

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**Facultad de Industrias Alimentarias**

**Departamento Académico de Ciencia,  
Tecnología e Ingeniería de Alimentos**



**“SABORIZACION DE YOGURT CON FRUTAS:  
AGUAJE (Mauritia flexuosa), PAPAYA (Carica  
papaya L.), Zapote (Matisia cordata H.B.) Y  
PIÑA (Ananas camosus)”.**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TITULO DE  
Ingeniero en Industrias Alimentarias**

**PRESENTADA POR**

**ALFONSO DEL AGUILA VALERA**

**Tingo María - Perú  
1990**

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

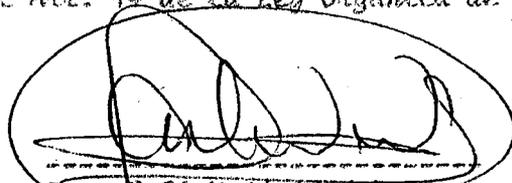
Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público, el día Lunes 02 de abril de 1990, a horas 10:00 a.m. en el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional Agraria de La Selva, ubicada en Tinjo María, Provincia de Leoncio Prado, Dpto. de Huánuco, para calificar la tesis presentada por el Bachiller en Ciencias - Industrias Alimentarias, señor Alfonso DEL AGUILA VALERA, cuyo título es:

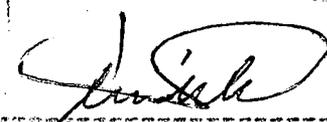
"SABORIZACION DE YOGURT UTILIZANDO CUATRO FRUITAS TROPICALES: AGUAJE (Mauritia flexuosa), PAPAYA (Carica papaya), ZAPOTE (Matisia cordata H.B.) Y PIÑA (Ananas comosus)".

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, la declaran APROBADA con el calificativo de BUENO. En consecuencia, el Bach. Alfonso DEL AGUILA VALERA, queda apto para recibir el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias por el Consejo Universitario, de conformidad con lo establecido en el Art. 44 de la Ley Orgánica de la Universidad Peruana N° 23733.

  
-----  
Ing. Raída Matos Bustamante.  
VOCAL

  
-----  
Ing<sup>o</sup>. Guinter Daza Renzifo.  
VOCAL

  
-----  
Ing. Raúl Natividad Ferrer.  
PRESIDENTE

  
-----  
Ing. Guillermo de la Cruz C.  
PATROCINADOR

A:

VICTOR y LUZMILA,

Mis Padres.

Por ese amor

Que generó esta oportunidad de vida;

Por vuestro ejemplo e invalorable sacrificio

En ver realizado este caro anhelo;

Por vuestra enorme, infinita paciencia,

Reflejo excelso de vuestro cariño paternal.

Con todo cariño y gratitud eterna

De un hijo que os quiere mucho.

A:

Haydith, María Esther, María Isabel,  
Carmen Luz, Vector Fernando. Mis Hermanos.  
Por vuestro cariño y amistad fraternal,  
Siempre manifiesta y nunca negada;  
Soporte moral permanente para ver culminada esta  
profesión.  
Con mi cariño y amor de Hermano.

A:

Miguel del Aguila González, Casiano Paredes del  
Aguila;  
Juan Manuel García García (donde te encuentres).  
Familiares y Amigos.  
Ustedes saben las razones.  
Ahondar en ellas sería pecar por defecto.  
Muchas Gracias.

A:

Jorge Carlos Alfonso. Mi Hijo.  
Por haberme alejado de tí  
En la edad que más necesitabas tenerme a tu lado,  
En la edad que más necesitabas el cariño  
Y soporte del Padre.  
Con mucho cariño.

## **AGRADECIMIENTOS**

- Al Ing° Guillermo de la Cruz Carranza, patrocinador de esta Tesis.
- Al Ing° Efraín Epifanio Martínez Mena, Jefe del Departamento Académico de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, por su constante apoyo en la formulación y evaluación del Proyecto, así como en los análisis microbiológicos.
- Al Ing° Abner Félix Obregón Lujerio, por su colaboración tanto en las evaluaciones físico-químicas como sensoriales.
- Al Ing° Alberto Silva del Aguila, por su apoyo en la formulación estadística.
- Al Lic. Máximo Alfredo Dionisio Garma, por su colaboración en el análisis estadístico.
- Al Personal técnico que labora en el Laboratorio de Análisis y Composición de Alimentos de la U.N.S.M., por el constante apoyo en la realización de la parte experimental del Proyecto.

- Al Ing° Oscar Chávez Espinoza, por su colaboración en la parte bibliográfica.
- A La Compañía de Aviación Taxi Aéreo Selva S.R.L. (TAS), por su invalorable apoyo y facilidades brindadas para la sustentación del trabajo.
- A Los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la U.N.S.M., integrantes del panel de degustación.
- A Todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron para la culminación de la presente Tesis.

## INDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCION .....	10
II. REVISION DE LITERATURA .....	12
2.1. ASPECTOS GENERALES DEL YOGURT .....	12
2.2. HISTORIA .....	13
2.3. DEFINICIONES DEL YOGURT .....	15
2.4. CLASIFICACION .....	15
2.4.1. Por el método de elaboración .....	16
2.4.2. Por el contenido graso .....	16
2.4.3. Por el sabor .....	17
2.5. COMPOSICION QUIMICA DEL YOGURT .....	18
2.5.1. Lactosa .....	18
2.5.2. Acido láctico .....	21
2.5.3. Proteína .....	22
2.5.4. Vitaminas y minerales .....	24
2.6. VALOR NUTRICIONAL DEL YOGURT .....	25
2.7. CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS .....	27
2.8. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS .....	28
2.9. ETAPAS DEL PROCESAMIENTO .....	28
2.9.1. Determinación del cultivo a utilizar .....	28
2.9.2. Preparación y propagación del cultivo madre .....	32
2.9.3. Elaboración del yogurt .....	34
2.10. SABORIZANTES .....	40
2.11. DEFECTOS DEL YOGURT .....	41
III. MATERIALES Y METODOS .....	45
3.1. LUGAR Y FECHA DE EJECUCION .....	45

	Pág.
3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS .....	45
3.3. CARACTERIZACION DE FRUTA Y PULPA .....	46
3.3.1. Aguaje .....	46
3.3.2. Papaya .....	46
3.3.3. Piña .....	46
3.3.4. Zapote .....	47
3.4. EQUIPOS Y MATERIALES .....	47
3.4.1. Equipos .....	47
3.4.2. Materiales .....	48
3.5. METODOS .....	48
3.5.1. Etapa I. Preparación y propagación del cultivo de yogurt .....	49
3.5.2. Etapa II. Elaboración de yogurt base o yogurt natural .....	53
5.5.3. Etapa III. Elaboración de yogurt con saborizante .....	56
IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....	64
4.1. DE LA MATERIA PRIMA .....	64
4.1.1. Controles efectuados en leche .....	64
4.1.2. Leche en polvo .....	64
4.1.3. Caracterización de leche fresca con adición de sólidos .....	66
4.2. ETAPA I. PREPARACION Y PROPAGACION DEL CULTIVO DE YOGURT .....	69
4.2.1. Preparación de la cepa liofilizada .....	69
4.2.2. Propagación del cultivo inicial .....	72

	Pág.
4.3. ETAPA II. ELABORACION DE YOGURT BASE O YOGURT NATURAL .....	77
4.4. ETAPA III. ELABORACION DE YOGURT SABORIZADO CON FRUTAS .....	86
4.4.1. Flujoograma general de elaboración de yogurt saborizado .....	86
4.4.2. Saborización de yogurt con aguaje .....	89
4.4.3. Saborización de yogurt con papaya .....	96
4.4.4. Saborización de yogurt con piña .....	103
4.4.5. Saborización de yogurt con zapote .....	109
4.4.6. Evaluación entre mejores porcentajes de agregado .....	116
4.5. EVALUACION DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO .....	124
4.5.1. Almacenamiento a temperatura ambiente ....	124
4.5.2. Almacenamiento en refrigeración .....	127
4.5.3. Análisis microbiológico .....	130
V. CONCLUSIONES .....	131
VI. RECOMENDACIONES .....	134
VII. RESUMEN .....	135
VIII. BIBLIOGRAFIA .....	137

## I. INTRODUCCIÓN

La leche, a través de los tiempos ha constituido una fuente importante en la dieta humana, debido a los nutrientes presentes en ella, que constituye causa fundamental de su perecibilidad, razón que impulsó al hombre a la búsqueda constante de métodos de preservación y conservación de la misma. Uno de estos es la tecnología de fermentación láctica para la obtención del yogurt, de muy buena aceptación en nuestro medio por sus propiedades nutritivas, fácil digestibilidad y adecuada presentación comercial.

Por otro lado, este producto puede ser saborizado con frutales tropicales, tales como el aguaje, piña, zapote, papaya y otros, lo que ha permitido trabajar en el presente estudio tecnológico con los siguientes objetivos:

- Determinar y desarrollar parámetros tecnológicos óptimos con saborizantes de fruta en la obtención de yogurt natural.
  
- Evaluar los resultados de la elaboración de yogurt natural saborizado, mediante la utilización y experimentación con diferentes niveles de agregado de pulpa.

- Evaluar físico-química, microbiológica y organoléptica-  
mente el yogurt elaborado.

## II . REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. ASPECTOS GENERALES DEL YOGURT

Uno de los aspectos relacionados con la tecnología de la leche es la resultante de la coagulación alcanzada vía fermentación láctica, debido a la acción conjunta de cepas bacterianas específicas (Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus thermophyllus), que transforman la lactosa en ácido láctico. El producto derivado recibe el nombre de yogurt, de origen turco y que el método de preparación es originario del Cáucaso DONNANI (11).

CHAVEZ (10), manifiesta que la excelente aceptación y comercialización de este producto fermentado se asume a sus posibles efectos terapéuticos y sus propiedades nutritivas.

En efecto, el yogurt no sólo conserva todos los valores peculiares de la leche, sino que contiene una microflora láctica activa que antagoniza con la microflora putrefactiva del intestino, evitando la presencia de gérmenes enteropatógenos y manteniendo el equilibrio entre las especies microbianas del organismo.

Según DONNANI (11), la microflora actúa sobre las proteínas (predigeriéndolas parcialmente y protegiéndolas de la putrefacción por su pH 4,0 aproximadamente), sobre las materias grasas (incrementando la presencia de ácidos grasos libres) y sobre la reducción de lactosa al transformarse en ácido láctico; la presencia de esta microflora hace que el producto sea más digerible, extendiendo de esta manera la frontera de consumidores potenciales que podrían gozar del elevado poder nutricional y bioterapéutico del yogurt. Considerando el concepto actual del yogurt y los principios que rigen una alimentación diferenciada, este producto se señala como adecuado para consumirlo durante la niñez, pubertad, embarazo y lactancia, alimentación geriátrica y en cualquier situación de cansancio físico-mental.

## 2.2. HISTORIA

Desde tiempos muy remotos ha sido un artículo alimenticio de importancia en los pueblos del lejano Oriente. Son tan remotos sus orígenes que se habla de él en el Antiguo Testamento, transmitiéndose su modo de preparación, al correr los siglos, de generación en generación envuelto en el mayor secreto SPREER (24).

LLAMOCA (17), indica que la mayoría de autores coinciden en cuanto a la antigüedad de su consumo y preparación, así como en atribuir a Metchnikoff la expansión de su uso y elaboración, a raíz de la publicación de sus investigaciones, las que concluían en determinar como causas del envejecimiento y vejez prematura a la autointoxicación del organismo, originado por la acumulación en los intestinos de productos tóxicos del metabolismo bacteriano, formado por las fermentaciones intestinales y la putrefacción, demostrando, asimismo, que era posible combatir dicha autointoxicación mediante la aclimatación en el intestino de una flora adecuada.

Por otra parte, determinó la importancia de los fermentos lácticos a causa de su acción desinfectante, entre ellos L. bulgaricus, por su capacidad de desarrollarse en el canal intestinal y evitar la proliferación de las bacterias putrefactivas LLAMOCA (17).

Es así como el yogurt sale beneficiado con este argumento y alcanza gran difusión, habiéndose incrementado actualmente la producción y el consumo en porcentajes muy elevados, tanto en Europa como en Asia y América; contribuyendo a esto la sofisticada

tecnología de producción alcanzada en los últimos años, aun cuando las ideas y planteamientos esgrimidos por Metchnikoff hayan sido refutados actualmente LLAMOCA (17).

### 2.3. DEFINICIONES DEL YOGURT

DONNANI (11), define el yogurt como el producto obtenido a partir de leche tipificada, sometida a un proceso de fermentación por acción simbiótica de una mezcla de proporciones definidas de dos microorganismos, Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus thermophyllus, cuya acción principal es la coagulación y acidificación de la materia prima.

ITINTEC (16), define al yogurt como el producto obtenido por la coagulación de la leche y la acidificación biológica mediante la acción de fermentos lácticos específicos, a partir de leche entera, reconstituida, recombinada, semidescremada o descremada.

### 2.4. CLASIFICACIÓN

ITINTEC (16) y otros autores, citados por CHAVEZ (10), definen y clasifican el yogurt de la siguiente manera:

**2.4.1. Por el método de elaboración.**

**Yogurt batido**

Se obtiene inoculando la leche pasteurizada en tanques de incubación, donde se produce la coagulación; se realiza el batido y se envasa. De esta manera se obtiene un producto cremoso, espeso y menos sensible a las vibraciones, cuya conservación sin formación de suero está entre 5 a 6 días.

**Yogurt coagulado o cuajado**

La leche pasteurizada se inocula e inmediatamente se envasa, coagulándose la mezcla dentro de éste; este yogurt, mantenido en frío, debe tener tal consistencia que al invertir el recipiente que lo contiene (con boca más estrecha que el fondo), no pierda su forma; la masa debe ser lisa, brillante, aporcelanada y parecida a un flan o jalea de frutas.

**2.4.2. Por el contenido graso.**

**Yogurt entero**

La leche utilizada para este tipo de yogurt debe tener un contenido en materia grasa de 3 por ciento, como mínimo.

### **Yogurt semidescremado**

En este caso, la leche debe tener un contenido graso que oscile entre 1 y 2,9 por ciento.

### **Yogurt descremado**

El contenido graso de la leche debe ser menor que 1 por ciento.

## **2.4.3. Por el sabor.**

### **Yogurt natural**

Llamado también yogurt blanco; puede ser cuajado o batido, pero debe estar libre de agregados, tales como azúcar, pulpa de frutas, mermelada, colorantes o saborizantes y aromas artificiales, entre otros.

### **Yogurt con agregados**

Es aquel cuyo contenido mínimo de yogurt blanco o natural es de 75 por ciento; para lograr este tipo de yogurt existen una serie de agregados, tanto en el yogurt cuajado como en el batido.

Existen productos con sabor a fresas, café, ron, cerezo, frutas o pulpa de frutas al natural o en concentrados.

## 2.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL YOGURT

CHAVEZ (10), manifiesta que la mayoría de autores coinciden en indicar que la composición química del yogurt está basada en la composición química de la leche y en los sucesivos cambios de sus constituyentes ocurridos durante la fermentación láctica.

Asimismo, la composición química de la leche está influenciada por una serie de factores; entre estos tenemos la diversidad de especies y diferencia entre razas, variabilidad individual, etapas de lactancia, edad, alimentación del ganado, estación o clima en el transcurso del año. Del mismo modo, etapas de procesamiento como concentración de la leche, normalización del contenido de grasa, adición de sólidos, calentamiento excesivo de la materia prima y exposición a la luz VEYSSEYRE (25)

El Cuadro 1 muestra la composición y valores calóricos tanto de la leche como de yogurt natural y frutado.

### 2.5.1. Lactosa

SOROA (23) indica que pertenece al grupo de los hidratos de carbono y se encuentra disuelto en la

**CUADRO 1 : Composición química y valores calóricos de la leche, yogurt natural y yogurt frutado.**

Componentes	Unidad	Leche de vaca	Yogurt natural	Yogurt frutado
Agua	%	87,80	85,80	79,50
Grasa	g	3,70	1,50	1,50
Proteínas	g	3,20	5,00	4,30
Carbohidratos	g	4,70	7,10	14,00
Vitamina A	mg	30,00	12,00	12,00
Tiamina	mg	45,00	65,00	55,00
Riboflavina	mg	180,00	270,00	240,00
Calorías	Kj	272,00	259,00	364,00
Calorías	Kcal	65,00	62,00	87,00

Fuente : Porter (21).

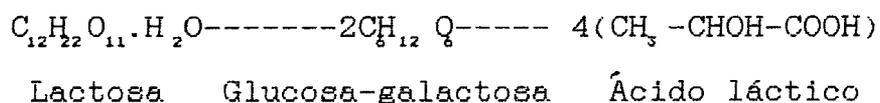
leche, siendo la que comunica el dulzor característico al que se atribuye hacer de ella un alimento completo.

ALAIS (1) manifiesta que la lactosa favorece la asimilación y retención del calcio. Con la vitamina D constituye uno de los factores que aumentan la absorción de los alcalinos térreos por la pared intestinal. La lactosa es un componente de los cerebrósidos que forman el tejido nervioso y de las gliceroproteínas.

El interés nutricional de la lactosa en los adultos tiene aún reservas a causa de cierta intolerancia que se observa en ciertas razas; esto tiene su origen en la deficiencia de la betalactosidasa o lactasa, producida por las células epiteliales del intestino delgado. Es por esta razón que algunos productos con lactosa son modificados por hidrólisis o acidificación para poder ser aceptados por individuos intolerantes ALAIS (1).

La intolerancia se conoce con el nombre de galactosomía y se manifiesta por la incapacidad del organismo de convertir lactosa en glucosa PORTER (21)

ALAIS (1) manifiesta que durante la elaboración del yogurt, la lactosa tiende a disminuir 20-30 por ciento o algunas veces más. La relativa y pequeña cantidad de lactosa (0,2 a 1,3 por ciento) y particularmente glucosa presente en el yogurt, son normalmente metabolizados por el cuerpo. El comportamiento bioquímico y biológico de la lactosa se manifiesta mediante la transformación en ácido láctico, por acción de los microorganismos ya mencionados, siendo su esquema teórico:



La acidez se eleva muy lentamente al principio; luego, al cabo de algunas horas y de acuerdo a la temperatura, muy rápidamente; por lo general, el proceso culmina cuando llega al 1 por ciento, momento en el cual sólo 1/4 de la lactosa ha sido degradada; esto se debe al efecto inhibitor del ácido sobre las bacterias ALAIS (1).

### 2.5.2. Ácido láctico

Durante la preparación del yogurt, la concentración de ácido láctico se hace cada vez

mayor a la vez que disminuye el constituyente de la lactosa; por otra parte, este ácido es utilizado por el cuerpo como fuente energética en el proceso de respiración, proveyendo 3,638 Kcal/g. En este proceso de elaboración es el fenómeno más característico y tiene además las siguientes funciones:

- Aumentar la capacidad de conservación del producto con relación a la materia prima.
- Efecto antagónico y selección sobre el crecimiento de bacterias patógenas.
- Mejoramiento de la digestibilidad de las proteínas y utilización del calcio, fósforo y hierro.
- Contribuye al desarrollo de aroma y sabor suave y fresco del producto PAYTAN (20).

El Cuadro 2 muestra los valores de lactosa y ácido láctico en leche y yogurt.

### 2.5.3. Proteína

Está determinado por el valor nutritivo de la proteína en la materia prima inicial y por los cambios que sufre durante el proceso. La composición centesimal media de las proteínas en leche fresca es 3,3 , compuesta de caseína y

**CUADRO 2 : Composición centesimal media de ácido láctico y lactosa en diferentes tipos de yogurt y leche.**

Producto	Lactosa	Acido láctico
Leche fresca	4,90	0,16
Yogurt natural		
- leche entera	3,80	1,20
- leche semidescremada	3,80	1,20
- leche desnatada	4,00	1,20
Yogurt con frutas		
- leche entera	2,40 a 4,10	
- leche semidescremada	3,20 a 4,10	
- leche desnatada	3,80 a 4,40	

Fuente: SOROA (23)

proteínas del suero (2,6 y 0,7 por ciento respectivamente); durante la fermentación del ácido láctico se produce la precipitación de la caseína en las partículas de la cuajada fina, que son fácilmente digeridas por enzimas del tracto digestivo que las partículas grandes de caseína de lecho ordinario PAYTAN (20).

