el ambiente.
  
- ✓ Contenido de oxígeno y anhídrido carbónico de la atmósfera: La respiración se frena por la disminución del contenido de oxígeno o por el incremento del anhídrido carbónico, y por la cantidad adecuada de ambos gases en el almacenamiento
  
- ✓ Concentración de etileno: En las frutas climatéricas la curva de respiración no se altera ni ocasiona cambios en los constituyentes principales, pero en la fruta no climatérica puede estimular la intensidad en cualquier momento de la vida poscosecha
  
- ✓ Presencia de reguladores de crecimiento: Estas sustancias modifican la actividad respiratoria reduciéndola o aumentándola. Si se incrementa en la piel la intensidad respiratoria aumenta
  
- ✓ La luz: Los órganos vegetales iluminados directamente, presentan una temperatura superior a la de los órganos que no lo están; este calentamiento producido por la luz es uno de los efectos indirectos más importantes que inciden sobre la respiración.
  
- ✓ Fecha de recolección: En general, casos particulares aparte, los frutos presentan un máximo respiratorio mas alto cuando se recolectan tarde.

✓ Lesiones: Las heridas y lesiones ocasionan en las frutas un aumento temporal de la respiración.

- Frutos Climatéricos Y No Climatéricos

Los cambios en la respiración de las frutas a través del tiempo desde su crecimiento hasta su senescencia marcan la característica de los dos tipos de frutos, los llamados climatéricos y los no climatéricos.

Los frutos no climatéricos durante la división celular tienen una actividad respiratoria muy alta la cual declina a medida que su etapa de división se completa, durante el crecimiento celular esta actividad continua disminuyendo a un ritmo menor, el cual se conserva hasta su senescencia en donde se puede presentar un leve aumento de esta actividad (5)

Los frutos climatéricos mantienen el comportamiento de los no climatéricos hasta cuando termina la etapa de crecimiento celular, en este momento la fruta está en la etapa de maduración. Cuando esta etapa esté terminando se inicia dentro de ella la maduración final (organoléptica o sensorial) que coincide con un aumento en la actividad respiratoria hasta completar la maduración, la que disminuye con el envejecimiento del fruto; este incremento en la respiración se denomina pico climatérico o sencillamente climaterio (5)

Los productos no climatéricos, después de cosechados, no tienen la capacidad de continuar con los procesos fisiológicos de madurez; los cambios que ocurren, son cambios causados por la degradación o por efectos físicos como la deshidratación. En los productos climatéricos los procesos fisiológicos son activados por el gas etileno ( $C_2H_4$ ) y su producción aumenta (5)

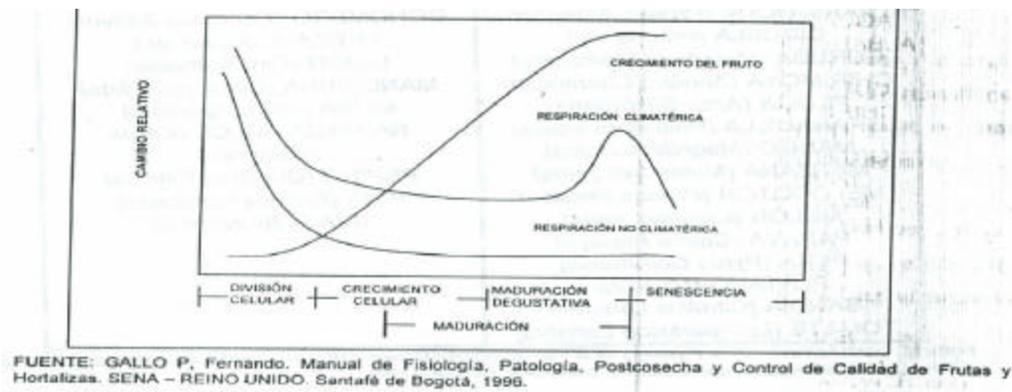


Figura 6 Cambios sufridos en la respiración y el crecimiento durante el desarrollo del fruto

### 1.3.3 Maduración

El término maduración define el proceso en el que se alcanza y finaliza el máximo estado de desarrollo del fruto, la 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), 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 (5).

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 (5).

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 ocurren 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. 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 mercados de los frutos (5).

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 pépticas, enzimas pépticas, hemicelulosas y celulosas) ocurren en las paredes de las células y la suavidad y textura del fruto reflejan estos cambios (5)

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 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 más notable es la pérdida paulatina del color verde y amarillento 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. 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 (5).

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 (5).

El proceso de respiración durante la maduración se puede utilizar como índice para determinar el potencial de deterioro del producto, la vida poscosecha 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 (5)

- Efecto Del Etileno Sobre La Maduración

Desde hace muchos años se conoce la capacidad que tienen algunos gases de estimular la maduración de los frutos (5).

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 quemas 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 (5).

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 estos permanecen insensibles hasta que alcanzan la madurez fisiológica (5)

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. 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 aun nivel alto. 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 (5).

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 CO<sub>2</sub> (inhibiendo la respiración) o disminuyendo la presión parcial de oxígeno que inhibe la respiración y la síntesis de etileno (5).

- Cambios Físicos Durante La Maduración

El tamaño, calidad y presentación de los frutos de plátano son influenciadas 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 plastidos, vacuolas 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.

- 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. 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. Los efectos de la temperatura sobre el peso del racimo pueden ser interpretados por su influencia en el número y tamaño de los frutos. El efecto sobre el tamaño depende del peso inicial del fruto, de su tasa 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. La reducción del peso fresco es típico del comportamiento metabólico de los frutos durante la poscosecha, 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 la cosecha es muy influenciado por la altitud, temperatura y brillo solar. La composición química del fruto y su comportamiento poscosecha está determinada por la cantidad de lluvia que haya precedido su llenado en la planta . El fruto tardará más tiempo en madurarse si su periodo de llenado transcurrido en la época lluviosa

- Perdida De 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. La pulpa está compuesta esencialmente de agua y carbohidratos, mientras que los contenidos de grasas y proteínas son bajos. 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. Se 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 poscosecha, 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 principal ruta postulada para el intercambio de gases son los estomas. Sin

embargo, un estudio de los frutos de varios cultivadores de plátano demostró que la pérdida de agua durante la maduración no está correlacionada con la densidad ni largo de los estomas, 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, reduciendo la duración de la vida verde preclimática del fruto. 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 incremento la pérdida de agua y redujo el período 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.

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 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. 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 debida a la hidrólisis del almidón y al movimiento osmótico de agua desde la cáscara hacia la pulpa. Se demostró que un incremento en el peso de la pulpa, afectando la relación pulpa / cáscara. Una deficiencia 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

- Cambios En La Coloración

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 para definir los estados de maduración del banano Gros Michel, se ha adaptado para plátano una escala de maduración según color de la cáscara de los frutos

**Tabla 10 Grados de maduración del plátano Dominicó – Hartón**

<b>GRADO</b>	<b>COLOR</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	Verde oscuro (V)	Verde intenso y uniforme
2	Verde – claro (VC)	Vede 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

El periodo de maduración de los frutos de plátano y banano es influenciado por la temperatura ambiental y la concentración de agua en la pulpa y cáscara. En un estudio desarrollado en diferentes altitudes de la zona cafetera central colombiana. Se observó que los frutos desarrollados en época seca maduraron más rápido que los de la época lluviosa. Durante la poscosecha 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 banano y plátano

La comercialización del plátano en Colombia se realiza en diferentes presentaciones (racimos, gajas 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.

Es el cambio más notorio en muchas frutas durante su maduración y con frecuencia es el criterio más utilizado para decidir sobre la madurez de esta. La transformación más importante es la degradación del color verde

Las frutas climatéricas pierden el color verde en su maduración pero hay excepciones como el aguacate, las feijoas y la guanábanas las cuales presentan un cambio perceptible solo para la óptica del cultivador que frecuenta la plantación en todos los estados de su desarrollo.

Los productos no climatéricos presentan cambios en su coloración al transcurrir el tiempo, sin embargo también existen excepciones como los cítricos en las zonas demasiado cálidas. La pérdida de color verde, es consecuencia de la degradación de la clorofila, se debe a uno o varios procesos secuenciales, lo más relevantes son el cambio de pH, los procesos oxidativos y la acción de las clorofilasas

- *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 de estos compuestos en el fruto de plátano es de 338 ppm. Durante la maduración, la emisión de aromas incrementa hasta que la cáscara se torna oscura. 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 banano 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.

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 los 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. 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-

- *Cambios Químicos Durante la Maduración*

Cuando un fruto se separa de la planta no recibe más agua ni nutrimentos y la fotosíntesis cesa, pero el proceso de respiración continúa, acompañado de otras reacciones enzimáticas. Como consecuencia estas reacciones oxidativas, en frutos ricos en almidón como el plátano, se produce su degradación a azúcares, también se degrada la clorofila, se presentan cambios en acidez y ablandamiento de tejidos. La composición química de los frutos de plátano cambia durante el proceso natural de maduración como consecuencia de esta gran actividad metabólica de síntesis, degradación y participación de compuestos en la pulpa y cáscara. La mayoría de estos procesos metabólicos son influenciados por la temperatura ambiental, existiendo evidencias experimentales sobre las diferentes respuestas a los cambios de temperatura .

El carbohidrato predominante en el fruto verde de plátano es el almidón, cuyo contenido es del 48 % de la materia seca o del 12.7 % del peso fresco. La pulpa fresca del fruto verde del plátano Hartón contiene 62.4 % de agua, 23.3 % de almidón y 2.1 % de glucosa, mientras que en el estado maduro presenta 69 % de agua. 3.4 % de almidón, 0.2 % de sacarosa y 30.1 % de glucosa

- *Almidón*

La pulpa de los plátanos (AAB y ABB) contiene más almidón y ácidos orgánicos que los bananos (AAA), siendo el genoma B el que da al fruto esta característica El carbohidrato predominante en el fruto verde de plátano es el almidón, cuyo contenido es del 48 % de la materia seca o del 12.7 % del peso fresco. La pulpa fresca del fruto verde de plátano Hartón contiene 62.4 % de agua, 23.3 % de almidón y 2.1 % de glucosa. Los tejidos de la cáscara también contienen almidón (alrededor de 3 % de peso fresco) y muestran cambios similares en los carbohidratos durante la maduración . La sacarosa necesaria para la síntesis del almidón en la pulpa de los frutos en formación proviene , en su mayoría de la fotosíntesis foliar y muy poco de la fotosíntesis

realizada por la cáscara, porque la actividad fotosintética de las hojas del plátano es muy superior que la de la cáscara de los frutos en formación como consecuencia de la muy baja densidad estomática de la cáscara comparada con la de las hojas.

Los cambios en los carbohidratos durante la maduración de frutos tropicales y subtropicales son de naturaleza similar. Los bananos y plátanos son cosechados en el estado de madurez fisiológico verde y durante la maduración disminuyen el almidón y aumentan la fructosa, glucosa y sacarosa en la pulpa del fruto. Después de cosechado el fruto y hasta alcanzar su estado de maduración, se reduce la concentración de almidón, conservándose el fruto en senescencia una cantidad considerable de almidón, ocurriendo simultáneamente la síntesis de azúcares, los cuales se incrementan hacia el final del climaterio, indicando cambios acentuados en la actividad respiratoria del fruto. En el plátano la hidrólisis del almidón a azúcares y la desaparición de la acidez durante la maduración ocurre a una tasa menor que la que se presenta en banano. Los plátanos en el estado maduro (A) tienen mayor concentración de almidón que los bananos, pero su nivel depende del cultivo.

El proceso de degradación del almidón puede observarse con tinciones de secciones transversales del fruto con solución de yodo / potasio, notándose que la pérdida de almidón comienza en los óvulos cercanos a los óvulos degenerados y se extiende por todo el lóbulo a medida que progresa la maduración. En bananos maduros (A) la mayor parte del lóbulo no se aprecia con la mancha típica de almidón por yodo, mientras en plátano el colapso de la mancha puede verse solamente al inicio del estado amarillo de la cáscara.

Los carbohidratos presentan el cambio más importante de los frutos climatéricos, el almidón es convertido en su totalidad en azúcares. Esta transformación altera el sabor, la textura y consistencia del fruto; haciéndolo más dulce y con mayor aceptabilidad.

En los frutos no climatéricos el contenido de azúcar aumenta por la degradación de la savia

- *Azúcares*

La identidad y concentración de los azúcares varían en los distintos frutos, dependiendo de la variedad, estado de desarrollo y nutrición. Los frutos acumulan almidón durante su desarrollo y se transforman o degradan en azúcares más sencillos antes o durante la maduración por acción de las enzimas alfa amilasa y almidón fosforilasa. La sacarosa es el azúcar predominante en la pulpa durante las fase inicial de crecimiento y desarrollo del racimo hasta el comienzo de la maduración del fruto, la cual es reemplazada en su mayor parte por glucosa y fructosa en las últimas etapas de la madurez fisiológica de cosecha.

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 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. El contenido de azúcares es el componente mayoritario de los sólidos solubles, por lo cual éstos 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.

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 preclimaterio; el

aumento en azúcares ocurre cuando el fruto empieza a tornarse amarillo (A), acelerándose la síntesis de azúcares hasta alcanzar la coloración totalmente amarillenta.

- *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 y pueden ser considerados como una reserva energética de los frutos ya que normalmente son degradados y convertidos a azúcares durante la maduración. Se sabe que la mayoría de frutos tienen concentraciones elevadas de ácidos orgánicos relacionados con el ciclo de ácidos tricarboxílicos (Ciclo de Krebs) y otras rutas metabólicas, cuyo exceso suele almacenarse en las vacuolas.

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 el ácido málico. 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.

Los ácidos durante la maduración son convertidos en azúcares, disminuyendo su contenido a medida que avanza la maduración. En algunos productos este proceso se lleva a cabo después de haber logrado su máximo contenido en estados intermedios de la maduración.

Los ácidos más frecuentes son el ácido cítrico, el ácido málico y el tartárico.

- *Proteínas, 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 mitocondria, desintegración interna de los mitocondrias 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 CO<sub>2</sub> 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, encontraron que el contenido de proteína bruta es mayor en la pulpa que en la cáscara durante los primeros estados de crecimiento del fruto Dominico – Hartón, disminuyendo en la cosecha hasta alcanzar valores de 2.9 % en la pulpa y 11.5 % en la cáscara, 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. 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, 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.

La adición de compuestos reductores, que transforman las quinonas en fenoles, permite retardar a impedir el pardeamiento enzimático. El compuesto más frecuente es el ácido ascórbico, estos 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.

- *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, la pulpa seca del fruto del plátano al momento de la cosecha contiene 0.28 % de nitrógeno, 0.07 % de fósforo, 1.1 % de hierro y 2.5 ppm de zinc. El contenido total de nitrógeno 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.

- *Fibra*

Las paredes celulares de los vegetales se encuentran constituidas por celulosa y hemicelulosa, compuestos importantes en el desarrollo de la fibra. La pulpa de los frutos de plátano y banano contienen bajas concentraciones de fibra (0.84%) que no cambian durante la maduración. En la zona cafetera colombiana, la pulpa de los frutos de plátano Dominico \_ Hartón presenta 0.8 % de fibra y cáscara 7.7 %.

- *Vitaminas*

En el plátano sobresale la vitamina A que supera los frutos tropicales, su contenido en vitaminas es

Fruto	Vitamina A	Vitamina B1 (tiamina)	Vitamina C
Plátano	0.20	0.05	20

- *Pigmentos*

Los pigmentos más conocidos son: clorofilas (verdes liposolubles), carotenoides (amarillos betacaroteno y licopeno liposolubles) y antocianinas (rojas y azules hidrosolubles). Marcados cambios en la pigmentación del fruto generalmente acompaña el aumento climatérico de la respiración. El cambio de color de la cáscara durante la maduración se debe, fundamentalmente, a la degradación lenta de la clorofila, revelando gradualmente la presencia de otros pigmentos como carotenos y xantofilas. La tasa de cambio de color de la cáscara depende del estado de madurez de cosecha, temperatura y otros factores ambientales.

- *Lípidos*

El contenido de lípidos en la pulpa de los frutos de plátano es bajo y permanece constante durante el proceso de maduración. La concentración total de lípidos en la pulpa fresca es de 0.2 – 0.5 % y en la cáscara fresca es de 1.5.

- *Tanino*

Este desaparece progresivamente por oxidación dando anhídrido carbónico y agua. El tanino no desaparece nunca totalmente; sin embargo la astringencia de los frutos con fuerte contenido de tanino disminuye progresivamente y desaparece, a veces, en la fase de maduración degustativa (organoléptica). El tanino por oxidación es el responsable del bronceamiento de los frutos partidos.

- *Materias Pépticas*

Después de la desaparición del tanino la pectosa se transforma en pectina, lo que provoca la gelificación de las paredes celulares y el reblandecimiento de la pulpa.

#### 1.3.4 Transpiración

Es un proceso por el cual el fruto pierde parte del agua procedente del jugo celular de la pulpa, mediante evaporación con ciertos efectos sobre la pérdida de turgencia. La pérdida de peso en un fruto se debe a la intensidad de transpiración y para disminuir esta pérdida se debe mantener la atmósfera entre 85% y 90 % de humedad relativa (HR), buscando el equilibrio entre la pérdida de peso y el crecimiento de hongos, el cual es favorecido cuando se presentan humedades relativas altas (Pantastico, 15)

La mayoría de las frutas, en el momento de la recolección contienen entre 80% y 95 % de agua, después de la cosecha las frutas siguen transpirando, pero no tienen como reponer la cantidad de agua perdida, entonces utilizan la cantidad contenida de agua en el momento de la recolección; por ello pierden peso y se presentan mermas. Cuando el producto pierde de un 5% a un 10 % de su peso original se comienza a secar y en poco tiempo no se podrá utilizar.

La velocidad del aire que pasa a través de las frutas se debe mantener lo más baja posible para evitar una rápida pérdida de agua, empaque y sistemas de apilamiento bien diseñados contribuyen a controlar las corrientes de aire. El ritmo de la transpiración aumentará cuando el déficit de presión de vapor entre el producto y el aire que lo rodea aumente, esto ocurre cuando por ejemplo se mantiene elevada la temperatura pues hace que la presión de vapor en el interior del tejido aumente con respecto al exterior.

La intensidad de transpiración (IT) se mide como la pérdida de peso por unidad de peso y por unidad de tiempo, así:

$$I.T. = \frac{\text{(Pérdida de peso)}}{\text{(Peso inicial * Tiempo)}}$$

La transpiración se ve afectada por factores propios de la misma fruta o del medio que la rodea (Gallo,8).

- Factores Internos que Afectan la Transpiración

Cada especie o variedad tiene por naturaleza un ritmo característico de transpiración a condiciones ambientales normales. Cada tipo de tejido en la planta tiene una determinada velocidad de transpiración que obedece a diferencias funcionales y estructurales. A mayor área superficial mayor intensidad de transpiración, la relación área/volumen del producto indica su capacidad de transpiración El estado de sanidad e integridad del producto. En cuanto más sano esté el producto menor es su transpiración debido a que es más resistente la piel. Las heridas, magulladuras o enfermedades aumentan su actividad fisiológica y amplía la superficie de transpiración, al adicionar superficies internas, las que expuestas al aire son muy vulnerables a la deshidratación

- Factores Externos que Afectan la Transpiración
  
- ✓ La humedad relativa es el principal factor que afecta la transpiración. Si el aire que rodea el producto tienen una humedad relativa baja, esto significa que la presión de vapor del aire es baja con respecto a la máxima presión de vapor del agua que se pueda lograr a esta temperatura. Este máximo valor siempre está cercano al de la presión de vapor del agua en la superficie del producto, lo que hace fluir el vapor de agua hacia el aire; entre más grande sea la diferencia entre las presiones de vapor mayor será el flujo de agua.
  
- ✓ El efecto de la temperatura sobre la transpiración, está muy relacionada con la humedad relativa; al aumentar la temperatura la presión de vapor de agua en el interior del producto aumenta produciendo una diferencia mayor con respecto a la presión de vapor del aire, resultando un incremento en la intensidad de la transpiración.
  
