



**MANEJO POSTCOSECHA Y EVALUACIÓN DE CALIDAD PARA LA
GUANÁBANA (*Annona muricata L.*) QUE SE COMERCIALIZA EN LA
CIUDAD DE NEIVA**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL:
Ing. CARLOS EMILIO REINA G.**

**COINVESTIGADORES
CARLOS M. RIVERA O.
FERNANDO L. BONILLA B.**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA**

1.996

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	23
1. REVISIÓN DE LITERATURA	25
1.1 <i>GENERALIDADES DE LA GUANÁBANA Y SU CULTIVO</i>	25
1.1.1 Taxonomía	25
1.1.2 Botánica	26
1.1.3 Propagación	26
1.1.3.1 Sexual	26
1.1.3.2 Asexual	27
1.1.4 Siembra	27
1.1.5 Composición Química.	27
1.2 <i>CONTROL DE CALIDAD EN LAS FRUTAS</i>	28
1.2.1 Concepto de Calidad	28
1.2.2 Control de calidad	30
1.2.3 Componentes de la calidad en una norma de clasificación	30
1.2.3.1 Tamaño	30
1.2.3.2 Daños internos y externos del fruto	30
1.2.3.3 Textura	31
1.2.3.4 Acidez	31
1.2.3.5 Grados Brix	32
1.2.3.6 Potencial Hidrogeniónico (pH)	32
1.2.3.7 Porción comestible	32

1.2.3.8 índice de madurez	32
<i>1.3 FACTORES DE PRECOSECHA QUE INCIDEN EN EL MANEJO Y CALIDAD</i>	33
1.3.1 Factores Ambientales	33
1.3.1.1 Temperatura	33
1.3.1.2 Suelo	33
1.3.1.3 Viento	34
1.3.1.4 Plagas y enfermedades	34
1.3.2 Factores culturales	35
1.3.2.1 Nutrición Mineral	35
1.3.2.2 Poda	35
1.3.2.3 Riego	37
<i>1.4 FACTORES DE COSECHA QUE INCIDEN EN EL MANEJO Y CALIDAD</i>	37
1.4.1 índice de cosecha	37
1.4.2 Recolección	38
1.4.3 Cuidados en la recolección	38
<i>1.5 FACTORES DE POSTCOSECHA QUE INCIDEN EN EL MANEJO Y CALIDAD</i>	39
1.5.1 Manejo del producto	39
1.5.1.1 Selección	39
1.5.1.2 Empaque	39
1.5.1.3 Transporte	40
1.5.1.4 Almacenamiento	41
1.5.2 Factores fisiológicos	41
1.5.2.1 Respiración	41
1.5.2.2 Transpiración	42
<i>1.6 EMPAQUES</i>	43
<i>7.7 NORMA Y CONTROL DE CALIDAD</i>	44

1.8 TRABAJOS AFINES DE POSTCOSECHA DE LA GUANÁBANA REALIZADOS EN COLOMBIA	45
2. MATERIALES Y MÉTODOS	46
2.1 ÁREA DE INFLUENCIA DEL ESTUDIO	46
2.2 RECONOCIMIENTO DEL MERCADO TRADICIONAL DE LA FRUTA	47
2.3 SELECCIÓN DE LAS RUTAS CRÍTICAS	47
2.4 RECONOCIMIENTO DEL MANEJO TRADICIONAL DE LA FRUTA	48
2.5 MUESTREOS	49
2.6 CARACTERIZACIÓN DE LA FRUTA DURANTE EL PROCESO DE MADURACIÓN	49
2.6.1 Análisis físicos	50
2.6.1.1. Pérdida de peso	50
2.6.1.2 Tamaño y forma	50
2.6.1.3 Densidad relativa	51
2.6.1.4 Consistencia	51
2.6.1.5 Proporción-cáscara-pulpa-semilla	51
2.6.2 Análisis fisiológicos	52
2.6.2.1 Determinación de la tasa respiratoria	52
2.6.3 Análisis químico.	54
2.6.3.1 Determinación del pH	54
2.6.3.2 Determinación de la acidez titulable	54
2.6.3.3 Determinación de los sólidos solubles	56
2.7 EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS DE POSTCOSECHA DE LA GUANÁBANA	57
2.7.1 Daños mecánicos	58
2.7.2 Daños biológicos	58
2.7.3 Daños fisiológicos	58
2.8 AJUSTE TECNOLÓGICO	59

2.9. ANÁLISIS ECONÓMICO	59
2.10 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE ACUERDO A LA NORMA FRUVER	60
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS	61
3.1 RUTAS CRÍTICAS	61
3.1.1 Ruta crítica por volumen	61
3.1.2 Ruta crítica por distancia	62
3.2 CARACTERIZACIÓN DE LA FRUTA EN EL PROCESO DE MADURACIÓN	62
3.2.1 Caracterización física.	62
3.2.1.1 Pérdida de peso	62
3.2.1.2 Tamaño y forma	66
3.2.1.3 Densidad relativa	66
3.2.1.4 Consistencia	70
3.2.1.5 Proporción cáscara-pulpa-semilla	72
3.2.2 Análisis fisiológicos.	74
3.2.2.1 Determinación de la tasa de respiración	74
3.2.3 Análisis químicos.	76
3.2.3.1 Potencial Hidrogeniónico (pH)	76
3.2.3.2 Acidez titulable	76
3.2.3.3 Sólidos Solubles.	78
3.3 CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD EN LA MADURACIÓN.	80
3.4 MANEJO TRADICIONAL DE LA GUANÁBANA A TRAVÉS DEL CANAL DE COMERCIALIZACIÓN.	80
3.5 DESCRIPCIÓN DE MANEJO TRADICIONAL.	84
3.5.1 Recolección	84
3.5.2 Acopio	85
3.5.3 Selección y Clasificación	86
3.5.4 Maduración en la cámara	86

3.5.5 Pasaje, conteo y embalaje	88
3.5.6 Transporte	88
3.5.7 Distribución	91
<i>3.6 EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS EN POSTCOSECHA DE GUANÁBANA (RUTA ALTO PIRAVANTE - NEIVA)</i>	92
<i>3.7 AJUSTE TECNOLÓGICO</i>	98
<i>3.8 COMPARACIÓN DE PÉRDIDAS CON RELACIÓN AL MANEJO TRADICIONAL.</i>	103
<i>3.9 ANÁLISIS ECONÓMICO</i>	107
<i>3.10 PROPUESTA DE MANEJO TÉCNICO</i>	110
4. CONCLUSIONES	116
5. RECOMENDACIONES	120
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	122
ANEXOS	124