Las proteínas principales del suero lácteo son la lactoalbúmina y la lactoglobulina; son de composición más sencilla que la caseína y se coagulan a temperaturas que oscilan entre 67-75°C, bastando calentar la leche a estas temperaturas para producir tal efecto; sin embargo, estas proteínas no coagulan por acción de ácidos ni por acción del cuajo PORTER (21).

#### 2.5.4. Vitaminas y minerales

Las vitaminas son compuestos necesarios en pequeñas cantidades para la vida y la salud. Las podemos dividir en liposolubles (A, D, E y K) e hidrosolubles (C y grupo B). Los minerales son elementos que el organismo requiere para la constitución de células y fluidos corporales; dos de ellos (el calcio y el fósforo) son muy necesarios para la formación de huesos y dientes.

El fierro actúa en la formación de la hemoglobina, pigmento rojo de la sangre PORTER (21).

En el Cuadro 3 observamos estos componentes en el yogurt.

## 2.6. VALOR NUTRICIONAL DEL YOGURT

El valor nutricional del yogurt en la dieta humana se determinó por la digestibilidad de éste comparado con la leche de vaca fresca. El profiláctico efecto medicinal que tiene el yogurt o leche fermentada similar, en ciertas condiciones se tomó en consideración evaluando su fácil digestibilidad por el organismo, puesto que en este producto se tiene la lactosa desdoblada, la misma que ayuda a su fácil digestión y asimilación PAYTAN (20).

El acreditado valor que tiene el yogurt en el aspecto nutritivo y en aumentar la longevidad, eran atribuidos por Metchnikoff a la actividad beneficiosa de sus microorganismos sobre la flora intestinal de aquellos que lo ingieren, teoría que no se acepta generalmente; en términos generales, el valor nutritivo del yogurt se considera que está relacionado con la leche que se utiliza PORTER (21).

CUADRO 3 : Contenido de vitaminas y minerales en el yogurt.

---

---

Vitaminas		Minerales	
Vitamina A	700,00 UI	Calcio	1,20 g/l
Vitamina B	0,40 mg	Fósforo	0,94 g/l
Riboflavina	1,80 mg	Hierro	trazas
Niacina	1,00 mg	Sodio	0,51 g/l
Acido ascórbico	10,00 mg	Potasio	1,43 g/l

---

---

Fuente : ALAIS (1).

## 2.7. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Las características organolépticas del yogurt están determinadas principalmente por el sabor, textura, color y olor. Estas dependen directamente del cultivo utilizado, las que serán medidas en la etapa de elaboración del yogurt base o natural; esta medida se determinará siempre mediante evaluaciones organolépticas FOSTER (15).

Un yogurt bien elaborado debe tener adecuada consistencia, cierta dureza y un corte de color aporcelanado, brillante y liso; el coágulo debe presentar un estado de división finísimo y uniforme, sin separación de suero, sabor agradable y no excesivamente ácido FOSTER (15).

Los responsables de la producción de sabor y aroma son los microorganismos; en el curso de la incubación y efectuando variaciones de temperatura se puede favorecer el desarrollo de estreptococos (responsables de la acidificación) o de lactobacilos (responsables del aroma). Para obtener un cultivo dulce y aromático se puede utilizar igualmente un cultivo joven en el que el estreptococo esté en pleno desarrollo a causa de la acidez relativamente débil del medio VEYSSEYRE (25).

Si se desea un yogurt ácido, basta con utilizar un cultivo más viejo en el que predomine el lactobacilo, a causa de su resistencia al pH del medio VEYSSEYRE (25).

Para determinar las características también es de suma importancia la tecnología utilizada y el tipo de yogurt que se desea elaborar, ya que cada uno de ellos tiene características particulares VEYSSEYRE (25).

## **2.8. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS**

Estas características están en función directa con el tipo de yogurt que se desea elaborar. En el Cuadro 4 observamos las características para cada uno de ellos. Estos se refieren básicamente a la materia grasa, sólidos totales, pH, acidez en gramos de ácido láctico, sólidos no grasos.

## **2.9. ETAPAS DEL PROCESAMIENTO**

### **2.9.1. Determinación del cultivo a utilizar**

El adecuado comportamiento de un cultivo determinado, debe estar garantizado por el Laboratorio o productor, el cual debe ser de reco-

**CUADRO 4 : Características físico-químicas para diferentes tipos de yogurt, expresado en porcentaje.**

Componentes	Yogurt Entero	Yogurt Semidescremado	Yogurt Descremado	Yogurt con Saborizantes
Grasa	mínimo 3,0	1,0 a 2,9	- 1,0	
Sólidos no grasos	mínimo 8,5	8,5	8,5	
Sólidos totales	mínimo 11,5	9,5 a 11,4		
pH	4,5	4,5	4,5	4,5
Acidez (g de ácido láctico)	1,5	1,5	1,5	1,5
Contenido mínimo de yogurt	75,0			
Saborizantes (máximo)	25,0			

Fuente : ITINTEC (16)

nocido prestigio. Los cultivos lácteos se adquieren en diferentes formas, cada una de las cuales presentan ventajas y desventajas, de acuerdo a las condiciones de operación; CHAVEZ (10) indica que entre los más conocidos tenemos:

#### **2.9.1.1. Cultivos líquidos frescos**

En la actualidad todavía se usan, pero a menor escala. Los cultivos mesófilos son comercializados con un nivel de 0,60 a 0,80 por ciento de ácido láctico, que equivale a un rango de pH 4,7-4,5. Su desventaja es el corto período de conservación, debido al posterior aumento de acidez y contacto de las células con el medio ácido, lo cual resta actividad biológica; por esta razón, su comercialización se efectúa a temperaturas de 4 a 6°C.

#### **2.9.1.2. Cultivos liofilizados**

Están preparados mediante desecación a partir del estado de congelamiento. Tienen una humedad de 2 por ciento, siendo estables por varias semanas a temperatura ambiental y por varios meses a temperaturas de 3-5°C. Ofrece ventajas por su facilidad de envío a largas distancias en

pequeños frascos o sobres y su largo período de conservación a bajas temperaturas. La desventaja radica en que es necesario propagarlos cuando menos dos veces antes de utilizarlos en forma industrial, con la finalidad de reactivar los microorganismos.

### **2.9.1.3. Cultivos congelados**

El congelamiento de los cultivos en forma ácida aparece como una tecnología relativamente nueva, descrita por Birkkjaer en el año 1974; fue utilizada exitosamente y presenta dos variantes:

#### **Congelados no concentrados**

Consiste en congelar en forma rápida un cultivo ácido de propiedades conocidas, a temperaturas comprendidas entre  $-40$  a  $-45^{\circ}\text{C}$ , dependiendo del volumen de las unidades y condiciones de congelamiento y descongelamiento, manteniéndose por un tiempo de 3 a 8 meses. Para su empleo, las unidades deben ser descongeladas y propagadas previo a su utilización a nivel industrial.

### **Congelados concentrados**

Tienen la ventaja de no requerir cultivo madre, pudiendo descongelarse y vaciarse directamente al tanque del iniciador mayor o cultivo industrial. El uso de estos cultivos disminuye notablemente los riesgos de contaminación por bacterias o bacteriófagos que generalmente se acumulan a través de una serie de propagaciones; sus ventajas son:

- Eliminación del iniciador industrial o cultivo mayor.
- Posibilidad de rotar cultivos de una tina a otra.
- Reducción de mano de obra.
- Ahorro sustancial de leche.

El proceso de congelamiento se hace en nitrógeno líquido a  $-196^{\circ}\text{C}$ .

#### **2.9.2. Preparación y propagación del cultivo madre**

Se conoce como cultivo madre al cultivo puro o mezcla de especies de cultivos lácteos. Algunos autores lo denominan cultivo inicial y sus condiciones de manejo deben estar bastante controladas para evitar contaminaciones indeseadas.

### 2.9.2.1. Preparación

La inoculación inicial para la preparación del cultivo madre se obtiene de proveedores de prestigio y calidad reconocidas. Para ello se deben seguir estrictamente las indicaciones de los mismos. Por lo general contienen ambos microorganismos (Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus thermophyllus) en proporciones definidas, que varían de 1:1 a 2:3, en g de microorganismos. Por lo general se preparan juntos, aunque algunos laboratorios prefieren prepararlos por separado PAYTAN (20).

La finalidad de esta fase es la de reactivar los microorganismos y el proceso general para su preparación es:

- Leche descremada o estéril, calentada a 90°C por 30 minutos. También se puede utilizar leche entera, aunque no es conveniente.
- Se ajusta la temperatura entre 40.5-45°C.
- Se inocula o efectúa la siembra, mezclando bien para uniformizarla.
- El cultivo se mantiene en este rango de temperatura hasta que se coagule y el análisis volumétrico de acidez esté cerca a 0,90 por ciento (expresado en forma de ácido láctico).

- El cultivo preparado es enfriado hasta 3°C y guardado para la siguiente fase PAYTAN (20).

#### 2.9.2.2. Propagación

Esta es la fase de reproducción del cultivo madre. El proceso es similar al de preparación, con la diferencia que la siembra se efectúa a niveles de inóculo que varían de 1 a 3 por ciento del cultivo preparado, en función al volumen de materia prima utilizada PAYTAN (20)

Esto se hace con la finalidad de determinar el mejor parámetro de reproducción para el medio de trabajo. La determinación se hace en base a parámetros físico-químicos. El cultivo que presente mejores características se denominará cultivo base de yogurt y servirá para la elaboración del yogurt base o yogurt natural PAYTAN (20).

#### 2.9.3. Elaboración del yogurt

Una vez determinado el inóculo que reúna las mejores características de un cultivo base, se procede a la elaboración de yogurt natural.

SPREER (24) esquematiza el proceso de elaboración en la Figura 1 e indica que el proceso de elaboración incluye:

### **Selección de la leche**

La leche apropiada es la que contiene un elevado porcentaje de proteínas, en razón a su alta densidad. El extracto seco puede ser aumentado posteriormente por otros medios, razón por la cual es más importante determinar el contenido microbiano y evitar la presencia de sustancias inhibitoras. Se requiere materia prima libre de bacteriófagos, antibióticos o restos de desinfectantes, a fin de prevenir problemas en la producción del yogurt.

### **Estandarización**

La leche se estandariza con la finalidad de obtener y asegurar una buena consistencia del producto terminado. FAO (13) establece como mínimo 8,5 por ciento de sólidos no grasos en la leche y 3,2 a 3,5 por ciento de materia grasa. La normalización ejerce, además, control sobre el sabor y aroma, viscosidad, estabilidad y valor nutritivo del producto final.

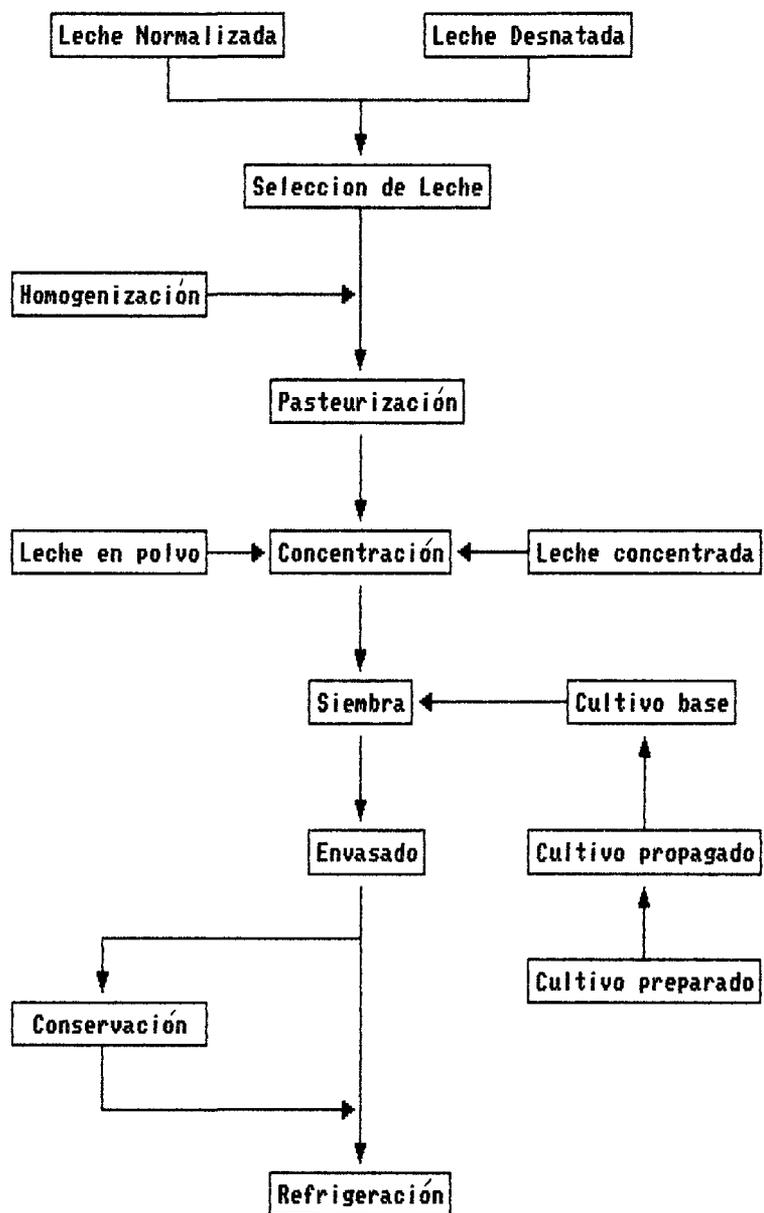


Figura 1 : Tecnología de la Elaboración de Yogurt, SPREER (24)

### **Homogenización**

La leche preparada se suele homogenizar en la práctica con la finalidad de mejorar el sabor e impedir la formación de nata en la superficie. La homogenización reduce el tamaño de los glóbulos, pero aumenta el volumen de las partículas de caseína. En consecuencia, estas no se aglutinan durante la coagulación en la medida necesaria que cuando tienen su tamaño original; esto origina un coágulo blando y para evitar este fenómeno con frecuencia se emplea la homogeneización parcial, que hace que permanezca inalterable la estructura de las proteínas. La homogenización se realiza a 58-60°C y 2500-3000 lb/pulg<sup>2</sup>.

### **Tratamiento térmico o pasteurización**

La leche homogenizada se calienta para reducir su carga microbiana y facilitar el desarrollo de los microorganismos del yogurt. El tratamiento térmico puede variar en un rango de 82° por 30 min hasta 93° por 50 min, tratamiento severo que tiende a dar un producto con poco cuerpo. Algunos investigadores recomiendan 80-90°C por 10-15 min; no es necesario un tratamiento a temperaturas muy elevadas y tiempos prolongados, puesto que se produce la desnaturalización de la caseína y disminuye la capacidad de aglutinación del gel ácido.

### **Concentración**

La densidad exigida puede lograrse por dos procedimientos:

#### **- Por sustracción de agua**

Consiste en eliminar el agua de la materia prima por evaporación hasta alcanzar la densidad deseada. Esto se realiza durante el proceso de pasteurización y los costos son elevados. Actualmente el proceso se lleva a cabo al vacío, resultando así el tratamiento más moderado y sin alteración de la leche.

#### **- Por adición de leche en polvo**

La leche en polvo debe ser de buena calidad. Se disuelve en leche caliente y luego se adiciona a la leche que está siendo sometida a pasteurización. La cantidad de leche en polvo que se debe agregar se calcula en base al extracto seco y la densidad, estableciendo una proporción con el peso específico deseado. Un cálculo aproximado puede hacerse por medio del título proteico, según el cual 1 por ciento de leche en polvo lo eleva en el 0,3 por ciento. En cualquier caso, la densidad de la leche se determinará siempre después del ajuste. FAO (13) recomienda agregar 3 por ciento en función al volumen de materia prima utilizada.

### **Enfriamiento**

La leche pasteurizada se enfría a 40-45°C, margen que es el óptimo para el desarrollo de los microorganismos.

### **Inoculación**

También llamada siembra. La leche enfriada a 40-45°C se procede a inocular en proporciones que varían entre 2-3 por ciento de cultivo base de yogurt, teniendo en cuenta las siguientes características:

- El cultivo base de yogurt debe contar exclusivamente con las especies bacterianas Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus thermophyllus.
- No debe contener otras especies no termófilas; de lo contrario puede producir una acidificación intensa durante y después de la refrigeración.
- Debe haber una proporción entre cocos y bacilos de 1:1 a 2:3, aproximadamente.

### **Incubación**

La incubación se efectúa a temperaturas que oscilan entre 42-45°C, durante tres horas

aproximadamente, hasta lograr la acidificación, consistencia y sabor deseados. Es conveniente vigilar el pH, pues sólo así puede determinarse el momento exacto en que termina la incubación.

### **Enfriamiento y refrigeración**

Terminado el tiempo de incubación, el yogurt se enfría a temperatura ambiente y luego se lleva a cabo otra más intensa, llevando el producto final a temperaturas entre 5-6°C. En el almacenamiento se desarrolla principalmente el aroma. El yogurt puede ser expedido luego de 10-12 horas de almacenamiento.

### **2.10. SABORIZANTES**

El agregado de saborizantes se realiza a gusto personal, recomendándose sobre todo aquellos de procedencia natural, tales como frutas, pulpa de frutas, compotas, jarabes y zumo de frutas PAYTAN (20).

Para efectuar el agregado deben tenerse en cuenta las especificaciones del caso; ITINTEC (16) recomienda que el mínimo de yogurt natural debe ser 75 por ciento, con un máximo de agregados de 25 por ciento.

Las frutas tropicales en nuestra Amazonía no han sido estudiadas detalladamente en cuanto a sus posibilidades industriales, mas aún teniendo en cuenta que estas constituyen, al estado natural, parte integrante de la alimentación del poblador selvático. Existen antecedentes de estudios efectuados en nuestra Universidad para la obtención de pulpas y néctares, los mismos que nos motivaron a utilizarlos como materia prima saborizante y colorante en la elaboración de yogurt batido.

El Cuadro 5, muestra un comparativo entre las características y componentes de las frutas utilizadas en el experimento.

#### 2.11. DEFECTOS DEL YOGURT

CHAVEZ (10) manifiesta que los defectos del yogurt en cuanto a sabor son corrientes, de la misma manera que lo son para cualquier producto lácteo; quizás la falla más corriente sea la ausencia de sabor y aroma típicos del yogurt. Dando por supuesto que el cultivo madre tenga el equilibrio deseado de cocos y bacilos, la formación insuficiente de sabor en el producto final suele ser resultado de la producción inadecuada de ácido.

**CUADRO 5 : Composición de Frutales por 100 g. Porción Comestible**

Componentes	Unidad	Papaya	Piña	Zapote	Aguaje
<b>Componentes mayores</b>					
- Calorías	g	32,00	39,00	74,00	276,00
- Agua	g	91,00	89,00	80,00	54,00
- Proteínas	g	0,40	0,30	0,90	4,00
- Grasa	g	0,10	0,20	0,30	25,00
- Carbohidratos	g	8,00	10,00	19,00	18,00
- Fibra	g	0,40	0,40	0,90	1,00
- Cenizas	g	0,50	0,30	0,30	0,80
<b>Componentes menores</b>					
- Calcio	mg	23,00	10,00	22,00	74,00
- Fósforo	mg	14,00	4,00	17,00	27,00
- Hierro	mg	0,30	0,40	1,80	0,70
- Tiamina	mg	0,02	0,04	0,02	0,12
- Acido ascórbico	mg	65,00	25,00	9,00	0,00
- Carotenos	mg	0,27	0,05	0,80	4,60
- Niacina	mg	0,41	0,27	0,62	0,29
Sólidos solubles	mg	10,20	11,10	14,00	2,71
Acidez total, ácido cítrico	mg	0,17	0,27	0,09	0,72
Indice de madurez	mg	60,00	41,10	156,25	3,26

Fuente: Alegría (2), Alfaro (3), Alvarez (4), Calle (6), Cárdenas (9) y Reátegui (22).

La formación óptima de sabor no se alcanza sino hasta que la acidez llegue alrededor de 0,85 por ciento, pero la maduración muy por encima de 0.95 por ciento da un producto que es demasiado ácido.

