

## **I. PLAN DE INVESTIGACIÓN**

### **4.1 Búsqueda de información relacionada con el tema**

Se realizó una revisión bibliográfica y demás información existente acerca del proceso de elaboración y propiedades del yogurt.

### **4.2 Caracterización de productos comerciales**

Se seleccionaron muestras de yogurt comercial con características semejantes al que fue sometido a estudio (contenido de calcio y/o fibra adicionados) en las que se realizaron las siguientes determinaciones: pH, acidez titulable, densidad, color, humedad, propiedades reológicas, fibra y calcio.

### **4.3 Selección de una fuente adecuada de fibra**

Se investigó sobre diferentes fuentes de fibra, y se analizó el contenido de fibra, para la selección de la fuente con mayor contenido de ésta. Se eligió linaza canadiense y linaza mexicana.

### **4.4 Elaboración de sistemas de yogurt bajo en grasa enriquecido con fibra y calcio.**

Se utilizó un diseño experimental  $3 \times 2 \times 2 \times 2$  para estudiar el efecto de las propiedades fisicoquímicas, determinar el comportamiento reológico y los cambios reológicos del yogurt.

Se elaboró yogurt natural tipo batido con las siguientes condiciones:

- ✓ Niveles de grasa (1 %, 2 % y 3 % de grasa).
- ✓ Niveles de sal de calcio (50 y 100 mg por cada 100 mL producto)
- ✓ Tipos de fibra (canadiense y mexicana)
- ✓ Niveles de fibra (0.5 y 1 g por cada 100 mL de producto)

Empleando como fuente de calcio: citrato de calcio (Figura 3).

#### **4.5 Evaluación de las propiedades fisicoquímicas del producto elaborado.**

Para evaluar el efecto de la adición de calcio y fibra, en cada uno de los sistemas y la existencia de un control se realizaron las siguientes determinaciones: pH, acidez titulable, sinéresis, humedad, color, densidad, fibra, calcio, proteína y contenido de grasa.

#### **4.6 Determinación de propiedades reológicas**

Cada sistema fue caracterizado reológicamente a la semana 0, 2 y 4 para ver el efecto de las variables de estudio.

#### **4.7 Evaluar la aceptabilidad sensorial del yogurt enriquecido con fibra y calcio con panelistas no entrenados**

Se convocó a 25 panelistas no entrenados para degustar yogurt natural adicionado con fibra y calcio para tomar en cuentas sus opiniones y la aceptabilidad del yogurt.

#### **4.8 Realizar estudios de vida de anaquel al producto.**

A cada producto se le realizó estudios de anaquel durante 4 semanas, así como los atributos sensoriales durante la semana 0 y 2 para cada producto.

<b>Control 1</b> 1 % grasa sin calcio sin fibra	<b>Control 2</b> 2 % grasa sin calcio sin fibra	<b>Control 3</b> 3 % grasa sin calcio sin fibra	
<b>Sistema 1</b> 1 % grasa 50 mg de Citrato de Calcio 1 g fibra Linaza de Canadá.	<b>Sistema 2</b> 1 % grasa 100 mg de Citrato de Calcio 1 g fibra Linaza de Canadá.	<b>Sistema 3</b> 1 % grasa 50 mg de Citrato de Calcio 0.5 g fibra Linaza de Canadá.	<b>Sistema 4</b> 1 % grasa 100 mg de Citrato de Calcio 0.5 g fibra Linaza de Canadá.
<b>Sistema 5</b> 2 % grasa 50 mg de Citrato de Calcio 1 g fibra Linaza de Canadá.	<b>Sistema 6</b> 2 % grasa 100 mg de Citrato de Calcio 1 g fibra Linaza de Canadá.	<b>Sistema 7</b> 2 % grasa 50 mg de Citrato de Calcio 0.5 g fibra Linaza de Canadá.	<b>Sistema 8</b> 2 % grasa 100 mg de Citrato de Calcio 0.5 g fibra Linaza de Canadá.
<b>Sistema 9</b> 3 % grasa 50 mg de Citrato de Calcio 1 g fibra Linaza de Canadá.	<b>Sistema 10</b> 3 % grasa 100 mg de Citrato de Calcio 1 g fibra Linaza de Canadá.	<b>Sistema 11</b> 3 % grasa 50 mg de Citrato de Calcio 0.5 g fibra Linaza de Canadá.	<b>Sistema 12</b> 3 % grasa 100 mg de Citrato de Calcio 0.5 g fibra Linaza de Canadá.
<b>Sistema 13</b> 1 % grasa 50 mg de Citrato de Calcio 1 g fibra Linaza Mexicana.	<b>Sistema 14</b> 1 % grasa 100 mg de Citrato de Calcio 1 g fibra Linaza Mexicana.	<b>Sistema 15</b> 1 % grasa 50 mg de Citrato de Calcio 0.5 g fibra Linaza Mexicana.	<b>Sistema 16</b> 1 % grasa 100 mg de Citrato de Calcio 0.5 g fibra Linaza Mexicana.
<b>Sistema 17</b> 2 % grasa 50 mg de Citrato de Calcio 1 g fibra Linaza Mexicana.	<b>Sistema 18</b> 2 % grasa 100 mg de Citrato de Calcio 1 g fibra Linaza Mexicana.	<b>Sistema 19</b> 2 % grasa 50 mg de Citrato de Calcio 0.5 g fibra Linaza Mexicana.	<b>Sistema 20</b> 2 % grasa 100 mg de Citrato de Calcio 0.5 g fibra Linaza Mexicana.
<b>Sistema 21</b> 3 % grasa 50 mg de Citrato de Calcio 1 g fibra Linaza Mexicana.	<b>Sistema 22</b> 3 % grasa 100 mg de Citrato de Calcio 1 g fibra Linaza Mexicana.	<b>Sistema 23</b> 3 % grasa 50 mg de Citrato de Calcio 0.5 g fibra Linaza Mexicana.	<b>Sistema 24</b> 3 % grasa 100 mg de Citrato de Calcio 0.5 g fibra Linaza Mexicana.

**Figura 3.** Preparación de controles y sistemas de yogurt bajo en grasa enriquecido con fibra y calcio.

#### 4.9 Cantidades a adicionar.

Para 1 g de fibra de linaza canadiense o mexicana añadida.

1 g linaza - 0.28 g de fibra

x = **3.571 g linaza** - 1 g fibra

Si 3.571 g linaza - 100 mL

x = **35.71 g linaza** – 1L de yogurt

Para 0.5 g de fibra de linaza canadiense o mexicana añadida.

1 g linaza - 0.28 g de fibra

x = **1.7857 g linaza** – 0.5 g fibra

Si 1.7857 g linaza - 100 mL

x = **17.857 g linaza** – 1L de yogurt

Para 100 mg de citrato de calcio con PM = 570.50

Si el citrato tiene 3 moléculas de calcio el PM =  $40 \times 3 = 120$

570.50 g sal – 120 g de calcio

x = **0.475 g de sal** – 100 mL de producto

Para 50 mg de citrato de calcio con PM = 570.50

Si el citrato tiene 3 moléculas de calcio el PM =  $40 \times 3 = 120$

570.50 g sal – 120 g Ca

x = **0.237 g de sal** – 100 mL de producto