

## CAPÍTULO V

### PLAN DE INVESTIGACIÓN.

Para cumplir con los objetivos planteados se desarrolla el siguiente plan de investigación.

#### **5.1 Estudio de la velocidad de congelación.**

Generar curvas de congelación lenta y congelación rápida a dos temperaturas ( $-35^{\circ}\text{C}$ ) y ( $-57.5^{\circ}\text{C}$ ), evaluando la temperatura del centro del producto conforme avanza el frente frío.

#### **5.2 Estudio del efecto de la velocidad de congelación y temperatura de calentamiento sobre la cinética de deshidratación y los cambios de temperatura del producto liofilizado**

Se evalúa el efecto de las dos velocidades de congelación estudiadas, y de los dos procesos de calentamiento ( $5$  y  $25^{\circ}\text{C}$ ), sobre la velocidad de eliminación de humedad en

placas de guacamole. Durante estos procesos se determina la temperatura del centro del producto a lo largo del proceso, así como los cambios de humedad, y a partir de la información de temperatura y humedad se calcula la permeabilidad de la capa seca de los productos durante el proceso de liofilización.

### **5.3 Estudio de las propiedades fisicoquímicas de guacamole liofilizado.**

En cada uno de los productos liofilizados se evalúa el efecto de las condiciones de proceso sobre: la actividad de la enzima polifenoloxidasa, color.

### **5.3 Estudio de las propiedades higroscópicas.**

Las propiedades higroscópicas del guacamole liofilizado se obtienen a partir de la generación de isothermas de adsorción de humedad a tres temperaturas 15°, 25° y 35°C y 10 niveles de humedad relativa: 11.3 %, 23.1 %, 32.6 %, 43.6 % , 53.9 %, 57.7 %, 68.9 %, 75.3 %, 84.3 % y 90.3 %

#### **5.4 Modelación de las isotermas de adsorción de humedad.**

Los datos experimentales de adsorción de humedad son analizados mediante el uso de modelos teóricos de sorción. Se prueban los siguiente modelos teóricos: Bradley (1936), B. E. T (1938), Oswin (1946), Smith (1947), Halsey (1948), Henderson ( 1952), Khun (1964), Iglesias y Chirife (1976), a partir de los datos obtenidos en este análisis se determina la humedad teórica de mayor estabilidad para el producto liofilizado.

#### **5.5 Estudio de las propiedades termofísicas.**

Se evalúa la conductividad térmica ( $k$ ) y difusividad térmica ( $\alpha$ ) del guacamole fresco y el liofilizado equilibrado en 5 contenidos de humedad: 2.6061, 1.9028, 1.8048, 0.1564, 0.102 g agua / 100 g sólidos secos.

#### **5.6 Estudio del análisis calorimétrico diferencial (DSC)**

Se evalúa la temperatura de transición vítrea ( $T_g$ ) del guacamole fresco y del guacamole liofilizado equilibrado a nueve niveles de actividad de agua: 0.113, 0.231, 0.326, 0.436, 0.539, 0.577, 0.689, 0.753 y 0.843.