- ✓ La velocidad de transpiración depende del gradiente de la presión de vapor de agua, desde la superficie íntima del producto hasta el aire que lo rodea. En condiciones de quietud el gradiente de la presión de vapor es considerado normal, o sea que el vapor de la presión de vapor varía con cierto grado de lentitud hasta lograr su equilibrio; cuando existe un movimiento del aire sobre la superficie del producto, este gradiente desaparece al igual que el fenómeno que se producía, dando como resultado que la velocidad de transpiración sea máxima a estas condiciones, causando la deshidratación del producto. Este fenómeno se disminuye humidificando el aire de tal forma que su diferencial de vapor de agua sea mínimo y por lo tanto su movimiento no tenga esta influencia tan negativa.
  
- ✓ La altitud influye de manera directa, es decir que a mayor altitud, la temperatura y la presión de vapor de agua del aire disminuyen, haciendo

que aumente el diferencial de presión de vapor entre el producto y el aire que lo rodea.

- ✓ Las barreras físicas dificultan el efecto del movimiento del aire en contacto con la superficie del producto, en algunos casos como en la aplicación de ceras puede tapar físicamente los poros de esta superficie.

## **1.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS FRUTAS**

La forma, el tamaño, el volumen, el área superficial, los pesos específicos, la porosidad, el color y la apariencia, son algunas de las características físicas de mayor importancia para solucionar problemas relacionados con el comportamiento del producto en operaciones de manejo y en el diseño de máquinas o equipos de cosecha, limpieza, selección, clasificación, empaque, transporte, almacenamiento y procesamiento de productos perecederos (Mohsenin, 12)

### 1.4.1 Forma y Tamaño.

La forma y el tamaño son características físicas inseparables y necesarias, para describir satisfactoriamente un producto.

Para definir la forma y el tamaño de un producto agrícola se han expuesto diversos criterios. Dada la gran variedad de productos se plantean ecuaciones e regresión múltiple en función de las características que deben ser resueltas con la ayuda de computadores. Los estudios al respecto comprenden investigaciones hasta la determinación aproximada asemejando el producto a una forma geométrica regular, que es una manera fácil de determinar estos parámetros.

Los criterios para describir forma y tamaño se describen a continuación.

✓ Cartas estándar      En este método se trazan las secciones longitudinal y transversal del producto, para compararlas posteriormente con formas listadas en cartas estándar. La forma de los productos puede relacionarse con el número de la carta específica o por términos de descripción, tales como los siguientes, preparados para frutas y hortalizas.(7)

<b>Forma</b>	<b>Descripción</b>
Redonda:	Aproximadamente un esferoide
Ovalada:	Aplanada en el fin del tallo y el ápice
Oblonga:	Diámetro vertical mayor que el diámetro horizontal
Elíptica:	Aproximadamente un elipsoide
Truncada:	Teniendo ambas terminaciones angulosas o achatadas
Regular:	La sección horizontal es aproximadamente un círculo
Irregular:	La sección horizontal se aleja materialmente de un círculo
Desigual:	Una mitad más larga que la otra

Esta técnica es simple y subjetiva ya que depende de la capacidad y experiencia del observador.

✓ Medición de las dimensiones axiales. Los granos, semillas, frutas y hortalizas generalmente presentan formas irregulares; si se desea especificar completamente su forma real, se requiere de un número infinito de mediciones. Sin embargo desde el punto de vista práctico, es suficiente tomar las mediciones de los ejes mutuamente perpendiculares (tres ejes)

✓ Volumen real. Para productos de forma irregular, el volumen generalmente se determina haciendo la medición en una probeta graduada del volumen de agua desalojada por éste al ser sumergido (Principio de Arquímedes).

#### 1.4.2 Peso específico

Es la relación entre la densidad del cuerpo y la del agua. La densidad es la masa del cuerpo por unidad de volumen. Para efectos prácticos, el peso específico se considera como el peso del cuerpo por unidad de volumen.

#### 1.4.3 Área superficial

El conocimiento del área superficial es de gran importancia en los procesos de transferencia de calor y de refrigeración.

Para la determinación del área superficial en frutas, se pela la fruta en tiras delgadas, se imprimen en un papel y por planimetría o por el método de la balanza electrónica se miden las áreas impresas, determinándose así el área superficial real de la fruta.(7)

### **1.5 COMERCIALIZACIÓN DEL PLÁTANO**

Los mercados tradicionales conformados por centrales de abastos, 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 de comercialización. Para el abastecimiento de las empresas dedicadas a la industrialización y transformación de plátano existen dos canales de comercialización:

Entre el mayorista y la agroindustria, conformado por los comerciantes y las empresas que elaboran pasabocas o snacks y harina basados en plátano, las cuales suelen adquirir un producto de segunda calidad en las centrales mayoristas, cooperativas o centros de acopio.

Entre el productor y la agroindustria, donde los primeros se han especializado como abastecedores de la industria de productos congelados y snacks que prefieren un producto de primera calidad.

En los dos canales, el precio está determinado por la oferta y la demanda del mercado (5).

#### 1.5.1 Pérdidas

Las pérdidas poscosecha 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 poscosecha 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 poscosecha 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. Estas cifras son argumentos suficientes 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 (16).

### 1.5.2 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 con base de plátano procesado en Estados Unidos representó, durante 1995, un mercado superior a 2.6 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 están sujetas a la demanda por parte de los grupos étnicos, existiendo la posibilidad de ampliar la 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).

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. En un ensayo de alimentación de gallinas utilizando la lombriz roja californiana como suplemento proteico de dietas de maíz mas 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. El plátano en combinación con un suplemento proteico también ha mostrado eficiencia en la ganancia de peso y conversión alimenticia de pollos de engorde (16).



Figura 7 Industrialización del plátano

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. correspondiente al racimo. Si el agricultor vende los racimos, el raquis de estos se pierde por manos o frutos, todos los residuos de la cosecha (cormo, seudotallo, hojas y raquis) quedan en la plantación. Estos órganos, por su composición físico – química, 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, el raquis del racimo y las cáscaras 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.

- La Industria Para El Procesamiento Del Plátano En Colombia

La industria agroalimentaria utiliza el plátano para la elaboración de snacks, con destino a la fabricación de almidones, harinas, hojuelas y cereales. Para 1997, el consumo industrial en Colombia no superaba las 6000 toneladas. Durante los últimos años, el sector industrial con un comportamiento del consumo más dinámico fue el de la industria de preparación de snacks, cuyo consumo entre 1991 y 1997, creció en más del 200 %. Igualmente, el consumo para la producción de almidones y harinas ha evolucionado de manera interesante, especialmente para la producción de alimentos para niños (7).

La industria de procesamiento del plátano se ha concentrado en la ciudad de Bogotá y en el departamento del Valle del Cauca. Aunque viene creciendo en términos de consumo, se ha concentrado en muy pocas empresas, siendo tres las principales: Fritolay, del grupo Pepsi – Cola, hoy propietaria de Crunch y de Savoy, y que hoy día es dueño de la empresa Margarita, representa cerca del 90 % de la producción de snacks en Colombia. El restante 10 % está representado por Yupi, McCain – Congelagro y por otras muchas pequeñas empresas(7).

### Consumo de plátano procesado en Colombia

Procesados	CONSUMO EN TON.			
	1991	1992	1996	1999
Prep.. de Comestibles	1195	1720	3502	3792
Fabricación de Almidones	873	683	1310	1077
Prep.. de cereales hojuelas	301	394	763	856

(7)

- La Calidad En La Industria

Las variedades dominico hartón y hartón son las que presentan el mayor potencial para un adecuado procesamiento debido principalmente, a que el

clima cálido en el que se producen favorece el desprendimiento de la cáscara, labor que resulta bastante dispendiosa en el proceso industrial. Igualmente, según las empresas procesadoras, se presentan diferencias entre éstas dos variedades, en cuanto al tamaño, el contenido en sólidos solubles (mayores en la variedad dominico hartón).

Aunque normalmente la agroindustria adquiere plátanos de segunda calidad a los mayoristas y a las cooperativas de productores, siguiendo los mismos parámetros establecidos en las centrales de abastos, actualmente las industrias ubicadas en el Valle del Cauca, adquieren el plátano de primera clase proveniente de Uraba que no se destina a la exportación, por los bajos precios que ofrecen. Así mismo, Fritolay viene comprando su materia prima directamente a los productores.

- Comercialización A Escala Industrial

El canal mayorista agroindustria esta conformado por las empresas que elaboran pasabocas o snacks y harinas a base de plátano, para lo cual se adquiere comúnmente un producto de segunda calidad, en las centrales mayoristas, cooperativas o acopiadores mayoristas.

Finalmente en el canal productor agroindustria los productores se han especializado como abastecedores de las agroindustrias de productos congelados y snacks, para lo que preferiblemente éstas adquieren producto de primera calidad. En éstos dos últimos canales, el precio esta determinado por la oferta y la demanda del mercado.

La agroindustria adquiere el producto en las centrales de abastos y a través de cooperativas de productores. En la mayoría de los casos, la compra se hace de contado por los bajos volúmenes que comercializan algunas agroindustrias, como Comestibles Andrea, Productos Alimenticios San Gabriel, Doraditos, Kopla, Chist y Vitaplatano, entre otras. En menor proporción, las

multinacionales Frito – Lay y Procter & Gable y las empresas nacionales Provianda, Nutrilistos Ltda, y Yupi, entre otras, efectúan los pagos quincenal o mensualmente, dependiendo de la tradición negociadora entre las partes.

La empresa Fritolay realiza contratos de compra semestrales y los precios pagados fueron de \$ 800 por kilogramo para el segundo semestre de 1999, y \$ 900 en el primer semestre del 2000.

- Consumo Nacional De Procesados

Si bien el consumo industrial del plátano en Colombia se duplicó entre 1991 y 1997, al pasar de 2415 toneladas a 5744, solo responde por una proporción mínima de la producción nacional, que no alcanza ni siquiera el 1 %.

La demanda en el año 2000 del plátano por parte de las industrias era de alrededor de 400 Ton / mes, es decir, 4800 Ton/año, la cual era vendida por 4 proveedores de Armenia. En febrero del 2001 inicio operaciones una nueva línea de plátano frito para exportación en Fritolay, que procesa alrededor de 600 Ton / mes., aumentando así el consumo a 1000 Ton / mes lo cual se convierte en un nicho de mercado interesante para los productores durante los próximos cinco años. El consumo nacional de plátano procesado, presentó un incremento importante de 10.4 %, entre los años 1991 y 2000, situación que se explica en el aumento en el consumo de productos alimenticios fuera del hogar y por la tendencia de preferir alimentos listos para el consumo.

### 1.5.3. La Oferta Y La Demanda A Nivel Internacional Del Plátano Procesado

Estados Unidos es el principal importador de plátano fresco y procesado a escala mundial, mientras los principales países productores de plátano procesado son: Costa Rica, Ecuador, Honduras, los países asiáticos(Filipinas, China y Tailandia) y Colombia. En Estados Unidos cerca del 10% del volumen importado se orienta al procesamiento.

Las tres formas de plátano procesado que se exportan a Estados Unidos son congelado, deshidratado y en harina. El plátano congelado se utiliza para la industria de pasabocas y el deshidratado y la harina se destinan especialmente para la elaboración de alimentos infantiles.

Aunque la industria de pasabocas a base de plátano y patacones en Estados Unidos representó, durante 1995 un mercado superior a lo 2.6 millones de dólares y la industria de patacones un mercado de 500 mil dólares, el consumo de plátano procesado no se ha extendido hacia los consumidores anglosajones y se concentra en el abastecimiento de la demanda institucional y de los hogares de la población latina residente en el suroeste y noreste de Estados Unidos.

El principal demandante de plátano congelado es el mercado institucional, especialmente los restaurantes que atienden a los consumidores étnicos. Cerca de 20 % del plátano congelado importado por el mercado estadounidense llega al sur de la florida y representa ventas cercanas a lo 570 mil dólares mensuales.

Los principales países proveedores de plátano deshidratado son Costa Rica (58%) y los países asiáticos (41%), mientras que los principales exportadores de harina de plátano al mercado de USA son Ecuador (56 %), Ghana (22%) y Colombia (4.3 %).

#### 1.5.4. Visión Y Líneas De Acción.

Las siguientes reflexiones corresponden a un detenido análisis echo por el CCI:

- Entre el año 2001 y 2010, se generarán los mecanismos para innovar, investigar y transferir tecnologías en nuevos productos y empaques. En particular, se estudiarán la fibra de plátano, la fritura, las mermeladas, las

jaleas y sus usos en la industria de producción de alimentos, como estabilizador, espesante, etc.

- Para el año 2003, se debe haber evaluado el potencial de la investigación de productos derivados del plátano en las siguientes líneas: desarrollo de taninos, utilización de fibras para textiles, aplicación en procesos de fermentación para producción de alcoholes cervezas y vinagres, alimentación animal.
- Para el año 2010 se habrá ampliado en 100 % el portafolio de productos derivados del plátano.
- En el año 2005, se habrá conformado un Fondo de Fomento Agroindustrial, que financie y desarrolle alianzas estratégicas para la formación de empresas agroindustriales.
- En el año 2010 el sector agroindustrial de plátano habrá crecido en 30%.
- En el año 2010, la agroindustria rural se habrá fortalecido.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 MATERIALES Y EQUIPOS

#### 2.1.1 Materia Prima

La materia prima utilizada en la presente investigación es plátano de las tres variedades (Dominico Hartón – África – FHIA –20), procedente de la hacienda Montelindo de la vereda la Rochela del municipio de Manizales en el departamento de Caldas, Colombia. Los frutos cosechados en forma tradicional por los agricultores de la región se transportaron desde allí hasta el laboratorio de procesos agroindustriales de la Universidad de Caldas.

Las muestras para las mediciones se tomarán del mismo racimo y del mismo gajo ubicado en el segundo tercio de éste, para realizar los análisis a las temperaturas seleccionadas.. (T1= 18 °C y T2 = 26 °C)

#### 2.1.2 Materiales Y Reactivos

Para determinar las características físicas, fisiológicas, químicas y morfológicas de las tres variedades de plátano antes mencionadas se utilizaron los siguiente equipos y reactivos:

- Calibrador marca Vis con escala 0.20 mm
- Balanza marca Metter PE 2000 con precisión de 0.01 g
- Lámpara eléctrica de 100 watts
- Probeta graduada de 1000 cc
- Bureta de titulación de 25 ml
- Soporte universal
- Erlemeyer de 250 cc
- Probeta graduada de 50 cc
- Penetrómetro marca Bertuzzi 0.28 lb/ 0.13 kg

- Refractómetro
- Flexometro maraca Dario 5 m
- Bomba de inyección de aire
- Trampa de CO<sub>2</sub> de 500 ml con tubos de entrada y salida
- Cámara de respiración con tubos de entrada y salida
- Tubo de Petenkoffer
- Manguera de látex
- Cronometro
- Pipetas volumétricas y aforadas (10 –25 –50 cc)
- Hidróxido de sodio (NaOH)al 0.07 N
- Fenofaleina 0.1 % etanólico como indicador
- Hidróxido de Potasio (KOH) 1.0 N
- Hidróxido de Calcio CaOH<sub>2</sub>
- Ácido Clorhídrico (HCl) 0.1 N

## **2.2 METODOLOGÍA**

Las lecturas se realizaron inicialmente cada tres días, luego cada día de por medio y posteriormente todos los días como se muestra en la tabla de resultados, esta caracterización incluye los siguientes parámetros.

### **2.2.1 Caracterización Física Inicial De Las tres Variedades**

Para esta caracterización se seleccionaron 30 muestras al azar y se estudiaron los siguientes parámetros: Longitud, dimensiones características (d1,d2,d3), peso, volumen, peso específico y área superficial.

- **Peso**

Se pesaron los frutos del muestreo inicial para caracterizar las diferentes variedades de esta región, para lo cual se utilizo una balanza electrónico de aproximación 0.01 g

- Dimensiones

Se determinaron tres dimensiones características ( $d_1, d_2, d_3$ ) correspondientes a las aristas formadas por el llenado del fruto en forma de triángulo con el calibrador. Además se determinó la longitud desde el pedúnculo hasta el final del fruto por medio de un flexómetro

- Volumen

Este se determinó por desplazamiento de agua en una probeta graduada para cada plátano de la muestra

- Área Superficial

Se determinó por planimetría dibujando la silueta de la cáscara de cada fruto sobre un papel

- Peso Específico

Se determinó con la fórmula dividiendo el peso sobre el volumen

### 2.2.2 Fisiología Poscosecha En Almacenamiento De Las Tres Variedades De Plátano

Con el objeto de medir la respiración se tomó al azar de cada canastilla ( $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), una muestra de determinación 500 g, realizando cuatro determinaciones por temperatura. Se utilizó un montaje para realizar la respiración que funciona mediante una trampa de Hidróxido de potasio que atrapa el  $\text{CO}_2$  del ambiente y una trampa de Hidróxido de Calcio que atrapa el  $\text{CO}_2$  expulsado por la fruta (Ver Figura 8)

El procedimiento seguido se describe a continuación

En la trampa de  $\text{CO}_2$  se vierten 500 ml de una solución de KOH al 1.0 N y se coloca un tapón con tubos de entrada y salida de aire, se colocan

mangueras de látex para conectar la bomba de inyección de aire a la trampa de CO<sub>2</sub>, la trampa de CO<sub>2</sub> a la cámara de respiración y esta al tubo de petenkoffer

- ✓ El tubo de Petenkoffer se ubica en un soporte universal asegurándolo con pinzas, dejando una pequeña determinación para que el Hidróxido de Calcio cubra la sección transversal del tubo. En el tubo Petenkoffer se vierten 30 ml de Hidróxido de Calcio 0.116 N
  
- ✓ Se enciende la bomba de inyección de aire dejándola funcionar por 15 segundos, con el fin de extraer el aire ambiente en la cámara de respiración. Se conecta el tubo de Petenkoffer con la cámara de respiración; la determinación adecuada de inyección de aire puede determinarse, asegurándose que dentro del Tubo de Petenkoffer pase 13 burbujas de aire en 10 segundos; se utiliza un sistema de estrangulamiento de a manguera de látex conectada a la bomba para regular el flujo de aire. Se deja funcionar el sistema por 20 minutos y luego se desconecta
  
- ✓ En la bureta graduada de 25 ml sobre un soporte universal se coloca ácido clorhídrico 0.1 N
  
- ✓ Se hace un blanco con Hidróxido de Calcio 0.116 N como punto de determinación utilizando 10 ml
  
- ✓ Se toma 10 ml de la solución de Hidróxido de Calcio 0.116 N con CO<sub>2</sub> del tubo de Petenkoffer y se titulan determinación

- ✓ Se titulan ambas soluciones con ácido clorhídrico utilizando 2 o 3 gotas de fenoftaleina como indicador
  
- ✓ Se consignan los datos de las determinaciones de ácido clorhídrico 0.1 N gastados para la titulación

La intensidad respiratoria para cada ensayo se calculo mediante la siguiente y determinar

$$IR = \frac{(Vb - Vm) * N * 22 \text{ mgCO}_2 / \text{ meq}}{W * t}$$

Donde:

IR: Intensidad respiratoria en mg de CO<sub>2</sub>/kg-h

Vb: determinación de ácido clorhídrico en ml, gastados al titular el blanco

Vm: Determinación de ácido clorhídrico en ml, gastados al titular la muestra

N: Normalidad del ácido clorhídrico

W: Peso de la muestra de fruta en kg

t: Tiempo en horas ( de flujo continuo de aire a través del sistema )

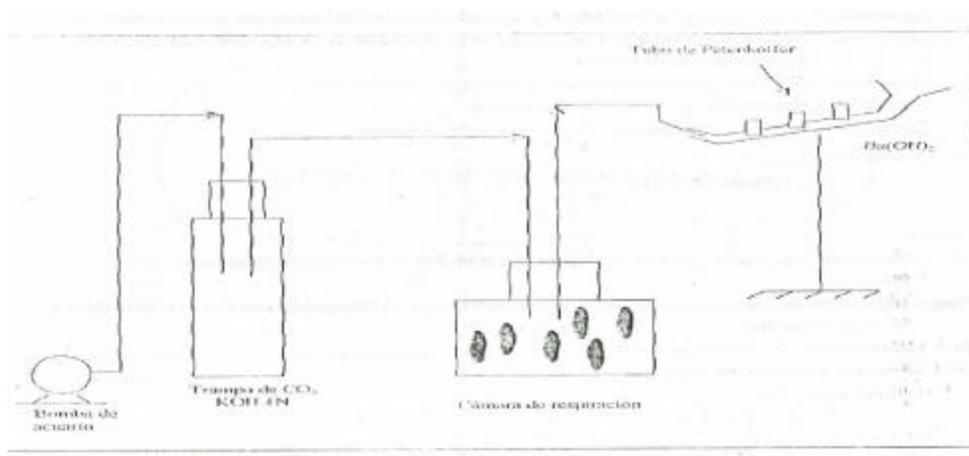


Figura 8 Montaje para la determinación respiratoria en frutas y Hortalizas

Fuente: Evaluación poscosecha de híbridos de banano y plátanos, criterios y métodos 7

### 2.2.3 Variación De Las Características Químicas

Para la caracterización química de los frutos, se seleccionaron 4 frutos al azar por cada variedad y cada temperatura con cuatro repeticiones por variedad y temperatura, esta caracterización incluyo los siguientes parámetros.

