

#### **2.2.4. Determinación de parámetros de calidad de la fruta**

Los análisis de calidad de fruta, se realizaron quincenalmente a 12 frutos por tratamiento y repetición, en los cuales se determinó:

##### **2.2.4.1. Peso, dimensiones y volumen**

**Peso y dimensiones:** se midieron y pesaron cada uno de los 12 frutos recolectados por lote, las medidas se tomaron con un calibrador electrónico de precisión 0,01 mm, considerando la altura (h) y el diámetro en dos posiciones perpendiculares (B y B1), y el peso con una balanza electrónica marca Metter PC 2000 con capacidad de 2000 g y precisión de 0,01g.

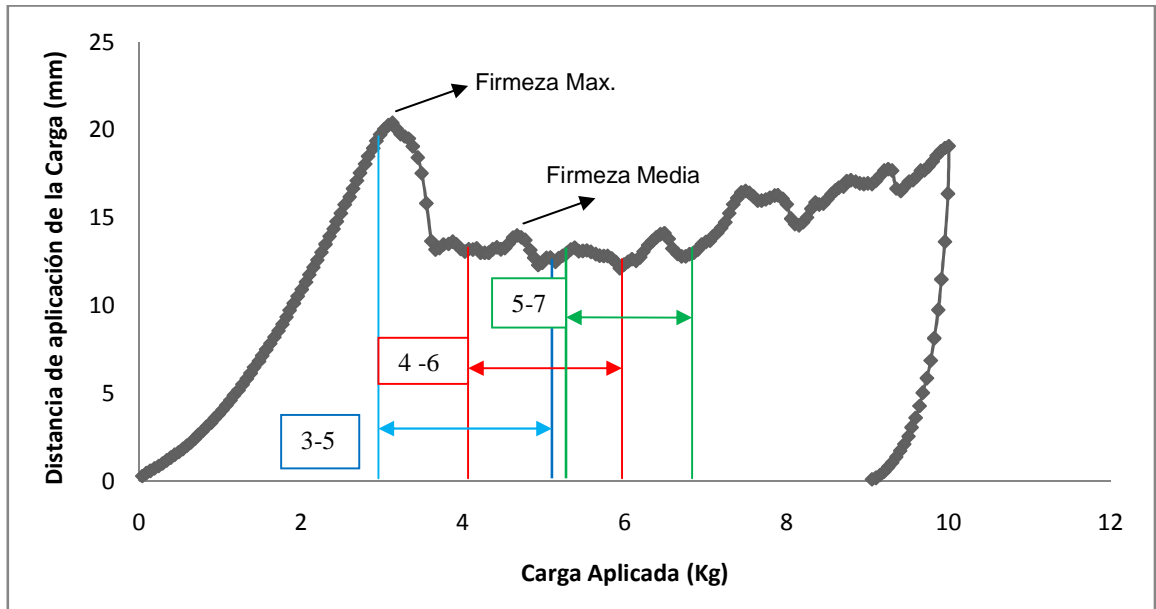
**Volumen:** Se colocaron todos los frutos de un lote en una probeta de 2000 cm<sup>3</sup> con agua entre 1000 y 1200 cm<sup>3</sup> según la necesidad. Luego se procedió a realizar la lectura correspondiente al incremento del volumen. El volumen fue determinado a partir del peso del agua desalojada al sumergir cada fruto tomando la densidad del agua igual a 1 kg l<sup>-1</sup>.

##### **2.2.4.2. Firmeza del Endocarpio y la Pulpa**

Se utilizó un equipo analizador de textura LFRA referencia CT V1.2 Build 9 de Bookfield, con precisión de 0,02% y 5 mm s<sup>-1</sup> en velocidad de prueba. Para el análisis del producto se procedió a colocar el fruto en la base del texturómetro, luego de introducir los datos de información representantes del producto (lote y número de fruto, entre otros) se ejecuto el programa que aplica carga a diferentes profundidades mediante el tipo de sonda TA 3/100 en intervalos de tiempo determinados.

La firmeza máxima se expresa en la figura 7 como la relación carga-tiempo, registrada por el texturómetro al momento de romper el endocarpio por la penetración de la punta de 3 mm, la firmeza de la pulpa será llamada firmeza

media y es clasificada en tres intervalos (3-5), (4-6) y (5-7) seguida de la penetración de la pulpa y mediante el registro de sus promedios se analizará el valor obtenido en el primer intervalo.



**Figura 6.** Relación carga Vs distancia por tiempo para la firmeza del endocarpio y mesocarpio en el intervalo de 3 - 5 kg.