Los compuestos aromáticos se forman en una escala considerablemente amplia de acidez. La ausencia de sabor y aroma típicos de yogurt puede ser también resultado del empleo de cepas de bacilo que produzcan cantidades excesivamente pequeñas de sustancias aromáticas y de sabor.

Los sabores poco duros y amargos del yogurt son producidos a veces por la utilización de leche de poca calidad o un iniciador contaminado. Ciertas cepas de bacilo pueden dar sabor amargo CHAVEZ (10).

La producción lenta de ácido por cultivos puede deberse a la presencia de bacteriófagos que atacan a los cocos. Se han obtenido cultivos resistentes a ellos pero el cuerpo de yogurt hecho con estos cultivos no tiene la firmeza deseada CHAVEZ (10)

La formación de cuajada débil es un problema grave del yogurt hecho con leche cuyo contenido de sólidos es el normal. Experimentalmente se comprobó

que el yogurt hecho con leche de bajo contenido en sólidos la cuajada es débil. Esto se corrige agregando leche en polvo entre 1-3 por ciento. FAO recomienda agregar 3 por ciento en base al volumen utilizado de leche CHAVEZ (10).

La homogenización efectuada antes de la inoculación también disminuye este problema. La adición de cuajo en pequeña cantidad reduce la cuajada débil, pero afecta el sabor y la textura.

La temperatura es otro parámetro que puede influir en la cuajada, al precipitar la caseína. El ideal está entre 85-90°C por 10-15 min. Aunque no frecuente, a veces ocurre la separación del suero con la formación del coágulo CHAVEZ (10).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. LUGAR Y FECHA DE EJECUCIÓN**

El experimento fue ejecutado en el Laboratorio de Análisis y Composición de Alimentos de la Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, entre los meses de octubre de 1 989 y enero de 1 990.

#### **3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS**

- Como materia prima fue leche fresca de vaca, procedente de fundos ganaderos de la zona de Cuñumbuque, distrito de la Provincia de Lamas, en el Departamento de San Martín.

- Como saborizantes se utilizó azúcar blanca y frutas nativas frescas como aguaje, papaya, piña y zapote, procedentes de áreas agrícolas ubicadas en Yurimaguas (Departamento de Loreto), Morales, Tabalosos y Lamas, en el Departamento de San Martín.

- Para la elaboración del yogurt se usó cepas liofilizadas de 2 g cada una, adquiridas en la Casa Germán Klinge de Lima, Perú.

- Para la normalización de la leche fresca se utilizó leche en polvo envasada por la Empresa

Nacional de Comercialización de Insumos.

- El envasado del producto final se hizo en envases plásticos de 150 ml de capacidad.

### 3.3. CARACTERIZACION DE FRUTA Y PULPA

#### 3.3.1. Aguaje

Nombre científico : Mauritia flexuosa  
Variedad : Criolla  
Nombre vulgar : Aguaje shambo  
Color de la pulpa : Amarillo anaranjado  
intenso  
Consistencia : Farino-grasosa  
Estado de fruta : Madura

#### 3.3.2. Papaya

Nombre científico : Carica papaya L.  
Variedad : Criolla  
Color de la pulpa : Amarillo anaranjado  
tenue  
Consistencia : Suave  
Estado de fruta : Madura

#### 3.3.3. Piña

Nombre científico : Ananas comosus  
Variedad : Criolla

Color de la pulpa : Amarillo pálido  
Consistencia : Blanda  
Estado de fruta : Madura

#### 3.3.4. Zapote

Nombre científico : Matisia cordatta H.S.  
Variedad : Criolla  
Nombre vulgar : Zapote  
Color de la pulpa : Anaranjado intenso  
Consistencia : Acuosa  
Estado de fruta : Madura

### 3.4. EQUIPOS Y MATERIALES

#### 3.4.1. Equipos

- Bañomaría, marca MEMMERT, con termómetro acoplado, type V350, 220V, 1 600W y 100°C de temperatura.
- Estufa, marca MEMMERT, con termómetro acoplado, type U30, 220V, 1 600W y 220°C de temperatura.
- Balanza analítica, marca SARTORIUS, 0,01mg de precisión, digital.
- Refrigerador marca ELECTROLUX, 16 pulg y 220V.
- Batidora marca OSTER, tres velocidades.
- Licuadora marca SUMBEAN, tres velocidades, 220V.
- Potenciómetro marca MICRONITE, digital, 220V.

- Refractómetro marca SCOTT.
- Mufla, temperatura máxima de operación 1 200°C.
- Cocina a querosene marca SURGE, modelo familiar, tres hornillas.
- Cocina eléctrica s/marca.

### 3.4.2. Materiales

- Vasos de precipitación de 1000, 500 y 100 ml.
- Mesas de madera con cubierta de fórmica.
- Termómetros graduados de 10°-110°C.
- Lactodensímetro de Quevenne.
- Materiales de laboratorio: buretas, pipetas, probetas, matraces, relojes de vidrio, tubos de ensayo, entre otros.
- Medios de cultivo y caldos nutritivos para análisis microbiológicos.
- Cuchillos y cucharas de acero inoxidable.
- Ollas de aluminio para cocción a fuego directo.

### 3.5. MÉTODOS

Las pruebas para determinar los parámetros de elaboración de yogurt saborizado con frutas, comprende tres etapas:

### **3.5.1. Etapa I: Preparación y propagación del cultivo de yogurt.**

Con la finalidad de reactivar los microorganismos liofilizados y su posterior propagación a diferentes porcentajes de inóculo, buscando el nivel óptimo para los procesos posteriores; la determinación se hará en base a evaluaciones de pH, acidez titulable y reductasa.

#### **3.5.1.1. Preparación de la cepa liofilizada**

De acuerdo a las indicaciones del proveedor, consiste en utilizar un sobre por litro de leche fresca tratada, cuyo proceso es:

##### **Pasteurización de la leche**

La leche fresca se somete a 90°C de temperatura durante 15 min, para eliminar la flora bacteriana existente.

##### **Enfriado.**

La leche tratada se enfría a temperaturas entre 40-45°C, eliminándose la nata.

##### **Siembra.**

Cuando la temperatura está alrededor de 42°C, se inocula el contenido del sobre.

### **Incubación.**

Efectuada la siembra se traslada a una estufa acondicionada a 42°C, se mantiene bajo estas condiciones durante 2-3 horas, aproximadamente, hasta que se produzca la coagulación de la leche; obteniéndose el cultivo de yogurt preparado o cultivo inicial.

### **Refrigeración.**

La leche coagulada se enfría a temperatura ambiente; el proceso continua en esta etapa más lentamente. Una vez fría, se refrigera entre 6-7°C, almacenándola durante ocho horas.

#### **3.5.1.2. Propagación del cultivo inicial**

El proceso de propagación es similar al anterior; la diferencia está en la siembra.

Experimentamos con tres niveles de inóculo: 1, 2 y 3 por ciento de cultivo inicial por litro de leche, a fin de determinar el nivel de inóculo que presenta mejores condiciones de propagación, de acuerdo al flujo:

### **Pasteurización.**

A 90°C por 15 min.

**Enfriado.**

Entre 40-45°C. Incluye desnatado.

**Siembra o inoculación.**

Tres niveles de inóculo:

- |              |   |                                     |
|--------------|---|-------------------------------------|
| 1 por ciento | : | 10 ml de cultivo por l de<br>leche. |
| 2 por ciento | : | 20 ml de cultivo por l de<br>leche. |
| 3 por ciento | : | 30 ml de cultivo por l de<br>leche. |

**Incubación.**

En estufa, a 42°C; en este caso, el tiempo es factor de evaluación.

**Refrigeración.**

Obtenido el nivel de acidez adecuado se refrigera a 6-7°C. No se somete a enfriamiento a temperatura ambiental.

**3.5.1.3. Métodos de control**

**Leche pasteurizada**

Se sometió a los siguientes controles:

**pH.** A través del potenciómetro.

**Reductasa.** A fin de determinar la carga microbiana; mediante el método recomendado por ITINTEC.

**Acidez titulable.** Titulación con hidróxido de sodio, método recomendado por ITINTEC (16).

**Densidad.** Mediante el lactodensímetro de Quevenne y las correcciones del caso, de acuerdo a la temperatura.

**Grasa.** Método de Gerber, recomendado por ITINTEC (16).

**Sólidos totales.** Mediante la fórmula de Richmond modificada, recomendada por ITINTEC (16).

$$S.T. = (D*0,25) + (G*1,22) + 0,14$$

donde:

S.T. = Porcentaje de sólidos totales.

D = Densidad relativa de la leche a 15°C, expresado en grados Quevenne.

G = Porcentaje de materia grasa en la leche.

Estos datos nos servirán para efectuar la normalización de la leche cuando se elabore el yogurt natural.

### **Cultivos de yogurt**

Tanto el cultivo preparado como el propagado se someten a controles de pH, prueba de Reductasa y acidez titulable, por los métodos ya descritos.

### 3.5.2. Etapa II: Elaboración del yogurt base o yogurt natural

Se realiza con el objeto de determinar el porcentaje de cultivo propagado que reúna las mejores condiciones de elaboración de yogurt natural; para lograr esto utilizamos también tres niveles de inóculo: 1, 2 y 3 por ciento de cultivo propagado, los cuales fueron sometidos a las evaluaciones efectuadas en la etapa anterior, así como a evaluaciones organolépticas.

#### 3.5.2.1. Elaboración

El proceso es el siguiente:

**Tratamiento térmico, concentración y adición de sólidos.**

Procesos simultáneos, según recomienda FAO(13); cuando la leche alcanza temperaturas alrededor de 50°C, se adiciona leche en polvo ENCI con un valor normalizado de 3 por ciento en base al total de leche fresca en tratamiento (aproximadamente 30 g/l de leche). La concentración se logra agitando vigorosamente la leche caliente, por evaporación de agua. El tratamiento térmico de la leche es a 90°C durante 15 min.

**Enfriamiento y descremado.**

Hasta 40-45°C de temperatura, eliminándose la nata.

**Siembra o inoculación.**

Efectuada cuando la leche alcanza 42°C; se realizaron tres niveles de inóculo:

- 1 por ciento : 10 ml de cultivo por 1 de  
leche
- 2 por ciento : 20 ml de cultivo por 1 de  
leche
- 3 por ciento : 30 ml de cultivo por 1 de  
leche.

El inóculo que se utilizó es el del cultivo propagado que mejores resultados obtuvo en las observaciones hechas en la etapa anterior. agitándose vigorosamente durante 2 min a fin de homogenizar la mezcla.

**Incubación.**

En baño maría previamente preparado y acondicionado a 42°C, durante 2,5 horas.

**Enfriado y refrigeración.**

Se efectúan dos tipos de enfriado; uno lento, hasta alcanzar la temperatura ambiente y permitir que el proceso continúe en forma menos

intensa; luego, refrigeración intensa a 6°C, manteniéndola así hasta el proceso siguiente.

#### **Envasado.**

Transcurridas 12 horas en refrigeración, el yogurt natural fue envasado manualmente.

### **3.5.2.2. Métodos de control**

#### **De la leche**

Las características de la leche se consideran constantes durante todo el proceso. Los controles efectuados en la etapa anterior se consideraron válidos para todo el trabajo.

#### **Durante el proceso**

En la fase de Incubación se efectuaron controles de pH y acidez titulable, con intervalos de 15 min; la prueba de Reductasa se efectuó al final de la incubación.

#### **Evaluación sensorial**

Los productos refrigerados evaluaron de 15 personas semientrenadas.

Los atributos evaluados: aroma, color, sabor y textura, se hicieron mediante la siguiente escala hedónica modificada, recomendada por CHAVEZ (10):

Calificativo	Puntaje
Excelente	5
Muy bueno	4
Bueno	3
Regular	2
Malo	1

La misma que se utilizó a través de todo el proceso y en todos los casos requeridos.

El cultivo utilizado hasta este punto del trabajo, se desechó para la siguiente etapa.

### **3.5.3. Etapa III : Elaboración de yogurt con saborizante.**

Esta etapa permite determinar y desarrollar los parámetros tecnológicos óptimos de los saborizantes en la elaboración de yogurt batido.

Se utilizaron diferentes porcentajes de saborizante para cada fruta, a fin de determinar cuál es el mejor porcentaje de agregado por fruta y posteriormente efectuar un comparativo entre los mejores niveles de cada una.

### 3.5.3.1. Elaboración del saborizante

#### **De papaya**

#### **Lavado y pelado**

Eliminación de partículas indeseadas adheridas a la superficie de la fruta así como eliminación de cáscaras, semillas y filamentos interiores; manual, utilización de agua fría y cuchillos de acero inoxidable.

#### **Pulpeado y dilución**

Mecánico, en licuadora a alta velocidad, agregando agua en proporción 1:1

#### **Adición de azúcar**

En base al total de pulpa obtenida se adicionó 8 por ciento de azúcar.

#### **Concentración**

La mezcla de pulpa, agua y azúcar se sometió a temperaturas entre 85-90°C, con la finalidad de concentrarla hasta 35°Bx en caliente, agitando constantemente para evitar el quemado de la pulpa, obteniéndose de esta manera el almíbar.

#### **Enfriado**

A temperatura ambiente, lográndose mayor concentración por eliminación de agua.

#### **Refrigeración**

Se almacena en refrigeración hasta su utilización.

## **De piña**

### **Lavado y pelado**

Lavado con agua y retirado el pedúnculo y la cáscara con cuchillo, en forma manual.

### **Cortado y descorazonado**

Con cuchillos de acero inoxidable, eliminándose el material no pulposo.

### **Dilución, adición de azúcar y pulpeado**

Se diluye la pulpa con agua en proporción 1:1, adicionándose 8 por ciento de azúcar en base al total de pulpa; el pulpeado es mecánico, con licuadora a alta velocidad.

### **Tamizado y concentración**

Con mallas número 0,60 y 0,30; obteniéndose pulpa refinada, la cual se sometió a 85-90°C de temperatura, con la finalidad de concentrarla hasta 35°Bx en caliente.

### **Enfriado y almacenamiento**

A temperatura ambiente, lentamente; lográndose mayor concentración por eliminación de agua. Se almacena en refrigeración hasta su utilización.

## **De zapote**

### **Selección, lavado y cortado**

Mediante inspección visual se determina frutos de buena calidad, las que se lavan con agua fría, para eliminar impurezas; estos se cortan con cuchillos de acero inoxidable.

### **Pulpeado y tamizado**

Manual, con cuchillos y cucharas de acero inoxidable, mediante raspado de las partes carnosas adheridas a cáscaras y semillas; la pulpa obtenida se tamiza usando mallas números 0,60 y 0,30, a fin de eliminar fibras y fibrillas suspendidas en la pulpa.

### **Adición de azúcar, concentración y enfriado.**

Se adicionó 8 por ciento de azúcar, sometiendo la pulpa de zapote a 85-90°C de temperatura, concentrándola hasta 35°Bx en caliente. El almíbar obtenido se enfría a temperatura ambiente hasta llegar a 30°C.

### **De aguaje**

#### **Selección y lavado**

La selección se realiza teniendo en cuenta el tamaño, daños de acción mecánica, grado de contaminación, madurez y color de pulpa. La fruta seleccionada se lava con agua tibia a 40°C;.

#### **Descascarado y pulpeado**

Con cucharas de acero inoxidable, mediante raspado, procurando extraerla en su totalidad para obtener mayores rendimientos.

#### **Dilución, adición de azúcar y concentración**

La pulpa se diluye con agua en proporción 3:1 adicionándose 8 por ciento de azúcar en función

al total de pulpa. Se concentra a temperaturas entre 85-90°C.

### 3.5.3.2. Saborización de yogurt natural.

La saborización del yogurt natural con saborizante, se hizo de la siguiente manera:

- El yogurt natural se prepara con 24 horas de anticipación. Durante este tiempo, el yogurt se mantiene en refrigeración y su elaboración se realiza con cultivo nuevos, preparados y propagados para cada tipo de fruta.

- El batido del coágulo refrigerado por 24 horas se hace en forma vigorosa y por corto tiempo, utilizando batidora de paletas, hasta homogenizar la masa y presentar una consistencia suave y cremosa;

- El saborizante agregado al yogurt natural es constante para todos los casos en cuanto a sus características físico-químicas; el agregado se realiza a diferentes porcentajes, tal como se indica en el Cuadro 6; la finalidad es obtener el nivel adecuado y de mayor aceptabilidad.

**CUADRO 6 : Porcentajes de agregado de Saborizante al yogurt base o yogurt natural**

PIÑA	AGUAJE	PAPAYA	ZAPOTE
10	5	10	10
15	10	15	15
20	15	20	20

- El yogurt saborizado se almacena en refrigeración, a 6°C. El tiempo de almacenamiento previo a las evaluaciones sensoriales es de 12 horas, lográndose mayor incorporación al yogurt de los atributos de cada fruta.

**3.5.3.3. Identificación de agregados de saborizante de frutas.**

Adición de saborizante de aguaje

- Agregado A : 10 por ciento de pulpa
- Agregado B : 15 por ciento de pulpa
- Agregado C : 5 por ciento de pulpa

Adición de saborizante de papaya

- Agregado A : 15 por ciento de pulpa

Agregado B : 20 por ciento de pulpa

Agregado C : 10 por ciento de pulpa

Adición de saborizante de piña

Agregado A : 15 por ciento de pulpa

Agregado B : 20 por ciento de pulpa

Agregado C : 10 por ciento de pulpa

Adición de saborizante de zapote

Agregado A : 15 por ciento de pulpa

Agregado B : 20 por ciento de pulpa

Agregado C : 10 por ciento de pulpa

#### 3.5.3.4. Métodos de control

##### - Frutas

Se determinó pH por potenciometría, acidez por titulación con NaOH (0,1 N) expresados los resultados en ácido cítrico y grados Brix por refractometría.

##### - Pulpa de frutas

Grados Brix por refractometría.

##### - Yogurt base

pH y acidez.

##### - Yogurt saborizado

Evaluación sensorial para cada tipo de fruta y

a diferentes niveles de agregado.

**- Yogurt saborizado con los mejores niveles de  
saborizante**

Evaluación sensorial a través del panel de degustación.

Condiciones de almacenamiento, tanto a temperatura ambiente como en refrigeración.

Análisis microbiológicos. Actividad microbiana a través de la prueba de reductasa, recomendado por ITINTEC.

Para determinar posibles contaminaciones por hongos y levaduras, se utilizó como medio de cultivo el agar oxitetraciclina glucosa.

La presencia de coliformes y estreptococos del grupo D de Lancefield se determinó utilizando como medios de cultivo el caldo lactosado verde brillante bilis al 2 por ciento y caldo de azida de sodio, respectivamente.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. DE LA MATERIA PRIMA**

#### **4.1.1. Controles efectuados en leche**

Durante el proceso se utilizó leche fresca de buena calidad organoléptica; presentaba color cremoso y blanco característico, olor típico, ausencia total de cuerpos extraños y sabor ligeramente dulce, que en conjunto identifican a una leche de calidad y buena aceptación.

En el Cuadro 7 mostramos los resultados de los controles realizados en leche previamente pasteurizada. Estos controles se efectuaron por triplicado y los promedios obtenidos se asumieron como constantes en todo el proceso.

De acuerdo a la tabla de clasificación del ITINTEC, esta leche pasteurizada se cataloga como clase C o muy aceptable.

#### **4.1.2. Leche en polvo**

La leche en polvo utilizada fue la envasada por ENCI, en bolsas de 110 y 220 g. Esta leche fue

CUADRO 7 :      Caracterización de Leche de Vaca Fresca.

---

---

Características	Unidad	Leche
Pasteurización	°C	90,00
Tiempo	min	15,00
Densidad a 20°C	g/ml	1,028
pH		6,70
Acidez titulable	%	0,165
Acidez titulable	°D	16,50
Grasa	%	3,00
Sólidos totales	%	10,80
Sólidos no grasos	%	7,80
Reductasa	horas	5,00

---

---

reconstituida según indicaciones del productor y la composición proximal se muestra en el Cuadro 8.

De acuerdo a las características observadas en los Cuadros 7 y 8, referidas a la leche fresca pasteurizada y leche en polvo reconstituida, existen diferencias favorables a la primera en cuanto se refiere a grasa y densidad, los que nos determinan el total de sólidos presentes en la leche.