- Acidez

La acidez se tomo en forma volumétrica, de 10 ml de filtrado titulando en presencia de fenoftaleina con NaOH 0.1 N 30 gr de plátano (sin cáscara), con 90 ml de agua. Verificando el cambio de color natural del filtrado a color violeta, suspendiendo la titulación y tomando el dato de NaOH gastado

El contenido de ácido o acidez titulable se determinó mediante la siguiente ecuación

$$\% \text{ de acidez} = (V (\text{NaOH}) * N * F A / V_m) * 100.$$

Donde:

V(NaOH): Volumen de NaOH en ml

N: Normalidad del NaOH

F.A: Factor del ácido (0.67064 ácido málico)

Vm: Volumen de muestra

- ° Brix

Se tomo una muestra de plátano de 10 gr, se envolvió en papel de aluminio, y se sometió a congelación por 1 día, luego de retirado del congelador se colocaron las gotas que salen de la muestra sobre el refractómetro midiendo directamente el contenido de sólidos solubles en ° Brix

#### 2.2.4 Características Morfológicas

Relación pulpa – cáscara: esta propiedad física cambia durante el proceso natural de maduración, por lo cual se determinó el peso correspondiente a cada una de éstas partes componentes del plátano, además de encontrar el rendimiento entendido como el porcentaje en peso de pulpa en el plátano

#### 2.2.5 Variación De Las Características Físicas

- Peso

Se tomaron medidas de las variedades de plátano desde el inicio del estudio hasta la senescencia del producto por medio de la balanza, se realizaron cuatro repeticiones de las cuales se saco un promedio

- Firmeza

A cada una de las repeticiones se le tomaron cuatro lecturas de firmeza sobre la pulpa, ubicándonos perpendicularmente sobre el fruto, estas medidas se hicieron desde el inicio del estudio hasta la senescencia por medio de la ayuda de un penetrómetro

- Color

La medición de esta variable se realizó en los mismos días de las variables anteriores, se realizó en forma visual, clasificando las muestras dentro de la siguiente clasificación

GRADO	COLOR	DESCRIPCIÓN
1	Verde oscuro	Verde intenso y uniforme. 100%
2	Verde – Claro	Verde 80% trazas de amarillo.20%
3	Amarillo – verde	Amarillo 60% verde.40%
4	Amarillo	Amarillo.100%
5	Amarillo intenso	Amarillo ocre inicio de pigmentación oscura

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA INICIAL DE LAS VARIEDADES DE PLÁTANO DOMINICO HARTÓN – FHIA – 20 Y ÁFRICA

Los resultados de la caracterización física de los frutos, (valores promedios) están consignados en la tabla 11 y anexos A1 , A2 y A3 se muestran a continuación.

Tabla 11 Caracterización física de las variedades de plátano África Dominico Hartón y FHIA 20

CARACTERIZACIÓN FÍSICA								
MUESTRA	DIMENSIONES cm.				PESO g.	VOLUMEN cc	PESO ESPECIFICO g/cc	ÁREA SUPERFICIAL cm <sup>2</sup>
	Longitud	d1	d2	d3				
ÁFRICA	31,52	5,26	5,20	5,15	415,25	549,87	0,797	340,78
DOMINICO HARTÓN	30,40	3,87	3,80	3,80	329,43	325,83	1.012	261,54
FHIA 20	30,00	4,90	4,90	4,87	349,05	343,50	1.018	267,89

Se observan en las características físicas en lo que respecta a peso, longitud, dimensiones, volumen y área superficial son mayores las de la variedad África que en las otras dos variedades, siendo el Dominico Hartón el que presenta menores valores.

Un valor para resaltar es el bajo peso específico de la variedad África lo cual influye notablemente sobre la calidad industrial.

Se observan que entre las características físicas de peso, volumen y área superficial presentan una alta desviación estándar (Anexo A1), lo cual indica alta dispersión de tamaño de los frutos cosechados debido a que en el momento de la cosecha no se tiene uniformidad

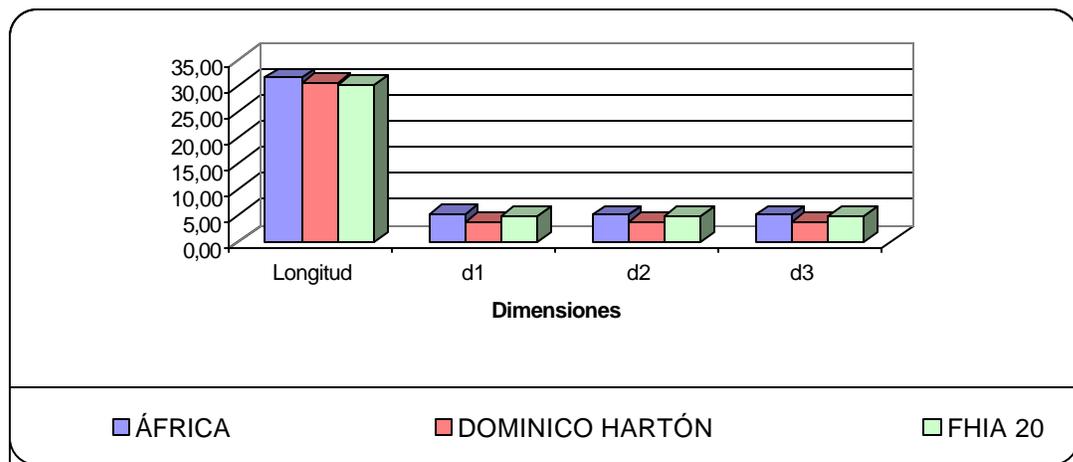


Figura 9 Caracterización física de las variedades de plátano Dominico Hartón – África y FHIA 20

### 3.2 COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO EN ALMACENAMIENTO POSCOSECHA A 18 Y 26 °C DE LAS VARIEDADES DE PLÁTANO DOMINICO HARTÓN, ÁFRICA Y FIJA 20 .

#### 3.2.1 Intensidad Respiratoria

A 18 °C se observa que el climaterio en el Dominico Hartón se alcanza primero que las otras dos variedades en estudio dándose en el día séptimo igual que la variedad África, mientras que el comportamiento de la variedad FHIA 20 día climaterio en el día noveno

A 26 °C el punto climatérico se dio en menor tiempo que a 18 °C, en la variedad FHIA 20 se presento el día cuarto, la variedad Dominico Hartón en el día quinto y la variedad África en el día sexto

En la tabla 12 , Figura 10 y anexo A4 se muestran los resultados de la actividad respiratoria de las variedades en estudio

Tabla 12 INTENSIDAD RESPIRATORIA EN ALMACENAMIENTO POSCOSECHA A 18 Y 26 °C DE LAS VARIEDADES DE PLATAN DOMINICO HARTON - AFRICA Y FHIA 20

DÍAS	RESPIRACIÓN mgCO <sub>2</sub> /kg*hr - 18 °C			RESPIRACIÓN mgCO <sub>2</sub> /kg*hr - 26 °C		
	Dominico Hartón	África	FHIA 20	Dominico Hartón	África	FHIA 20
0	11.81	5.70	8.06	10.96	2.09	13.71
2	14.17	4.63	4.86	7.11	5.42	9.82
4	17.05	4.57	5.95	10.98	10.32	33.39
5	10.43	9.59	9.41	28.00	11.15	13.06
6	20.94	15.46	10.50	44.26	19.91	14.35
7	23.18	25.93	9.75	41.55	22.54	4.20
8	25.33	12.67	10.77	46.73	18.93	11.68
9	34.63	8.90	17.68	77.22	10.44	5.70
10	46.12	55.66	38.79	74.11	57.38	78.26
11	90.27	62.10	61.20		73.32	
13		84.56	59.05		114.79	
16		111.75	145.90			

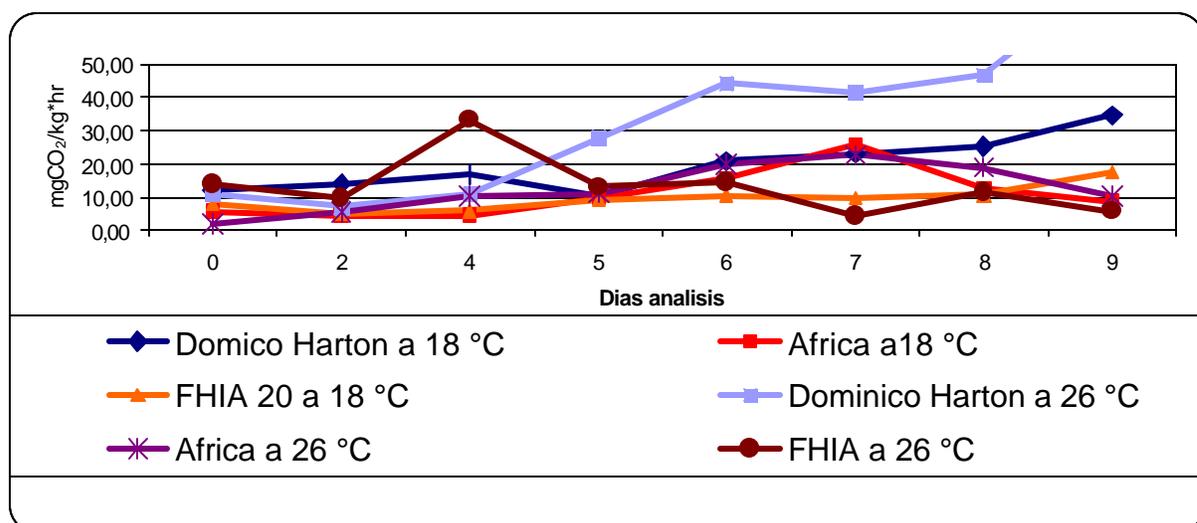


Figura 10 Intensidad respiratoria En Almacenamiento De Las Variedades De Plátano Dominico Hartón, África y FHIA 20 a 18 y 26 °C

### 3.2.2 Cambios Morfológicos De Las Variedades De Plátano En Estudio

En la tabla 13,14 y 15, En las figuras 11,12 y 13 se muestran los resultados en gramos y en porcentaje del peso total, peso de pulpa, peso de cáscara, la relación pulpa cáscara así como la variación de la firmeza ( kgf) y los cambios de color (según escala), para las variedades Dominico Hartón, África y FHIA20

Tabla 13 Cambios Morfológicos En Almacenamiento A 18 Y 26 °C De La Variedad Dominico Hartón

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS														
DÍAS	PESO TOTAL				PULPA				CÁSCARA				RELACIÓN PULPA / CÁSCARA	
	18 °C		26 °C		18 °C		26 °C		18 °C		26 °C		18 °C	26 °C
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%		
0	425.85	100.00	345.80	100.00	260.15	61.09	205.03	59.29	165.58	38.88	140.90	40.75	1.59	1.46
2	419.72	98.56	335.70	97.08	259.64	61.86	204.31	60.86	158.07	37.66	131.39	39.14	1.63	1.83
3	409.69	96.20	316.70	91.59	252.37	61.60	204.59	64.60	157.32	38.40	112.11	35.40	1.64	1.57
5	390.96	91.81	280.31	81.06	250.18	63.99	198.01	70.64	140.94	36.05	82.13	29.30	1.80	2.41
6	369.62	86.80	239.30	69.20	235.85	63.81	176.92	73.93	133.25	36.05	62.36	26.06	1.78	3.28
7	344.52	80.90	196.61	56.86	221.35	64.25	148.24	75.40	122.79	35.64	48.64	24.74	1.79	3.49
8	318.03	74.68	157.05	45.42	202.77	63.76	118.59	75.51	115.09	36.19	38.32	24.40	1.81	2.86
9	287.75	67.57	118.03	34.13	182.26	63.34	89.96	76.22	105.32	36.60	27.84	23.59	1.78	3.78
10	256.30	60.19	86.55	25.03	164.03	64.00	67.77	78.30	91.60	35.74	18.76	21.68	1.81	3.06
11	225.75	53.01			150.85	66.82			74.93	33.19			2.05	

#### Análisis figura 11

Se observo en la variedad Dominico Hartón que el porcentaje de perdida de peso de total a 26 °C tubo mayor variación comportándose mas estable a 18 °C

En relación al Porcentaje en peso de la cáscara a 26 °C disminuye notablemente con respecto a la temperatura de 18 °C, denotándose una variación significativa entre las dos temperaturas desde el día quinto en adelante.

Para la pulpa el comportamiento característico de esta se mantiene, aumentándose en mayor proporción a la temperatura de 26 °C, evidenciándose una diferencia en el día quinto

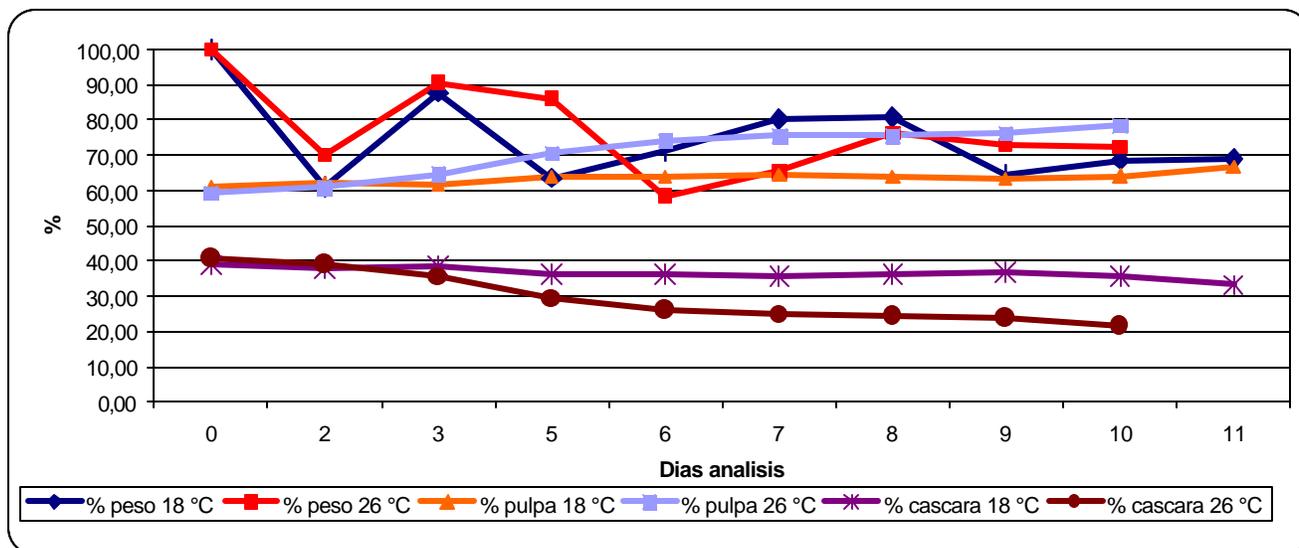


Figura 11 Variación del peso total, de la pulpa y de la cáscara de la variedad de plátano Dominic Hartón a 18 y 26 °C

Tabla 14 Cambios morfológicos En Almacenamiento a 18 y 26 °C De La Variedad África

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS														
DÍAS	PESO TOTAL				PULPA				CÁSCARA				RELACIÓN PULPA / CÁSCARA	
	18 °C		26 °C		18 °C		26 °C		18 °C		26 °C		18 °C	26 °C
	G	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%		
0	453.48	100.00	502.05	100.00	295.90	65.25	347.93	69.30	157.28	34.68	154.13	30.70	1.90	2.27
2	431.85	95.23	438.50	87.34	285.20	66.04	291.80	66.55	146.77	33.99	146.70	33.45	1.94	1.98
4	405.34	89.38	425.05	84.66	268.90	66.34	305.80	71.94	136.33	33.63	118.68	27.92	1.96	2.67
5	473.85	104.49	410.10	81.69	312.88	66.03	305.67	74.53	160.70	33.91	103.97	25.35	1.95	2.94
6	489.75	108.00	389.73	77.63	329.48	67.27	280.00	71.84	160.23	32.72	109.13	28.00	2.08	2.59
7	386.40	85.21	392.82	78.24	258.58	66.92	316.87	80.67	127.45	32.98	75.93	19.33	2.06	4.26
8	421.43	92.93	407.95	81.26	272.25	64.60	279.88	68.61	149.18	35.40	127.98	31.37	1.90	2.22
9	349.50	77.07	461.43	91.91	239.17	68.43	323.73	70.16	109.98	31.47	137.38	29.77	2.29	2.38

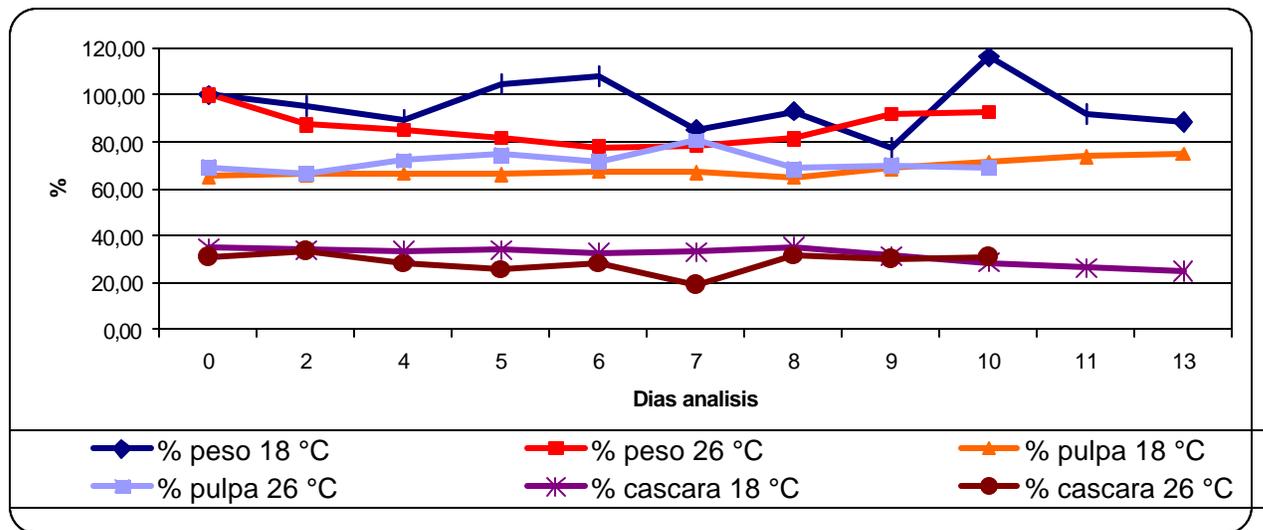


Figura 12 Variación del peso total, de la pulpa y de la cáscara de la variedad de plátano África a 18 y 26 °C

#### Análisis Figura 12

Se observa que el porcentaje en el peso total en esta variedad tiene un cambio significativo a la temperatura de 18 °C, sin embargo a 26 °C se nota una disminución leve. EL aumento en el porcentaje de peso en la pulpa y la disminución en el porcentaje de peso de la cáscara se observa una tendencia leve