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Composición Química de la guanábana	28
TABLA 2. Pérdida de peso de la guanábana	64
TABLA 3. Caracterización física de la guanábana procedente de Piravante (H)	67
TABLA 4. Clasificación de la guanábana, según tamaño, procedente de piravante (H)	68
TABLAS. Densidad relativa de la guanábana en maduración	69
TABLA 6. Consistencia de la guanábana en maduración	71
TABLA 7. Proporción Cáscara-Pulpa-Semilla	73
TABLA 8. Tasa respiratoria de la guanábana en maduración	75
TABLA 9. Potencial Hidrogeniónico de la guanábana en maduración	77
TABLA 10. Acidez titulable de la guanábana en maduración	77
TABLA 11. Sólidos solubles de la guanábana en maduración	79

TABLA 12, Pérdidas en postcosecha de guanábana. Ruta Piravante-Neiva	
Manejo tradicional	94
TABLA 13. Pérdidas en postcosecha de guanábana Ruta Tesalia-Neiva.	
Manejo tradicional	96
TABLA 14. Pérdidas en postcosecha de guanábana. Ruta Piravante-Neiva	
Ajuste tecnológico	99
TABLA 15. Pérdidas en postcosecha de guanábana. Ruta Tesalia-Neiva..	
Ajuste tecnológico	101
TABLA 16 Análisis Económico	108

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Sistema de siembra de la guanábana.	29
FIGURA 2.	Embolsado de la fruta	36
FIGURA 3.	Instrumento utilizado para la medición de las dimensiones de la guanábana.	50
FIGURA 4.	Determinación de la tasa de respiración.	53
FIGURA 5.	Determinación del pH.	55
FIGURA 6.	Determinación de la acidez titulable.	55
FIGURA 7.	Determinación de los Sólidos Solubles.	56
FIGURA 8.	Rutas críticas seleccionadas en el estudio	63
FIGURA 9.	Pérdida de peso de la guanábana en maduración.	64
FIGURA 10.	Estandarización de la producción.	68
FIGURA 11.	Densidad relativa de la guanábana en maduración.	69
FIGURA 12.	Consistencia de la guanábana en maduración.	71

FIGURA 13.	Proporción Cáscara-pulpa-semilla.	73
FIGURA 14.	Tasa de respiración de la guanábana en maduración.	75
FIGURA 15.	Potencial hidrogeniónico de la guanábana en maduración.	77
FIGURA 16.	Acidez titulable de la guanábana en maduración.	77
FIGURA 17.	Sólidos solubles de la guanábana durante la maduración.	79
FIGURA 18.	Flujograma de manejo tradicional	87
FIGURA 19.	Recolección	89
FIGURA 20.	Acopio en finca.	89
FIGURA 21.	Maduración en cámaras.	90
FIGURA 22.	Pérdidas en postcosecha de guanábana. Ruta Piravante-Neiva. Manejo tradicional.	94
FIGURA. 23.	Pérdida por tipo. Ruta Piravante-Neiva. Manejo tradicional.	95
FIGURA 24.	Pérdida por punto de muestreo. Ruta Piravante-Neiva. Manejo tradicional.	95
FIGURA 25.	Pérdidas en postcosecha de guanábana. Ruta Tesalia-Neiva Manejo tradicional.	96
FIGURA 26.	Pérdida por tipo. Ruta Tesalia-Neiva. Manejo tradicional.	97

FIGURA 27.	Pérdida por punto de muestreo. Ruta Tesalia-Neiva. Manejo tradicional.	97
FIGURA 28.	Pérdidas en postcosecha de guanábana utilizando canastilla plástica. Ruta Piravante – Neiva	99
FIGURA 29.	Pérdidas por tipo utilizando canastilla plástica. Ruta Piravante-Neiva.	100
FIGURA 30.	Pérdidas por punto de muestreo utilizando canastilla plástica Ruta Piravante-Neiva.	100
FIGURA 31.	Pérdidas en postcosecha de guanábana utilizando canastilla plástica. Ruta Tesalia - Neiva.	101
FIGURA 32.	Pérdidas por tipo utilizando canastilla plástica. Ruta Tesalia-Neiva.	102
FIGURA 33.	Pérdidas por punto de muestreo utilizando canastilla plástica. Ruta Tesalia-Neiva.	102
FIGURA 34.	Comparación de pérdidas utilizando el ajuste propuesto Ruta Piravante-Neiva.	105
FIGURA 35.	Comparación de pérdidas utilizando el ajuste propuesto. Ruta Tesalia Neiva.	106

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A.	Norma de calidad y tamaño para: Guanábana	125
ANEXO B.	Método para determinar acidez titulable	128
ANEXO C.	Método para determinar tasa de Respiración	130
ANEXO D.	Enfermedades comunes en la Guanábana	132
ANEXO E.	Clasificación por tamaño	133
ANEXO F.	Normas ICONTEC	134

RESUMEN

Este trabajo presenta una evaluación de las pérdidas en postcosecha y la calidad de la guanábana que se comercializa en la ciudad de Neiva.

Se realizaron encuestas a los agentes que comercializan la fruta como son los detallistas, intermediarios (mayoristas y minoristas) y productores. Posteriormente se determinaron las rutas críticas; Campoalegre por volumen manejado y Tesalia por dificultad en el transporte.

Se realizó un seguimiento del producto desde el sitio de: producción hasta el expendio en la ciudad de Neiva, evaluando el manejo de postcosecha y el comportamiento de la calidad mediante pruebas físicas, químicas y fisiológicas.

Se encontró que los agentes que más participan en el deterioro y pérdida del producto fueron las condiciones climáticas, el transporte a granel en arrume, las malas condiciones de las vías carretables, y el manejo dado al producto, además del elevado estado de madurez al ser transportado.

Con el análisis económico se demostró que la aplicación de nuevas tecnologías disminuyen las pérdidas a tal punto que la inversión inicial realizada se muestra insignificante frente a las ganancias posteriores.

Con el fin de mejorar la calidad del producto ofrecido al consumidor y aumentar los ingresos del personal vinculado a la comercialización del producto, se propone un manejo tecnológico basado en las condiciones estructurales existentes en el momento. Pero para la completa optimización de la relación calidad/rendimiento, se deben tener en cuenta las recomendaciones dadas en este informe.

Una primera aproximación para reducir las pérdidas con el sistema de empaque, consistió en evaluar el fruto empacado en canastillas plásticas tipo "CARULLA", logrando disminuirlas de 49.9% a 28.8% en la fruta proveniente del municipio de Campoalegre, y de 45.5% a 25.3% en el producto llegado a la ciudad de Neiva proveniente del municipio de Tesalia.

SUMMARY

This work presents an evaluation of the losses in postharvest and the quality of the soursup Commercialized in Neiva.

It was carried out and opinion poll on the agents that market the fruit like retailer, middlemen (Wholesalers and retail dealers) and producers. Then it was determined the critical routes; Campoalegre by the quality the fruit transported and Tesalia by the difficulty in the haulage.