Estas determinaciones se hicieron como proceso complementario en el trabajo general y su finalidad era la de determinar si habría modificaciones en la composición de la leche adicionada con el 3 por ciento de leche en polvo. Organolépticamente, existen algunas diferencias notorias, como en el caso del sabor y color; es más blanco y sin el cremor característico de la fresca, con un sabor ligeramente extraño y no identificable. En términos generales, esta leche es medianamente aceptable.

#### 4.1.3. Caracterización de leche fresca con adición de sólidos

Se adicionó leche en polvo ENCI a la leche fresca, en base a 3 por ciento del volumen utilizado.

CUADRO 8 : Composición proximal de leche en polvo ENCI.

Características	Unidad	Leche en polvo	Leche reconstituida
Agua	%	3,40	89,40
Grasa	%	26,00	2,86
Proteínas	%	26,00	2,85
Lactosa	%	37,70	4,15
Sales	%	6,90	0,73
Densidad	g/ml	--	1,05
pH			6,0
Acidez titulable	°D	--	17,00

En el Cuadro 9 mostramos los resultados obtenidos luego de la concentración.

Como podemos observar, con la adición del 3 por ciento de leche en polvo, la leche fresca no alcanza el 14 por ciento de sólidos totales requeridos; se determinó no incrementar este porcentaje a fin de evitar posibles alteraciones organolépticas del producto fresco, especialmente lo referente al sabor.

#### 4.2. ETAPA I : PREPARACIÓN Y PROPAGACIÓN DEL CULTIVO DE YOGURT

##### 4.2.1. Preparación de la cepa liofilizada

El flujo del proceso se muestra en la Figura 2.

Considerando que esta es una prueba de reactivación de los microorganismos de la cepa liofilizada, como paso previo a la propagación, los controles efectuados fueron mínimos; estos se hicieron al inicio y final del proceso.

Secundariamente debe considerarse la cantidad preparada, no apta para mayores evaluaciones. Los resultados se muestran en el Cuadro 10.

CUADRO 9 : Caracterización de leche fresca concentrada. Base 100 ml

Características	Unidad	Leche fresca	Leche concentrada
Temperatura adición	°C	50,00	--
Pasteurización	°C	--	90,00
Tiempo	min	--	15,00
Densidad a 20°C	g/ml	1,028	1,036
pH		6,70	6,70
Acidez titulable	%	0,165	0,165
Acidez titulable	°D	16,50	16,50
Grasa	%	3,00	3,60
Sólidos totales	%	10,80	13,50
Sólidos no grasos	%	7,80	9,90
Reductasa	horas	5,00	5,00

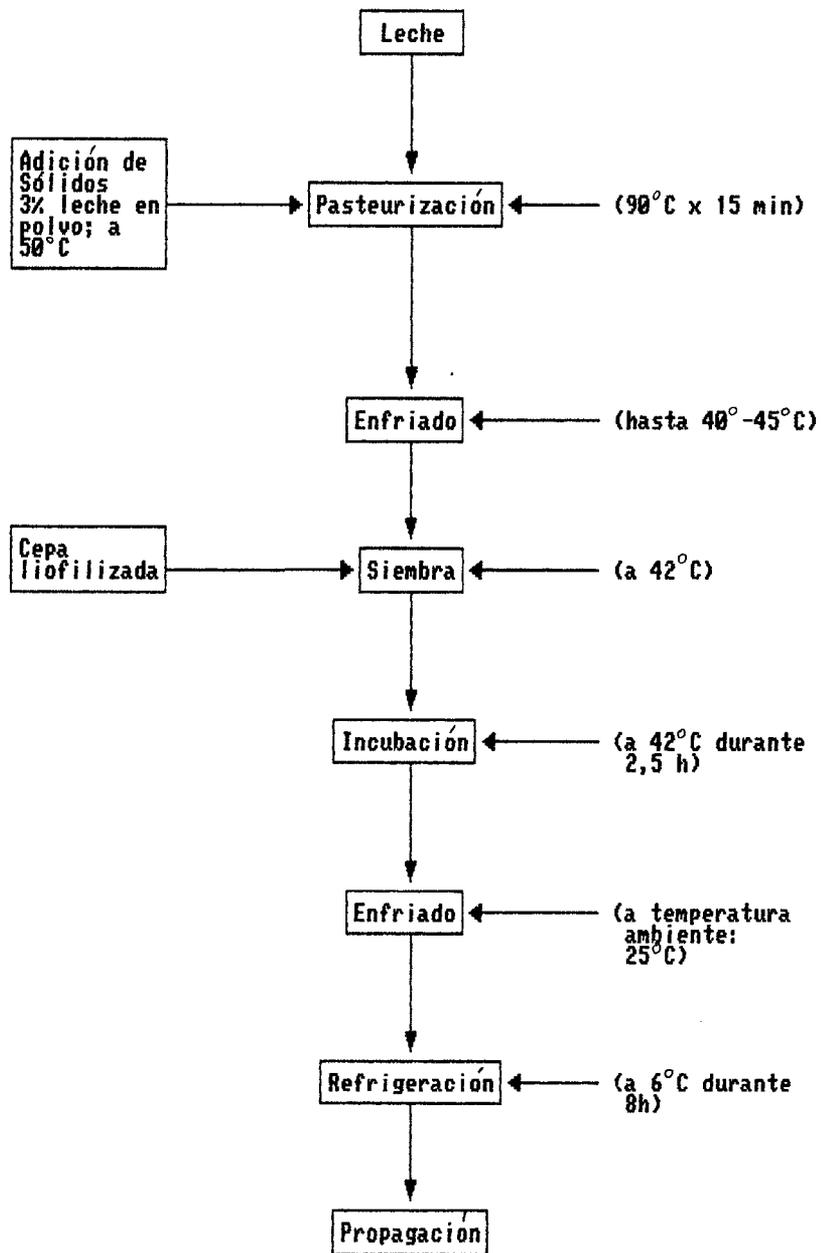


Figura 2 : Flujo para la Preparación de Cultivo Inicial de Yogurt

CUADRO 10 :      Controles en la preparación de cultivo inicial.

Controles	pH	Acidez titulable (°D)	Reductasa (tiempo)
Materia prima	6,70	16,50	5,00 horas
Instante siembra	6,70	16,50	--
Final incubación			
2.5 horas	4,40	103,50	10,00 min
Después de 8 horas			
de refrigeración	4,3	109,50	--

Efectuando el análisis de los resultados obtenidos, notamos que la variación existente entre el instante de la siembra y el final de la incubación es notoria; el incremento de la acidez titulable, es decir, del porcentaje de ácido láctico presente en la cepa preparada, es considerable; aumentando esta, aunque a menor velocidad, luego de ocho horas en refrigeración.

La propagación se realiza cuando la cepa alcanza 1,095 por ciento de ácido láctico. Entre los valores de pH y acidez titulable, tanto en materia prima como en el instante de la siembra, no se observó variación alguna.

El tiempo de decoloración del azul de metileno en la prueba de la reductasa, se reduce de 5 horas a 10 min, lo cual muestra claramente la actividad microbiana de los microorganismos de la cepa.

#### 4.2.2. Propagación del cultivo inicial

En la Figura 3 se muestra el flujo de procesos.

Los controles efectuados a los diferentes porcentajes de inóculo de cultivo inicial se muestran en el Cuadro 11.

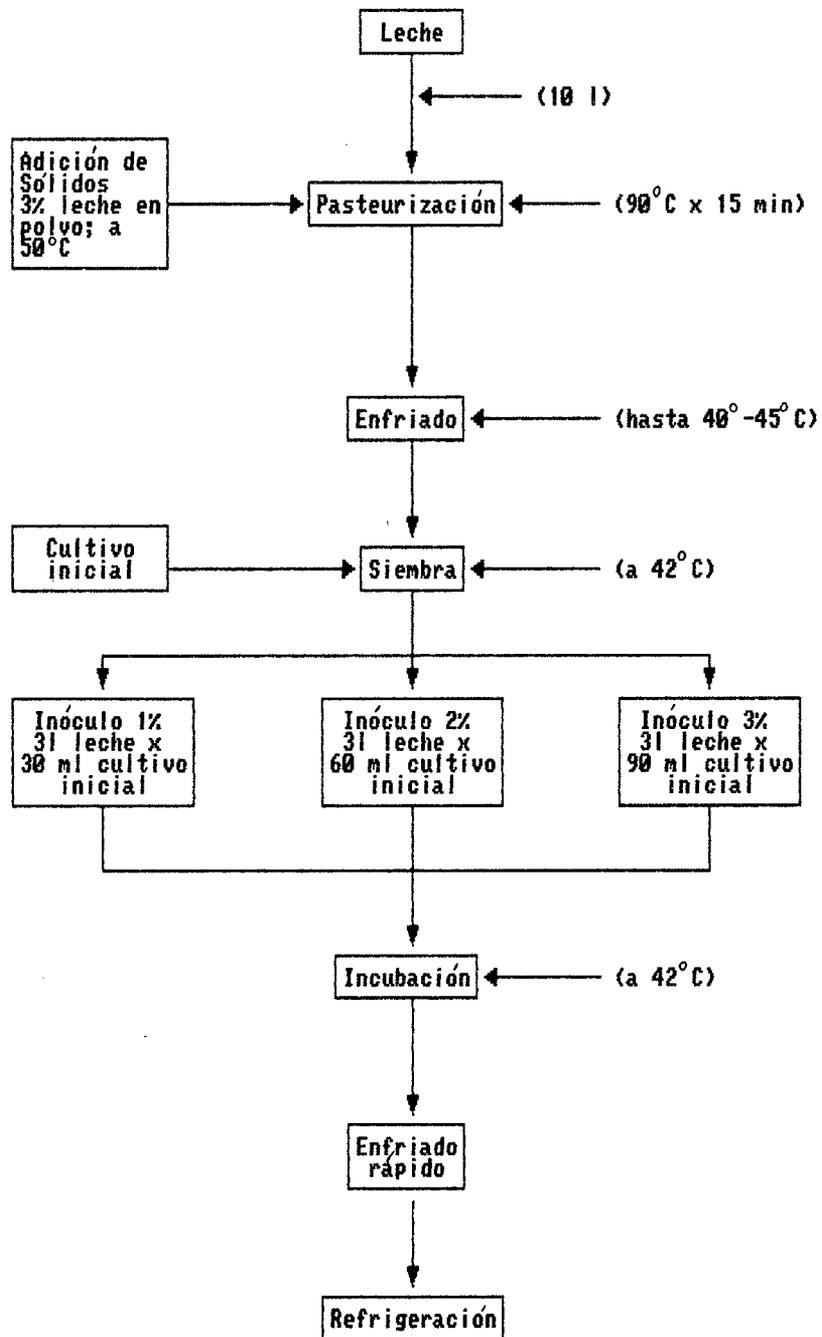


Figura 3 : Flujo para la Propagación del Cultivo Inicial de Yogurt

**CUADRO 11 : Controles en la propagación de cultivo inicial de yogurt.**

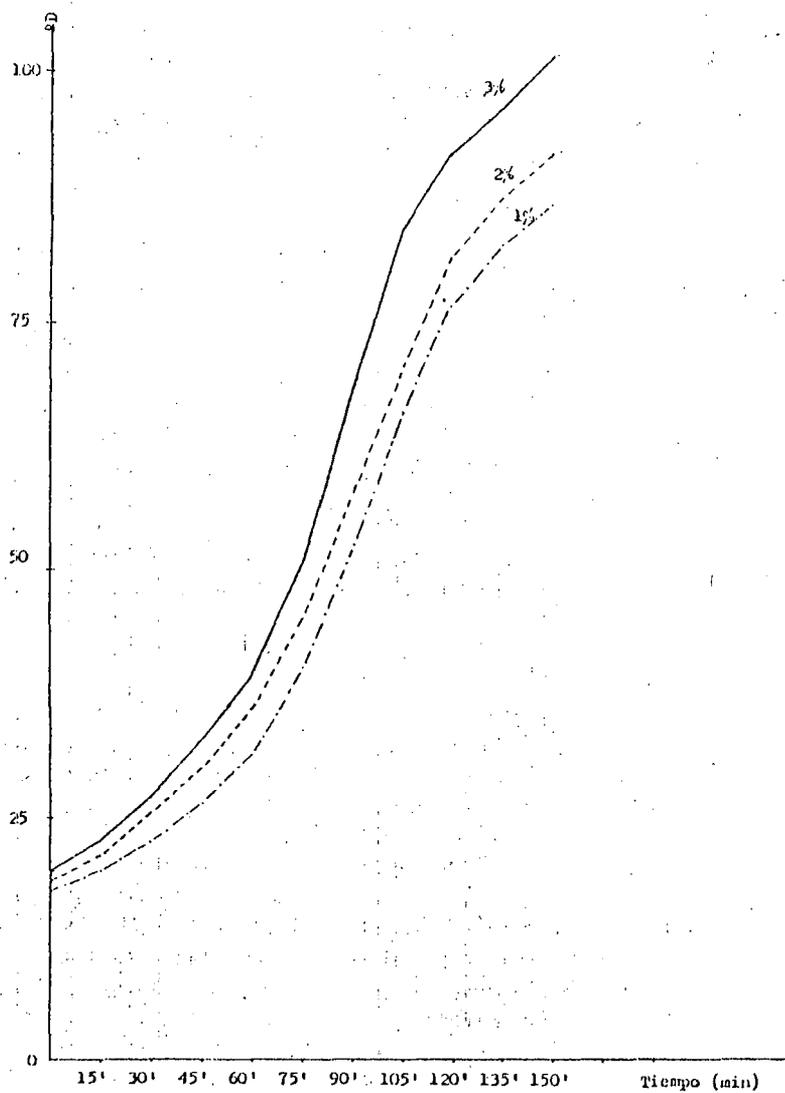
Inóculo de cultivo inicial						
T i e m p o (min)	1%		2%		3%	
	°D	pH	°D	pH	°D	pH
Leche sin siembra	16,50	6,70	16,50	6,70	16,50	6,70
Instante de la siembra	17,50	6,70	18,50	6,60	19,50	6,60
15	19,50	6,60	21,00	6,50	22,50	6,50
30	22,50	6,50	25,50	6,40	27,00	6,30
45	27,00	6,30	30,00	6,20	33,00	6,10
60	31,50	6,20	36,00	6,00	39,00	6,00
75	40,00	5,90	45,00	5,80	51,00	5,70
90	52,50	5,60	58,50	5,50	69,00	5,30
105	66,00	5,40	70,50	5,30	84,00	5,00
120	76,50	5,20	81,00	5,10	91,50	4,80
135	82,50	5,10	87,00	4,90	96,00	4,80
150	88,50	4,90	91,50	4,90	101,50	4,60
Reductasa	18 min		13 min		10 min	

Con los datos del Cuadro 11, graficamos la Figura 4, donde observamos la variación de acidez titulable a medida que transcurre el tiempo.

De acuerdo a los resultados obtenidos y a la observación de las curvas resultantes, podemos indicar que la inoculación del 3 por ciento de cultivo inicial es la que mejores resultados arroja en cuanto a mayores porcentajes de acidez en menor tiempo, respecto a los inóculos 2 y 1 por ciento, respectivamente; asimismo, es interesante observar y anotar que, luego de mantenidos en refrigeración decrece enormemente y tienden a nivelarse, al no incrementarse el sustrato y continuar la propagación de microorganismos a través del tiempo, estos tienden a buscar un punto de nivelación en algún momento, estudio que escapa a los objetivos del experimento.

Por otra parte, es necesario anotar que la consistencia de los cultivos, especialmente el de 3 por ciento de inóculo, es de cuajada gruesa y sumamente grumosa, característica ésta que dificultó posteriormente la medición para efectuar los inóculos en la preparación del yogurt natural.

Tomando como base estos controles y las ventajas que presenta el inóculo de 3 por ciento de cultivo



**Leyenda**

- : 1% de cultivo inicial
- - - - - : 2% de cultivo inicial
- : 3% de cultivo inicial

Figura 4 : Variación de la acidez titulable en función al tiempo de incubación. Propagación de cultivo inicial.

inicial en cuanto a tiempo de cuajado y grado de acidez logrado en menor tiempo, fue el que se utilizó en la elaboración del yogurt natural.

#### 4.3. ETAPA II: ELABORACIÓN DE YOGURT BASE O YOGURT NATURAL

La elaboración de yogurt base es similar al de propagación, tal como se observa en la Figura 5; los controles a los cuales se someten las diferentes fases de este proceso también son los mismos en cuanto se refiere a acidez titulable, pH y reductasa.

Los resultados de los controles efectuados a los diferentes tratamientos se indican en el Cuadro 12.

Como podemos apreciar en el Cuadro 12, a medida que transcurre el tiempo de incubación se incrementa el porcentaje de acidez y este está directamente influenciado por el porcentaje de inóculo de cultivo propagado, alcanzando índices elevados al cabo de 2,50 horas, así como niveles adecuados de pH, tanto en 2 por ciento como en 3 por ciento de inóculo.

Asimismo, el porcentaje de inóculo es determinante para la formación de ácido láctico y coagulación. El 1 por ciento de inóculo presentó una cuajada suma-

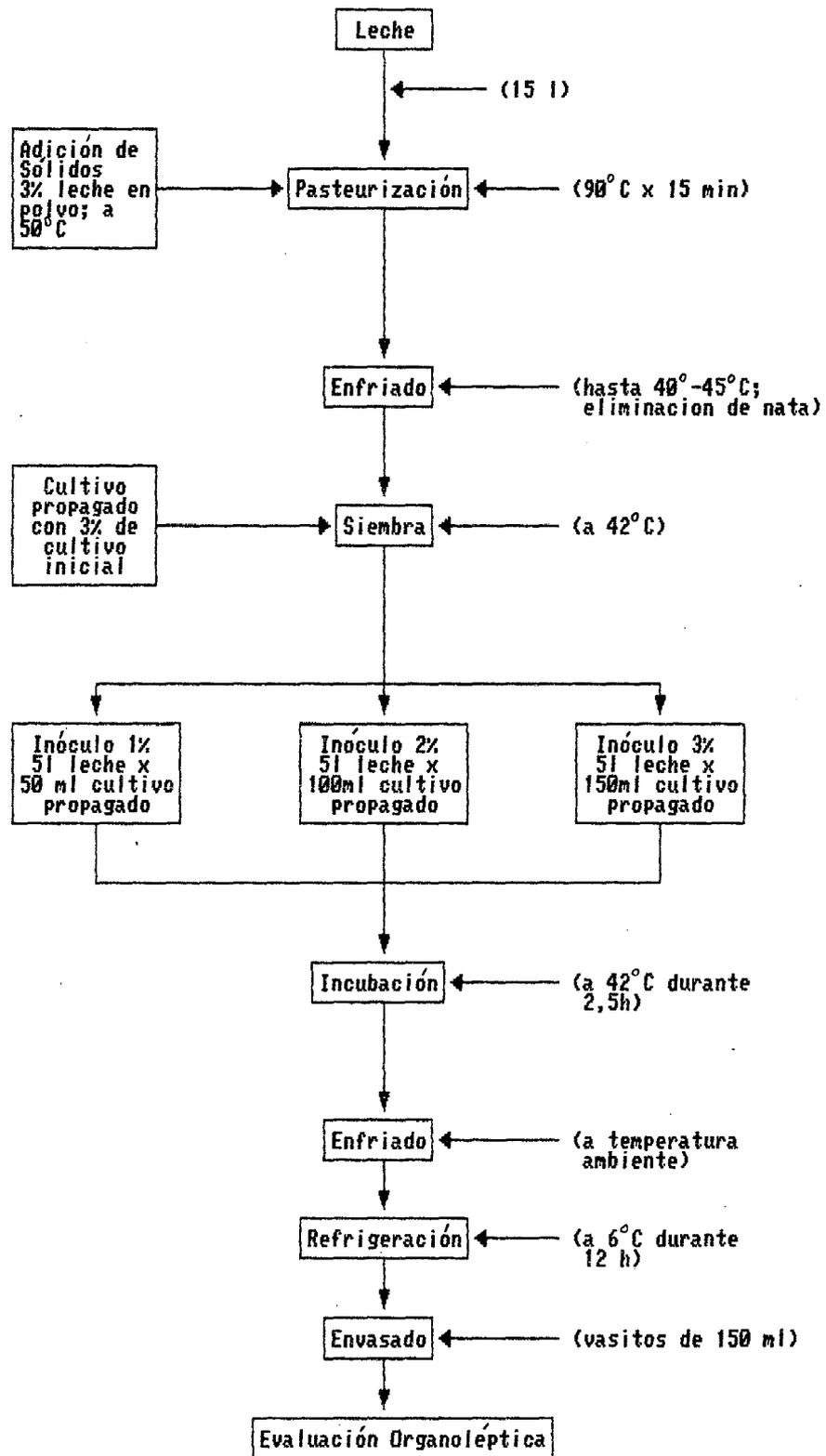


Figura 5 : Flujo para la Elaboración de Yogurt Base o Natural.