### 2.2.4.3. Intensidad Respiratoria

Se determinó con la misma frecuencia que las mediciones anteriores y se realizó por lote con el fin de evaluar cada uno de los tratamientos. El montaje del sistema de medición de la intensidad respiratoria se realizó según el Método de Cooper establecido de la siguiente manera (Figura 7):



**Figura 7.** Montaje sistema de medición de la Intensidad Respiratoria.

- En la trampa de Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ) se vierten 500 ml de una solución de Hidróxido de Potasio ( $\text{KOH}$ ) al 10% y se le coloca un tapón con tubos de entrada y salida del aire.
- Se colocan mangueras de látex para conectar la bomba de inyección de aire a la trampa de  $\text{CO}_2$ , la trampa de  $\text{CO}_2$  a la cámara de respiración y ésta al tubo de Petenkoffer. Dejando desconectado el tubo de Petenkoffer del sistema.
- En el tubo de Petenkoffer se vierten 50 ml de hidróxido de bario  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  al 0,1N
- El tubo de Petenkoffer se ubica de forma horizontal, asegurándolo con pinzas a un soporte universal dejando una pequeña inclinación de tal modo que el  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  cubra la sección transversal del tubo.
- Se enciende la bomba de inyección de aire dejándola funcionar por 15 segundos, con el fin de extraer el aire ambiente contenido en la cámara de respiración.
- Se conecta el tubo de Petenkoffer a la cámara de respiración. La velocidad adecuada de inyección de aire puede determinarse, asegurándose que dentro del tubo de Petenkoffer pasen aproximadamente 13 burbujas de aire en 10 segundos. Se utiliza un sistema de estrangulamiento de la manguera de látex conectada a la bomba para regular el flujo de aire.

- Se deja funcionar el sistema por 60 minutos y luego se desconecta.
- En una bureta graduada de 25 ml sobre un soporte universal se coloca ácido oxálico (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) al 0,1 N.
- Se hace un blanco con Ba(OH)<sub>2</sub> al 0,1N como punto de comparación utilizando 10 ml.
- Se toman 10 ml de la solución de Ba(OH)<sub>2</sub> con CO<sub>2</sub> del tubo de Petenkoffer y se titulan inmediatamente.
- Se titulan ambas soluciones con C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub> de la bureta utilizando 2 o 3 gotas de fenolftaleína como indicador.
- Se determina el cambio de coloración de violeta a blanco, suspendiendo la titulación.
- Se toman los datos de volúmenes de C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub> gastados para cada titulación.

La intensidad respiratoria para cada ensayo se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$IR = \frac{(Vb - Vm) * N * \frac{22 \text{ mg } CO_2}{\text{meq}}}{W * t} \quad \text{Ecuación 5}$$

donde,

IR: Intensidad respiratoria, mg de CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

Vb: Volumen de ácido oxálico, ml gastados al titular el blanco.

Vm: Volumen de ácido oxálico, ml gastados al titular la muestra.

N: Normalidad del ácido oxálico.

W: Peso de la muestra del fruto, kg.

t: Tiempo de duración de la prueba, h.

#### 2.2.4.4. Acidez titulable

Los frutos se recogieron en diferentes estados de madurez fisiológica con intervalos de tres semanas desde el inicio de la floración y hasta la cosecha, el

fruto fue llevado al laboratorio de frutas y hortalizas del Ed. Antonio Nariño – 214 de la Facultad de Ingeniería. Una vez allí se procedió a evaluar:

**Contenido de ácido:** se extrajo aproximadamente 50 g de jugo, se pesó y diluyó en un balón de 500 ml con agua destilada, se obtuvo una muestra de 10 g, se pesó nuevamente y se le adicionaron dos gotas de fenolftaleína que actuaron como indicador y se procedió a titular con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 0,1N. Se verificó el cambio de color natural del jugo del fruto a color violeta, suspendiendo la titulación y tomando el dato de NaOH gastado.

El contenido de ácido se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{Ácido} = \frac{V_{(\text{NaOH})} * N * F.A}{V_m} * 100 \quad \text{Ecuación 6}$$

donde,

$V_{(\text{NaOH})}$ : Volumen de NaOH, ml.

N: Normalidad de NaOH.

F.A: Factor de ácido (0,067 ácido málico)

$V_m$ : Volumen de la muestra, ml.

Para las propiedades físicas se utilizó la metodología propuesta por Mohsenin (1986), determinando la forma (esfericidad y redondez), densidad aparente, densidad real y área superficial real. Los sólidos solubles totales (SST) se midieron con un refractómetro manual marca KIKUCHI, con escala 0 a 30°Brix con precisión de 1°Brix. El índice de madurez se determinó mediante la relación SST/AT