The product was tracked from the site of production to the retail store in Neiva, evaluating the postharvest handling and the behavior of the quality through physical, chemical and physiological test.

It was found that the factors more responsible for the deterioration and product loss are the climatic conditions, the piling-up transport, in bulk, the bad road conditions and the handling given to the product; besides the high ripening level when being transported.

The economic analysis showed that the application of new technologies decrease the loss to such an extent that initial investment made at the beginning is insignificant in comparison to the subsequent profits.

In order to improve the quality of the product offered to the consumer and to increase the incomes of the people connected with the product commercialization, it is proposed a technological handling based on the existing structural conditions at the present time. The recommendations given in this report must be taken into account to have a complete optimization of the quality / output relation.

A first approximation to reducing the losses using the packing system, consisted in evaluating the fruit packed in Carulla-Type plastics baskets. Through this the losses were decreased from 49.9% to

28.8% on the fruit coming from the municipality of Campoalegre and from 45.5% to 25.3% on the product coming from the municipality of Tesalia.

INTRODUCCIÓN

La gran explosión demográfica ha generado grandes problemas en el mundo; uno de ellos y tal vez el más grave es la escasez de alimentos, lo que conlleva a una deficiencia nutricional a la que se ve expuesto el hombre. Por tal motivo se estudia la forma de optimizar el desarrollo de las especies vegetales con el objetivo de alcanzar su mayor calidad y productividad; pero en vano son esos esfuerzos cuando esos grandes volúmenes son mal manejados, ocasionando con esto pérdidas, que en la mayoría de los casos hacen que el esfuerzo técnico-científico realizado en precosecha se vea superado en la cosecha y en la postcosecha por la falta de cuidados mínimos requeridos.

En Colombia, gracias a su ubicación geográfica y gran variedad de climas y suelos, se ha abierto el mercado para las frutas no sólo a nivel interno sino para la industria exportadora. Esto ha generado que el sector frutícola se vea en la imperiosa necesidad de mejorar la calidad con el fin de acomodarse a los estrictos requerimientos demandados por el mercado exterior.

En el Huila se deben aprovechar las ventajas comparativas que al sector agrícola le ofrece la variedad de climas y pisos térmicos; además, es un departamento con una arraigada cultura frutícola en el sector campesino.

Por ser la guanábana una fruta de sabor y aroma muy especial es muy apetecida tanto en nuestro país como en el exterior; pero debido a su composición química, a la alta actividad enzimática que presenta en su maduración, al ataque de insectos y hongos a que se ve expuesta, la convierten en una fruta muy perecedera, creándose la necesidad de tecnificar el manejo de postcosecha para así

mejorar su aprovechamiento sin que haya una alteración significativa de sus características físico-químicas, sensoriales, mecánicas, fisiológicas, y morfológicas.

La ausencia de normas y controles de calidad, y el desconocimiento de los parámetros de calidad respecto a la fruta, ocasionan una utilización indiscriminada de éstas en diferentes condiciones de madurez, sanidad, tamaño, etc, que finalmente determinan una calidad heterogénea de la fruta en el comercio.

Con el interés de propiciar un aporte a la solución de la problemática actual de la industria de frutas en el departamento del Huila, el Instituto de Ensayos e Investigaciones de la facultad de Ingeniería de la Universidad Surcolombiana implementa una línea de investigación sobre el manejo postcosecha de frutas y hortalizas dirigido por el Ingeniero Agrónomo Msc. Carlos Emilio Reina Galeano. El presente estudio hace parte de dicho paquete.

El estudio en particular se centra en realizar una caracterización del fruto, una evaluación del manejo tradicional y las pérdidas que se ocasionan, para finalmente realizar el ajuste tecnológico con el factor de mayor incidencia con su correspondiente estudio económico, además de presentar, las conclusiones y recomendaciones del mismo.

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 GENERALIDADES DE LA GUANÁBANA Y SU CULTIVO

El Cultivo de la Guanábana se recomienda realizar entre los 0 y 1000 m.s.n.m., generalmente en extensiones no muy grandes (entre 1 y 20 ha) y se debe utilizar en lo posible mano de obra calificada. El cultivo demanda una gran inversión inicial, debido a los muchos cuidados que éste requiere y al prolongado lapso de tiempo en el que comienza la producción. Es por esta razón que se dificulta su masificación.

1.1.1 Taxonomía. La Guanábana es una especie de la familia annonacea, del género Annona; incluye muchas especies diversas del grupo Guanabaní y a la Sección Evannona. Se le conoce con el nombre científico *Annona muricata* L.¹

¹ CURSO NACIONAL DE GUANÁBANA. (1º:1991 Ibagué,). Memorias del 1r curso nacional de guanábana. Ibagué: Universidad del Tolima, p. 231

En nuestro medio no existen variedades definidas ni certificadas puesto que no se ha implementado ningún tipo de selección clonal de éstas

1.1.2 Botánica. La flor es completa (hermafrodita) y regular, está compuesta por tres sépalos libres, con corola de seis pétalos también libres, dispuestos en dos hileras. En la parte media del receptáculo se localizan los órganos sexuales masculinos, compuestos de muchos estambres, cada uno con cuatro sacos polínicos, en la parte superior se encuentran los órganos sexuales femeninos.²

Las semillas se encuentran en el interior del mesocarpio; son ovoides, comprimidas, brillantes, de color café oscuro, lisas, de 2 cm de largo, su peso aproximado es de 0.45g. El fruto es una baya de forma ovalada, conformada por la pared externa e interna, tejido locular, pulpa, piel y semillas. Su color es verde en la parte exterior y blanca en la interior; posee un peso promedio de 1600 grs. Se emplea en jugos, yoghurt, néctares etc³

1.1.3 Propagación: Las formas más comunes para la reproducción son las siguientes:

1.1.3.1 Sexual. La mayoría de los cultivos en nuestro país provienen de una propagación sexual, o sea por polinización y fecundación del óvulo de la planta y la formación del fruto con semillas; esto es debido precisamente a la ausencia de selección clonal de las variedades.

² Ibid. p. 231

³ Ibid. p. 230

Después de desplumada la fruta, las semillas se lavan y se desinfectan, para posteriormente almacenarlas por un periodo no mayor de 60 días.

Posteriormente se deja en agua durante 24 horas y se siembra en un semillero a una profundidad de 4 cm y a una distancia de 2 cm entre ellas; después de 30 a 60 días se realiza el trasplante a un segundo lugar y cuando presentan una altura de entre 40 cm a 60 cm de altura se siembran, en el sitio definitivo.