**CUADRO 12 : Controles en la elaboración de yogurt natural**

Porcentaje de inóculo de cultivo inicial						
T i e m p o s (min)	1%		2%		3%	
	°D	pH	°D	pH	°D	pH
Leche sin siembra	16,50	6,70	16,50	6,70	16,50	4,70
Cultivo propagado	101,50	4,60	101,50	4,60	101,50	4,60
Instante de la siembra	17,00	6,70	18,00	6,70	19,00	6,60
15 min	19,00	6,60	21,00	6,50	22,50	6,50
30 min	21,50	6,60	24,00	6,50	27,00	6,30
45 min	25,50	6,50	30,00	6,40	36,00	6,00
60 min	28,50	6,30	36,00	6,10	45,00	5,90
75 min	34,50	6,10	43,50	6,00	60,00	5,40
90 min	42,00	6,10	54,00	5,70	75,00	5,00
105 min	54,00	5,80	66,00	5,40	90,00	4,80
120 min	63,00	5,50	76,00	5,10	96,00	4,60
135 min	70,00	5,30	84,00	5,00	99,00	4,60
150 min	75,00	5,20	88,50	4,90	102,00	4,50
Reductasa al final de la incubación	25 min		18 min		10 min	

mente débil, superando en este aspecto los inóculos de 2 por ciento y 3 por ciento.

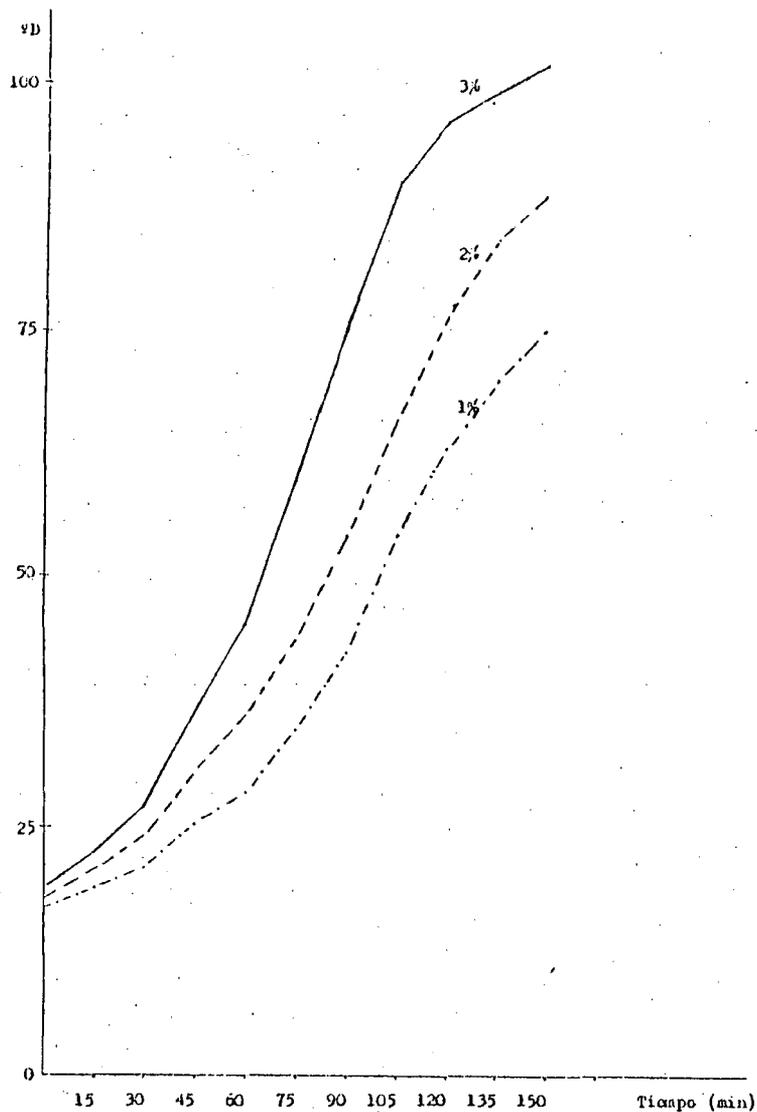
En la Figura 6 podemos observar la variación del grado de acidez a través del tiempo de incubación; es notorio que el 3 por ciento de inóculo presenta una mejor curva de variación.

En el Cuadro 13 observamos el puntaje total obtenido en la evaluación organoléptica de los diferentes tratamientos, individualizados por atributos, así como los promedios respectivos.

En las Figuras 7 y 8 podemos diferenciar notoriamente estos puntajes, tanto por atributos como preferencia, respectivamente.

El Cuadro 14 muestra los resultados del análisis de variancia para cada atributo, en los diferentes tratamientos seguidos para la elaboración del yogurt natural, de acuerdo al delineamiento experimental de bloques completos al azar, recomendado por NATIVIDAD (18).

Como podemos observar en este Cuadro, no existe diferencia significativa entre los panelistas en todos y cada uno de los atributos, observándose alta significación entre los tratamientos.



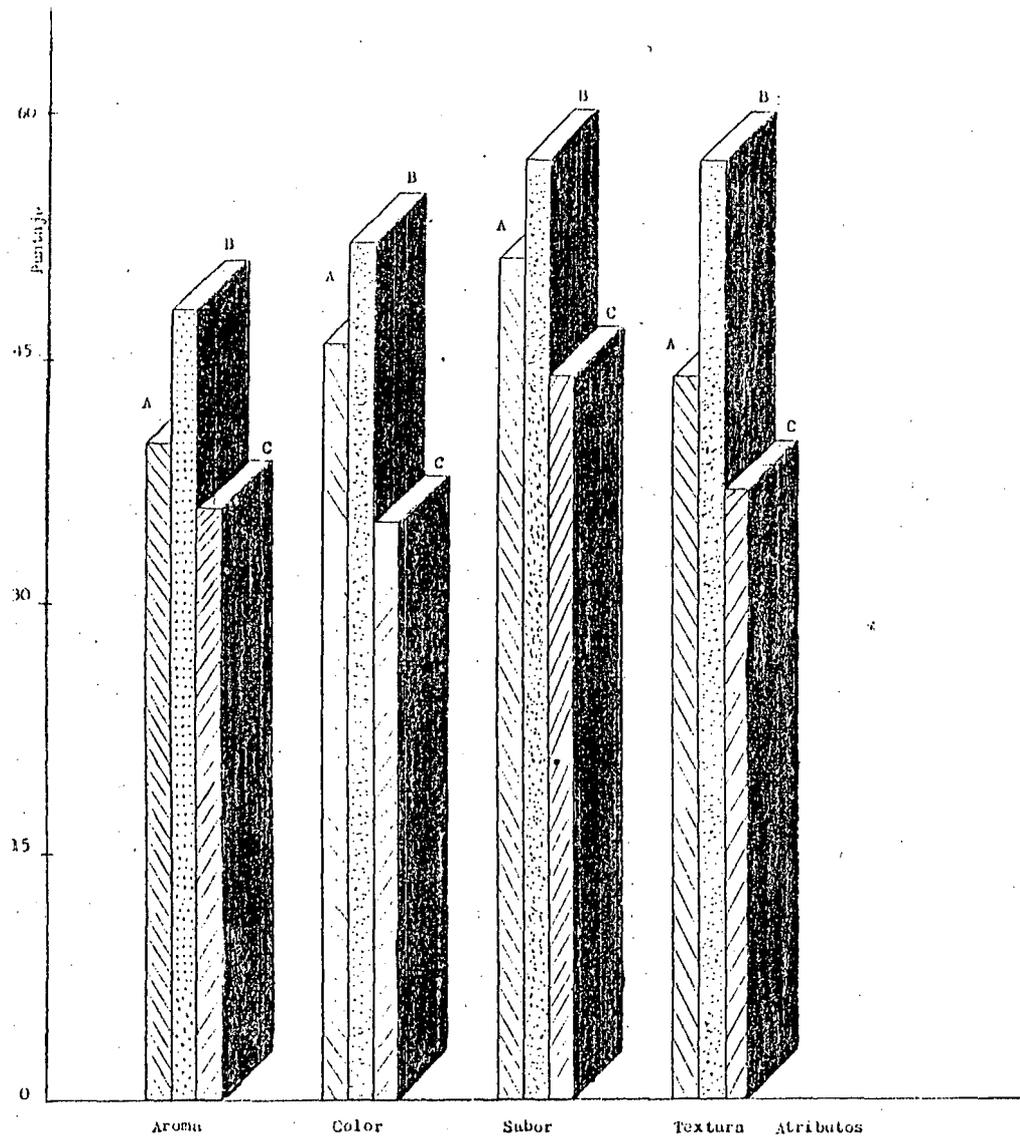
Legenda

- · - · - : 1% de cultivo propagado
- - - - - : 2% de cultivo propagado
- : 3% de cultivo propagado

Figura 6 : Variación de la acidez titulable en función el tiempo de incubación en la elaboración de yogurt base o yogurt natural.

CUADRO 13 : Puntaje global por atributos en los diferentes tratamientos. Elaboración de yogurt natural.

Inóculo de cultivo de yogurt			
Atributos	A : 2%	B : 3%	C : 1%
Aroma : Sx	40,00	48,00	36,00
$\bar{x}$	2,67	3,20	2,40
Color : Sx	46,00	52,00	35,00
$\bar{x}$	3,07	3,47	2,33
Sabor : Sx	51,00	57,00	44,00
$\bar{x}$	3,40	3,80	2,93
Textura: Sx	44,00	57,00	37,00
$\bar{x}$	2,93	3,80	2,47



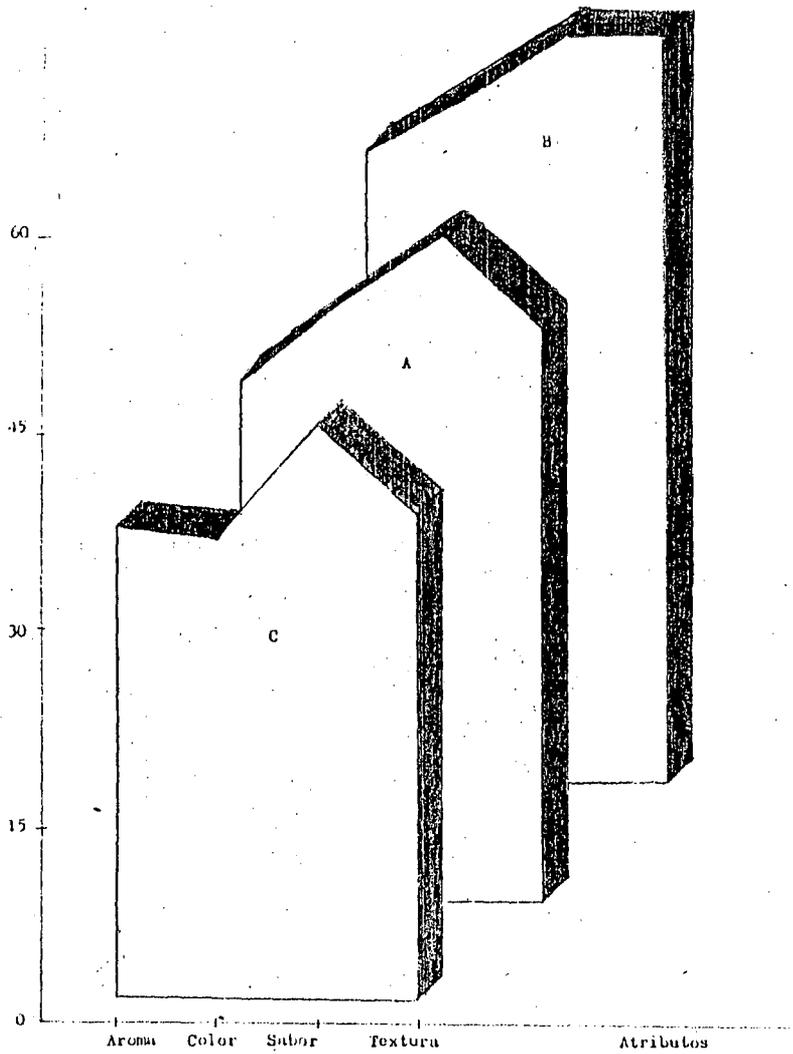
Leyenda

A : 2% de inóculo de cultivo propagado

B : 3% de inóculo de cultivo propagado

C : 1% de inóculo de cultivo propagado

Figura 7 : Representación del puntaje global por atributos en la evaluación organoléptica de yogurt base a diferentes porcentajes de inóculo.



### Leyenda

- A : 2% de inóculo de cultivo propagado
- B : 3% de inóculo de cultivo propagado
- C : 1% de inóculo de cultivo propagado

Figura 8 : Representación del puntaje global por tratamientos en la evaluación organoléptica del yogurt base a diferentes porcentajes de inóculo.

**CUADRO 14 : Resultados del ANVA para cada atributo en los diferentes tratamientos para la elaboración de yogurt natural**

Atributo	F.V.	GL	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	
Aroma	Panelistas	14	4,98	0,356	0,962	n.s.
	Tratamientos	2	4,98	2,49	6,736	a.s.
	Error	28	10,35	0,3696	--	
	Total	44	20,31	--	--	
Color	Panelistas	14	5,24	0,374	0,504	n.s.
	Tratamientos	2	9,91	4,955	6,683	a.s.
	Error	28	20,76	0,741	--	
	Total	44	35,91	--	--	
Sabor	Panelistas	14	7,91	0,565	1,053	n.s.
	Tratamientos	2	5,65	2,83	5,276	a.s.
	Error	28	15,02	0,536	--	
	Total	44	28,58	--	--	
Textura	Panelistas	14	6,13	0,438	0,821	n.s.
	Tratamientos	2	13,73	6,865	12,866	a.s.
	Error	28	14,94	0,534	--	
	Total	44	34,80	--	--	

Es notoria la alta significación que existe entre los tratamientos para el caso específico del atributo textura, que demuestra estadísticamente nuestra apreciación inicial.

En vista que lo importante para el experimento es la diferenciación entre tratamientos, a fin de determinar estadísticamente cual es el mejor, efectuamos el análisis de diferenciación, para lo cual utilizamos la Prueba de Tuckey recomendada por el mismo autor. En el Cuadro 15 se muestran los resultados.

Mediante esta prueba de diferenciación estadística clarificamos la opción para el mejor tratamiento; el atributo textura es el que define optar por el tratamiento B de 3 por ciento de inóculo como el mejor, ya que en cuanto a aroma, color y sabor no hay diferencia significativa entre A y B; se descartó totalmente el tratamiento C con 1 por ciento de inóculo.

#### 4.4. ETAPA III : ELABORACIÓN DE YOGURT SABORIZADO CON FRUTAS.

##### 4.4.1. Flujoograma general de elaboración de yogurt saborizado.

La elaboración de yogurt saborizado con frutas se muestra en la Figura 9.

CUADRO 15 : Valores promedios de la evaluación sensorial de los tratamientos en la elaboración de yogurt natural.

Atributos	q	F <sub>c</sub>	DMS	Orden	Tratamiento	$\bar{x}$	Tuckey=5%
Aroma	3,503	341,69	0,55	1	B	3,2	a
				2	A	2,67	a b
				3	C	2,40	c
Color	3,503	393,09	0,78	1	B	3,47	a
				2	A	3,07	a b
				3	C	2,37	c
Sabor	3,503	513,42	0,66	1	B	3,8	a
				2	A	3,40	a b
				3	C	x,xx	c
Textura	3,503	423,20	0,66	1	B	3,8	a
				2	A	2,93	b
				3	C	2,47	c

q = constante tabular

: N° de tratamientos \* G.L. error, al 5%

F<sub>c</sub> = Factor de corrección

: (total)<sup>2</sup>/N° respuestas : panelistas \* tratamientos

DMS = Diferencia mínima significativa

:  $q \sqrt{CM_{error}/n}$

n = N° de panelistas.

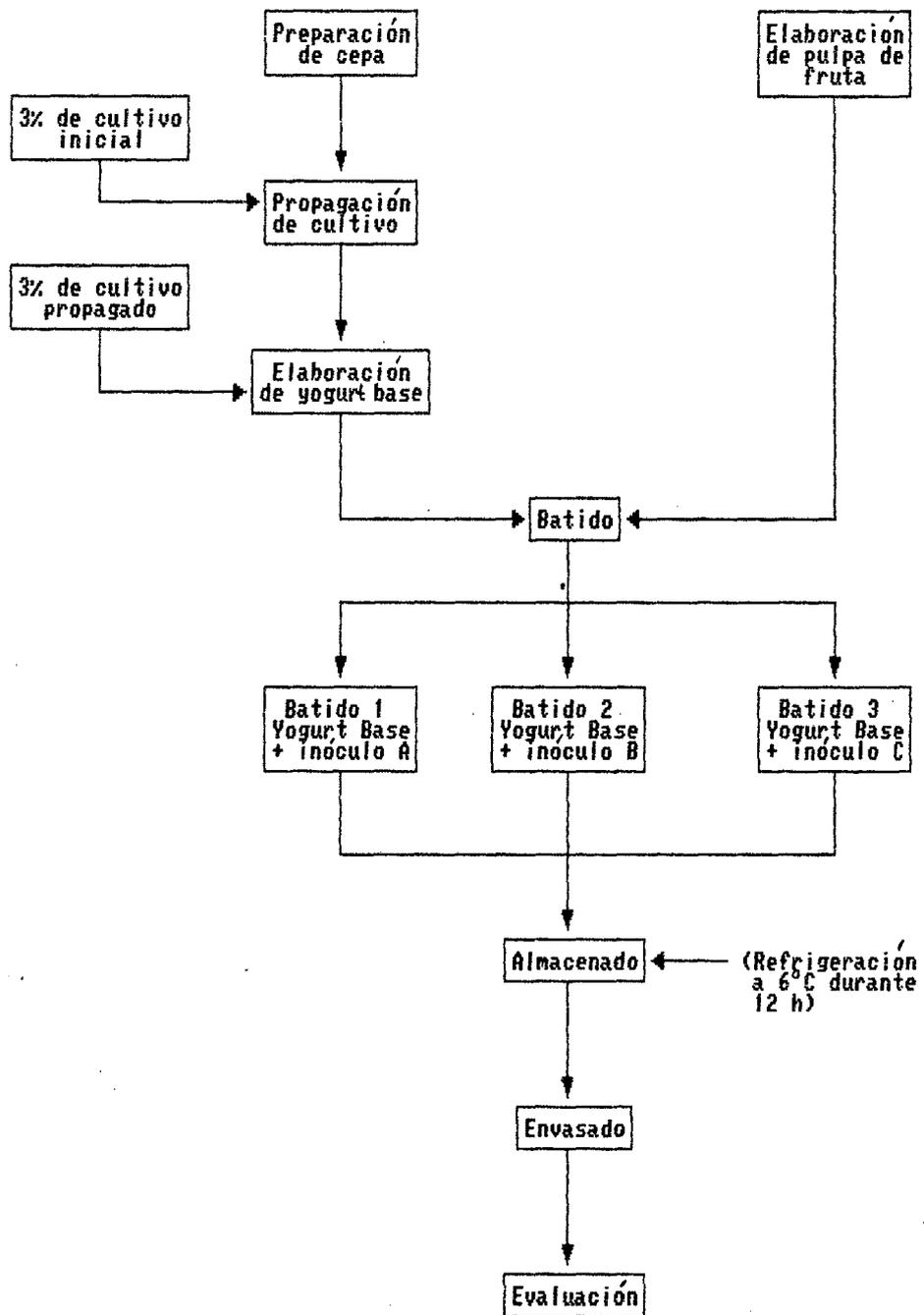


Figura 9 : Flujo General para la Elaboración de Yogurt Saborizado con Frutas

#### 4.4.2. Saborización de yogurt con aguaje.

##### 4.4.2.1. Caracterización de la fruta y pulpa.

Rendimiento de pulpa	:	15	por	ciento,
				aproximadamente
pH pulpa	:	4,00		
°Bx pulpa	:	24,00		
Acidez (porcentaje				
ácido ascórbico)	:	0,30		
°Bx pulpa almibarada	:	35		

##### 4.4.2.2. Síntesis del proceso de elaboración

###### - Total materia prima

Preparación y propagación de cultivos: 3 litros

Preparación de yogurt natural: 15 litros (5 litros por agregado)

###### - Totales pulpa almibarada

Agregado A : 250 ml

Agregado B : 500 ml

Agregado C : 750 ml

Total : 1 500 ml

- Leche en polvo: 550 g

- Total fruta : 7 000 g

##### 4.4.2.3. Evaluación organoléptica

El Cuadro 16 muestra los puntajes totales obtenidos en la evaluación organoléptica de los

CUADRO 16 : Puntaje global por atributos en los diferentes tratamientos. Saborización de yogurt natural.