Tabla 15 Cambios morfológicos FHIA 20

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS														
DÍAS	PESO TOTAL				PULPA				CÁSCARA				RELACIÓN PULPA / CÁSCARA	
	18 °C		26 °C		18 °C		26 °C		18 °C		26 °C		18 °C	26 °C
	g	%	G	%	g	%	g	%	g	%	g	%		
0	344.98	100.00	295.13	100.00	194.88	56.49	165.43	56.05	150.10	43.51	129.40	43.85	1.31	1.29
2	341.97	99.13	288.48	97.75	190.14	55.60	164.12	56.89	151.25	44.23	124.05	43.00	1.34	1.33
4	317.39	92.00	272.70	92.40	188.15	59.28	161.85	59.35	126.67	39.91	110.50	40.52	1.48	1.50
5	308.21	89.34	250.78	84.97	174.23	56.53	145.20	57.90	133.52	43.32	102.84	41.01	1.30	1.41
6	297.06	86.11	226.43	76.72	171.76	57.82	133.93	59.15	125.09	42.11	92.11	40.68	1.37	1.46
7	283.60	82.21	201.25	68.19	162.62	57.34	121.74	60.49	120.67	42.55	79.15	39.33	1.35	1.54
8	268.63	77.87	172.07	58.30	156.07	58.10	105.36	61.23	112.23	41.78	66.44	38.61	1.39	1.59
9	252.32	73.14	145.04	49.14	152.58	60.47	89.55	61.74	99.51	39.44	55.49	38.26	1.56	1.61
10	230.90	66.93	116.54	39.49	141.15	61.13	73.07	62.70	91.44	39.60	43.47	37.30	1.56	1.69
11	212.63	61.64			130.96	61.59			81.27	38.22			1.62	
13	192.65	55.84			127.17	66.01			69.37	36.01			1.83	
14	87.58	25.39			55.45	63.32			31.98	36.52			1.76	

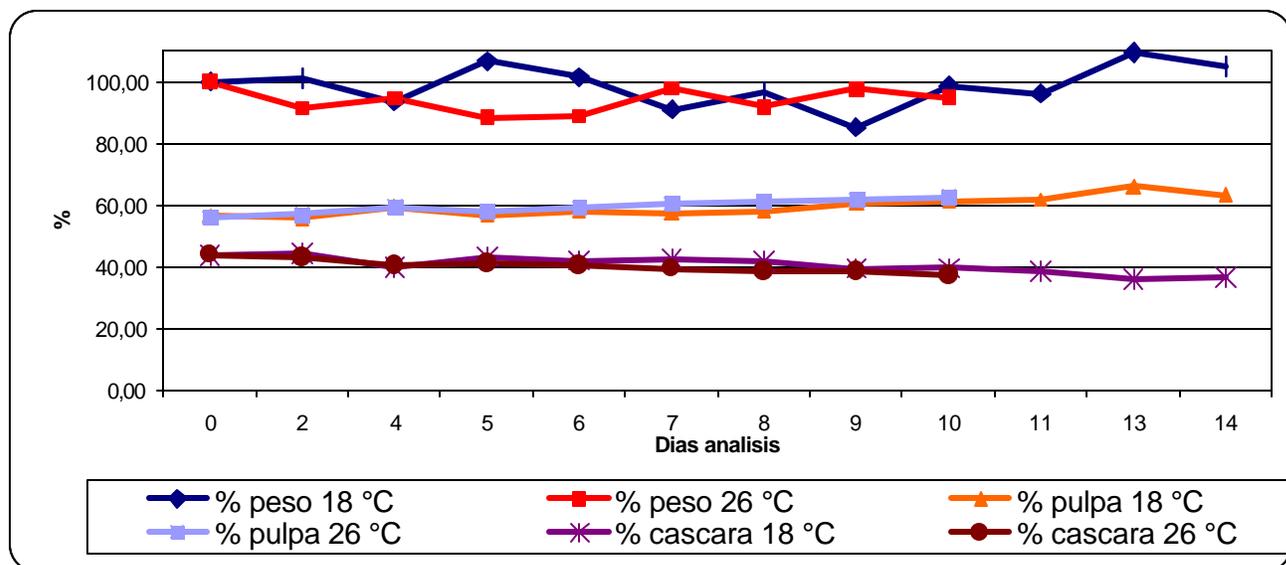


Figura 13 Variación del peso total, de la pulpa y de la cáscara de la variedad de plátano FHIA 20 a 18 y 26 °C

### Análisis figura 13

Se observa que el porcentaje en el peso total en esta variedad tiene un cambio significativo a la temperatura de 18 °C, sin embargo a 26 °C se nota una disminución leve. EL aumento en el porcentaje de peso en la pulpa y la disminución en el porcentaje de peso de la cáscara se observa una tendencia muy leve

### 3.2.3 Cambios Físicos De Las Variedades De Plátano En Estudio

En la tabla 16, En las figuras 11,12 y 13 se muestran los resultados en gramos y en porcentaje del peso total, peso de pulpa, peso de cáscara, la relación pulpa cáscara así como la variación de la firmeza ( kgf) y los cambios de color (según escala), para las variedades Dominico Hartón, África y FHIA 20.

Tabla 16. Cambios Físicos En Almacenamiento A 18 Y 26 °C De La Variedad De Plátano Dominico Hartón.

APARIENCIA														
DÍAS	FIRMEZA Kgf		Color %										COLOR PROMEDIO	
			1		2		3		4		5			
	18 °C	26 °C	18 °C	26 °C	18 °C	26 °C	18 °C	26 °C	18 °C	26 °C	18 °C	26 °C	18 °C	26 °C
0	22.46	22.31	100.0	100.0									1	1
2	22.40	19.78	100.0	100.0									1	1
3	20.78	17.43	62.5	50.0	37.5	50.0							1	2
5	18.13	5.58			25.0	25.0	75.0	75.0					3	3
6	15.59	5.23	12.5		12.5	12.5	75.0	75.0					3	3
7	13.01	3.91			25.0		75.0	37.5		62.5			3	4
8	8.79	2.05			25.0		75.0	25.0		50.0		25.0	3	4
9	6.29	1.25					50.0	12.5	50.0	25.0		62.5	4	5
10	5.50						37.5		12.5		50.0	100.0	5	5
11	4.53								25.0		75.0		5	

Tabla 17. Cambios Físicos En Almacenamiento A 18 Y 26 °C De La Variedad De Plátano África .

APARIENCIA														
DÍAS	FIRMEZA kgf		Color %										COLOR PROMEDIO	
			1		2		3		4		5			
	18 °C	26 °C	18 °C	26 °C	18 °C	26 °C	18 °C	26 °C	18 °C	26 °C	18 °C	26 °C	18 °C	26 °C
0	22.73	23.30		25.0	100.0	75.0							2	2
2	22.69	20.93			100.0	75.0		25.0					2	2
4	22.58	17.40			50.0	75.0	50.0	25.0					2	2
5	19.20	14.23			25.0	25.0	50.0	75.0	25.0				3	3
6	17.98	13.35			50.0	25.0	25.0	50.0	25.0	25.0			2	3
7	15.81	12.54					50.0	75.0	50.0	25.0			4	3
8	14.90	15.63						100.0	100.0				4	3
9	12.53	7.15					50.0		50.0	75.0		25.0	4	4
10	11.47	5.98							100.0			100.0	4	5
11	3.75								75.0		25.0		4	
13	2.67										100.0		5	

Tabla 18. Cambios físicos en almacenamiento a 18 y 26 °C de la variedad de plátano FHIA 20.

APARIENCIA														
DÍAS	FIRMEZA kgf		Color %										COLOR PROMEDIO	
			1		2		3		4		5			
	18 °C	26 °C	18 °C	26 °C	18 °C	26 °C	18 °C	26 °C	18 °C	26 °C	18 °C	26 °C	18 °C	26 °C
0	13.93	14.16	100.0	75.0		25.0							2	1
2	11.90	16.00	100.0			100.0							2	2
4	11.20	13.95			75.0	100.0	25.0						2	2
5	13.13	11.99			75.0	75.0	25.0	25.0					2	2
6	13.30	13.80			75.0	50.0	25.0	50.0					2	3
7	12.00	10.79			50.0	25.0	50.0	75.0					3	3
8	11.94	6.39					75.0	75.0	25.0	25.0			3	3
9	8.94	5.95					100.0	50.0		50.0			3	4
10	9.28	2.83					25.0		75.0	50.0		50.0	4	5
11	9.64								50.0		50.0		4	
13	6.04								25.0		75.0		5	
14	1.58										100.0		5	

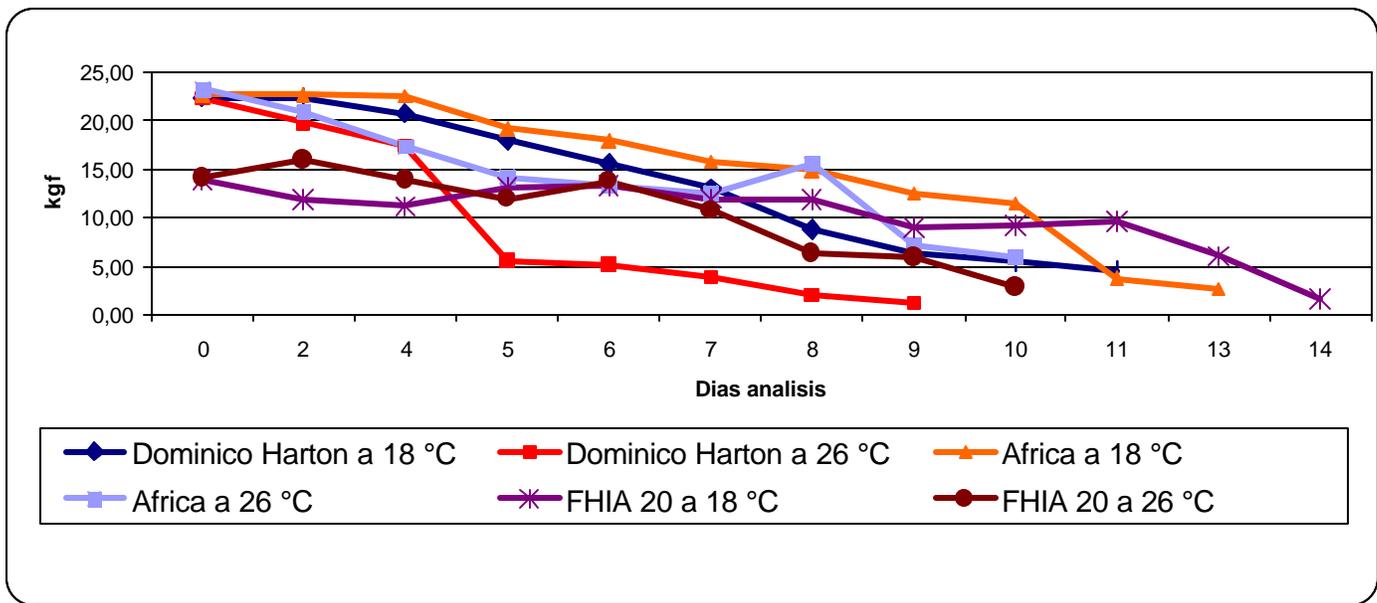


FIGURA 14. Variación de la firmeza de las variedades de plátano plátano Dominico Hartón – África y FHIA 20 almacenados a 18 y 26 °C.

#### Análisis figura 14

La pérdida de firmeza a 26 °C es muy notorio en las tres variedades, siendo muy marcada en la variedad Dominico Hartón y la mas resistente con respecto a la pérdida de firmeza con relación al tiempo fue la variedad FHIA 20 a 18 °C

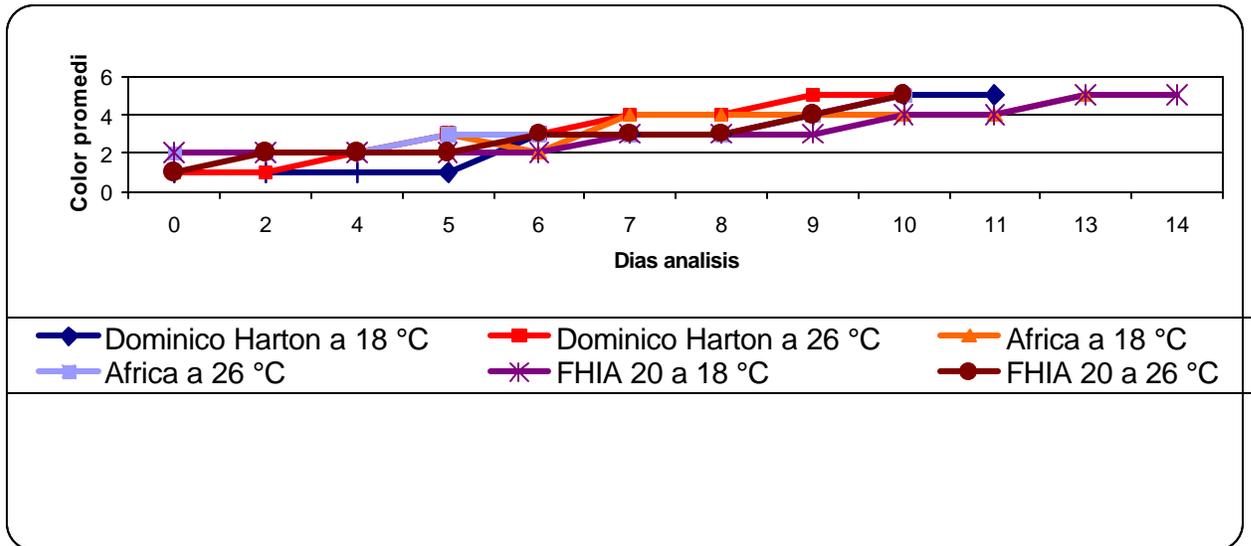


FIGURA 15. Variación de color de las variedades de plátano plátano Dominico Hartón – África y FHIA 20 almacenados a 18 y 26 °C.

*Análisis figura 15*

Se observa que la variedad Dominico Hartón Alcanza el Nivel de color 4 en un tiempo mas corto que las demás variedades a una temperatura de 26 °C y el FHIA 20 tardar mas en alcanzar nivel de color alto a una temperatura de 18 |C

3.2.4 Cambios Químicos De Las Variedades En Estudio

En la tabla 16, En las figuras 11,12 y 13 se muestran los resultados en gramos y en porcentaje del peso total, peso de pulpa, peso de cáscara, la relación pulpa cáscara así como la variación de la firmeza ( kgf) y los cambios de color (según escala), para las variedades Dominico Hartón, África y FHIA 20

Tabla 19. Cambios Químicos De La Variedad De Plátano Dominico Hartón en almacenamiento a 18 y 26 °C

DÍAS	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS A 18 °C			CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS A 26 °C		
	ACIDEZ %	° BRIX	RM	ACIDEZ %	° BRIX	RM
0	1.11	4.88	4.40	0.96	4.93	5.13
2	0.85	5.69	6.66	0.87	6.38	7.35
3	0.59	6.20	10.56	0.91	6.63	7.30
5	0.60	12.50	20.81	0.85	6.60	7.73
6	0.52	15.30	29.40	0.76	16.75	22.02
7	0.79	13.50	17.15	0.73	15.95	21.73
8	0.77	16.75	21.64	0.71	18.08	25.56
9	0.71	20.60	29.13	0.60	27.05	45.04
10	0.64	21.00	32.78	0.45	28.05	61.82
11	0.75	23.35	31.24			

Tabla 20. Cambios químicos de la variedad de plátano África en almacenamiento a 18 y 26 °C

DÍAS	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS A 18 °C			CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS A 26 °C		
	ACIDEZ %	° BRIX	RM	ACIDEZ %	° BRIX	RM
0	1.00	3.58	3.59	0.82	13.43	16.42
2	0.89	4.55	5.09	0.82	13.42	16.40
4	0.56	4.78	8.52	0.59	15.42	26.26
5	0.47	5.75	12.31	0.59	16.89	28.77
6	0.50	9.10	18.28	0.47	16.77	35.90
7	0.35	13.37	38.53	0.40	25.33	63.27
8	0.25	13.42	52.94	0.35	21.08	60.74
9	0.24	13.57	56.48	0.27	24.88	93.20
10	0.24	13.86	57.70	0.25	26.08	102.84
11	0.20	15.00	74.93			
13	0.33	25.43	76.22			
16						

Tabla 21. Cambios químicos de la variedad de plátano FHIA 20 en almacenamiento a 18 y 26 °C

DÍAS	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS A 18 °C			CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS A 28 °C		
	ACIDEZ %	° BRIX	RM	ACIDEZ %	° BRIX	RM
0	0.39	6.83	17.64	0.27	7.78	29.13
2	0.25	6.60	26.03	0.35	9.38	27.02
4	0.20	9.20	45.96	0.21	10.90	51.05
5	0.53	8.27	15.49	0.51	14.25	28.10
6	0.52	9.32	17.91	0.47	15.88	33.99
7	0.28	10.11	36.06	0.20	16.28	81.33
8	0.28	11.23	40.05	0.16	16.83	105.06
9	0.31	12.88	41.95	0.17	13.80	82.73
10	0.23	13.78	60.72	0.13	20.70	163.28
11	0.28	16.70	59.59			
13	0.27	22.05	82.61			
14	0.21	22.83	106.90			

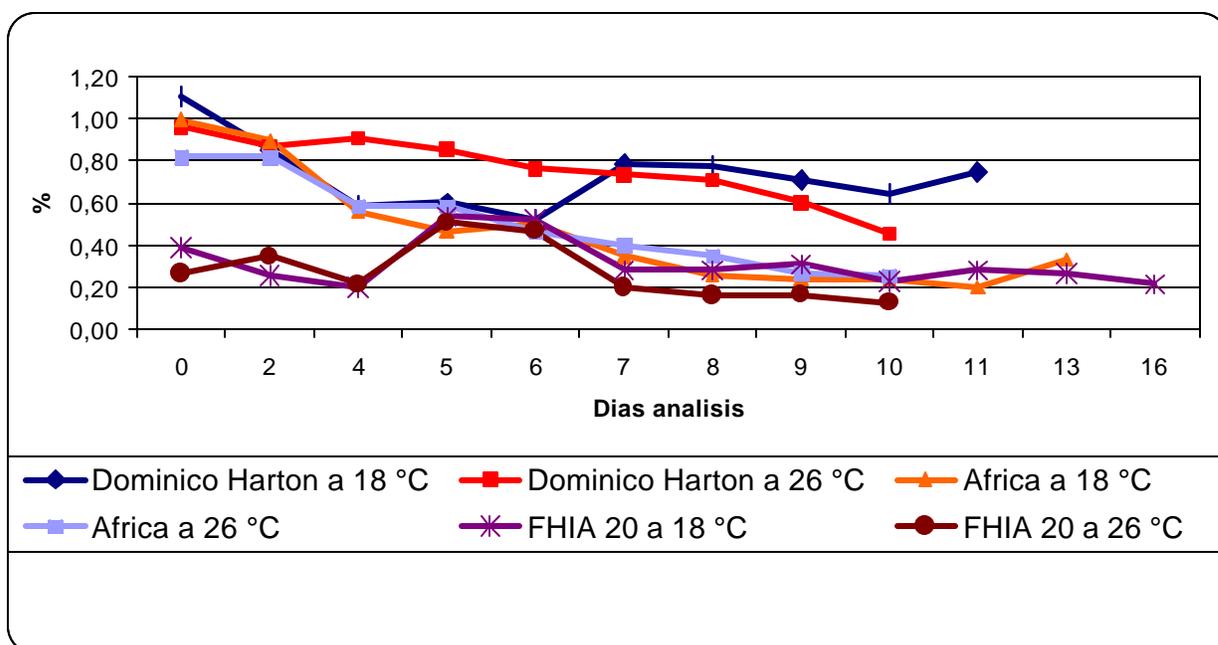


FIGURA 16. Variación del porcentaje de acidez en las variedades de plátano Dominico Hartón, África y FHIA 20 almacenadas a 18 y 26 °C