1.1.3.2 Asexual. Este método de propagación pretende formar individuos idénticos a la madre portante de las yemas, su difusión es escasa y se realiza comercialmente en algunos viveros.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Conserva caracteres de alta productividad	No existe selección clonal
Porte bajo	Bajo prendimiento
Homogeneidad	Requiere mas tiempo para la propagación
Precocidad de la producción	

1.1.4 Siembra. Para obtener un adecuado desarrollo de las plantas y la facilidad de manejo del cultivo, es necesario asociar factores edáficos, climáticos, fitosanitarios y el uso consuntivo de la especie para determinar el distanciamiento entre los árboles, de tal forma que la productividad del cultivo sea lo más cuantiosa posible en cuanto se refiere a la relación costo-producción.

El sistema de siembra más utilizado en Colombia es en tres bolillos, distanciados de seis a siete metros según los factores antes anotados.

1.1.5 Composición Química. La riqueza nutricional de la guanábana se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 1. Composición química de la Guanábana

<i>INGREDIENTE-</i>	<i>UNIDADES</i>	<i>CONTENIDO EN 100 gr de parte comestible</i>
Calorías	Un	52.00
Agua	g	83.40
Proteínas	B	1.10
Grasas	g	0.20
Carbohidratos	g	13.00
Fibra	g	1.60
Cenizas	g	0.70
Calcio	Mg	22.00
Fósforo	Mg	28.00
Hierro	Mg	0.40
Vitamina A	U.I	20.00
Tiamina	Mg	0.04
Riboflavina	Mg	0.07
Niacina	Mg	0.09
Ácido Ascórbico	Mg	25.00

Fuente: Tabla de composición de alimentos colombianos I.C.B.F.

1.2 CONTROL DE CALIDAD EN LAS FRUTAS

Es realizado esencialmente para proteger la salud del consumidor.

1.2.1 Concepto de Calidad. La calidad de las frutas y vegetales es una combinación de atributos o propiedades que le proporcionan valor como alimento humano.⁴

⁴ YAHIA, Elhadi M. Fisiología y tecnología de postcosecha de productos hortícolas. Centro de investigaciones en alimentos y desarrollo. México: s.n.,1992. p.49



Figura 1. Forma de siembra de la guanábana (Tres Bolillos)

1.2.2 **Control de calidad.** Consiste en hacer cumplir los requisitos de seguridad y buena presentación que permitan equilibrar las posibilidades económicas y el desarrollo tecnológico.⁵

1.2.3 **Componentes de la calidad en una norma de clasificación.** El objetivo de las normas de clasificación es proporcionar un medio de control de calidad para los productos hortícolas. Por ello, las normas de clasificación intentan incluir aquellas características importantes del producto que contribuyen a su calidad.⁶

1.2.3.1 **Tamaño.** Este parámetro está dado por la apreciación de las dimensiones del producto como son: longitud y diámetro, establecido por la medida aritmética de cada una de las dimensiones en forma perpendicular entre si, determinado por escuadras y metros.⁷

1.2.3.2 **Daños internos y externos del fruto.** Producido por magullamiento, por golpes o manipuleo, agujeros por perforación mecánica o por gusano, manchas por enfermedades del producto, rasgaduras, ennegrecimiento, etc.⁸

⁵ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas y Calidad. Bogotá: ICONTEC, 1989. p. 25

⁶ YAHIA, OP. Cit. p. 51

⁷ Ibid. p. 52

⁸ Ibid. P. 39

1.2.3.3 Textura. Propiedad física que es medida generalmente por el principio de resistencia a una presión que ejercen los tejidos del fruto; utilizándose como instrumento de medida los penetrómetros, fibrómetros, los tenderómetros etc.

La textura de frutas y hortalizas depende de la turgencia, cohesión, forma y tamaño de las células, la presencia de tejidos de sostén y la composición de la planta.

1.2.3.4 Acidez. El ácido cítrico es el más frecuente y abundante en los tejidos de plantas comestibles.

Los ácidos libres presentes en la fruta ejercen gran influencia, en su sabor, brillo, estabilidad, mantenimiento de sus cualidades y balance de azúcar / ácido, contribuyendo a establecer su índice de madurez.

En la mayoría de las frutas, el contenido de ácido orgánico disminuye durante y después del proceso de maduración.¹⁰

Un ensayo realizado por el Departamento de Botánica de la Universidad de Manoa, Honolulu (USA)¹¹ afirma que la aproximación de la fruta al estado del climatérico involucra una conversión de almidones a azúcares y a ácidos orgánicos

1.2.3.5 Grados Brix. Esta medida indica el contenido de sólidos solubles presentes en la parte comestible de la fruta. Desde el punto de vista industrial se consideran estos sólidos

⁹ Ibid. p. 24

¹⁰ CONVENIO, SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE - INSTITUTO COLOMBIANO DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS UNIVERSIDAD NACIONAL. Obtención y control de calidad de pulpas de fruta. (1992:Bogotá). s.n., p 87

¹¹ ROBERT E., Paul. Postharvest Variation in Composition of Soursop (*Annona muricata L*) Fruit in relation to Respiration and Ethylene Production. s.l., University at Manoa Honolulu, 1982

1.2.3.5 Grados Brix. Esta medida indica el contenido de sólidos solubles presentes en la parte comestible de la fruta. Desde el punto de vista industrial se consideran estos sólidos solubles como azúcares (sacarosa) expresados en porcentaje peso/volumen. De esta manera un grado Brix corresponde a una concentración de azúcares equivalente a una solución de sacarosa al 1% peso/volumen..

1.2.3.6 Potencial Hidrogeniónico (pH): Mide la conservación del ion hidrógeno o acidez activa en un alimento y se ha sugerido como medida de madurez de la fruta, pues al alcanzar este estado, obtiene su pH máximo, el cual es ácido o medianamente ácido y determina el tratamiento térmico requerido para la conservación de la pulpa, ya que el valor de este parámetro selecciona la naturaleza de los microorganismos que pueden crecer. Se determina potenciométricamente¹²

1.2.3.7 Porción comestible. Es el porcentaje de fruto disponible para el consumo humano y para usos industriales.¹³

1.2.3.8 Índice de madurez. La madurez hortícola es la fase en la cual un producto ha alcanzado un estado suficiente de desarrollo como para que después de la cosecha y del manejo postcosecha, su calidad sea la más aceptable.