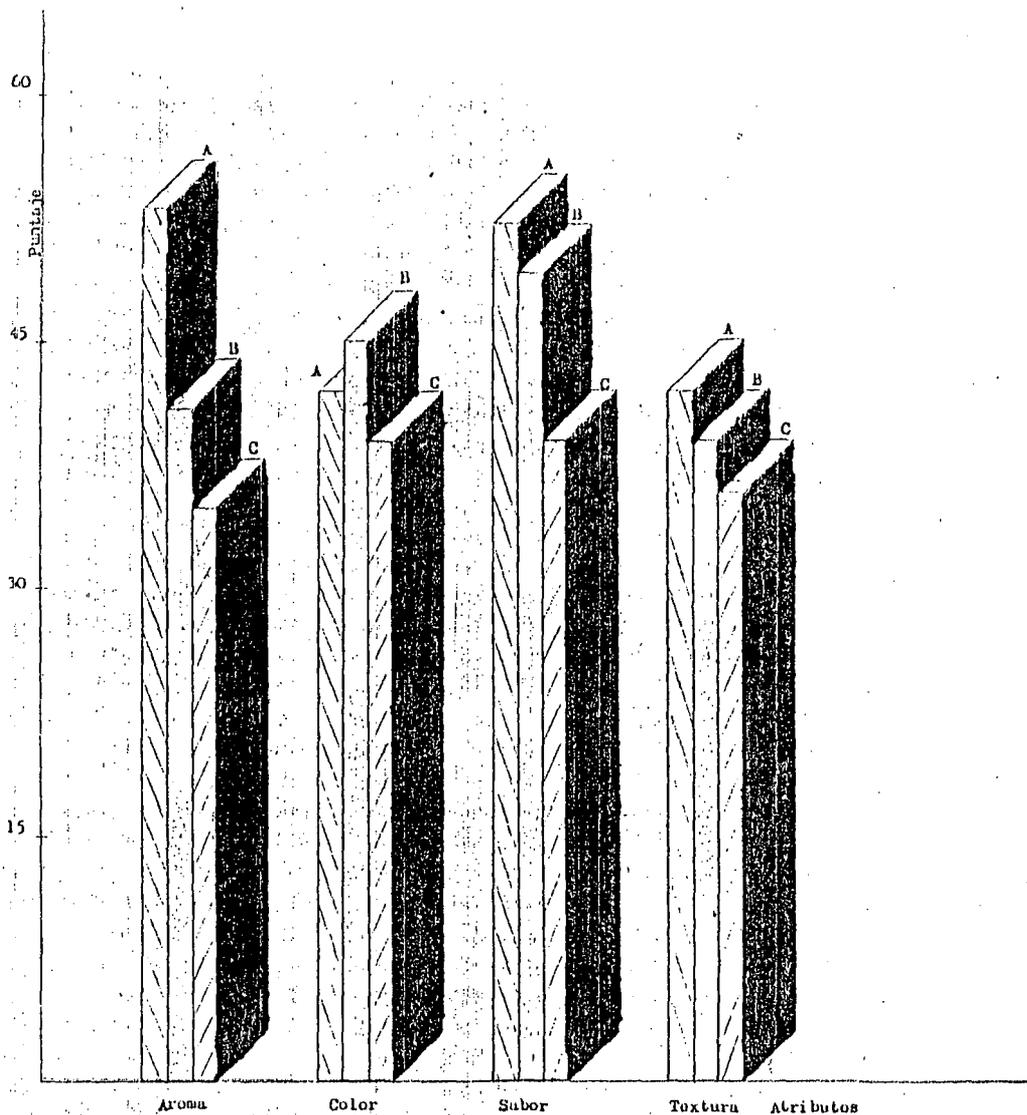
=====			
Adición de pulpa de aguaje			
Atributos	A : 10%	B : 15%	C : 5%
-----			
Aroma : Sx	53,00	41,00	35,00
$\bar{x}$	3,53	2,73	2,33
Color : Sx	42,00	45,00	39,00
$\bar{x}$	2,80	3,00	2,60
Sabor : Sx	52,00	49,00	39,00
$\bar{x}$	3,47	3,27	2,60
Textura Sx	42,00	39,00	36,00
$\bar{x}$	2,80	2,60	2,40
=====			

diferentes tratamientos , así como los promedios respectivos para cada atributo.

Asimismo, la Figura 10 nos permite visualizar con mayor claridad los puntajes globales obtenidos por cada atributo, lo cual nos da una idea aproximada de la preferencia de los panelistas.

En el Cuadro 17 tenemos los resultados del para cada atributo en los diferentes tratamientos seguidos en la saborización de yogurt con pulpa de aguaje, de acuerdo al delineamiento de bloques completos al azar, recomendado por NATIVIDAD (19) y que será utilizado en todos los casos.

De los resultados observados en el Cuadro 17, notamos que estadísticamente no existe diferencia significativa entre los panelistas, así como tampoco existe diferencia significativa entre los atributos color y textura; la significación estadística entre los atributos aroma y sabor muestran alta, diferenciación entre cada tratamiento. Para determinar el grado de preferencia entre los tratamientos, sometemos los datos a la Prueba de Tuckey, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 18.



Leyenda

A : 10% de agregado

B : 15% de agregado

C : 5% de agregado

Figura 10 : Representación del puntaje global por atributos en la evaluación organoléptica de yogurt saborizado con aguaje.

**CUADRO 17 : Resultados del ANVA para cada atributo en los diferentes tratamientos para la saborización de yogurt natural con aguaje.**

Atributo	F.V.	GL	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	
Aroma	Panelistas	14	7,20	0,5143	1,64	n.s.
	Tratamientos	2	11,2	5,6	17,82	a.s.
	Error	28	8,8	0,3143	--	
	Total	44	27,2	--	--	
Color	Panelistas	14	15,2	1,086	2,055	n.s.
	Tratamientos	2	1,2	0,6	1,135	n.s.
	Error	28	14,8	0,5286	--	
	Total	44	31,2	--	--	
Sabor	Panelistas	14	13,78	0,984	2,63	n.s.
	Tratamientos	2	6,18	3,089	8,25	a.s.
	Error	28	10,48	0,3743	--	
	Total	44	30,44	--	--	
Textura	Panelistas	14	4,8	0,343	1,09	n.s.
	Tratamientos	2	1,2	0,6	1,91	n.s.
	Error	28	8,8	0,3143	--	
	Total	44	14,8	--	--	

**CUADRO 18 :** Valores promedios en la evaluación sensorial de los tratamientos para la saborización de yogurt natural con aguaje.

Atributos	q	F <sub>c</sub>	DMS	Orden	Tratamiento	$\bar{x}$	Tuckey=5%
Aroma	3,503	369,80	0,51	1	A	3,53	a
				2	B	2,73	b
				3	C	2,33	c
Color	3,503	352,80	0,66	1	A	3,00	a
				2	B	2,80	a b
				3	C	2,60	c
Sabor	3,503	435,60	0,55	1	A	3,47	a
				2	B	3,27	a b
				3	C	2,60	c
Textura	3,503	304,20	0,51	1	A	2,80	a
				2	A	2,60	a b
				3	C	2,40	c

El análisis de los resultados de la prueba de diferenciación nos muestra que en cuanto al atributo aroma, el tratamiento A tiene mayor preferencia y supera ampliamente la diferencia mínima significativa al compararla con los tratamientos B y C, con un promedio entre bueno y muy bueno.

El atributo color no presentó esta significación y las diferencias entre tratamientos no llegan a la mínima significativa, teniendo el agregado B el mejor promedio con calificativo bueno, asumiendo por tanto que esta fruta es recomendable como colorante natural.

Es similar el caso del atributo sabor, que no presenta significación para los tratamientos B y A, cuyos promedios están entre los calificativos bueno y muy bueno, sin superar su diferencia mínima significativa; se opta por el agregado A por mejor promedio.

El atributo textura tampoco tiene diferenciación entre los tratamientos y su calificativo está entre regular a bueno, con mejor promedio para el tratamiento A; el calificativo obtenido por el atributo textura para el aguaje es comprensible, si tenemos en cuenta que el

producto final presenta consistencia buena y coagulada aceptable, pero desmejorada por la presencia de partículas grasas propias de la composición proximal del aguaje, fruta que se caracteriza por su elevado contenido graso (alrededor de 25 por ciento).

Comparando los promedios de los tratamientos, encontramos que el agregado A presenta en conjunto los mejores resultados, razón por la cual éste es el que se tomará para la evaluación final entre los mejores tratamientos de cada fruta.

#### 4.4.3. Saborización de yogurt con papaya.

##### 4.4.3.1. Caracterización de la fruta y pulpa.

Rendimiento

de pulpa : 60 por ciento  
aproximadamente

pH pulpa : 5,50

°Bx pulpa : 14,00

Acidez (porcentaje

ácido ascórbico : 0,30

°Bx pulpa almibarada: 35

##### 4.4.3.2. Síntesis del proceso de elaboración

- Total materia prima

Preparación y propagación de cultivos: 3 litros

Preparación de yogurt natural : 15 litros (5 litros por agregado).

- Totales pulpa almibarada

Agregado A : 750 ml

Agregado B : 1 000 ml

Agregado C : 500 ml

Total : 2 250 ml

- Leche en polvo : 550 g

- Total fruta : 3 000 g

#### 4.4.3.3. Evaluación organoléptica

El Cuadro 19 muestra los puntajes globales obtenidos en la evaluación organoléptica de los diferentes tratamientos , así como los promedios respectivos para cada atributo.

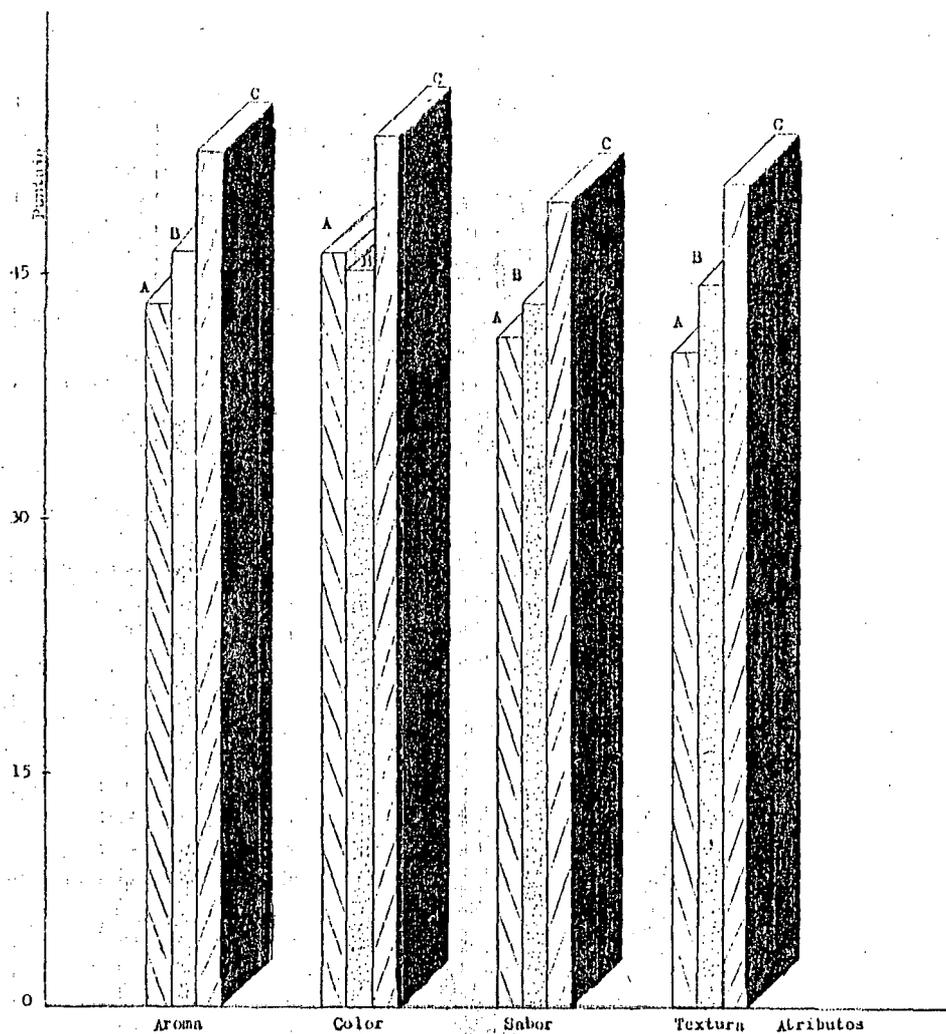
La Figura 11 nos permite visualizar los puntajes globales obtenidos por cada atributo, aproximándonos mejor a las preferencias de los panelistas.

El Cuadro 20 indica los resultados del análisis de variancia para esta prueba.

Como se puede apreciar, no existe diferencia significativa entre los panelistas; en los

**CUADRO 19 : Puntaje global por atributos en los diferentes tratamientos de saborización de yogurt natural.**

Adición de pulpa de papaya			
Atributos	A : 15%	B : 20%	C : 10%
Aroma : Sx	43,00	46,00	52,00
$\bar{x}$	2,87	3,07	3,47
Color : Sx	46,00	45,00	53,00
$\bar{x}$	3,07	3,00	3,53
Sabor : Sx	41,00	43,00	49,00
$\bar{x}$	2,73	2,87	3,27
Textura Sx	40,00	44,00	50,00
$\bar{x}$	2,67	2,93	3,37



Leyenda

A : 15% de agregado

B : 20% de agregado

C : 10% de agregado

Figura 11 : Representación del puntaje global por atributos en la evaluación organoléptica de yogurt saborizado con papaya.

**CUADRO 20 :** Resultados del ANVA para cada atributo en los diferentes tratamientos de saborización de yogurt natural con papaya.

Atributo	F.V.	GL	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	
Aroma	Panelistas	14	5,20	0,371	1,129	n.s.
	Tratamientos	2	2,80	1,40	4,261	a.s.
	Error	28	9,2	0,329	--	
	Total	44	17,2	--	--	
Color	Panelistas	14	6,53	0,467	1,289	n.s.
	Tratamientos	2	2,53	1,267	3,498	a.s.
	Error	28	10,14	0,362	--	
	Total	44	19,20	--	--	
Sabor	Panelistas	14	13,91	0,994	1,573	n.s.
	Tratamientos	2	2,31	1,155	1,83	n.s.
	Error	28	17,69	0,632	--	
	Total	44	33,91	--	--	
Textura	Panelistas	14	8,98	0,994	1,573	n.s.
	Tratamientos	2	3,38	1,69	4,456	a.s.
	Error	28	10,62	0,3793	--	
	Total	44	22,98	--	--	

atributos aroma, color y textura la diferencia es altamente significativa entre los tratamientos, no existiendo significación estadística en el atributo sabor.

Para diferenciar los tratamientos en cuanto a preferencia, sometemos los datos a la Prueba de Tuckey, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 21.

El análisis de estos resultados de preferencia muestran que el atributo color es el mejor diferenciado, en el que el tratamiento C obtiene mayor aceptación con relación a B y A; es destacable el promedio de los tres tratamientos, cuyos calificativos están entre bueno y muy bueno, indicativo de las bondades como colorante natural de esta fruta.

En los demás atributos, no se superan las diferencias mínimas de significación, destacando por mejor promedio el tratamiento C.

Este tratamiento, correspondiente a 10 por ciento de agregado, presenta en conjunto los mejores promedios y se tomó como representativo para la evaluación final entre frutas.

**CUADRO 21 :** Valores promedios en la evaluación sensorial de los tratamientos en la saborización de yogurt natural con papaya.

Atributos	g	F <sub>c</sub>	DMS	Orden	Tratamiento	$\bar{x}$	Tuckey=5%
Aroma	3,503	441.80	0,52	1	C	3,47	a
				2	B	3,07	a b
				3	A	2,87	c
Color	3,503	460.80	0,544	1	C	3,53	a
				2	B	3,07	b
				3	A	3,00	c
Sabor	3,503	393,10	0,72	1	C	3,27	a
				2	B	2,87	a b
				3	A	2,73	c
Textura	3,503	399,02	0,56	1	C	3,37	a
				2	B	2,93	a b
				3	A	2,67	c

#### 4.4.4. Saborización de yogurt con piña.

##### 4.4.4.1. Caracterización de la fruta y pulpa.

Rendimiento de pulpa	:	45 por ciento
pH pulpa	:	4,50
°Bx pulpa	:	16,00
Acidez por ciento		
ácido ascórbico	:	0,40
°Bx pulpa almibarada	:	35

##### 4.4.4.2. Síntesis del proceso de elaboración

- Total materia prima

Preparación y propagación de cultivos : 3 litros

Preparación de yogurt natural : 15 litros (5 litros por agregado).

- Totales pulpa almibarada

Agregado A : 750 ml

Agregado B : 1 000 ml

Agregado C : 500 ml

Total : 2 250 ml

- Leche en polvo : 550 g.

- Total fruta : 5 500 g.

##### 4.4.4.3. Evaluación organoléptica

El Cuadro 22 muestra los puntajes globales obtenidos en la evaluación organoléptica de los diferentes tratamientos , y los promedios para cada atributo.

**CUADRO 22 : Puntaje global por atributos en los diferentes tratamientos. Saborización de yogurt natural**

=====					
Adición de pulpa de piña					
-----					
Atributos		A : 15%	B : 20%	C : 10%	
-----					
Aroma :	Sx	53,00	52,00	57,00	
	$\bar{x}$	3,53	3,47	3,80	
Color :	Sx	51,00	49,00	57,00	
	$\bar{x}$	3,40	3,27	3,80	
Sabor :	Sx	53,00	50,00	62,00	
	$\bar{x}$	3,53	3,37	4,13	
Textura	Sx	46,00	45,00	52,00	
	$\bar{x}$	3,07	3,00	3,47	
=====					

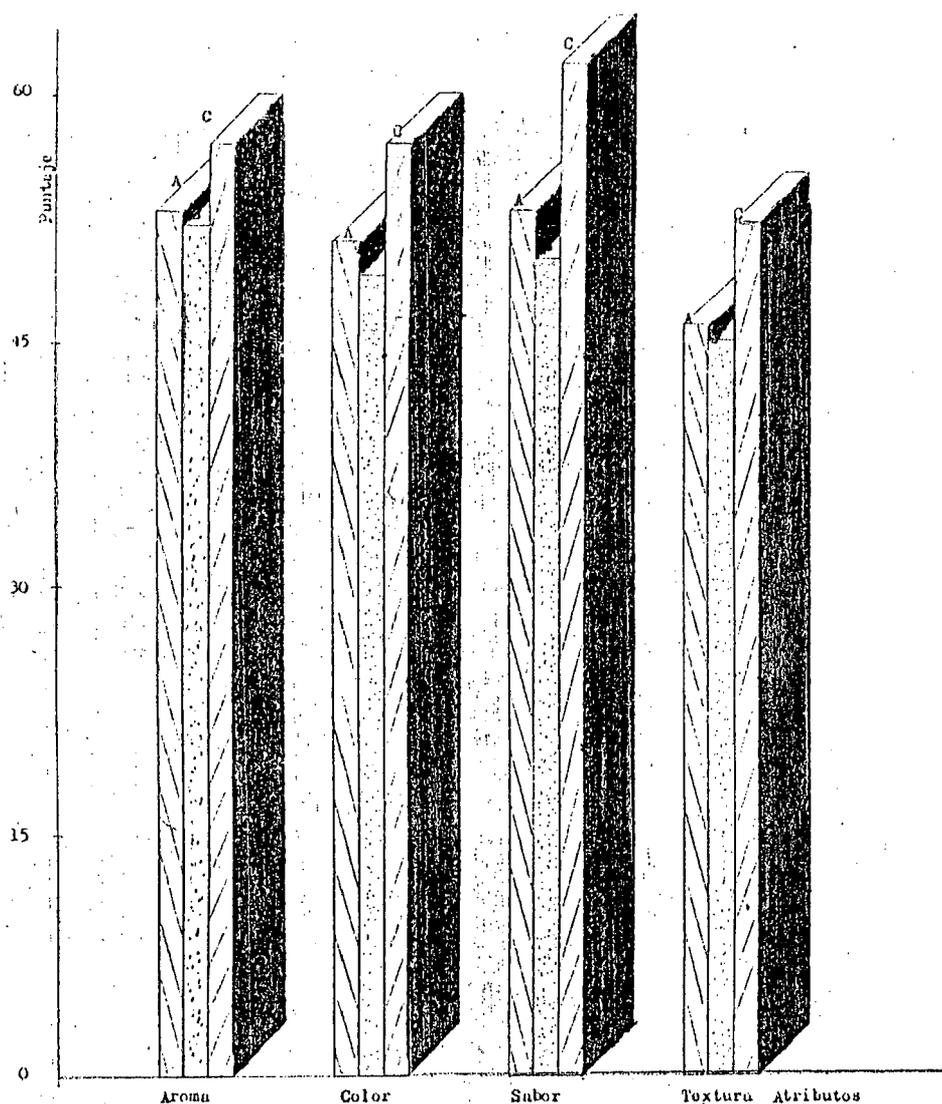
Asimismo, la Figura 12 permite visualizar los datos del cuadro anterior, con lo cual tenemos una aproximación mayor a las preferencias de los panelistas.