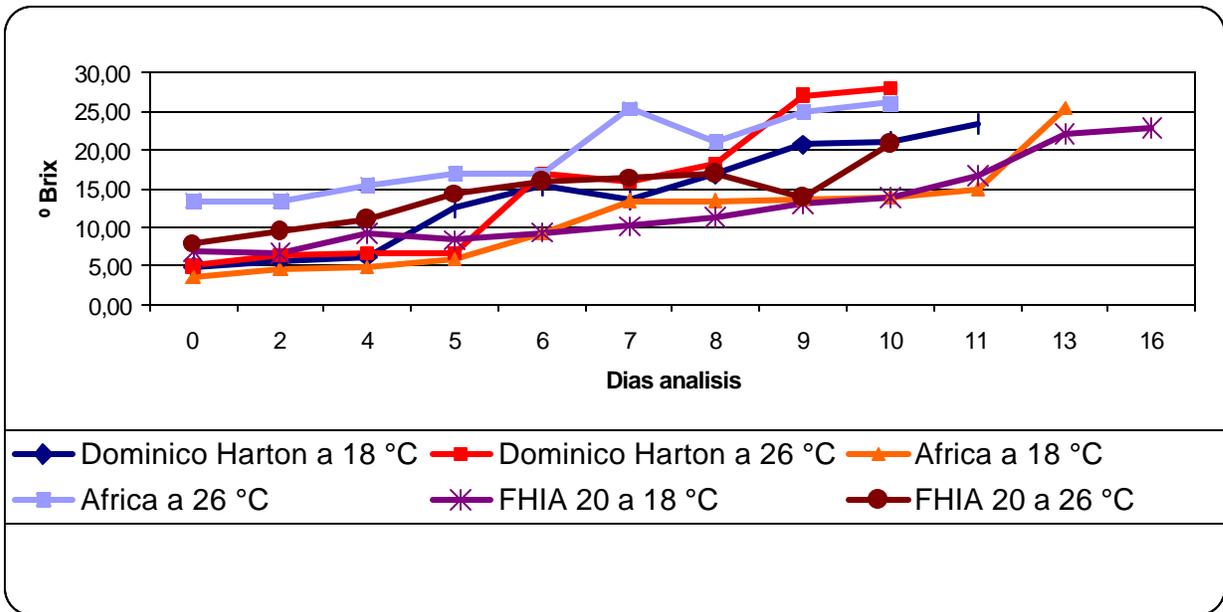


FIGURA 17. Variación del porcentaje de ° Brix en las variedades de plátano Dominico Hartón, África y FHIA 20 almacenadas a 18 y 26 °C

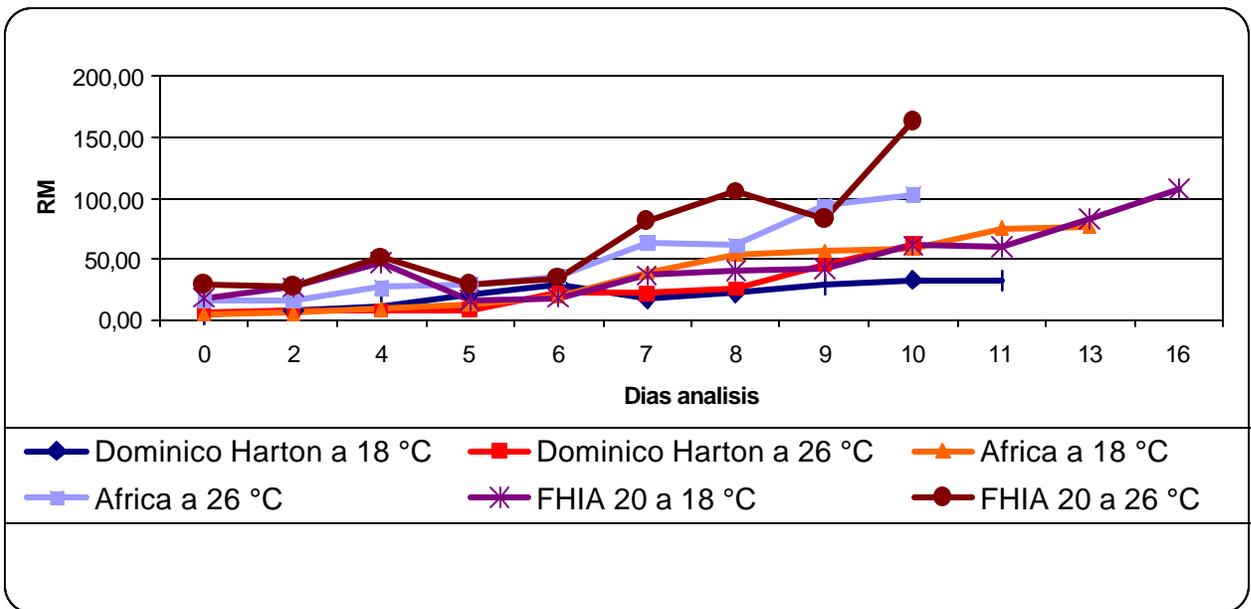


FIGURA 18. Variación de la relación de madurez en las variedades de plátano Dominico Hartón, África y FHIA 20 almacenadas a 18 y 26 °C

*Análisis figura 16, 17 y 18*

Con respecto a los grados Brix las variedades expuestas a una temperatura de 26 °C obtuvieron unos valores más altos, destacándose en más corto tiempo la variedad África. En lo que concierne a una temperatura de almacenamiento a 18 °C la variedad FHIA 20 es la que más demora en alcanzar valores por encima de 20 ° Brix.

#### 4. CONCLUSIONES

- Se observa según las características físicas que la variedad de plátano África presenta un mayor tamaño y un mejor llenado de fruto dando como consecuencia mayores valores en volumen, peso y área superficial, al mismo tiempo se observa en este mismo ítem que la variedad de plátano Dominico Hartón presenta los valores menores de las tres variedades estudiadas
- Se observa que la pérdida de peso más alta se presenta en la variedad Dominico hartón a 18 y 26 °C, el mas resistente a la pérdida de peso total fue la variedad África a 26 °C con respecto a las otras tres variedades en estudio. Se puede concluir que la variedad África es resistente al almacenamiento a temperaturas superiores a 24 °C

La relación pulpa/ cáscara mostró que a 18 °C el crecimiento de la relación pulpa / cáscara de la variedad África va en aumento iniciando con un valor de 1.9 y finalizando con un valor de 3.07 con respecto al tiempo de análisis, con relación a las otras dos variedades de estudio, lo que indica una mayor cantidad de pulpa en esta variedad. Las otras dos variedades se mantienen relativamente constantes a esta temperatura.

- La variedad FHIA 20 a 18 °C necesita mayor tiempo para alcanzar el punto climatérico correspondiente al día 9, mientras que las otras dos variedades alcanzan su punto climatérico en el día 7. La variedad FHIA – 20 a 26 °C alcanza el punto climatérico al día 4, mientras que la variedad Dominico Hartón alcanza este punto en el día 5 y la Variedad África lo alcanza en el día 6. Lo que corrobora que a mayor temperatura de almacenamiento mayor la actividad respiratoria en menor tiempo, por lo cual la senescencia se presenta mucho más rápido.

- Al inicio de tiempo de estudio a 18 °C el valor de la firmeza fue más alto en las variedades Dominico hartón y África, con 22.46 Kgf y 22.73 kgf respectivamente, que el FHIA – 20 13.93 kgf. Se observó que el plátano Dominico hartón llega a valores más bajos de kgf a través del tiempo que las otras dos variedades. El comportamiento de esta variable a 26 °C en las tres variedades es similar que ha 18 °C pero con tiempos de senescencia mucho menores.
- Los °Brix a una temperatura de 18 °C se diferencian en cada una de las variedades, presentándose en la variedad Dominico hartón entre los día 3 y 9 un aumento significativo de 6.20 a 20.60, en lo que respecta a África el aumento ocurre en el día 7 y 13, iniciando en 13.37 y finalizando en 27.43 y la variedad FHIA – 20 el aumento es constante a través del tiempo de análisis.

A 26 °C los aumentos más significativos se presentan en la variedad Dominico Hartón iniciando con un valor de 4.93 y finalizando el día 10 con 28.05

- A una temperatura de 18 °C se observa inicialmente que la acidez del Dominico Hartón y África inicial con valores similares y la del FHIA –20 con un valor menor, además es importante que entre el día quinto y sexto los valores de esta variable son similares en las tres variedades de estudio y a partir del día sexto en adelante la variedad Dominico hartón aumento este valor hasta la senescencia mientras que las otras dos variedades disminuyeron en forma semejante.

A 26 °C la variable de acidez en las variedades África y FHIA- 20 tienen un comportamiento similar que ha 18 °C, entre tanto la variedad Dominico hartón siempre va disminuyendo, presentando un valor mayor tanto al principio como al final del estudio con respecto a las otras dos variedades.

- La relación de Brix / acidez a 18 °C y 26 °C en las variedades, África y FHIA –20 es mayor que la del Dominico hartón, pues el porcentaje de acidez es menor en estas dos primeras.
- La escala de color a 18 °C comienza a aumentar en el día 7 para la variedad África, en la variedad Dominico hartón el día 9 y la variedad FHIA – 20 en el día 10 y a partir de este día su color comienza a alcanzar el mayor valor de la escala de color que corresponde a los días 13 para la variedad FHIA 20 a 18 °C.
- Relacionando el climaterio con las variables morfológicas, químicas y físicas de la variedad África (10 días para 18 °C) con las demás variables se concluye que las variables que presentan un cambio significativo son los ° Brix que aumentan y la firmeza que disminuye. Comparando el punto climatérico (7 días para 26 °C) con las demás variables encontramos que los cambios más significativos se presentan en el aumento de la firmeza, Brix y relación pulpa cáscara

Así mismo la variedad Dominico hartón en función del punto climatérico (10 días para 18 °C) con las demás variables, existe un aumento significativo en la acidez y ° Brix, en este mismo orden de ideas comparando el punto climatérico (6 días para 26 °C) con las demás variables se presenta un incremento muy marcado en la relación pulpa cáscara, Brix y un aumento leve en la firmeza

Se analiza la variedad FHIA – 20 conociendo el punto climatérico (12 días a 18 °C) y comparándola con las demás variables presenta significancia a la disminución en las variables de pérdida de peso, acidez y firmeza y un aumento en la relación pulpa cáscara y color, así mismo estas variables fueron comparadas con el punto climatérico (4 días a 26 °C) donde se muestra un aumento en los ° Brix y una disminución en la acidez, aumentando de forma significativa el valor de la acidez

## 5. RECOMENDACIONES

- ✓ El anterior estudio deja las bases establecidas para continuar el análisis en lo que concierne al punto de vista sensorial (textura, organoléptico), nutricional eligiendo la variedad más indicada según las necesidades de producción
- ✓ Difundir este estudio a las comunidades universitarias de la región cafetera para que ellos a su vez le indiquen a los campesinos la forma de almacenamiento correcta
- ✓ Difundir el estudio antes realizado a los productores y distribuidores, para disminuir las pérdidas poscosecha que hoy en día equivalen al 10% de la producción nacional

## BIBLIOGRAFÍA

- 1) Acuerdo de competitividad de la cadena productiva del plátano en Colombia.(2000) Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colección documentos IICA serie competitividad N 18
- 2) Avances Técnicos Cenicafe 239.(1997) Federación Nacional de Cafeteros de Colombia; Colombia
- 3) Avances Técnicos Cenicafe 258.(1998) Federación Nacional de Cafeteros de Colombia; Colombia
- 4) Avances Técnicos Cenicafe 290. (2001) Federación Nacional de Cafeteros de Colombia; Colombia
- 5) CAYON S, GIRALDO G, ARCILA P. ( 2000) Poscosecha y Agroindustria del plátano en el eje cafetero de Colombia Universidad del Quindío, Colombia.
- 6) CORPOICA. Manejo Integrado del cultivo de plátano, Manual Técnico (2002). Colombia
- 7) DADZIE B.K, ORCHARD J.E. (1997) Evaluación poscosecha de híbridos de bananos y plátanos criterios y métodos, Colombia
- 8) Encuentros anuales manufactureros.CCI (2000), Quindío – Colombia
- 9) GALLO P, (1996). Manual de Fisiología, Patología Poscosecha y Control de Calidad de Frutas y Hortalizas. Tabla de Condiciones de Almacenamiento Refrigerado. SENA – REINO UNIDO.

- 10) GUARINONI, (2000) Efecto del Estado de Madurez de los Frutos de Cosecha sobre su Conservación 2° Congreso Iberoamericano de Tecnología Poscosecha y Agroexportaciones. 3<sup>er</sup> Simposio Control de Fisiopatías en frutas Durante el Almacenamiento en Frió. Universidad Nacional de Colombia; CYTED, SITEP.
- 11) INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA (ICCA). Tecnología del Manejo Poscosecha de Frutas y Hortalizas Frescas. Bogota 1987.
- 12) Ministerio de Agricultura y desarrollo rural. Cálculos CCI (2002)
- 13) MOHSENIN,N.N (1970)Physical Properties of plant and Animal Materials. New York: Gordon and Breach, Science Publishers Ltd.
- 14) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO (1991). IV Mesa redonda Latinoamericana sobre Prevención de Pérdidas Poscosecha. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- 15) PANTASTICO, ER.B. (1979) Fisiología de la Posrecolección Manejo y utilización de Frutas y Hortalizas Tropicales y Subtropicales. México: Compañía Editorial Continental, CECSA.
- 16) PLANELLA V, I. Tecnología del manejo de frutas y hortalizas. Bogotá: IICA, 1987
- 17) ROMOJARO,F.(1996). Nuevas Tecnologías de Conservación de Frutas y Hortalizas. Madrid; Mundi Prensa.

- 18) Secretaria de agricultura y medio ambiente de Caldas, UMATAS Enero 2002
- 19) Sitio web FHIA.com
- 20) WILLS, R.H. et al. (1984) Fisiología y Manipulación de Frutas y Hortalizas Posrecolección. 1ed. Zaragoza, España, Editorial Acribia S.A.

# **ANEXOS**

**Anexo A1 Datos experimentales de la caracterización física ( longitud, d, d2, d3, peso, volumen, peso específico y área superficial de la variedad de plátano Dominico Hartón.**

<b>CARACTERIZACIÓN FÍSICA</b>					<b>VARIEDAD: DOMINICO HARTÓN</b>			
<b>MUESTRA</b>	<b>DIMENSIONES cm.</b>				<b>PESO g.</b>	<b>VOLUMEN cc</b>	<b>PESO ESPECIFICO g/cc</b>	<b>ÁREA SUPERFICIAL cm2</b>
	<b>Longitud</b>	<b>d1</b>	<b>d2</b>	<b>d3</b>				
1	32,0	3,38	3,38	3,50	306,8	300	1,023	224,17
2	31,5	4,22	4,05	3,57	364,9	350	1,043	309,49
3	30,0	4,10	3,42	3,67	323,2	315	1,026	275,51
4	32,5	3,92	4,20	3,95	336,3	335	1,004	303,04
5	29,5	3,84	3,81	4,14	293,7	290	1,013	221,76
6	32,0	3,62	3,31	3,53	275,1	270	1,019	236,72
7	32,0	3,67	3,69	3,6	330,5	330	1,002	237,48
8	30,0	4,40	3,72	4,20	328,2	315	1,042	227,77
9	30,5	3,79	3,55	3,73	290,4	285	1,019	269,22
10	28,5	4,30	3,99	4,36	354,3	350	1,012	296,98
11	30,0	3,76	4,38	4,64	372,0	385	0,966	248,29
12	30,0	3,57	3,54	3,46	314,6	305	1,031	229,27
13	29,5	3,82	3,33	3,20	269,2	290	0,928	249,05
14	27,5	3,73	3,65	3,66	314,6	325	0,968	298,68
15	28,5	4,14	3,62	3,99	321,8	325	0,990	304,10
16	33,0	3,85	3,58	3,69	342,8	335	1,023	247,82
17	30,5	4,27	4,02	4,33	313,8	330	0,951	249,07
18	28,5	3,57	3,69	3,66	304,1	295	1,031	258,01
19	31,0	3,81	3,76	3,76	329,0	320	1,028	274,44
20	30,5	3,84	3,88	3,28	323,6	310	1,044	292,96
21	29,5	3,64	3,55	3,57	314,7	300	1,049	290,90
22	31,0	4,26	4,00	3,78	400,3	420	0,953	224,21
23	32,0	3,83	4,07	4,18	386,2	365	1,058	311,05
24	32,0	4,95	4,71	4,89	341,3	350	0,975	280,14
25	30,0	3,57	3,76	3,64	338,0	335	1,009	222,65
26	29,0	3,56	3,48	3,19	277,4	275	1,009	209,10
27	33,0	3,76	3,43	3,82	380,0	360	1,056	265,14
28	30,5	3,72	3,73	3,6	344,2	335	1,027	256,52
29	28,0	3,56	3,66	3,63	309,0	305	1,013	309,24
30	29,5	3,69	3,62	3,73	383,0	370	1,035	223,43
<b>Promedio</b>	<b>30,40</b>	<b>3,87</b>	<b>3,75</b>	<b>3,80</b>	<b>329,43</b>	<b>325,83</b>	<b>1,012</b>	<b>261,54</b>
<b>D. estándar</b>	<b>1,48</b>	<b>0,33</b>	<b>0,32</b>	<b>0,40</b>	<b>33,59</b>	<b>33,61</b>	<b>0,03</b>	<b>32,16</b>
<b>MÁXIMO</b>	<b>33,00</b>	<b>4,95</b>	<b>4,71</b>	<b>4,89</b>	<b>400,30</b>	<b>420,00</b>	<b>1,06</b>	<b>311,05</b>
<b>MÍNIMO</b>	<b>27,50</b>	<b>3,38</b>	<b>3,31</b>	<b>3,19</b>	<b>269,20</b>	<b>270,00</b>	<b>0,93</b>	<b>209,10</b>

## Anexo A2: Caracterización Física de plátano en su variedad FHIA 20

CARACTERIZACIÓN FÍSICA					VARIEDAD: FIAH 20			
MUESTRA	DIMENSIONES cm.				PESO g.	VOLUMEN cc	PESO ESPECIFICO g/cc	ÁREA SUPERFICIAL cm2
	Longitud	d1	d2	d3				
1	31,0	4,52	4,37	4,40	261,8	260	1,007	217,04
2	32,0	4,45	4,65	4,62	296,8	300	0,989	266,27
3	31,4	5,10	5,22	5,12	378,3	385	0,983	323,94
4	32,5	5,06	5,25	5,13	460,3	425	1,083	320,57
5	32,8	5,87	5,10	4,32	300,9	300	1,003	259,83
6	30,5	5,94	4,72	5,09	381,4	385	0,991	251,25
7	30,0	4,80	5,51	5,67	400,8	395	1,015	315,24
8	31,5	4,70	4,74	4,89	356,2	360	0,989	268,43
9	33,0	4,80	4,83	4,87	322,2	310	1,039	245,44
10	32,7	3,98	4,62	4,03	293,4	250	1,174	232,40
11	27,3	4,83	4,91	4,9	382,7	380	1,007	286,62
12	29,0	4,47	4,69	4,58	301,5	285	1,058	261,86
13	28,2	5,02	5,04	4,98	355,7	335	1,062	246,64
14	29,5	5,10	5,27	4,77	441,0	430	1,026	306,30
15	26,3	4,89	5,02	4,94	389,2	380	1,024	286,11
16	25,0	5,04	4,80	4,86	353,7	330	1,072	272,09
17	34,5	4,79	5,03	4,67	367,6	355	1,035	299,58
18	28,5	5,00	5,19	5,07	327,9	390	0,841	305,35
19	29,2	5,03	4,85	5,01	372,5	370	1,007	278,46
20	30,5	4,89	4,88	5,23	338,0	330	1,024	260,88
21	30,0	4,84	4,95	4,86	372,3	355	1,049	259,61
22	30,0	4,86	4,32	4,97	330,8	320	1,034	252,80
23	28,5	4,90	4,62	4,85	385,0	380	1,013	279,26
24	31,8	5,16	4,35	5,19	356,4	360	0,990	251,25
25	33,7	4,96	4,86	4,93	338,3	340	0,995	264,26
26	26,2	5,14	5,04	5,07	334,4	330	1,013	260,68
27	31,8	4,69	4,65	4,61	261,6	275	0,951	207,33
28	26,5	4,42	4,67	4,77	288,9	285	1,014	211,74
29	27,0	4,89	4,77	4,79	345,2	325	1,062	247,74
30	28,8	4,88	4,98	4,84	376,8	380	0,992	297,58
<b>Promedio</b>	<b>29,99</b>	<b>4,90</b>	<b>4,86</b>	<b>4,87</b>	<b>349,05</b>	<b>343,50</b>	<b>1,018</b>	<b>267,89</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>2,44</b>	<b>0,37</b>	<b>0,28</b>	<b>0,30</b>	<b>46,64</b>	<b>46,57</b>	<b>0,05</b>	<b>30,49</b>
<b>MÁXIMO</b>	<b>34,50</b>	<b>5,94</b>	<b>5,51</b>	<b>5,67</b>	<b>460,30</b>	<b>430,00</b>	<b>1,17</b>	<b>323,94</b>
<b>MÍNIMO</b>	<b>25,00</b>	<b>3,98</b>	<b>4,32</b>	<b>4,03</b>	<b>261,60</b>	<b>250,00</b>	<b>0,84</b>	<b>207,33</b>