Para una recolección apropiada de frutas es necesario establecer parámetros o índices que nos ayuden a realizar una buena práctica de cosechamiento. Estos indicativos deben destacar

¹² CONVENIO Op.Cit., p. 11

¹³ Ibid. p.33

pequeñas diferencias, además de ser prácticos, rápidos y medibles. Para una mayor certeza es aconsejable utilizar dos o más índices.¹⁴

1.3 FACTORES DE PRECOSECHA QUE INCIDEN EN EL MANEJO Y CALIDAD

Los más importantes factores que inciden en la calidad y el manejo son:

1.3.1 Factores Ambientales. Son los factores que el hombre difícilmente puede alterar.

1.3.1.1 Temperatura. La guanábana es una especie tropical que crece desde el nivel del mar hasta 1300 m.s.n.m, además prospera en climas cálidos con una temperatura de 24 a 27°C, con precipitación pluvial menor de 1000 mm anuales y una estación seca bien marcada. Es necesario disponer de riego, en especial durante la época de crecimiento y floración.¹⁵

1.3.1.2 Suelo. La guanábana se distingue por una gran variabilidad en tipos, que difieren en adaptabilidad a diferentes condiciones de clima y suelo.¹⁶

¹⁴ Ibid., p. 55

¹⁵ CURSO NACIONAL DE GUANÁBANA, Op. Cit., p. 234

¹⁶ Ibid. P. 229.

El tipo de suelo tiene un efecto directo en la fecha de siembra y de cosecha; existen reportes que indican que los frutos maduran un poco más temprano en suelos arenosos que en suelos arcillosos o pesados.

1.3.1.3 Viento. Puede ocasionar quemaduras y ralladuras en los frutos, siendo más notorio en zonas donde los vientos son fuertes y fríos, bien sea por el rozamiento entre ellos mismos y/o contra las ramas del árbol.¹⁷

1.3.1.4 Plagas y enfermedades. El ataque de plagas y enfermedades perjudica notoriamente el estado de sanidad de la fruta madura y en algunos casos llega a inhibir la maduración.

Uno de los métodos más comunes para controlar el ataque de insectos es el embolsado de la fruta, realizado para proteger el producto, principalmente del ataque de insectos de tamaño relativamente grande.

Se consideran daños serios los ocasionados por el ataque de *Bephrateloidea* (avispa que ataca la semilla), *Cerconotia* (gusano que colocan huevos en las ramas, las hojas, las flores y los frutos construyendo túneles hasta consumir la semilla), y manchas negras en todo el árbol ocasionadas por antracnosis (hongo).

Se consideran daños leves los ocasionados por pudrición blanda, producto del ataque de la *diploidea* (hongo), magulladuras, ralladuras, incrustaciones, escamas producidas por insectos y asociación de otros hongos en la zona peduncular.¹⁸

¹⁷YAHIA, *Op. Cit.* p. 38

¹⁸CONVENIO, *Op. Cit.* p. 8

1.3.2 Factores culturales. Son los factores en donde el hombre puede influir directamente.

1.3.2.1 Nutrición Mineral. La nutrición durante el desarrollo del fruto es el factor más importante que afecta su composición, así como su comportamiento de postcosecha. Algunos factores son más críticos que otros para la obtención de un mejor comportamiento de postcosecha. El suelo para guanábana debe ser rico en materia orgánica y de textura liviana. Cuando la planta esta cerca a la floración, se puede aplicar fertilizante completo grado 12 - 24 - 12, pero es conveniente realizar un análisis del suelo para así determinar las deficiencias del mismo. La guanábana es bastante exigente en elementos nutritivos tales como nitrógeno y fósforo y en menor grado elementos como boro, hierro y magnesio.¹⁹

1.3.2.2 Poda. Se realiza en tres (3) etapas. La primera en el vivero favoreciendo el desarrollo de un solo tronco, para posteriormente dejar unas pocas ramas; la segunda cuando las ramas alcancen de 10 a 15 centímetros de longitud, haciendo un despunte, para así evitar

¹⁹ CURSO NACIONAL DE GUANÁBANA. Op. Cit p. 126.

que sean más largas que el tronco; y la tercera, en árboles en producción, se realiza en los períodos secos, para disminuir la densidad de ramas en el árbol, y así evitar la presencia de antracnosis.²⁰

1.3.2.3 Riego. Esta práctica es indispensable para la calidad y cantidad del producido.

Es necesario conocer las ventajas y/o desventajas de los equipos que se ofrecen en el mercado además de los requerimientos hídricos del cultivo y su relación directa con el suelo y el clima donde se ubica.

Las necesidades reales de agua en la guanábana y su relación con el rendimiento dependen básicamente de la tensión hídrica en la planta y en el suelo.²¹

1.4 FACTORES DE COSECHA QUE INCIDEN EN EL MANEJO Y CALIDAD

1.4.1 índice de cosecha. Cuando la guanábana es almacenada antes de tiempo no se presenta una óptima maduración, el tamaño es muy pequeño, lo que disminuye la calidad y la

²⁰ Ibid. p. 8

²¹ Ibid. p. 27

productividad. En caso contrario, la fruta se pone muy nacida y facilita el ataque de moscas, bacterias, hongos, etc, e inclusive cae al suelo.

El índice de madurez; en el caso particular de la guanábana, es muy difícil de determinar. Los cultivadores en nuestro medio tienen una forma empírica de determinarlo y lo realizan con personas experimentadas en la recolección de este producto.

El tamaño de la fruta y el tiempo transcurrido desde el inicio de la formación del fruto hasta su madurez fisiológica no son por si solos índice de cosecha para determinar el punto de recolección-, pero unido a la tasa de respiración y la apariencia externa e interna del fruto pueden tomarse para determinar el punto de cosecha adecuado²³

1.4.2 Recolección. Un buen sistema de recolección es aquel que garantice un excelente trato de la fruta, evitándole magulladuras o contaminaciones, utilizando recipientes y herramientas adecuadas como tijeras y otros accesorios.²⁴

1.4.3 Cuidados en la recolección. Se debe realizar la cosecha en tempranas horas de la mañana, escoger la fruta o recolectar de acuerdo a su tamaño y grado de madurez, trasladar

²² Ibid. p. 237

²³ CONVENIO, SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE-UNIVERSIDAD NACIONAL CENTRO NACIONAL DE HOTELERIA, TURISMO Y ALIMENTOS. Caracterización, índice de cosecha y fisiología de postcosecha de la guanábana procedente del Valle y Tolima. (1991: Santafé de Bogotá). P 52.

²⁴ RECOLECCIÓN DE frutos tropicales. En: Revista Mercadeo y Desarrollo.. N° 12. (Mayo 1991); p.15

los frutos a las cámaras de maduración, en lo posible aisladas del ataque de los insectos y de la radiación solar.

1.5 FACTORES DE POSTCOSECHA QUE INCIDEN EN EL MANEJO Y CALIDAD

Son las operaciones que debe sufrir el producto después de cosechado, lo que puede repercutir directamente con la calidad del mismo.

1.5.1 Manejo del producto. Para tener una buena calidad en el momento de comercializar el producto se deben tener en cuenta cuidados sobre todo en la manipulación y transporte que pueda evitar magulladuras, heridas, etc.

1.5.1.1 **Selección.** Consiste en separar las frutas que presentan magulladuras, hongos, pudrición, exceso de madurez de las que se encuentran en perfecto estado; las condiciones de unas y otras permiten llevar fruta a los diferentes mercados cercanos y/o más lejanos.