Los resultados del análisis de variancia para esta prueba se presentan en el Cuadro 23.

El Cuadro 23 muestra que en el análisis de variancia no existe diferencia significativa entre los panelistas, así como entre los atributos aroma y textura.

Los atributos color y sabor muestran alta significación entre los diferentes tratamientos y a fin de determinar el grado de preferencia entre estos, sometemos los datos a la Prueba de Tuckey, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 24.

Los resultados de la Prueba de Tuckey nos muestran que el atributo sabor es el mejor diferenciado, obteniendo el tratamiento C el promedio más elevado y mayor diferencia significativa con relación a los tratamientos A y B; ubicándose por encima del calificativo de muy bueno, muestra las bondades de esta fruta



Leyenda

A : 15% de agregado

B : 20% de agregado

C : 10% de agregado

Figura 12 : Representación del puntaje global por atributos en la evaluación organoléptica de yogurt saborizado con piña.

**CUADRO 23 :** Resultados del ANVA para cada atributo en los diferentes tratamientos para la saborización de yogurt natural con piña.

Atributo	F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	
Aroma	Panelistas	14	14,80	1,057	4,186	n.s.
	Tratamientos	2	0,93	0,467	1,85	n.s.
	Error	28	7,07	0,253	--	
	Total	44	22,8	--	--	
Color	Panelistas	14	11,91	0,851	2,642	n.s.
	Tratamientos	2	2,31	1,153	3,579	a.s.
	Error	28	9,02	0,322	--	
	Total	44	23,24	--	--	
Sabor	Panelistas	14	21,34	1,524	3,724	n.s.
	Tratamientos	2	5,20	2,60	6,353	a.s.
	Error	28	11,46	0,409	--	
	Total	44	38,00	--	--	
Textura	Panelistas	14	15,90	1,134	2,95	n.s.
	Tratamientos	2	1,904	0,952	2,48	n.s.
	Error	28	10,77	0,3845	--	
	Total	44	28,57	--	--	

**CUADRO 24 :** Valores promedios en la evaluación sensorial de los tratamientos para la saborización de yogurt natural con plña.

Atributos	q	Fc	DMS	Orden	Tratamiento	$\bar{x}$	Tuckey = 5%
Aroma	3,503	583,20	0,46	1	C	3,80	a
				2	A	3,53	a b
				3	B	3,47	c
Color	3,503	547,80	0,51	1	C	3,80	a
				2	A	3,40	a b
				3	B	3,27	c
Sabor	3,503	605,00	0,58	1	C	4,13	a
				2	A	3,53	b
				3	B	3,37	c
Textura	3,503	454,40	0,56	1	C	3,47	a
				2	A	3,07	a b
				3	B	3,00	c

como saborizante natural y se puede notar que los otros tratamientos tienen promedios que están sobre el calificativo de bueno.

Los demás atributos presentan promedios que no superan la diferencia mínima significativa entre ellos, ubicándose entre los calificativos de bueno y muy bueno, obteniendo el tratamiento C el promedio más alto. Este tratamiento, que corresponde al agregado de 10 por ciento de pulpa, se tomó como representativo de esta fruta para la evaluación final.

#### 4.4.5. Saborización de yogurt con zapote.

##### 4.4.5.1. Caracterización de la fruta y pulpa.

Rendimiento de pulpa	:	25 por ciento
pH pulpa	:	6,00
°Bx pulpa	:	16,00
Acidez por ciento		
de ácido cítrico	:	0,20
°Bx pulpa almibarada	:	35

##### 4.4.5.2. Síntesis del proceso de elaboración

- Total materia prima

Preparación y propagación de cultivos : 3 litros

Preparación de yogurt natural : 15 litros (5 litros por agregado).

- Totales saborizante

Agregado A	:	750 ml
Agregado B	:	1 000 ml
Agregado C	:	500 ml
Total	:	2 250 ml
- Leche en polvo	:	550 g
- Total fruta	:	9 000 g

#### 4.4.5.3. Evaluación organoléptica

El Cuadro 25 muestra los puntajes globales obtenidos en la evaluación organoléptica de los diferentes tratamientos y los promedios por atributo.

La Figura 13 representa los datos del Cuadro 25, el mismo que nos permite tener una aproximación mejor a la preferencia de los panelistas.

Los resultados del análisis de variancia para esta prueba se presentan en el Cuadro 26. Según estos resultados, no existe diferencia significativa entre los panelistas, así como tampoco existe diferencia significativa entre los atributos aroma , color y sabor; el atributo textura muestra alta significación entre los tratamientos.

**CUADRO 25 : Puntaje global por atributos en los diferentes tratamientos. Saborización de yogurt natural**

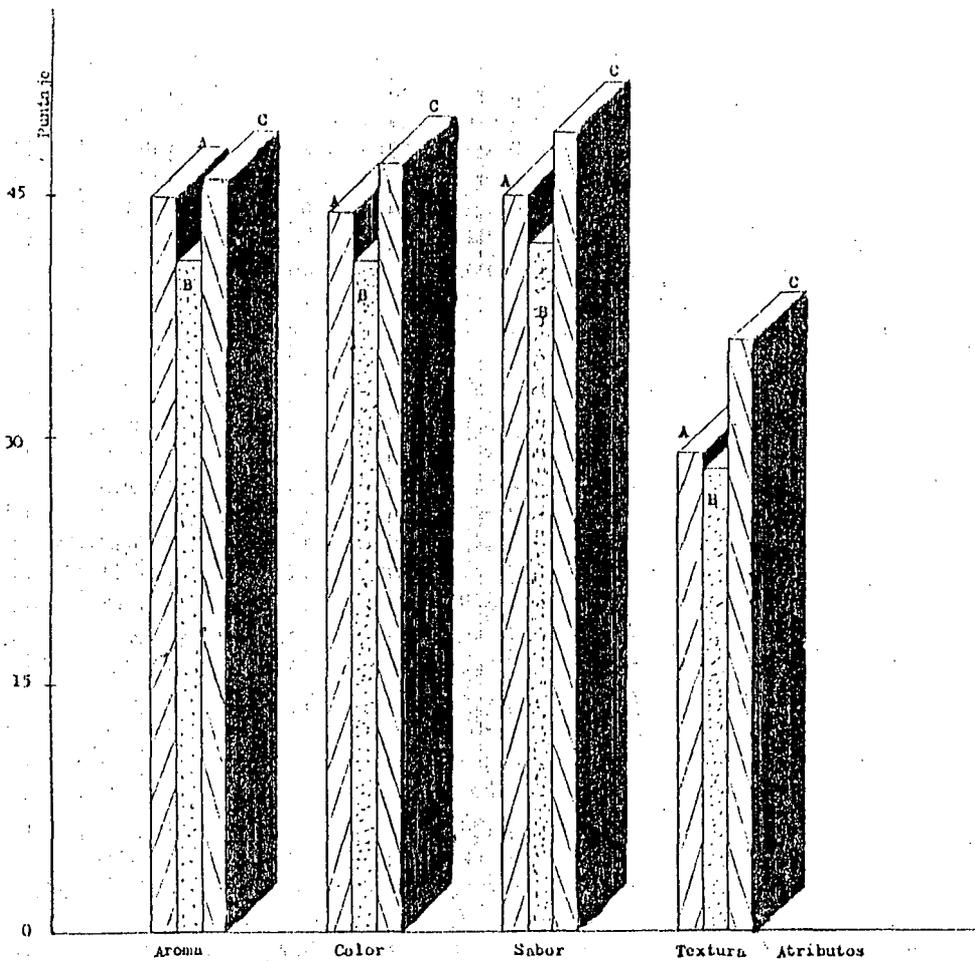
=====

Adición de pulpa de piña

Atributos

	A : 15%	B : 20%	C : 10%
Aroma : Sx	45,00	41,00	46,00
$\bar{x}$	3,00	2,73	3,07
Color : Sx	44,00	41,00	47,00
$\bar{x}$	2,93	2,73	3,13
Sabor : Sx	45,00	42,00	49,00
$\bar{x}$	3,00	2,80	3,27
Textura Sx	29,00	28,00	36,00
$\bar{x}$	1,93	1,87	2,40

=====



Legenda

- A : 15% de agregado
- B : 20% de agregado
- C : 10% de agregado

Figura 13 : Representación del puntaje global por atributos en la evaluación organoléptica de yogurt saborizado con zapete.

**CUADRO 26 : Resultados del ANVA para cada atributo en los diferentes tratamientos para la saborización de yogurt natural con zapote.**

Atributo	F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	
Aroma	Panelistas	14	6,134	0,438	1,586	n.s.
	Tratamientos	2	0,934	0,467	1,691	n.s.
	Error	28	7,732	0,276	--	
	Total	44	14,80	--	--	
Color	Panelistas	14	8,80	0,629	2,59	n.s.
	Tratamientos	2	1,20	0,60	2,471	n.s.
	Error	28	6,80	0,243	--	
	Total	44	16,80	--	--	
Sabor	Panelistas	14	6,98	0,499	0,974	n.s.
	Tratamientos	2	1,65	0,823	1,606	n.s.
	Error	28	14,35	0,513	--	
	Total	44	22,98	--	--	
Textura	Panelistas	14	11,47	0,819	3,38	n.s.
	Tratamientos	2	2,54	1,27	5,24	a.s.
	Error	28	6,79	0,243	--	
	Total	44	20,80	--	--	

El grado de preferencia entre tratamientos se hacee en base a la Prueba de Tuckey, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 27.

El análisis de estos resultados muestran que los atributos aroma, color y sabor no superan la diferencia mínima significativa entre tratamientos, obteniendo el tratamiento C, que corresponde al agregado 10 por ciento de pulpa, el mejor promedio en los casos mencionados, catalogado como bueno.

En cuanto al atributo textura, el tratamiento C muestra diferencia significativa con relación a los tratamientos A y B, pero es notorio que el promedio obtenido corresponde al calificativo de regular y los demás a malo; calificativo que consideramos previsible en vista que el producto presentado para la evaluación tenía flóculos gomosos propios de la pulpa de zapote y que es una característica propia de este fruto, muy difícil de procesar y almacenar, aún habiéndolo hecho con sumo cuidado.

En conjunto, el tratamiento C correspondiente a 10 por ciento de agregado de pulpa de zapote es el que mejores promedios presenta y se tomó como representativo de esta fruta para la siguiente evaluación.

**CUADRO 27 :** Valores promedios en la evaluación sensorial de los tratamientos para la saborización de yogurt natural con zapote.

Atributos	q	F <sub>c</sub>	DMS	Orden	Tratamiento	$\bar{x}$	Tuckey=5%
Aroma	3,503	387.20	0,48	1	C	3,07	a
				2	A	3,00	a b
				3	B	2,73	c
Color	3,503	387,20	0,45	1	C	3,13	a
				2	A	2,93	a b
				3	B	2,73	c
Sabor	3,503	411,10	0,65	1	C	3,27	a
				2	A	3,00	a b
				3	B	2,80	c
Textura	3,503	192,20	0,45	1	C	2,40	a
				2	A	1,93	b
				3	B	1,87	c

#### 4.4.6. Evaluación entre mejores porcentajes de agregado

##### 4.4.6.1. Caracterización de las muestras

En el Cuadro 28 están sintetizadas las principales características de las muestras sometidas a evaluación en esta fase de la etapa de saborización de yogurt natural con pulpa de frutas.

El total de materia prima utilizada para esta prueba fue de 23 litros de leche con un agregado total de 700 g de leche en polvo.

##### 4.4.6.2. Evaluación organoléptica

En el Cuadro 29 se muestran los porcentajes globales obtenidos en la evaluación organoléptica de las frutas, así como sus promedios respectivos.

Asimismo, en el Cuadro 30 los resultados del análisis de variancia para cada atributo entre las frutas.

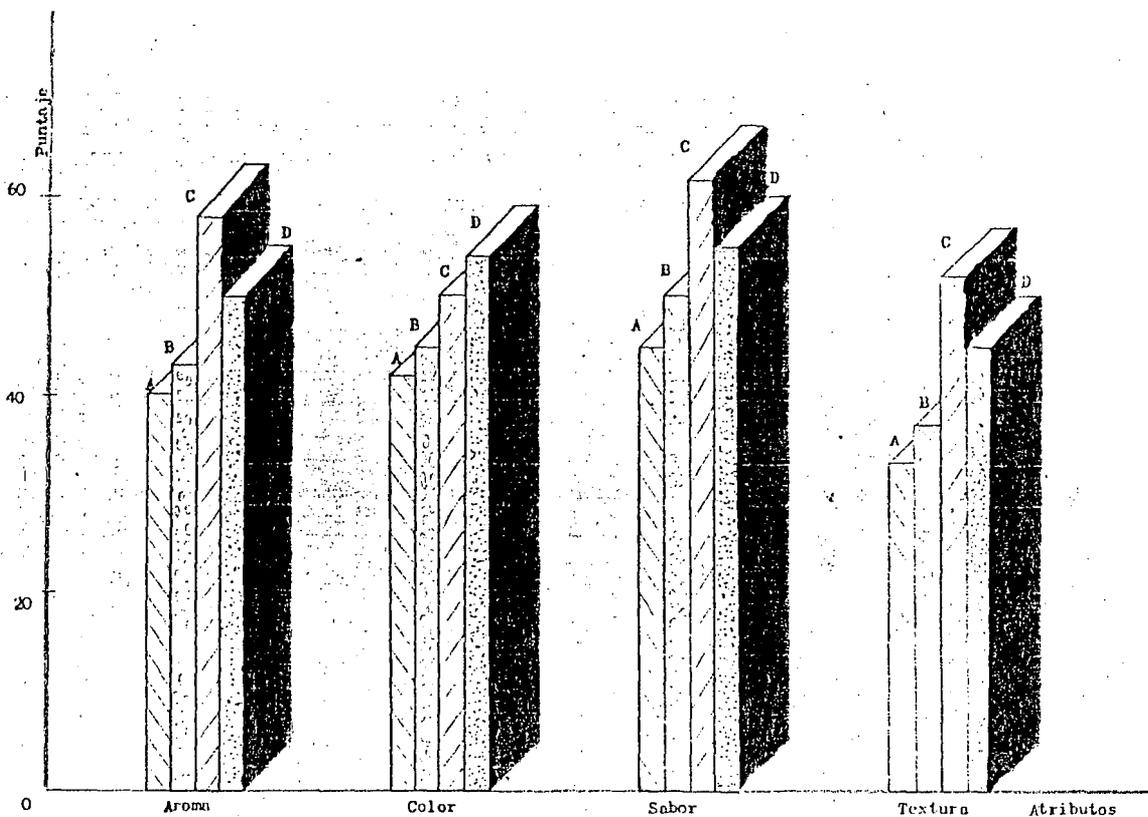
La Figura 14 ilustra los puntajes globales obtenidos por atributos en esta evaluación.

**CUADRO 28 : Caracterización de muestras para evaluación organoléptica entre frutas.**

Componentes	Zapote	Aguaje	Piña	Papaya
Identificación	A	B	C	D
Porcentaje de agregado	10	10	10	10
Yogurt natural (l)	5	5	5	5
Agregado de pulpa (ml)	500	500	500	500
Total fruta agregada (kg)	2	2,5	1,5	1

**CUADRO 29 : Puntaje global por atributos en la evaluación organoléptica entre los mejores tratamientos de adición de frutas.**

Atributos	A	B	C	D
Aroma : Sx	40,00	43,00	58,00	50,00
$\bar{x}$	2,67	2,87	3,87	3,37
Color : Sx	42,00	45,00	50,00	54,00
$\bar{x}$	2,80	3,00	3,37	3,60
Sabor : Sx	45,00	50,00	62,00	65,00
$\bar{x}$	3,00	3,37	4,13	3,67
Textura Sx	33,00	37,00	52,00	45,00
$\bar{x}$	2,20	2,47	3,47	3,00



Leyenda

- A : 10% agregado de zapote
- B : 10% agregado de aguaje
- C : 10% agregado de piña
- D : 10% agregado de papaya

Figura 14 : Representación del puntaje global per atributos en la evaluación organoléptica de los mejores porcentajes de agregado.

Del Cuadro 30, el análisis de variancia indica que existen diferencias significativas entre los panelistas para la evaluación de los atributos aroma y textura, no existiendo estas para el color y sabor.

Este resultado estadístico entre panelistas estimamos se debe a la diversidad de frutas presentadas a evaluación, cada cual con sus respectivas características organolépticas, así como a la conformación del panel de degustación, hecha con personas comunes y corrientes sin una preparación adecuada en este tipo de exámenes, tan sólo con el conocimiento de lineamientos básicos de degustación, es decir, un panel semientrenado.

En cuanto a los tratamientos, es notorio que entre ellos existen diferencias altamente significativas para cada atributo, razón por la cual los datos se sometieron a la prueba de diferenciación o preferencia. Los resultados se muestran en el Cuadro 31.

El Cuadro 31 muestra que en la prueba de preferencia el atributo aroma tiene alta significación, ya que supera la diferencia

**CUADRO 30 : Resultados del ANVA para cada atributo. Evaluación organoléptica entre mejores tratamientos de adición de frutas.**

Atributo	F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	
Aroma	Panelistas	14	19,23	1,374	8,364	a.s.
	Tratamientos	3	12,85	4,282	26,065	a.s.
	Error	42	6,90	0,1643	--	
	Total	59	38,98	--	--	
Color	Panelistas	14	14,23	1,016	3,26	n.s.
	Tratamientos	3	5,65	1,882	6,03	a.s.
	Error	42	13,10	0,312	--	
	Total	59	32,98	--	--	
Sabor	Panelistas	14	12,18	0,87	2,253	n.s.
	Tratamientos	3	10,53	3,51	9,089	a.s.
	Error	42	16,22	0,3862	--	
	Total	59	38,93	--	--	
Textura	Panelistas	14	24,43	1,745	6,406	a.s.
	Tratamientos	3	14,31	4,771	17,51	a.s.
	Error	42	11,44	0,272	--	
	Total	59	50,18	--	--	

**CUADRO 31 : Valores promedios en la evaluación sensorial entre mejores tratamientos de adición de frutas.**

Atributos	q	F <sub>c</sub>	DMS	Orden	Tratamiento	$\bar{x}$	Tuckey=5%
Aroma	3,785	608,02	0,40	1	C	3,87	a
				2	D	3,37	b
				3	B	2,87	c
				4	A	2,67	d
Color	3,785	602,02	0,55	1	C	3,60	a
				2	D	3,37	a b
				3	B	3,00	b c
				4	A	2,80	d
Sabor	3,785	749,07	0,61	1	C	4,13	a
				2	D	3,67	a b
				3	B	3,37	b c
				4	A	3,00	d
Textura	3,785	464,82	0,51	1	C	3,47	a
				2	D	3,00	a b
				3	B	2,47	b c
				4	A	2,20	d

mínima significativa con relación a los demás tratamientos; el agregado C corresponde al 10 por ciento de pulpa de piña con un promedio tendiente a muy bueno.