**Anexo A3: Caracterización Física de plátano en su variedad África.**

CARACTERIZACIÓN FÍSICA					VARIEDAD: ÁFRICA			
MUESTRA	DIMENSIONES cm.				PESO g.	VOLUMEN cc	PESO ESPECIFICO g/cc	ÁREA SUPERFICIAL cm <sup>2</sup>
	Longitud	d1	d2	d3				
1	28,3	5,40	5,28	5,45	487,8	630	0,774	361,42
2	28,2	5,55	5,27	5,48	432,9	460	0,941	326,71
3	31,3	5,04	5,29	5,32	422,6	445	0,950	328,07
4	33,0	5,84	5,72	5,80	532,9	1635	0,326	366,01
5	30,9	5,37	5,25	5,07	507,4	620	0,818	368,55
6	35,7	5,83	5,45	5,74	482,1	605	0,797	356,30
7	32,3	5,54	4,93	5,28	451,9	620	0,729	339,09
8	31,0	5,45	5,20	5,40	466,0	441	1,057	363,85
9	31,8	5,46	5,30	5,50	504,1	620	0,813	359,24
10	31,2	5,50	5,60	5,10	462,7	570	0,812	351,25
11	30,1	5,30	4,70	5,38	338,6	350	0,967	310,68
12	29,0	4,92	5,10	4,82	346,7	580	0,598	309,05
13	32,0	5,29	4,82	5,05	350,6	480	0,730	305,59
14	36,2	5,15	4,92	5,22	367,3	450	0,816	306,79
15	30,9	4,98	5,2	5,13	366,6	382	0,960	326,42
16	31,2	4,95	5,91	4,67	316,8	368	0,861	300,69
17	32,4	5,50	4,58	5,14	425,0	625	0,680	410,46
18	33,5	5,05	5,16	4,56	317,1	470	0,675	308,83
19	28,1	4,93	5,02	5,10	392,8	448	0,877	335,51
20	33,0	5,26	5,06	4,93	402,5	525	0,767	330,63
21	31,7	5,21	5,17	5,29	495,6	595	0,833	400,86
22	32,4	5,78	4,62	4,63	361,7	490	0,738	319,21
23	32,9	4,96	5,14	4,72	351,6	495	0,710	311,99
24	33,6	5,24	5,83	4,93	426,2	570	0,748	371,72
25	33,0	5,44	5,06	5,46	490,1	610	0,803	354,58
26	33,2	5,31	4,96	5,32	388,5	532	0,730	369,39
27	27,2	4,93	4,65	4,71	415,5	390	1,065	349,43
28	28,6	4,85	4,93	4,86	348,0	490	0,710	313,31
29	30,0	4,72	5,08	5,37	350,4	410	0,855	311,03
30	33,0	5,15	5,34	4,97	455,4	590	0,772	356,88
<b>Promedio</b>	<b>31,52</b>	<b>5,26</b>	<b>5,15</b>	<b>5,15</b>	<b>415,25</b>	<b>549,87</b>	<b>0,797</b>	<b>340,78</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>2,16</b>	<b>0,30</b>	<b>0,33</b>	<b>0,32</b>	<b>63,29</b>	<b>222,55</b>	<b>0,14</b>	<b>29,00</b>
<b>MÁXIMO</b>	<b>36,20</b>	<b>5,84</b>	<b>5,91</b>	<b>5,80</b>	<b>532,90</b>	<b>1635,00</b>	<b>1,07</b>	<b>410,46</b>
<b>MÍNIMO</b>	<b>27,20</b>	<b>4,72</b>	<b>4,58</b>	<b>4,56</b>	<b>316,80</b>	<b>350,00</b>	<b>0,33</b>	<b>300,69</b>

**ANEXO A4 DATOS EXPERIMENTALES DOMINICO HARTON 18 °C**

CARACTERIZACIÓN GENERAL								VARIEDAD: DOMINICO HARTÓN						
T 1 = 18 °C		FISIOLOGÍA			FISICOQUIMICAS			FISICAS				MORFOLOGICAS		
DÍAS	Repeticiones	HCL 0.1 N mL.	Peso de muestra g.	Tasa de Respiración mg CO2/Kg h	NaOH ml	Acidez %	Grados Brix	Peso Total g.	Firmeza lbf.	Grado de Color	Apariencia %	Peso Pulpa g.	Peso Cáscara g.	Relación Pulpa / Cáscara
0	1	2,80	640,50	24,04	1,50	0,80	4,50	491,20	22,00	1	5	286,10	204,60	1,40
	2	3,00	645,60	10,22	3,00	1,60	4,00	493,30	22,80	1	5	310,00	183,30	1,69
	3	3,00	665,90	9,91	2,30	1,23	5,60	438,90	22,90	1	5	267,80	171,10	1,57
	4	3,10	714,00	3,08	1,50	0,80	5,40	280,00	22,15	1	2	176,70	103,30	1,71
	<b>Promedio</b>	<b>2,98</b>	<b>666,50</b>	<b>11,81</b>	<b>2,08</b>	<b>1,11</b>	<b>4,88</b>	<b>425,85</b>	<b>22,46</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>260,15</b>	<b>165,58</b>	<b>1,59</b>
2	1	3,10	632,90	3,48	2,20	1,17	5,80	248,90	24,50	1	5	157,10	91,00	1,73
	2	3,05	639,80	6,88	1,50	0,80	5,70	218,60	24,00	1	15	136,60	82,30	1,66
	3	2,60	656,00	36,89	1,20	0,64	5,60	209,90	18,10	1	15	126,20	83,10	1,52
	4	3,00	698,80	9,44	1,50	0,80	5,65	365,90	23,00	1	5	225,50	138,40	1,63
	<b>Promedio</b>	<b>2,94</b>	<b>656,88</b>	<b>14,17</b>	<b>1,60</b>	<b>0,85</b>	<b>5,69</b>	<b>260,83</b>	<b>22,40</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>161,35</b>	<b>98,23</b>	<b>1,63</b>
3	1	3,00	625,20	10,56	1,00	0,53	6,20	377,30	19,50	1	10	219,10	158,20	1,38
	2	2,70	634,80	31,19	1,00	0,53	8,20	341,40	22,70	2	50	230,90	110,50	2,09
	3	2,90	651,20	16,89	1,40	0,75	4,20	352,40	25,00	1	20	205,00	147,40	1,39
	4	3,00	691,10	9,55	1,00	0,53	6,20	423,00	15,90	2	80	265,40	157,60	1,68
	<b>Promedio</b>	<b>2,90</b>	<b>650,58</b>	<b>17,05</b>	<b>1,10</b>	<b>0,59</b>	<b>6,20</b>	<b>373,53</b>	<b>20,78</b>	<b>2</b>	<b>40</b>	<b>230,10</b>	<b>143,43</b>	<b>1,64</b>
5	1	3,10	608,30	3,62	1,40	0,75	15,00	306,60	14,60	1-3	10	216,00	91,60	2,36
	2	2,90	624,10	17,63	1,10	0,59	13,00	257,10	17,60	1-3	20	153,80	103,00	1,49
	3	2,90	639,70	17,20	1,00	0,53	10,20	295,50	21,80	1-3	20	179,50	115,60	1,55
	4	3,10	672,00	3,27	1,00	0,53	11,80	222,60	18,50	3	60	142,90	79,80	1,79
	<b>Promedio</b>	<b>3,00</b>	<b>636,03</b>	<b>10,43</b>	<b>1,13</b>	<b>0,60</b>	<b>12,50</b>	<b>270,45</b>	<b>18,13</b>	<b>3</b>	<b>28</b>	<b>173,05</b>	<b>97,50</b>	<b>1,80</b>
6	1	2,90	602,70	18,25	1,10	0,59	20,00	317,60	18,60	3	30	206,90	110,70	1,87
	2	3,10	618,90	3,55	1,10	0,59	20,00	330,20	17,21	2-3	15	203,60	126,50	1,61
	3	2,40	634,50	52,01	0,70	0,37	15,00	256,90	12,00	1-3	5	161,60	94,00	1,72
	4	3,00	664,30	9,94	1,00	0,53	6,20	310,60	14,55	3	10	203,40	106,90	1,90
	<b>Promedio</b>	<b>2,85</b>	<b>630,10</b>	<b>20,94</b>	<b>0,98</b>	<b>0,52</b>	<b>15,30</b>	<b>303,83</b>	<b>15,59</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>193,88</b>	<b>109,53</b>	<b>1,78</b>
7	1	2,80	593,00	25,97	1,10	0,59	13,60	344,70	11,25	3	15	212,60	131,60	1,62
	2	3,00	610,90	10,80	1,00	0,53	11,00	298,40	14,20	2-3	40	180,50	117,50	1,54
	3	2,40	627,50	52,59	2,00	1,07	13,00	456,90	9,20	2-3	5	310,50	146,10	2,13
	4	3,10	653,50	3,37	1,80	0,96	16,40	265,20	17,40	3	5	173,60	91,40	1,90
	<b>Promedio</b>	<b>2,83</b>	<b>621,23</b>	<b>23,18</b>	<b>1,48</b>	<b>0,79</b>	<b>13,50</b>	<b>341,30</b>	<b>13,01</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>219,30</b>	<b>121,65</b>	<b>1,79</b>

**ANEXO A4 DATOS EXPERIMENTALES DOMINICO HARTON 18 °C**

CARACTERIZACIÓN GENERAL								VARIEDAD: DOMINICO HARTÓN						
T 1 = 18 °C		FISIOLOGÍA			FISICOQUÍMICAS			FÍSICAS				MORFOLÓGICAS		
DÍAS	Repeticiones	HCL 0.1 N mL.	Peso de muestra g.	Tasa de Respiración mg CO2/Kg h	NaOH ml	Acidez %	Grados Brix	Peso Total g.	Firmeza lbf.	Grado de Color	Apariencia %	Peso Pulpa g.	Peso Cáscara g.	Relación Pulpa / Cáscara
8	1	2,80	586,30	26,27	1,30	0,69	17,80	400,90	12,40	3	10	263,40	137,30	1,92
	2	2,40	605,30	54,52	1,40	0,75	14,60	348,70	9,25	2 -3	20	203,90	144,80	1,41
	3	3,10	622,40	3,53	1,50	0,80	14,60	259,50	9,00	2-3	20	177,10	82,10	2,16
	4	2,90	646,90	17,00	1,60	0,85	20,00	364,00	4,50	3	20	231,20	132,70	1,74
	<b>Promedio</b>	<b>2,80</b>	<b>615,23</b>	<b>25,33</b>	<b>1,45</b>	<b>0,77</b>	<b>16,75</b>	<b>343,28</b>	<b>8,79</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>218,90</b>	<b>124,23</b>	<b>1,81</b>
9	1	2,80	577,80	26,65	1,10	0,59	23,60	317,90	1,60	4	50	188,30	129,60	1,45
	2	2,50	598,60	47,78	0,90	0,48	18,20	254,40	14,35	3	5	157,00	97,40	1,61
	3	2,70	610,20	32,45	1,30	0,69	18,20	245,70	4,50	3	5	169,60	76,10	2,23
	4	2,70	625,70	31,64	2,00	1,07	22,40	277,50	4,70	5	5	179,40	98,10	1,83
	<b>Promedio</b>	<b>2,68</b>	<b>603,08</b>	<b>34,63</b>	<b>1,33</b>	<b>0,71</b>	<b>20,60</b>	<b>273,88</b>	<b>6,29</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>173,58</b>	<b>100,30</b>	<b>1,78</b>
10	1	2,60	565,70	42,78	1,60	0,85	26,60	292,10	8,70	5	10	176,20	115,90	1,52
	2	2,60	582,70	41,53	0,80	0,43	21,20	279,50	4,30	3-4	15	178,30	101,20	1,76
	3	2,60	603,40	40,11	1,40	0,75	17,60	320,00	4,50	3-3	10	207,80	112,20	1,85
	4	2,30	622,70	60,06	1,00	0,53	18,60	274,60	4,50	5-5	5	186,00	88,60	2,10
	<b>Promedio</b>	<b>2,53</b>	<b>593,63</b>	<b>46,12</b>	<b>1,20</b>	<b>0,64</b>	<b>21,00</b>	<b>291,55</b>	<b>5,50</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>187,08</b>	<b>104,48</b>	<b>1,81</b>
11	1	2,00	558,50	90,60	1,80	0,96	28,80	286,50	6,10	5-5	5	192,90	93,60	2,06
	2	1,60	576,10	118,38	1,50	0,80	24,20	340,10	3,50	5-5	15	214,40	125,50	1,71
	3	2,20	597,60	69,95	1,30	0,69	19,40	273,40	3,50	4-4	20	189,10	84,60	2,24
	4	2,00	615,90	82,16	1,00	0,53	21,00	273,10	5,00	5-5	50	187,50	85,60	2,19
	<b>Promedio</b>	<b>1,95</b>	<b>587,03</b>	<b>90,27</b>	<b>1,40</b>	<b>0,75</b>	<b>23,35</b>	<b>293,28</b>	<b>4,53</b>	<b>5</b>	<b>23</b>	<b>195,98</b>	<b>97,33</b>	<b>2,05</b>

## ANEXO A5 DATOS EXPERIMENTALES DOMINICO HARTON 26 °C

CARACTERIZACIÓN GENERAL								VARIEDAD: DOMINICO HARTÓN						
T 2 = 26 °C		FISIOLOGÍA			FISICOQUÍMICAS			FÍSICAS				MORFOLÓGICAS		
DÍAS	Repeticiones	HCL 0.1 N mL.	Peso de muestra g.	Tasa de Respiración mg CO2/Kg h	NaOH mL.	Acidez %	Grados Brix	Peso Total g.	Firmeza lbf.	Grado de Color	Apariencia %	Peso Pulpa g.	Peso Cáscara g.	Relación Pulpa / Cáscara
<b>0</b>	1	3,05	673,10	3,27	1,40	0,75	0,6	359,70	23,25	1	5	216,90	142,20	1,53
	2	2,90	556,80	15,80	1,70	0,91	7,6	355,10	20,85	1	10	203,10	152,40	1,33
	3	3,00	636,80	6,91	2,00	1,07	8,3	300,40	23,20	1	15	175,30	125,40	1,40
	4	2,85	616,00	17,86	2,10	1,12	3,2	368,00	21,95	1	5	224,80	143,60	1,57
	<b>Promedio</b>	<b>2,95</b>	<b>620,68</b>	<b>10,96</b>	<b>1,80</b>	<b>0,96</b>	<b>4,93</b>	<b>345,80</b>	<b>22,31</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>205,03</b>	<b>140,90</b>	<b>1,46</b>
<b>2</b>	1	3,10	658,80	0,00	2,10	1,12	11,60	225,40	17,00	1	20	145,10	80,30	1,81
	2	3,10	531,50	0,00	1,50	0,80	8,20	224,40	18,70	1	15	134,60	89,80	1,50
	3	2,80	628,50	21,00	1,20	0,64	2,80	293,00	22,40	1	30	174,50	118,50	1,47
	4	3,00	591,50	7,44	1,70	0,91	2,90	229,50	21,00	1	10	137,50	92,00	1,49
	<b>Promedio</b>	<b>3,00</b>	<b>602,58</b>	<b>7,11</b>	<b>1,63</b>	<b>0,87</b>	<b>6,38</b>	<b>243,08</b>	<b>19,78</b>	<b>1</b>	<b>19</b>	<b>147,93</b>	<b>95,15</b>	<b>1,57</b>
<b>3</b>	1	3,00	637,60	6,90	1,50	0,80	8,20	363,00	21,50	1--2	20	253,00	110,00	2,30
	2	2,80	516,20	25,57	1,10	0,59	5,90	370,30	16,60	1--2	5	232,30	138,00	1,68
	3	3,10	611,30	0,00	2,10	1,12	6,20	272,90	17,20	2--1	30	175,50	97,40	1,80
	4	2,95	576,60	11,45	2,10	1,12	6,20	248,10	14,40	2	50	149,50	98,60	1,52
	<b>Promedio</b>	<b>2,96</b>	<b>585,43</b>	<b>10,98</b>	<b>1,70</b>	<b>0,91</b>	<b>6,63</b>	<b>313,58</b>	<b>17,43</b>	<b>2</b>	<b>26</b>	<b>202,58</b>	<b>111,00</b>	<b>1,83</b>
<b>5</b>	1	2,70	594,20	29,62	1,00	0,53	2,00	311,90	4,35	2--3	10	225,80	85,90	2,63
	2	2,70	487,50	36,10	2,00	1,07	13,00	221,40	6,00	3	20	141,00	80,20	1,76
	3	2,60	577,30	38,11	1,00	0,53	1,80	330,50	4,00	2--3	20	231,20	99,20	2,33
	4	3,00	538,40	8,17	2,40	1,28	9,60	327,50	7,95	3	10	243,50	83,80	2,91
	<b>Promedio</b>	<b>2,75</b>	<b>549,35</b>	<b>28,00</b>	<b>1,60</b>	<b>0,85</b>	<b>6,60</b>	<b>297,83</b>	<b>5,58</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>210,38</b>	<b>87,28</b>	<b>2,41</b>
<b>6</b>	1	2,60	576,00	38,19	1,10	0,59	14,00	193,10	2,62	3--4	80	133,40	59,50	2,24
	2	2,50	472,70	55,85	1,40	0,75	16,00	192,60	4,00	3--4	20	145,30	47,20	3,08
	3	2,70	557,50	31,57	1,70	0,91	18,00	174,50	10,30	3--4	20	130,70	44,00	2,97
	4	2,50	513,40	51,42	1,50	0,80	19,00	247,60	4,00	4	90	187,80	59,80	3,14
	<b>Promedio</b>	<b>2,58</b>	<b>529,90</b>	<b>44,26</b>	<b>1,43</b>	<b>0,76</b>	<b>16,75</b>	<b>201,95</b>	<b>5,23</b>	<b>4</b>	<b>53</b>	<b>149,30</b>	<b>52,63</b>	<b>2,86</b>

## ANEXO A5 DATOS EXPERIMENTALES DOMINICO HARTON 26 °C

CARACTERIZACIÓN GENERAL								VARIEDAD: DOMINICO HARTÓN						
T 2 = 26 °C		FISIOLOGÍA			FISICOQUÍMICAS			FÍSICAS				MORFOLÓGICAS		
DÍAS	Repeticiones	HCL 0.1 N mL.	Peso de muestra g.	Tasa de Respiración mg CO2/Kg h	NaOH mL.	Acidez %	Grados Brix	Peso Total g.	Firmeza lbf.	Grado de Color	Apariencia %	Peso Pulpa g.	Peso Cáscara g.	Relación Pulpa / Cáscara
7	1	2,40	556,90	55,31	2,50	1,33	5,40	278,10	4,85	3--4	50	211,10	68,70	3,07
	2	2,90	451,70	19,48	1,00	0,53	13,40	221,50	2,65	4	85	167,50	54,00	3,10
	3	2,20	538,50	73,54	1,30	0,69	32,00	215,50	4,60	3--4	80	166,90	48,00	3,48
	4	2,90	492,80	17,86	0,70	0,37	13,00	189,10	3,55	4	70	136,30	53,00	2,57
	<b>Promedio</b>	<b>2,60</b>	<b>509,98</b>	<b>41,55</b>	<b>1,38</b>	<b>0,73</b>	<b>15,95</b>	<b>226,05</b>	<b>3,91</b>	<b>4</b>	<b>71</b>	<b>170,45</b>	<b>55,93</b>	<b>3,06</b>
8	1	2,90	540,20	16,29	1,20	0,64	21,00	212,60	2,25	3--4	60	174,10	38,40	4,53
	2	2,70	436,70	40,30	1,50	0,80	19,50	247,10	1,53	4	90	183,20	63,70	2,88
	3	2,20	524,30	75,53	1,10	0,59	24,80	277,20	3,20	3--5	85	208,30	68,40	3,05
	4	2,50	481,90	54,78	1,50	0,80	7,00	317,40	1,20	4--5	70	230,50	86,70	2,66
	<b>Promedio</b>	<b>2,58</b>	<b>495,78</b>	<b>46,73</b>	<b>1,33</b>	<b>0,71</b>	<b>18,08</b>	<b>263,58</b>	<b>2,05</b>	<b>4</b>	<b>76</b>	<b>199,03</b>	<b>64,30</b>	<b>3,28</b>
9	1	2,20	501,10	79,03	1,20	0,64	28,20	292,10	1,30	5	85	232,40	59,30	3,92
	2	2,50	411,60	64,14	1,30	0,69	26,60	230,20	1,00	4	10	191,10	38,90	4,91
	3	2,10	498,80	88,21	1,00	0,53	25,40	251,20	2,20	3--5	95	191,30	59,60	3,21
	4	2,30	454,20	77,50	1,00	0,53	28,00	236,40	0,50	5	85	154,90	80,40	1,93
	<b>Promedio</b>	<b>2,28</b>	<b>466,43</b>	<b>77,22</b>	<b>1,13</b>	<b>0,60</b>	<b>27,05</b>	<b>252,48</b>	<b>1,25</b>	<b>5</b>	<b>69</b>	<b>192,43</b>	<b>59,55</b>	<b>3,49</b>
10	1	2,70	497,40	35,38	1,20	0,64	28,40	363,90		5	100	281,80	81,90	3,44
	2	2,10	409,00	107,58	1,00	0,53	32,20	265,40		5	100	203,80	61,40	3,32
	3	2,20	478,60	82,74	0,60	0,32	26,80	200,40		5	100	168,60	32,20	5,24
	4	2,40	435,50	70,72	0,60	0,32	24,80	168,00		5	100	127,00	40,80	3,11
	<b>Promedio</b>	<b>2,35</b>	<b>455,13</b>	<b>74,11</b>	<b>0,85</b>	<b>0,45</b>	<b>28,05</b>	<b>249,43</b>		<b>5</b>	<b>100</b>	<b>195,30</b>	<b>54,08</b>	<b>3,78</b>
11	1													
	2													
	3													
	4													
	<b>Promedio</b>													