1.5.1.2 **Empaque.** Las heridas y manchas del producto no sólo son desagradables, sino que al producir ruptura de las células y daño tisular ocasionan la pérdida de agua y lo más importante, un rápido incremento en la respiración del tejido dañado.

El aumento en la velocidad de la respiración ocasiona un aumento localizado de la temperatura que, si no es controlado, calentará el ambiente que rodea al producto. Esto

significa que una fruta dañada en una caja se constituye en un serio riesgo para las demás frutas de la caja. Por lo tanto, el empaque se hace muy importante para el manejo del fruto. El empaque del producto debe ser diseñado físicamente para que soporte los esfuerzos dinámicos y estáticos que pueda sufrir durante la operación para la cual se diseñó, como también para asimilar los procesos metabólicos de la maduración que tengan lugar en el tiempo de manejo del producto.

En un sistema competitivo de mercado, los procedimientos mejorados pronto son adoptados.²⁵

1.5.1.3 Transporte. En el transporte se presentan daños causados principalmente por vibración, impacto y compresión de la carga en el vehículo, contribuyendo notablemente al detrimento de la calidad del producto, tanto para el consumo en fresco, como para el uso industrial.

Los tres requisitos básicos en el transporte de productos alimenticios son:

1. Entrega rápida y oportuna de los productos
2. Empaques y condiciones de transporte adecuadas para asegurar al máximo la conservación de la calidad.
3. Las posibilidades de obtener suficiente unidad neta en los productos, que justifiquen el empleo de los medios de transporte adecuados.²⁶

²⁵ FANTÁSTICO, Er. B. Fisiología de la posrecolección, manejo y utilización de frutos y hortalizas tropicales y subtropicales. México: Continental, 1991. p. 337

¹⁶ Ibid. p.531

1.5.1.4 Almacenamiento. Este tiene gran incidencia en el control del mercado y mantenimiento de la calidad. Además, permite proteger el producto de enfermedades, insectos, roedores y condiciones climáticas adversas.

Los objetivos principales del almacenamiento son controlar las tasas de respiración y transpiración, controlar enfermedades y conservar el producto.²⁷

1.5.2 Factores fisiológicos. La respiración y la transpiración son los factores fisiológicos más importantes en esta etapa.

1.5.2.1 Respiración. Las frutas frescas respiran a fin de obtener la energía suficiente para la manutención de la vida. Respiran absorbiendo oxígeno de la atmósfera y liberando bióxido de carbono. Durante la respiración la producción de energía proviene de la oxidación de las propias reservas de almidón, azúcares y otros metabolismos.

Una vez cosechada, los productos no pueden reemplazar estas reservas que se pierden y la velocidad con que disminuyen será un factor de gran importancia en la duración de la vida de poscosecha del producto.

La respiración es necesaria para la obtención de energía y durante este proceso se produce calor el cual debe ser disipado de alguna manera o de lo contrario el producto se calentará, sobreviniendo la degradación de los tejidos y la muerte. Debido a este calor, después de la

²⁷ Ibid. p. 375

cosecha, cuando el producto es empacado en un espacio confinado, la eliminación del calor puede dificultarse.²⁸

Para el caso específico de la Guanábana, el patrón respiratorio se comporta como el típico de frutos climatéricos, presentando una baja en el primer lapso luego de la madurez fisiológica, para luego tener una cresta (climatérico) y luego descender abruptamente en el período conocido como senescencia.²⁹

1.5.2.2 Transpiración. Con la cosecha el abastecimiento de agua, de la planta al fruto, se corta, por lo tanto el producto debe sobrevivir con sus propias reservas.

La fruta continua respirando normalmente, después de cosechado, y por consiguiente también transpira, lo que hace que pierda líquido, buscando equilibrar el vapor de agua del producto con el vapor de agua del medio ambiente.

El efecto neto de la transpiración es una pérdida de agua del producto, que no puede ser remplazada. La velocidad con que pierda esta agua será un factor determinante en la vida de poscosecha del producto. La pérdida de agua causa una disminución significativa del peso y a medida que avanza, disminuye la apariencia y la elasticidad del producto perdiendo su turgencia, es decir, se vuelve blando y marchito.³⁰

²⁸ Ibid. p. 111

²⁹ UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Estudio preliminar sobre la caracterización de Guanábana y optimización de algunas operaciones para la obtención de su pulpa (1991:Santafé de Bogotá). p 87

³⁰ CEPEDA, Ricardo. Resultados de seminarios y cursos del programa nacional de capacitación agropecuaria, INCA. Bogotá: s.n., 1995. p. 55-60

La guanábana tiene la ventaja de tener un área específica baja facilitando la conservación de la turgencia. Además, la corteza tiene características que dificultan la difusión del vapor de agua y así el incremento en la pérdida de peso.

1.6 EMPAQUES

El empaque es una unidad de manejo que facilita el transporte de los productos perecederos. Debe proteger la mercancía de daño mecánico, como los producidos por impactos, presión y vibraciones; también permitirá el intercambio del calor por la respiración, ser fuerte para resistir impactos y peso y por último que pueda ser reutilizable sin perder las propiedades ya mencionadas, para así disminuir costos.

El empacamiento moderno ha contribuido a un mejor manejo de los alimentos entre el agricultor y el consumidor. Los requerimientos de empaque varían mucho, dependiendo de las condiciones que encontrará el producto, del productor o empacador al consumidor.

Se debe tener en cuenta que el empacado no sustituye la refrigeración.

El mantenimiento de la calidad se logrará cuando un buen empacado se combina con el almacenamiento y transporte refrigerados.³¹

³¹ PANTASTICO. Op. Cit .. p. 337

Éste no se encarga de mejorar la calidad pero si de proteger de factores ambientales, como la luz, el sol y la humedad.

En la actualidad el empaque tradicional es rudimentario o no se utiliza. Algunas empresas de plásticos han diseñado empaques adecuados que no son utilizados por los productores, bien sea por ignorancia, por ahorrar costos o por falta de asistencia técnica de parte del estado o por parte de Colguanábana.

1.7 NORMA Y CONTROL DE CALIDAD

El objetivo de las normas de calidad es proteger la salud de los consumidores, impidiendo la circulación y comercialización de productos en mal estado, peligrosos, clasificados en forma engañosa y estableciendo una medida de calidad que permita los intercambios comerciales, mediante estándares que reflejen las condiciones mínimas que debe tener un producto para ser entregado al consumidor final.

En la actualidad el Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC no tiene norma de calidad para comercialización de guanábana a granel.

Empresas privadas comercializadoras de frutas como CARULLA poseen su propia norma de calidad para la compra del producto.