El atributo color, sin superar la diferencia mínima de significación, manifiesta preferencia por mejor promedio hacia el agregado D, correspondiente al 10 por ciento de pulpa de papaya; es destacable el calificativo de bueno que obtuvo la pulpa de aguaje.

En cuanto al atributo sabor, es notorio el promedio obtenido por todas las muestras presentadas, que están por encima del calificativo de bueno, lo cual demuestra que nuestras frutas nativas tienen un buen potencial como saborizantes.

Es clara la preferencia hacia el yogurt saborizado con el agregado C, pulpa de piña, con un promedio cuyo calificativo es de muy bueno.

En textura se vuelven a repetir los resultados de la primera fase de saborización; tanto el aguaje como el zapote obtienen promedios bajos, cuyo calificativo corresponde a regular.

Destacan en este atributo los agregados de pulpa de piña y papaya, correspondiendo al primero el mejor promedio con calificativo de bueno, sin llegar a superar la diferencia mínima significativa con relación al segundo.

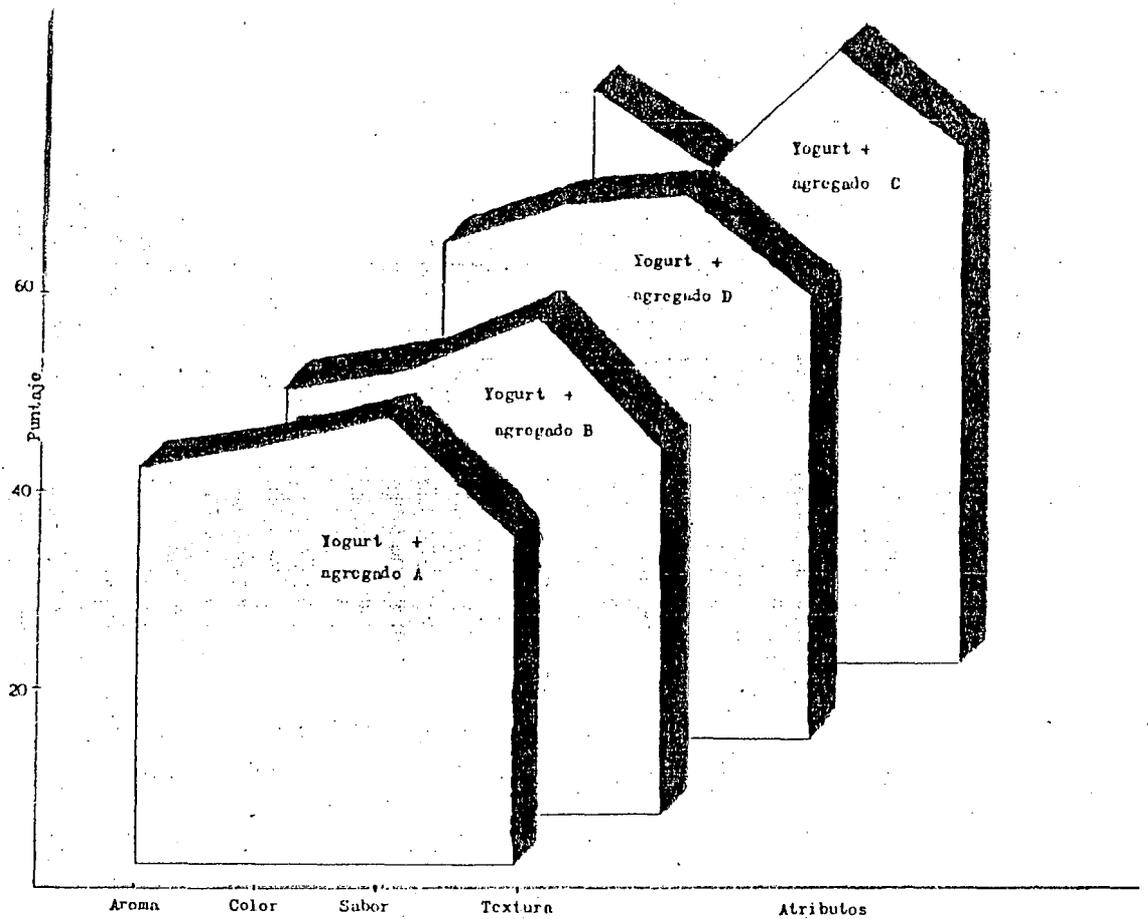
La Figura 15 da una imagen concreta en cuanto a la preferencia general del panel de degustación, integrando en ellos los resultados parciales por atributos en cada fruta.

Esto permite concluir que es el agregado C, correspondiente al 10 por ciento de agregado de pulpa de piña, el que mayor preferencia global tiene, seguida por el de papaya, aguaje y zapote respectivamente.

#### 4.5. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

##### 4.5.1. Almacenamiento a temperatura ambiente

En el Cuadro 32 observamos la variación de pH y acidez titulable con relación al tiempo de almacenamiento para los diferentes tipos de yogurt saborizado. Muestra el incremento que se produce, con respecto al tiempo, de la acidez titulable y el descenso de pH.



Leyenda

- A : 10% agregado zapote
- B : 10% agregado aguaje
- C : 10% agregado piña
- D : 10% agregado papaya

Figura 15 : Representación del puntaje global por atributos en la evaluación de mejores tratamientos de cada fruta.

**CUADRO 32 : Variación de acidez y pH. Yogurt saborizado con diferentes tipos de pulpa de frutas.**

Días	Zapote		Aguaje		Piña		Papaya	
	pH	°D	pH	°D	pH	°D	pH	°D
Yogurtnatural	4,80	93,00	4,80	93,00	4,80	93,00	4,80	93,00
Instante de la siembra	4,90	90,00	4,80	93,00	4,80	93,00	4,80	91,50
1	4,50	106,50	4,40	108,00	4,50	105,00	4,50	105,00
2	4,20	117,00	4,00	123,00	4,10	120,00	4,20	117,00
3	3,90	129,00	3,80	132,00	3,90	129,00	4,00	126,00
4	3,70	138,00	3,50	141,00	3,60	138,00	3,70	141,00
5	3,60	144,00	3,30	150,00	3,40	147,00	3,60	147,00
6	3,45	150,00	3,30	156,00	3,20	153,00	3,50	150,00
7	3,40	153,00	3,20	159,00	3,10	156,00	3,40	153,00

Temperatura promedio de evaluación = 27°C

Esto se debe a que no todo el substrato se ha convertido en ácido láctico durante el período de incubación, tendiendo a estabilizarse en los últimos días; aunándose a la aceleración del proceso la temperatura ambiental de la zona, con temperaturas que varían entre 22 y 36°C.

A partir del quinto día el producto pasa los límites aceptables de consumo en cuanto a acidez titulable y pH.

#### **4.5.2. Almacenamiento en refrigeración**

El Cuadro 33 muestra la variación de los parámetros de evaluación para los diferentes tratamientos.

Los resultados obtenidos en esta evaluación muestran como la temperatura influye en el incremento de la acidez titulable; en este caso retarda la acción de los microorganismos y, por consiguiente, aumenta el tiempo de duración del producto hasta el consumo final.

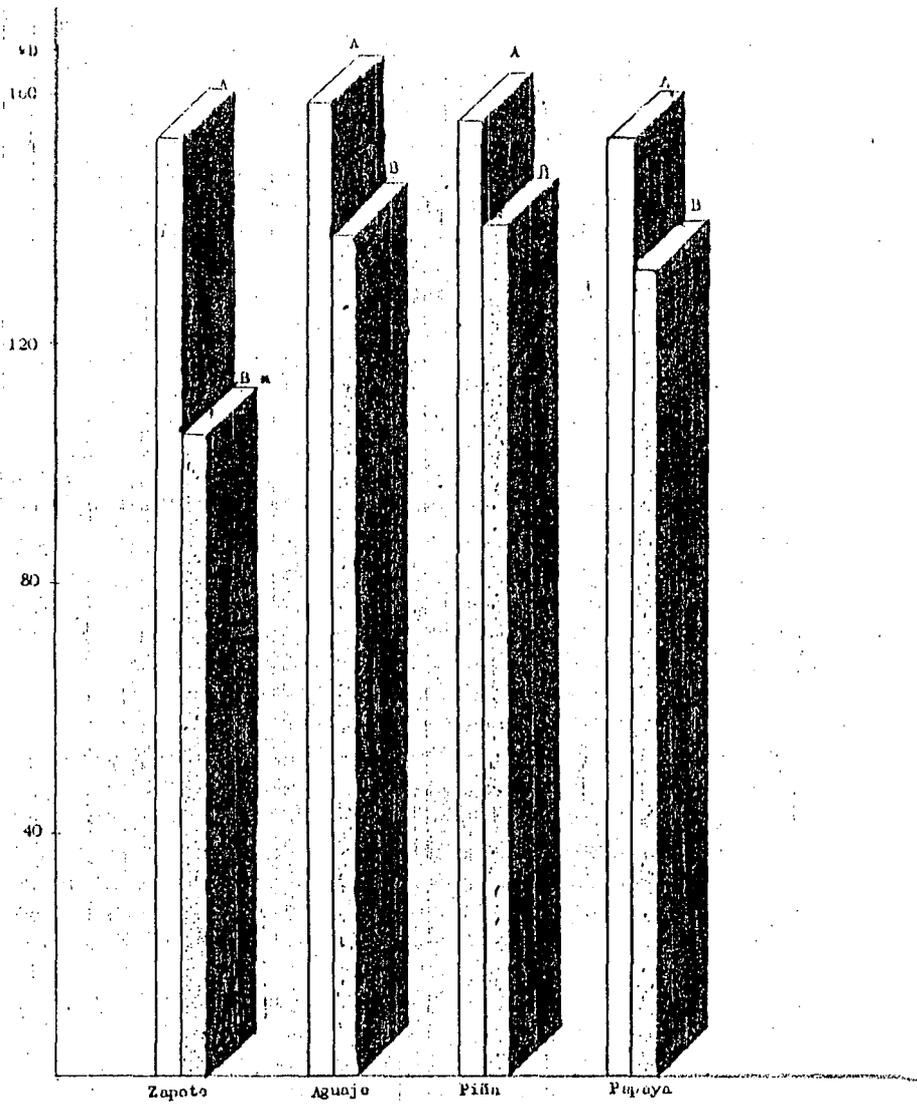
Consideramos que a temperaturas menores que las utilizadas en la evaluación, este sería más prolongado; la Figura 16 muestra estas diferencias. El tratamiento con zapote se dejó de

**CUADRO 33 : Variación de acidez y pH. Yogurt saborizado con diferentes tipos de pulpa de frutas, almacenado a temperaturas de refrigeración.**

Días	Zapote		Aguaje		Piña		Papaya	
	pH	°D	pH	°D	pH	°D	pH	°D
Yogurtnatural	4,80	93,00	4,80	93,00	4,80	93,00	4,80	93,00
Instante de la siembra	4,90	90,00	4,80	93,00	4,80	93,00	4,80	91,50
1	4,60	102,00	4,60	102,00	4,70	99,00	4,50	105,00
2	4,50	105,00*	4,50	108,00	4,50	108,00	4,40	111,00
3	--	--	4,30	117,00	4,40	114,00	4,30	114,00
4	--	--	4,20	123,00	4,20	123,00	4,20	120,00
5	--	--	4,00	132,00	4,00	129,00	4,10	123,00
6	--	--	3,90	135,00	4,00	133,00	3,90	129,00
7	--	--	3,80	138,00	3,90	139,00	3,90	132,00

Temperatura promedio de evaluación = 8 - 10°C

\* Se dejó de evaluar



Leyenda

A : Medio ambiente

B : Refrigeración

Figura 16 : Comparativo entre temperaturas de almacenamiento.

evaluar porque la textura que presentaba era indeseable.

#### 4.5.3. Análisis microbiológico

Los análisis efectuados para determinar la existencia de algún tipo de contaminación en el producto terminado, se hicieron con muestras de cada uno de los tratamientos.

Estas muestras se tomaron al momento de iniciar la evaluación organoléptica.

Los resultados de estos análisis se muestran en el Cuadro 34.

De acuerdo con los resultados del análisis microbiológico realizado, podemos notar la ausencia de E. coli y de hongos y levaduras; en cuanto al Streptococcus del grupo D de Lancefield, las cantidades encontradas son inferiores al límite máximo exigido para leches fermentadas.

**CUADRO 34 : Resultado de los análisis microbiológicos de yogurt saborizado con pulpa de frutas.**

	Zapote	Aguaje	Piña	Papaya
Tratamientos óptimos	A	B	C	D
Porcentaje de pulpa	10	10	10	10
Escherichia coli	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Streptococcus Grupo D de Lancefield	4 col/ml	7 col/ml	9 col/ml	8 col/ml
Hongos y levaduras	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones del trabajo, se concluye:

1. La leche utilizada es de buena calidad.

La normalización de sólidos con leche en polvo ENCI, no es recomendable en proporciones mayores al 3 por ciento.

2. La etapa de propagación es un paso necesario entre el cultivo inicial y la elaboración del yogurt natural, ya que la preparación de la cepa liofilizada reactiva los microorganismos, sin llegar a su potencial máximo de fermentación.

El porcentaje óptimo de propagación es el 3 por ciento de cultivo inicial con siembra a 42°C, manteniendo constante esta temperatura durante el proceso de incubación por un tiempo aproximado de 2,5 horas.

3. En la elaboración del yogurt base, es determinante el porcentaje de inóculo de cultivo; este porcentaje determina el grado de acidez y el tiempo de coagulación.

El porcentaje óptimo de inoculación, tanto por controles de pH y acidez como organolépticamente, es 3 por ciento de cultivo.

La temperatura de siembra e incubación es 42°C, controlando y manteniendo durante todo el proceso.

4. Las evaluaciones organolépticas del producto final son:

- La pulpa de piña proporciona el mejor aroma con relación a los demás tratamientos.

- En cuanto a color, el mejor promedio corresponde a la pulpa de papaya. La pulpa de piña no cambia mayormente el color del producto final, pero lo uniformiza y mejora. Los calificativos obtenidos por aguaje y zapote fueron destacables.

- La textura del yogurt de aguaje y zapote no presentan buena condiciones en el producto final; el primero por las partículas grasas emergentes y el segundo por los gránulos gomosos que hacen no presentable el yogurt.

La piña y la papaya en cuanto a aroma y sabor influyen en los calificativos obtenidos en color y textura.

5. El mejor porcentaje de agregado de pulpa de frutas corresponde al 10 por ciento en todos los casos, el mejor tratamiento es el de la pulpa de piña.

6. El almacenamiento a temperatura ambiental de la zona no es recomendable en ninguno de los tratamientos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Elaborar yogurt utilizando leche de vaca con estandarización de leche ENCI, saborizando con pulpa de piña, papaya y aguaje.
2. Efectuar estudios de investigación en desgrasado de pulpa de aguaje y determinar si este altera su poder saborizante y colorante.
3. Realizar investigaciones referentes a procesos tecnológicos que busquen neutralizar la gelificación de la pulpa de zapote y como saborizante, emplear otras frutas tropicales, almacenándose a temperaturas menores de 6°C.

## **VII. RESUMEN**

Este trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis y Composición de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto. Se buscó elaborar yogurt natural evaluando diferentes niveles de inóculo, así como determinar y desarrollar parámetros tecnológicos óptimos para la saborización con frutas nativas, a fin de substituir y evitar el uso de colorantes y saborizantes artificiales.

El estudio comprende varias etapas. La primera fue de preparación y propagación de cultivo liofilizado, determinándose que el inóculo óptimo de propagación es de 3 por ciento, incubándose por 2,5 horas a 42° C.

En la segunda etapa se elaboró yogurt natural, mediante la evaluación de diferentes niveles de inóculo de cultivo propagado; las evaluaciones físico-química y organoléptica determinaron que el 3 por ciento de inóculo es el adecuado, efectuándose la siembra e incubación a 42°C durante 2,5 horas.

La saborización de yogurt natural comprende cinco fases; las cuatro primeras para evaluar, separadamente, los

diferentes tratamientos de cada fruta y determinar cual es el mejor porcentaje de agregado al yogurt natural; esta determinación se hace a través de evaluaciones sensoriales; la quinta es la fase de evaluación entre los mejores tratamientos de cada fruta.

El almacenamiento del yogurt saborizado fue de 12 horas, que permite captar las propiedades organolépticas de las frutas (aroma, sabor, color y textura), y comparar la textura del producto final.

Los mejores tratamientos son aquellos en los cuales se utilizó el 10 por ciento de pulpa de frutas, en todos los casos; la evaluación final entre frutas determinó que la fruta que mejores propiedades tiene como saborizante es piña. Los análisis microbiológicos indicaron que está apta para su consumo.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ALAIS, CH. 1985. Ciencia de la Leche. Barcelona. Reverté.
2. ALEGRÍA, A. 1985. Utilización de pulpa de Aguaje (M. flexuosa) en premezclas para la elaboración de helados. Tesis. UNAS-T.M.
3. ALFARO, H. 1987. Conservación de papaya verde (C. papaya) salmuerizada en trozos para fruta confitada. Tesis. UNAS-T.M.
4. ALVAREZ, F. 1984. Conservación química: pulpa de papaya (C. papaya) por acción de preservantes. Tesis. UNAS-T.M.
5. ALVAREZ, F. 1976. Métodos de elaboración de yogurt con frutas nativas de la selva del Huallaga Central. Tesis. UNAS-T.M.
6. CALLE, F. 1985. Conservación de pulpa de zapote (M. cordata) por conservadores químicos. Tesis. UNAS-T.M.
7. CALZADA, J. 1983. 143 frutales nativos. Lima, Perú. La Molina.

8. ----- . 1981. Métodos estadísticos para la investigación. UNA - La Molina.
9. CARDENAS, M. 1986. Estudio tecnológico deshidratación por aire caliente de cuatro variedades de piña (A. camosus) en Tingo María. Tesis. UNAS-T.M.
10. CHÁVEZ, O. 1986. Sustitución parcial de la leche de vaca por leche de soya (G.max L.Merryl) en la elaboración de yogurt. Tesis. UNAS-T.M.
11. DONNANI, M. 1989. El yogurt. Food Processing Plant. Parma. Italia.
12. FAO. 1983. Control de calidad de productos agropecuarios. Trillas. México. Serie Industrias Rurales.
13. ----- . 1984. Taller de leche. Serie manuales para educación agropecuaria. Industrias rurales. Trillas. México.
14. FAO-PNUD. 1984. Elaboración de productos lácteos. Serie manuales para educación agropecuaria. Industrias rurales. Trillas. México.

15. FOSTER. 1965. Microbiología de la leche. Editorial Herrero. México D.F.
16. ITINTEC. 1983. Normas técnicas para leche y yogurt. 1976-80.
17. LLAMOCA, R. 1989. Aprovechamiento del suero de quesería en la elaboración de bebidas saborizadas. Tesis. UNAS-T.M.
18. NATIVIDAD, R. 1989. Delineamientos estadísticos para el control de calidad sensorial de alimentos. UNAS-T.M. Perú.
19. ORIAL A., C. 1979. Lechería e industrias derivadas de la leche.
20. PAYTAN, E. 1979. Elaboración de yogurt con chirimoya (A. chirimola), guayaba (P. guajaba) y mango (M. indica). Tesis. UNAS-T.M.
21. PORTER, J. 1980. Leche y productos lácteos. Zaragoza. Acribia. España.
22. REATEGUI, P. Elaboración de néctar de aguaje (M. flexuosa). Tesis. UNAS-T.M.

23. SOROA, J. 1974. Industria láctea. Barcelona. España.  
Aedes.
24. SPREER, E. 1975. Lactología industrial. Zaragoza.  
España. Acribia.
25. VEYSSEYRE, R. 1972. Lactología técnica. Zaragoza.  
España. Acribia.