## ANEXO A6 DATOS EXPERIMENTALES AFRICA 18 °C

CARACTERIZACIÓN GENERAL								VARIEDAD: ÁFRICA						
T 1 = 18 °C		FISIOLOGÍA			FISICOQUÍMICAS			FÍSICAS				MORFOLÓGICAS		
DÍAS	Repeticiones	HCL 0.1 N mL.	Peso de muestra g.	Tasa de Respiración mg CO2/Kg h	NaOH ml	Acidez %	Grados Brix	Peso Total g.	Firmeza lbf.	Grado de Color	Apariencia %	Peso Pulpa g.	Peso Cáscara g.	Relación Pulpa / Cáscara
0	1	2,70	571,60	0,00	1,70	0,91	3,00	516,60	24,20	2	5	321,90	194,70	1,65
	2	2,40	544,40	4,75	2,50	1,33	4,20	432,90	24,00	2	5	281,60	150,40	1,87
	3	2,00	460,60	13,11	1,40	0,75	3,60	420,00	23,10	2	15	284,20	135,70	2,09
	4	2,40	525,10	4,93	1,87	1,00	3,50	444,40	19,60	2	10	295,90	148,30	2,00
	<b>Promedio</b>	<b>2,38</b>	<b>525,43</b>	<b>5,70</b>	<b>1,87</b>	<b>1,00</b>	<b>3,58</b>	<b>453,48</b>	<b>22,73</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>295,90</b>	<b>157,28</b>	<b>1,90</b>
2	1	2,40	566,20	4,57	1,60	0,85	3,00	368,70	22,75	2	5	222,70	146,20	1,52
	2	2,60	538,40	1,60	1,50	0,80	7,00	478,90	23,50	3	40	324,70	154,10	2,11
	3	2,40	455,20	5,68	1,10	0,59	4,00	447,90	24,00	2	50	308,20	140,00	2,20
	4	2,30	518,80	6,65	2,50	1,33	4,20	431,90	20,50	2	30	285,20	146,77	1,94
	<b>Promedio</b>	<b>2,43</b>	<b>519,65</b>	<b>4,63</b>	<b>1,68</b>	<b>0,89</b>	<b>4,55</b>	<b>431,85</b>	<b>22,69</b>	<b>2</b>	<b>31</b>	<b>285,20</b>	<b>146,77</b>	<b>1,94</b>
4	1	2,60	564,30	1,53	0,90	0,48	6,50	417,20	22,90	3	20	288,40	128,60	2,24
	2	2,65	537,70	0,80	1,30	0,69	5,70	495,70	16,50	3	30	338,80	156,70	2,16
	3	2,30	453,00	7,62	1,00	0,53	2,10	303,20	28,30	2	15	179,50	123,70	1,45
	4	2,20	517,00	8,34	1,00	0,53	4,80	405,25	22,60	2	20	268,90	136,33	1,97
	<b>Promedio</b>	<b>2,44</b>	<b>518,00</b>	<b>4,57</b>	<b>1,05</b>	<b>0,56</b>	<b>4,78</b>	<b>405,34</b>	<b>22,58</b>	<b>3</b>	<b>21</b>	<b>268,90</b>	<b>136,33</b>	<b>1,96</b>
5	1	1,80	565,20	13,73	1,10	0,59	6,00	363,00	21,30	2	10	242,80	119,90	2,03
	2	2,30	533,30	6,47	0,60	0,32	5,50	480,10	15,50	4	40	310,10	170,00	1,82
	3	2,10	450,60	11,48	1,20	0,64	6,50	527,50	19,20	3	20	353,40	173,80	2,03
	4	2,30	515,20	6,70	0,60	0,32	5,00	524,80	20,80	3	65	345,20	179,10	1,93
	<b>Promedio</b>	<b>2,13</b>	<b>516,08</b>	<b>9,59</b>	<b>0,88</b>	<b>0,47</b>	<b>5,75</b>	<b>473,85</b>	<b>19,20</b>	<b>3</b>	<b>34</b>	<b>312,88</b>	<b>160,70</b>	<b>1,95</b>
6	1	1,40	551,30	20,34	0,80	0,43	10,10	409,00	9,00	4	50	287,10	122,50	2,34
	2	1,70	530,00	16,27	0,90	0,48	6,50	545,00	22,50	2	10	365,30	179,30	2,04
	3	2,00	448,30	13,47	1,10	0,59	11,30	515,00	22,40	3	70	336,00	178,90	1,88
	4	2,00	512,90	11,77	0,93	0,50	8,50	490,00	18,00	2	60	329,50	160,20	2,06
	<b>Promedio</b>	<b>1,78</b>	<b>510,63</b>	<b>15,46</b>	<b>0,93</b>	<b>0,50</b>	<b>9,10</b>	<b>489,75</b>	<b>17,98</b>	<b>3</b>	<b>48</b>	<b>329,48</b>	<b>160,23</b>	<b>2,08</b>
7	1	1,80	542,20	14,32	1,10	0,59	13,45	413,70	20,40	4	5	267,30	146,00	1,83
	2	1,40	526,90	21,28	0,40	0,21	13,42	383,60	14,30	4	30	269,40	114,10	2,36
	3	0,40	446,10	44,46	0,50	0,27	13,24	362,70	17,95	3	70	253,70	108,60	2,34
	4	1,30	509,80	23,68	0,60	0,32	13,37	385,60	10,60	3	35	243,90	141,10	1,73
	<b>Promedio</b>	<b>1,23</b>	<b>506,25</b>	<b>25,93</b>	<b>0,65</b>	<b>0,35</b>	<b>13,37</b>	<b>386,40</b>	<b>15,81</b>	<b>4</b>	<b>35</b>	<b>258,58</b>	<b>127,45</b>	<b>2,06</b>

## ANEXO A6 DATOS EXPERIMENTALES AFRICA 18 °C

CARACTERIZACIÓN GENERAL								VARIEDAD: ÁFRICA						
T 1 = 18 °C		FISIOLOGÍA			FISICOQUIMICAS			FISICAS				MORFOLOGICAS		
DÍAS	Repeticiones	HCL 0.1 N mL.	Peso de muestra g.	Tasa de Respiración mg CO2/Kg h	NaOH ml	Acidez %	Grados Brix	Peso Total g.	Firmeza lbf.	Grado de Color	Apariencia %	Peso Pulpa g.	Peso Cáscara g.	Relación Pulpa / Cáscara
<b>8</b>	1	2,00	539,00	11,20	0,50	0,27	13,48	412,50	18,10	4	15	275,10	137,40	2,00
	2	1,60	523,60	18,12	0,80	0,43	13,38	417,20	9,25	4	5	284,30	132,90	2,14
	3	2,30	443,70	7,77	0,30	0,16	13,41	434,70	17,35	4	5	301,90	132,80	2,27
	4	1,90	507,30	13,60	0,30	0,16	13,42	421,30	14,90	4	5	227,70	193,60	1,18
	<b>Promedio</b>	<b>1,95</b>	<b>503,40</b>	<b>12,67</b>	<b>0,48</b>	<b>0,25</b>	<b>13,42</b>	<b>421,43</b>	<b>14,90</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>272,25</b>	<b>149,18</b>	<b>1,90</b>
<b>9</b>	1	1,80	537,80	18,22	0,50	0,27	13,55	297,90	19,50	4	5	213,30	84,00	2,54
	2	2,40	520,80	6,27	0,40	0,21	13,41	393,00	6,40	3	5	253,20	139,60	1,81
	3	7,10	440,90	2,47	0,30	0,16	13,71	386,70	11,70	3	10	251,00	135,10	1,86
	4	6,80	504,70	8,63	0,60	0,32	13,60	320,40	12,53	4	5	239,17	81,23	2,94
	<b>Promedio</b>	<b>4,53</b>	<b>501,05</b>	<b>8,90</b>	<b>0,45</b>	<b>0,24</b>	<b>13,57</b>	<b>349,50</b>	<b>12,53</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>239,17</b>	<b>109,98</b>	<b>2,29</b>
<b>10</b>	1	4,30	533,50	59,20	0,30	0,16	13,48	534,10	3,62	4	10	372,10	162,00	2,30
	2	5,00	517,00	46,34	0,70	0,37	16,77	520,40	14,10	4	10	373,50	146,90	2,54
	3	4,50	438,10	67,11	0,40	0,21	13,50	524,30	16,70	4	5	381,80	142,80	2,67
	4	4,90	501,20	49,97	0,40	0,21	14,60	526,30	11,47	4	5	375,80	150,50	2,50
	<b>Promedio</b>	<b>4,68</b>	<b>497,45</b>	<b>55,66</b>	<b>0,45</b>	<b>0,24</b>	<b>13,86</b>	<b>526,28</b>	<b>11,47</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>375,80</b>	<b>150,55</b>	<b>2,50</b>
<b>11</b>	1	6,40	529,70	16,45	0,40	0,21	16,78	442,00	3,20	5	50	317,40	124,30	2,55
	2	3,80	513,80	72,06	0,30	0,16	13,44	425,70	3,80	4	5	313,50	112,20	2,79
	3	4,30	435,60	72,50	0,40	0,21	13,36	388,80	3,00	4	20	296,90	90,10	3,30
	4	3,20	498,50	87,38	0,40	0,21	15,00	406,57	5,00	4	10	296,90	108,87	2,73
	<b>Promedio</b>	<b>4,43</b>	<b>494,40</b>	<b>62,10</b>	<b>0,38</b>	<b>0,20</b>	<b>15,00</b>	<b>415,77</b>	<b>3,75</b>	<b>4</b>	<b>21</b>	<b>306,18</b>	<b>108,87</b>	<b>2,84</b>
<b>13</b>	1	3,70	520,00	73,30	0,60	0,32	23,9	451,70	2,50	5	80	339,50	111,50	3,04
	2	3,70	502,40	75,87	0,60	0,32	27,10	475,90	2,50	5	80	348,70	126,50	2,76
	3	3,00	429,50	106,49	0,70	0,37	24,20	347,00	3,00	5	80	265,70	81,20	3,27
	4	3,50	488,00	82,57	0,60	0,32	25,00	325,80	2,67	5	80	247,90	77,50	3,20
	<b>Promedio</b>	<b>3,48</b>	<b>484,98</b>	<b>84,56</b>	<b>0,63</b>	<b>0,33</b>	<b>25,43</b>	<b>400,10</b>	<b>2,67</b>	<b>5</b>	<b>80</b>	<b>300,45</b>	<b>99,18</b>	<b>3,07</b>
<b>16</b>	1	1,20	514,90	126,90							100			
	2	2,00	487,00	116,28							100			
	3	2,80	420,60	113,92							100			
	4	3,30	472,50	89,89							100			
	<b>Promedio</b>	<b>2,33</b>	<b>473,75</b>	<b>111,75</b>							<b>100</b>			

## ANEXO A7 DATOS EXPERIMENTALES AFRICA 26 °C

CARACTERIZACIÓN GENERAL								VARIEDAD: ÁFRICA						
T 2 = 26 °C		FISIOLOGÍA			FISICOQUÍMICAS			FÍSICAS				MORFOLÓGICAS		
DÍAS	Repeticiones	HCL 0.1 N mL.	Peso de muestra g.	Tasa de Respiración mg CO2/Kg h	NaOH mL.	Acidez %	Grados Brix	Peso Total g.	Firmeza lbf.	Grado de Color	Apariencia %	Peso Pulpa g.	Peso Cáscara g.	Relación Pulpa / Cáscara
0	1	2,65	596,50	0,72	1,60	0,85	13,43	519,90	22,85	2	30	376,20	143,70	2,62
	2	2,50	558,90	3,09	1,60	0,85	13,41	506,70	23,15	2	5	335,90	170,80	1,97
	3	2,70	501,10	0,00	1,40	0,75	13,45	479,70	23,90	2	5	331,70	148,00	2,24
	4	2,40	569,70	4,54	1,53	0,82	13,44	501,90	23,30	1	15	347,90	154,00	2,26
	<b>Promedio</b>	<b>2,56</b>	<b>556,55</b>	<b>2,09</b>	<b>1,53</b>	<b>0,82</b>	<b>13,43</b>	<b>502,05</b>	<b>23,30</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>347,93</b>	<b>154,13</b>	<b>2,27</b>
2	1	2,40	587,50	4,40	1,70	0,91	13,48	528,90	20,35	2	10	353,50	175,40	2,02
	2	2,40	531,10	4,87	1,60	0,85	13,36	341,60	22,45	2	5	219,90	121,70	1,81
	3	2,70	490,40	0,00	1,30	0,69	13,40	444,80	20,00	3	20	301,80	143,00	2,11
	4	1,90	556,50	12,40	1,53	0,82	13,42	438,70	20,90	2	20	292,00	146,70	1,99
	<b>Promedio</b>	<b>2,35</b>	<b>541,38</b>	<b>5,42</b>	<b>1,53</b>	<b>0,82</b>	<b>13,42</b>	<b>438,50</b>	<b>20,93</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>291,80</b>	<b>146,70</b>	<b>1,98</b>
4	1	1,70	575,30	14,99	1,20	0,64	13,54	446,70	19,50	2	50	340,80	105,40	3,23
	2	1,80	540,50	14,36	1,00	0,53	15,92	340,10	17,20	2	30	251,20	87,80	2,86
	3	2,30	479,70	7,19	1,10	0,59	16,79	488,60	17,50	3	25	325,40	162,80	2,00
	4	2,40	547,10	4,73	1,10	0,59	15,42	424,80	15,40	2	35	305,80	118,70	2,58
	<b>Promedio</b>	<b>2,05</b>	<b>535,65</b>	<b>10,32</b>	<b>1,10</b>	<b>0,59</b>	<b>15,42</b>	<b>425,05</b>	<b>17,40</b>	<b>2</b>	<b>35</b>	<b>305,80</b>	<b>118,68</b>	<b>2,67</b>
5	1	2,20	569,00	7,58	1,20	0,64	16,87	348,90	14,85	3	10	243,30	105,20	2,31
	2	2,20	535,80	8,05	0,90	0,48	16,87	443,70	13,60	2	70	337,40	106,20	3,18
	3	1,90	473,10	14,58	1,20	0,64	16,94	437,70	12,75	3	50	336,30	100,50	3,35
	4	1,80	539,80	14,38	1,10	0,59	16,89	410,10	15,73	3	40	305,67	103,97	2,94
	<b>Promedio</b>	<b>2,03</b>	<b>529,43</b>	<b>11,15</b>	<b>1,10</b>	<b>0,59</b>	<b>16,89</b>	<b>410,10</b>	<b>14,23</b>	<b>3</b>	<b>43</b>	<b>305,67</b>	<b>103,97</b>	<b>2,94</b>
6	1	1,50	563,10	18,38	0,50	0,27	16,79	400,50	13,00	3	30	300,50	99,90	3,01
	2	1,60	530,70	17,88	1,70	0,91	16,76	387,20	14,30	4	20	265,00	122,20	2,17
	3	1,40	467,10	24,00	0,90	0,48	16,76	380,50	12,75	3	30	274,50	105,30	2,61
	4	1,50	533,40	19,40	0,40	0,21	16,77	390,73	13,35	2	30	280,00	109,13	2,57
	<b>Promedio</b>	<b>1,50</b>	<b>523,58</b>	<b>19,91</b>	<b>0,88</b>	<b>0,47</b>	<b>16,77</b>	<b>389,73</b>	<b>13,35</b>	<b>3</b>	<b>28</b>	<b>280,00</b>	<b>109,13</b>	<b>2,59</b>

## ANEXO A7 DATOS EXPERIMENTALES AFRICA 26 °C

CARACTERIZACIÓN GENERAL								VARIEDAD: ÁFRICA						
T 2 = 26 °C		FISIOLOGÍA			FISICOQUÍMICAS			FÍSICAS				MORFOLÓGICAS		
DÍAS	Repeticiones	HCL 0.1 N mL.	Peso de muestra g.	Tasa de Respiración mg CO2/Kg h	NaOH mL.	Acidez %	Grados Brix	Peso Total g.	Firmeza lbf.	Grado de Color	Apariencia %	Peso Pulpa g.	Peso Cáscara g.	Relación Pulpa / Cáscara
7	1	1,20	555,30	23,30	0,60	0,32	26,60	401,70	12,90	3	80	327,90	74,00	4,43
	2	1,10	525,40	26,26	0,50	0,27	24,10	362,10	12,08	3	80	273,00	88,80	3,07
	3	1,40	461,90	24,27	0,40	0,21	25,30	414,90	12,90	4	95	349,70	65,00	5,38
	4	1,70	528,70	16,31	1,50	0,80	25,33	392,57	12,29	3	85	316,87	75,93	4,17
	<b>Promedio</b>	<b>1,35</b>	<b>517,83</b>	<b>22,54</b>	<b>0,75</b>	<b>0,40</b>	<b>25,33</b>	<b>392,82</b>	<b>12,54</b>	<b>3</b>	<b>85</b>	<b>316,87</b>	<b>75,93</b>	<b>4,26</b>
8	1	1,60	549,20	17,27	0,90	0,48	18,20	478,00	17,60	3	10	314,50	163,60	1,92
	2	0,90	518,60	29,93	0,40	0,21	24,50	479,40	20,70	3	5	333,70	145,70	2,29
	3	1,90	453,80	15,20	0,70	0,37	20,10	340,20	7,10	3	20	234,60	105,10	2,23
	4	1,90	517,80	13,32	0,60	0,32	21,50	334,20	17,10	3	20	236,70	97,50	2,43
	<b>Promedio</b>	<b>1,58</b>	<b>509,85</b>	<b>18,93</b>	<b>0,65</b>	<b>0,35</b>	<b>21,08</b>	<b>407,95</b>	<b>15,63</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>279,88</b>	<b>127,98</b>	<b>2,22</b>
9	1	2,20	544,40	7,92	0,60	0,32	23,00	446,60	6,95	4	5	299,30	147,30	2,03
	2	1,90	514,20	13,42	0,50	0,27	25,50	487,80	6,45	5	50	363,50	124,30	2,92
	3	1,90	449,30	15,36	0,50	0,27	25,40	433,20	6,70	4	20	303,80	128,30	2,37
	4	2,40	511,80	5,06	0,40	0,21	25,60	478,10	8,50	4	10	328,30	149,60	2,19
	<b>Promedio</b>	<b>2,10</b>	<b>504,93</b>	<b>10,44</b>	<b>0,50</b>	<b>0,27</b>	<b>24,88</b>	<b>461,43</b>	<b>7,15</b>	<b>4</b>	<b>21</b>	<b>323,73</b>	<b>137,38</b>	<b>2,38</b>
10	1	4,70	533,30	51,05	0,30	0,16	28,20	461,30	6,20	5	20	307,10	152,20	2,02
	2	4,20	503,60	64,87	0,70	0,37	25,50	473,50	4,10	5	30	321,10	152,30	2,11
	3	4,40	534,00	57,10	0,50	0,27	25,10	488,20	7,10	5	15	361,70	126,50	2,86
	4	4,60	501,30	56,48	0,40	0,21	25,50	440,10	6,50	5	20	298,10	142,00	2,10
	<b>Promedio</b>	<b>4,48</b>	<b>518,05</b>	<b>57,38</b>	<b>0,48</b>	<b>0,25</b>	<b>26,08</b>	<b>465,78</b>	<b>5,98</b>	<b>5</b>	<b>21</b>	<b>322,00</b>	<b>143,25</b>	<b>2,27</b>
11	1	4,60	524,30	54,00						5	100			
	2	4,30	495,10	63,79						5	100			
	3	3,30	424,50	100,05						5	100			
	4	3,80	490,90	75,42						5	100			
	<b>Promedio</b>	<b>4,00</b>	<b>483,70</b>	<b>73,32</b>						<b>5</b>	<b>100</b>			
13	1	2,00	504,90	112,16							100			
	2	2,50	461,20	110,98							100			
	3	2,40	404,10	129,35							100			
	4	2,70	459,40	106,67							100			
	<b>Promedio</b>	<b>2,40</b>	<b>457,40</b>	<b>114,79</b>							<b>100</b>			