1.8 TRABAJOS AFINES DE POSTCOSECHA DE LA GUANÁBANA REALIZADOS EN COLOMBIA

TITULO	ENTIDAD	AÑO	CONCLUSIONES P'OSTCOSECHA
Estudio del comportamiento de la guanábana durante el almacenamiento utilizando un retardante químico en la maduración a dos temperaturas. Ambiente y refrigerado	Universidad Nacional de Colombia - ICTA - SENA - Centro Nacional de Hotelería, Turismo y Alimentos	1992	La guanábana almacenada a 30 C y 80 % MR, con tratamiento de 3.0 gr. de KMnO ₄ /Kg de fruta y bolsa de polietileno, presentó los valores más altos en la intensidad respiratoria, seguida de -1a almacenada a 18 C y 65% HR con tratamiento de 2 gr. de KMnO ₄ / Kg. de fruta y bolsa de polietileno debido posiblemente a la utilización de los ácidos como sustrato para la respiración. En cambio la guanábana que se encontraba a libre exposición, presentó valores bajos con respecto a la fruta con tratamiento de KMnO ₄
Evaluación microbiológica de algunas pulpas de frutas comercializadas en Bogotá	Universidad Nacional de Colombia - SENA - ICTA	1991	En la calidad no influye el establecimiento de punto de venta. Los principales organismos contaminantes son las bacterias mesófilas y las levaduras. Toda la pulpa posee un contenido de carga microbiana que no supera los límites establecidos
TITULO	ENTIDAD	AÑO	CONCLUSIONES POSCOSECHA
Caracterización Índice de recolección y fisiología postcosecha de la guanábana de las zonas del Tolima y Valle	Universidad Nacional de Colombia - ICTA - SENA - Centro nacional de Hotelería, Turismo y Alimentos	1991	La guanábana de Buga es de mayor tamaño y peso que la de Flandes. de forma oblonga elipsoidal para las dos. Flandes presentó 13,8 Brix y Buga 9.67 Brix. La acidez igual para las dos y la tasa de respiración muestra un fruto climatérico. El tamaño y el tiempo transcurrido desde el inicio de la formación del fruto hasta su madurez, fisiológica no son índice de cosecha por si solo, pero unido a la tasa de respiración, la apariencia interna externa y el número de tetillas puede tomarse como índice de cosecha. Las mejores condiciones para el almacenamiento se presentó a los 15 C y 18 C. Almacenada a 18 C y 75% de HR tendrá una vida comercial de 7 a 5 días de su climatérico. La de Flandes almacenada a 15 C (95% HR) y 18 C (75 % HR) tiene una vida útil de comercialización de 8 a 5 días respectivamente hasta los días de su climatérico.
Modelo de industrialización de un cultivo de guanábana en el departamento del Tolima	Corporación Universitaria de Ibagué	1991	El merendó de la fruta debe dirigirse hacia Bogotá, donde existe un déficit de mas de 4000 toneladas al año, porque la cantidad demandada por el departamento esta totalmente surtida con cultivos tradicionales.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 ÁREA DE INFLUENCIA DEL ESTUDIO

Este trabajo está orientado hacia el mercado de la guanábana (*Annona muricata*) teniendo como mercado terminal la ciudad de Neiva, la cual se encuentra a 435.9 m.s.n.m. y presenta una humedad relativa de 68% en promedio.³²

Las fincas productoras de la fruta se encuentran localizadas, la primera en el municipio de Campoalegre, vereda Alto Piravante la cual se encuentra a 1120 m.s.n.m con una humedad relativa promedio de 75% y una Temperatura de 19°C aproximadamente; la segunda en el municipio de Tesalia 833 m.s.n.m. con una temperatura de 24°C y una humedad relativa de 70% en promedio ³³.

³² INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ADECUACIÓN DE TIERRAS. Anuario estadístico. Neiva: HIMAT, 1993, p38

³³ Ibid., p41

2.2 RECONOCIMIENTO DEL MERCADO TRADICIONAL DE LA FRUTA

Se utilizó el método consumidor a productor recomendado en el seminario "REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS EN POSTCOSECHA" realizado en Santodomingo (Rep. Dominicana)³⁴ y que consiste en rastrear el flujo del producto encuestando a minoristas, luego a intermediarios y posteriormente a productores que comercializan la fruta con destino a la ciudad de Neiva. Ver encuestas ANEXO 1.

Con los datos de estas encuestas se detectaron los sitios de producción en el mercado terminal (Neiva) para luego seleccionar los sitios de trabajo.

2.3 SELECCIÓN DE LAS RUTAS CRÍTICAS

Se eligieron las rutas críticas teniendo en cuenta dos criterios: Primero, el mayor volumen de producción y segundo la dificultad de acceso y distancia del sitio de producción. Para el primer criterio los resultados correspondieron al municipio de Campoalegre y en el segundo a un municipio como Tesalia, nuevo en la producción de guanábana, pero con un promisorio futuro.

³⁴ INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN AGRÍCOLA. La problemática de postcosecha. Santo Domingo: IICA, 1977 p 43

Para el proceso de selección se utilizaron datos actualizados sobre producción proporcionados por el anuario agropecuario publicado por el URPA,³⁵ junto con los resultados analizados de las encuestas realizadas. Hubo necesidad de descartar cultivos debido a que los períodos de producción de éstos no coincidían con el tiempo de realización del estudio.

2.4 RECONOCIMIENTO DEL MANEJO TRADICIONAL DE LA FRUTA

Una vez determinadas las rutas críticas se procedió a realizar visitas de campo para diagramar todos y cada uno de los procesos tradicionales tales como corte, esperas, transportes, acopio clasificación, etc. Se realizó un flujograma detallado del manejo para analizarlo y seleccionar los puntos de muestreo según las partes donde se presumió que existían la mayor cantidad de daños por la manipulación del producto.

La información sobre el manejo general de precosecha se obtuvo por diálogo directo con los administradores, dueños y operarios del cultivo, (ver flujograma Pág. 37)

³⁵ UNIDAD REGIONAL DE PLANEACIÓN AGROPECUARIA, Anuario estadístico del departamento del Huila Neiva: s.n.,1994, p 72

2.5 MUESTREOS

La toma de muestras se hizo siguiendo los parámetros de la norma ICONTEC 756, (ver ANEXO 2) sobre un lote de 2,5 toneladas donde se utilizaron dos series de muestreo de 15 guanábanas, teniendo en cuenta ensayos hechos previamente en la USCO sobre maduración de esta fruta para calcular el tiempo de vida en postcosecha de este producto. Las muestras se tomaron en horas de la mañana utilizando tijeras adecuadas para este fin. La primera serie se tomó con fruta manejada tradicionalmente, la cual fue marcada en el momento del corte y luego incorporada al total de la remesa en estudio, evaluándose en los ya determinados puntos de muestreo, con el propósito de evaluar pérdidas de peso y calidad. La segunda serie de muestreo se tomó recolectando la fruta y aislándola del resto de la remesa, manejándose con extremo cuidado y transportada en canastillas plásticas debidamente protegidas, hasta el laboratorio de investigaciones de la UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA para realizar las pruebas de caracterización que se mencionarán posteriormente. Para esta segunda unidad de muestreo se seleccionaron frutos completamente sanos para disminuir al máximo el margen de error en los resultados

2.6 CARACTERIZACIÓN DE LA FRUTA DURANTE EL PROCESO DE MADURACIÓN

Para hacer una evaluación integral y comparativa del comportamiento de la fruta luego de ser cosechada, se analizaron parámetros físicos, químicos, fisiológicos y morfológicos los cuales

fueron cuantificados mediante métodos establecidos, instrumentos de medición directa y por observación visual directa así.

2.6.1 Análisis físicos. Los cambios más notorios en cuanto a los aspectos físicos en la maduración son los siguientes:

2.6.1.1. Pérdida de peso. Este parámetro se evaluó en la segunda unidad de muestreo seleccionando cinco frutas de similar tamaño y peso. Se utilizó una balanza de triple brazo con una precisión de 0.1 gr. y se realizaron mediciones diarias durante los nueve días que duró la prueba. Las pruebas se realizaron en condiciones ambientales (Humedad relativa 65% temperatura 28°C)

2.6.1.2 Tamaño y forma. Se fabricó un instrumento de madera que consiste en dos escuadras que se deslizan una sobre otra, una de ellas con una regla milimetrada, que permite visualizar la medida entre las paralelas del instrumento. Ver Figura 3

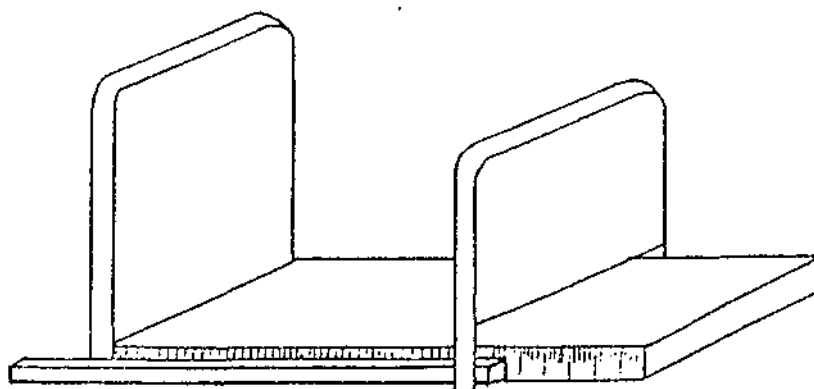


Figura 3 Instrumento para medir las dimensiones de la guanábana

Se le hizo la medición a cada una de las frutas en el momento de llegar al laboratorio. Los resultados de las medidas fueron estandarizados asumiendo el criterio de la distribución normal y luego se realizó una clasificación de las frutas por su tamaño.

2.6.1.3 Densidad relativa. Es la relación que existe entre el peso y el volumen aparente de la fruta, el cual se determinó aplicando el principio de Arquímedes que afirma que el volumen de agua desplazada es igual al volumen de la fruta despreciando el mínimo volumen retenido por la corteza de la fruta. Se realizó la medición con la misma muestra de la pérdida de peso. Para encontrar el valor se utilizó la fórmula

$$D \text{ relativa} = \frac{\text{Peso de la fruta (gr.)}}{\text{Volumen aparente de la fruta (cc)}}$$

2.6.1.4 Consistencia. Se utilizaron frutas de la muestra diaria destructiva. La medición se realizó en tres zonas del fruto; zona apical, zona media y zona peduncular.

Para esto se utilizó un penetrómetro manual con capacidad máxima de 30 Lbf/in² de resistencia

2.6.1.5 Proporción-cáscara-pulpa-semilla. Se realizó la determinación de la proporción peso - cáscara - pulpa - semilla a los frutos durante los días de maduración, utilizando las mismas muestras (destructivas) de las determinaciones químicas.

La separación de las partes se hizo de manera manual.

No se hizo ningún tipo de secado a la semilla ya que se desprecia el poco peso del zumo que la semilla retiene en su testa, en relación con el peso total de la fruta.

Los valores analizados son el promedio del encontrado en las dos unidades despulpadas en los días correspondientes.

2.6.2 Análisis fisiológicos: La tasa de respiración es factor fundamental para determinar el grado de madurez que presenta el fruto.

2.6.2.1 Determinación de la tasa respiratoria. Para dicha determinación se empleo el método de análisis químico volumétrico (Ver Anexo 4).

El método se basa en hacer pasar aire por unas trampas de solución de KOH (9%) que lo limpian de CO₂- Luego dicho aire se hace pasar por un recipiente hermético el cual contiene el material a analizar.

Después de impregnarse el aire con el CO₂; resultado de la respiración del producto, se hace atravesar por una solución de hidróxido de Bario Ba(OH)₂ (0.1 N) en un tubo de Pettekoofer a determinada velocidad de flujo (13 burbujas/10 seg), el cual durante un período de 30 minutos recoge el CO₂, el que se valora mediante titulación con ácido oxálico (0.5). (Ver Figura 40)



Figura 4 Determinación de la tasa respiratoria

2.6.3 Análisis químico. Determina los comportamientos de los parámetros químicos de la fruta.

2.6.3.1 Determinación del pH. El potencial hidrogeniónico (pH) se determinó directamente utilizando un potenciómetro SCHOTT GERATE GG818 debidamente calibrado, introduciéndose durante 3 minutos en una solución de 10 gr. de pulpa triturada (en un mortero de loza) hasta completar 50 ml de solución con agua destilada, (ver figura 5)

La prueba se realizó durante los días 1,2,4,6,8,9 utilizando dos frutas y promediando el resultado.

2.6.3.2 Determinación de la acidez titulable. Se utilizó la metodología descrita por AOAC³⁶ para encontrar la acidez, titulable en porcentaje de ácido cítrico (predominante) (Ver anexo 5 y figura 6)

A la mezcla con la cual se determinó pH, se le agregan dos gotas de fenoftaleina. Posteriormente se ubica la solución sobre la bureta que contiene la solución de hidróxido de sodio, donde se titula agitando constantemente manteniendo el electrodo dentro de la muestra. El punto de viraje se determina visualmente y cuando el valor del pH es de 8.2, registrando así el volumen de hidróxido de sodio gastado. La acidez titulable se determinó en porcentaje de ácido cítrico.

³⁶ OFFICIAL METHODS of analysis, association of the official analytical chemists (A.O.A.C)
Washington D.C: s.n., 1984. p56