## ANEXO A8 DATOS EXPERIMENTALES FHIA 20 A18 °C

CARACTERIZACIÓN GENERAL								VARIEDAD: FIAH 20						
T 1 = 18 °C		FISIOLOGÍA			FISICOQUÍMICAS			FÍSICAS				MORFOLÓGICAS		
DÍAS	Repeticiones	HCL 0.1 N mL.	Peso de muestra g.	Tasa de Respiración mg CO2/Kg h	NaOH ml	Acidez %	Grados Brix	Peso Total g.	Firmeza lbf.	Grado de Color	Apariencia %	Peso Pulpa g.	Peso Cáscara g.	Relación Pulpa / Cáscara
0	1	2,20	660,80	6,53	0,60	0,32	4,50	294,30	9,60	1	5	167,00	127,30	1,31
	2	2,30	720,30	4,79	0,60	0,32	10,00	351,50	15,35	1	10	212,40	139,10	1,53
	3	2,00	624,10	9,67	0,80	0,43	5,00	369,70	15,25	1	5	205,90	163,80	1,26
	4	1,90	613,50	11,25	0,90	0,48	7,80	364,40	15,50	1	5	194,20	170,20	1,14
	<b>Promedio</b>	<b>2,10</b>	<b>654,68</b>	<b>8,06</b>	<b>0,73</b>	<b>0,39</b>	<b>6,83</b>	<b>344,98</b>	<b>13,93</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>194,88</b>	<b>150,10</b>	<b>1,31</b>
2	1	2,00	655,50	9,21	0,70	0,37	4,60	252,80	17,30	1	10	145,80	106,30	1,37
	2	2,20	714,30	6,04	0,30	0,16	9,50	396,40	13,50	1	5	163,20	232,70	0,70
	3	2,40	618,00	4,19	0,50	0,27	9,30	451,00	1,30	1	20	299,60	151,30	1,98
	4	2,70	608,10	0,00	0,40	0,21	3,00	292,10	15,50	1	5	165,50	125,50	1,32
	<b>Promedio</b>	<b>2,33</b>	<b>648,98</b>	<b>4,86</b>	<b>0,48</b>	<b>0,25</b>	<b>6,60</b>	<b>348,08</b>	<b>11,90</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>193,53</b>	<b>153,95</b>	<b>1,34</b>
4	1	2,40	517,00	5,00	0,50	0,27	23,60	384,70	15,10	3	30	241,60	141,90	1,70
	2	2,10	703,40	7,36	0,40	0,21	1,90	312,60	12,10	2	5	173,20	139,50	1,24
	3	2,40	609,80	4,24	0,30	0,16	3,30	243,20	15,10	2	5	135,60	107,60	1,26
	4	2,20	600,10	7,19	0,30	0,16	8,00	349,00	2,50	2	20	214,00	125,60	1,70
	<b>Promedio</b>	<b>2,28</b>	<b>607,58</b>	<b>5,95</b>	<b>0,38</b>	<b>0,20</b>	<b>9,20</b>	<b>322,38</b>	<b>11,20</b>	<b>2</b>	<b>15</b>	<b>191,10</b>	<b>128,65</b>	<b>1,48</b>
5	1	1,90	640,30	10,77	1,00	0,53	6,80	426,00	15,10	2	5	246,40	179,00	1,38
	2	1,80	699,00	11,10	0,70	0,37	11,90	290,50	11,85	2	5	160,10	129,50	1,24
	3	2,20	606,30	7,11	1,20	0,64	10,60	382,00	12,05	3	5	214,30	167,40	1,28
	4	2,10	597,30	8,66	1,10	0,59	6,10	372,50	13,50	2	5	210,80	161,40	1,31
	<b>Promedio</b>	<b>2,00</b>	<b>635,73</b>	<b>9,41</b>	<b>1,00</b>	<b>0,53</b>	<b>8,27</b>	<b>367,75</b>	<b>13,13</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>207,90</b>	<b>159,33</b>	<b>1,30</b>
6	1	2,10	635,00	8,15	0,70	0,37	9,32	367,30	11,50	2	5	207,50	159,50	1,30
	2	1,60	694,10	13,67	0,90	0,48	4,20	341,90	16,50	2	5	196,80	144,90	1,36
	3	1,80	601,90	12,90	0,90	0,48	11,5	372,00	12,50	3	5	219,60	152,20	1,44
	4	2,20	592,90	7,27	1,40	0,75	4,20	316,70	12,70	2	15	184,30	132,10	1,40
	<b>Promedio</b>	<b>1,93</b>	<b>630,98</b>	<b>10,50</b>	<b>0,98</b>	<b>0,52</b>	<b>9,32</b>	<b>349,48</b>	<b>13,30</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>202,05</b>	<b>147,18</b>	<b>1,37</b>
	2	2,70	262,50	186,69	0,50	0,27	22,50	390,00	1,20	5	60	272,10	116,90	2,33
	3	3,30	251,90	168,60	0,30	0,16	24,00	322,00	1,00	5	50	198,80	122,80	1,62
	4	2,70	378,00	129,64	0,30	0,16	22,80	355,00	1,60	5	55	216,20	138,00	1,57
	<b>Promedio</b>	<b>3,30</b>	<b>297,60</b>	<b>145,90</b>	<b>0,40</b>	<b>0,21</b>	<b>22,83</b>	<b>361,18</b>	<b>1,58</b>	<b>5</b>	<b>54</b>	<b>228,70</b>	<b>131,90</b>	<b>1,76</b>

## ANEXO A8 DATOS EXPERIMENTALES FHIA 20 A18 °C

CARACTERIZACIÓN GENERAL								VARIEDAD: FIAH 20						
T 1 = 18 °C		FISIOLOGÍA			FISICOQUÍMICAS			FÍSICAS				MORFOLÓGICAS		
DÍAS	Repeticiones	HCL 0.1 N mL.	Peso de muestra g.	Tasa de Respiración mg CO2/Kg h	NaOH ml	Acidez %	Grados Brix	Peso Total g.	Firmeza lbf.	Grado de Color	Apariencia %	Peso Pulpa g.	Peso Cáscara g.	Relación Pulpa / Cáscara
7	1	1,90	628,30	10,98	0,70	0,37	5,10	368,00	13,10	2	15	218,30	149,00	1,47
	2	2,20	688,00	6,27	0,50	0,27	8,50	321,40	11,10	3	20	175,80	145,50	1,21
	3	1,50	596,30	17,36	0,40	0,21	9,32	319,40	13,30	3	20	182,10	137,00	1,33
	4	2,40	587,40	4,40	0,50	0,27	7,40	245,90	10,50	2	10	143,30	102,40	1,40
	<b>Promedio</b>	<b>2,00</b>	<b>625,00</b>	<b>9,75</b>	<b>0,53</b>	<b>0,28</b>	<b>10,11</b>	<b>313,68</b>	<b>12,00</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>179,88</b>	<b>133,48</b>	<b>1,35</b>
8	1	1,80	623,70	12,44	0,70	0,37	10,10	319,50	9,60	3	5	180,70	138,70	1,30
	2	1,90	682,40	10,11	0,50	0,27	11,50	336,90	13,50	3	5	199,70	137,20	1,46
	3	1,90	592,10	11,65	0,60	0,32	10,80	325,30	11,30	3	3	191,40	132,60	1,44
	4	2,10	582,20	8,89	0,30	0,16	12,50	350,90	13,35	2	5	202,40	148,20	1,37
	<b>Promedio</b>	<b>1,93</b>	<b>620,10</b>	<b>10,77</b>	<b>0,53</b>	<b>0,28</b>	<b>11,23</b>	<b>333,15</b>	<b>11,94</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>193,55</b>	<b>139,18</b>	<b>1,39</b>
9	1	6,70	618,30	8,81	0,50	0,27	8,40	252,50	15,60	3	5	142,30	110,40	1,29
	2	6,50	677,10	11,26	0,50	0,27	21,50	327,00	3,50	3	20	194,90	131,20	1,49
	3	6,30	587,40	16,69	0,70	0,37	6,80	266,50	15,20	3	5	144,60	122,00	1,19
	4	5,40	576,90	33,98	0,60	0,32	14,80	327,00	1,45	3	50	227,50	99,00	2,30
	<b>Promedio</b>	<b>6,23</b>	<b>614,93</b>	<b>17,68</b>	<b>0,58</b>	<b>0,31</b>	<b>12,88</b>	<b>293,25</b>	<b>8,94</b>	<b>3</b>	<b>20</b>	<b>177,33</b>	<b>115,65</b>	<b>1,56</b>
10	1	3,70	611,90	62,29	0,50	0,27	10,20	330,50	2,70	4	20	189,50	141,00	1,34
	2	5,10	670,70	34,10	0,40	0,21	15,50	322,30	12,50	4	15	217,30	115,00	1,89
	3	5,70	581,90	28,07	0,50	0,27	17,30	363,80	11,80	3	10	218,30	145,50	1,50
	4	5,70	532,00	30,70	0,30	0,16	12,10	344,70	10,10	4	20	207,10	137,60	1,51
	<b>Promedio</b>	<b>5,05</b>	<b>599,13</b>	<b>38,79</b>	<b>0,43</b>	<b>0,23</b>	<b>13,78</b>	<b>340,33</b>	<b>9,28</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>208,05</b>	<b>134,78</b>	<b>1,56</b>
11	1	2,50	606,00	84,46	0,70	0,37	18,30	289,70	1,80	4	5	170,10	118,90	1,43
	2	4,40	664,10	45,91	0,50	0,27	17,40	356,00	12,75	4	10	229,00	126,20	1,81
	3	4,00	576,30	60,47	0,50	0,27	15,90	321,00	10,00	5	10	204,50	116,20	1,76
	4	4,40	565,20	53,95	0,40	0,21	15,20	358,50	14,00	5	40	212,60	145,25	1,46
	<b>Promedio</b>	<b>3,83</b>	<b>602,90</b>	<b>61,20</b>	<b>0,53</b>	<b>0,28</b>	<b>16,70</b>	<b>331,30</b>	<b>9,64</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	<b>204,05</b>	<b>126,64</b>	<b>1,62</b>
13	1	4,00	595,60	58,51	0,60	0,32	20,00	419,60	5,95	5	80	279,50	139,60	2,00
	2	4,10	654,30	51,60	0,30	0,16	21,20	358,50	5,80	5	60	227,60	130,90	1,74
	3	3,90	567,50	63,33	0,60	0,32	25,00	337,20	5,90	4	70	237,60	135,50	1,75
	4	4,00	555,10	62,78	0,50	0,27	22,00	390,00	6,50	5	75	249,00	136,00	1,83
	<b>Promedio</b>	<b>4,00</b>	<b>593,13</b>	<b>59,05</b>	<b>0,50</b>	<b>0,27</b>	<b>22,05</b>	<b>376,33</b>	<b>6,04</b>	<b>5</b>	<b>71</b>	<b>248,43</b>	<b>135,50</b>	<b>1,83</b>

## ANEXO A9 DATOS EXPERIMENTALES FHIA 20 A 26 °C

CARACTERIZACIÓN GENERAL								VARIEDAD: FIAH 20						
T 2 = 26 °C		FISIOLOGÍA			FISICOQUÍMICAS			FÍSICAS				MORFOLÓGICAS		
DÍAS	Repeticiones	HCL 0.1 N mL.	Peso de muestra g.	Tasa de Respiración mg CO2/Kg h	NaOH mL.	Acidez %	Grados Brix	Peso Total g.	Firmeza lbf.	Grado de Color	Apariencia %	Peso Pulpa g.	Peso Cáscara g.	Relación Pulpa / Cáscara
0	1	1,00	627,80	23,35	0,70	0,37	7,70	318,00	14,60	1	5	179,00	138,70	1,29
	2	1,80	620,50	12,51	0,50	0,27	8,20	288,30	12,85	1	10	160,40	127,30	1,26
	3	1,90	659,10	10,47	0,40	0,21	8,20	238,40	15,70	2	10	139,00	99,30	1,40
	4	2,10	608,80	8,50	0,40	0,21	7,00	335,80	13,50	1	15	183,30	152,30	1,20
	<b>Promedio</b>	<b>1,70</b>	<b>629,05</b>	<b>13,71</b>	<b>0,50</b>	<b>0,27</b>	<b>7,78</b>	<b>295,13</b>	<b>14,16</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>165,43</b>	<b>129,40</b>	<b>1,29</b>
2	1	1,40	614,80	18,24	1,20	0,64	9,50	262,00	16,25	2	10	153,80	107,70	1,43
	2	2,10	606,80	8,53	0,50	0,27	8,50	264,30	16,88	2	15	154,20	110,00	1,40
	3	2,20	644,70	6,69	0,60	0,32	10,10	288,00	16,50	2	20	169,00	118,50	1,43
	4	2,30	593,40	5,81	0,30	0,16	9,40	265,00	14,38	2	5	137,00	127,90	1,07
	<b>Promedio</b>	<b>2,00</b>	<b>614,93</b>	<b>9,82</b>	<b>0,65</b>	<b>0,35</b>	<b>9,38</b>	<b>269,83</b>	<b>16,00</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>153,50</b>	<b>116,03</b>	<b>1,33</b>
4	1	0,40	590,90	33,57	0,40	0,21	8,60	271,10	13,50	2	10	150,50	120,30	1,25
	2	0,50	585,80	32,39	0,50	0,27	5,80	290,10	11,95	2	5	170,90	119,20	1,43
	3	0,40	623,20	31,83	0,40	0,21	26,50	267,10	15,50	2	20	176,30	90,00	1,96
	4	0,30	578,70	35,77	0,30	0,16	2,70	286,50	14,85	2	5	163,90	122,20	1,34
	<b>Promedio</b>	<b>0,40</b>	<b>594,65</b>	<b>33,39</b>	<b>0,40</b>	<b>0,21</b>	<b>10,90</b>	<b>278,70</b>	<b>13,95</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>165,40</b>	<b>112,93</b>	<b>1,50</b>
5	1	1,90	580,30	11,89	1,00	0,53	11,10	229,70	16,30	2	10	124,60	94,50	1,32
	2	2,10	570,20	9,07	0,70	0,37	10,10	213,50	16,10	2	10	126,40	87,30	1,45
	3	1,70	607,40	14,20	1,10	0,59	27,10	275,50	1,25	3	40	164,60	110,90	1,48
	4	1,60	556,10	17,06	1,00	0,53	8,70	324,00	14,30	2	5	188,10	134,90	1,39
	<b>Promedio</b>	<b>1,83</b>	<b>578,50</b>	<b>13,06</b>	<b>0,95</b>	<b>0,51</b>	<b>14,25</b>	<b>260,68</b>	<b>11,99</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>150,93</b>	<b>106,90</b>	<b>1,41</b>
6	1	2,00	569,40	10,60	1,00	0,53	19,90	248,30	14,70	3	5	148,60	99,00	1,50
	2	1,30	560,90	21,53	0,80	0,43	12,50	261,10	14,30	2	5	155,30	105,40	1,47
	3	1,50	596,10	17,36	0,90	0,48	19,90	302,00	13,10	3	5	175,50	126,30	1,39
	4	2,20	545,60	7,90	0,80	0,43	11,20	236,90	13,10	2	5	140,70	95,70	1,47
	<b>Promedio</b>	<b>1,75</b>	<b>568,00</b>	<b>14,35</b>	<b>0,88</b>	<b>0,47</b>	<b>15,88</b>	<b>262,08</b>	<b>13,80</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>155,03</b>	<b>106,60</b>	<b>1,46</b>

## ANEXO A9 DATOS EXPERIMENTALES FIAH 20 A 26 °C

CARACTERIZACIÓN GENERAL								VARIEDAD: FIAH 20						
T 2 = 26 °C		FISIOLOGÍA			FISICOQUÍMICAS			FÍSICAS				MORFOLÓGICAS		
DÍAS	Repeticiones	HCL 0.1 N mL.	Peso de muestra g.	Tasa de Respiración mg CO2/Kg h	NaOH mL.	Acidez %	Grados Brix	Peso Total g.	Firmeza lbf.	Grado de Color	Apariencia %	Peso Pulpa g.	Peso Cáscara g.	Relación Pulpa / Cáscara
<b>7</b>	1	2,50	560,00	3,08	0,40	0,21	19,60	269,10	14,20	3	10	166,20	102,10	1,63
	2	1,80	555,00	13,98	0,30	0,16	15,90	262,00	8,00	3	15	154,50	107,00	1,44
	3	2,50	584,70	2,95	0,40	0,21	14,00	317,90	14,95	3	5	197,90	119,60	1,65
	4	2,90	536,80	-3,21	0,40	0,21	15,62	306,80	6,00	2	5	180,60	125,90	1,43
	<b>Promedio</b>	<b>2,43</b>	<b>559,13</b>	<b>4,20</b>	<b>0,38</b>	<b>0,20</b>	<b>16,28</b>	<b>288,95</b>	<b>10,79</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>174,80</b>	<b>113,65</b>	<b>1,54</b>
<b>8</b>	1	1,80	545,00	14,24	0,30	0,16	21,70	301,60	2,45	4	50	188,90	112,30	1,68
	2	2,00	527,50	11,44	0,40	0,21	5,20	224,00	8,70	3	5	125,60	98,30	1,28
	3	2,20	564,20	7,64	0,30	0,16	14,00	259,00	13,90	3	5	148,60	109,50	1,36
	4	1,90	514,70	13,40	0,20	0,11	26,40	297,30	0,50	3	80	199,40	97,60	2,04
	<b>Promedio</b>	<b>1,98</b>	<b>537,85</b>	<b>11,68</b>	<b>0,30</b>	<b>0,16</b>	<b>16,83</b>	<b>270,48</b>	<b>6,39</b>	<b>3</b>	<b>35</b>	<b>165,63</b>	<b>104,43</b>	<b>1,59</b>
<b>9</b>	1	2,40	537,90	4,81	0,35	0,19	12,10	312,30	8,00	3	50	192	120,30	1,60
	2	2,40	519,10	4,98	0,40	0,21	15,40	250,40	3,70	4	70	155,2	95,20	1,63
	3	2,30	556,50	6,20	0,30	0,16	17,20	287,60	4,50	4	80	178	109,60	1,62
	4	2,30	507,30	6,80	0,20	0,11	10,50	300,00	7,60	3	55	185	115,00	1,61
	<b>Promedio</b>	<b>2,35</b>	<b>530,20</b>	<b>5,70</b>	<b>0,31</b>	<b>0,17</b>	<b>13,80</b>	<b>287,58</b>	<b>5,95</b>	<b>4</b>	<b>64</b>	<b>177,55</b>	<b>110,03</b>	<b>1,61</b>
<b>10</b>	1	5,00	513,50	46,66	0,40	0,21	16,80	341,20	4,70	4	75	210,00	131,20	1,60
	2	3,90	488,00	73,64	0,20	0,11	22,10	250,50	2,10	5	85	162,00	88,50	1,83
	3	2,70	539,10	90,90	0,20	0,11	23,70	212,70	1,50	5	95	132,40	80,30	1,65
	4	2,70	481,10	101,86	0,15	0,08	20,20	315,20	3,00	4	80	197,60	117,60	1,68
	<b>Promedio</b>	<b>3,58</b>	<b>505,43</b>	<b>78,26</b>	<b>0,24</b>	<b>0,13</b>	<b>20,70</b>	<b>279,90</b>	<b>2,83</b>	<b>5</b>	<b>84</b>	<b>175,50</b>	<b>104,40</b>	<b>1,69</b>