

## I. INTRODUCCIÓN

A medida que el público adquiere conciencia de la importancia del calcio, se están dando cuenta de que no consumen la cantidad suficiente de calcio en su dieta, y por lo tanto han comenzado a tomar suplementos. Por esta razón ahora están surgiendo preguntas sobre cuál es el mejor suplemento, y más concretamente si el uso de caseinato de calcio en la elaboración de yogur mejora la calidad nutritiva de este producto lácteo. El caseinato de calcio por lo general es el suplemento más utilizado y el menos costoso, ya que el 85% de todos los suplementos de calcio que se venden en EE.UU. están hechos de caseinato de calcio (Smith, 2003).

En épocas recientes el consumo adecuado de calcio se ha convertido en una preocupación importante. Esto obedece a que se ha podido establecer con toda claridad la relación entre osteoporosis degenerativa y la cantidad de calcio presente en los huesos. Ha habido gran polémica acerca de si la simple suplementación de calcio puede revertir las pérdidas de este elemento y prevenir la osteoporosis. Por otra parte, que cada vez que la gente discute con los nutriólogos o especialistas de la salud esta preocupación acerca del consumo adecuado de calcio, parece ser que los productos lácteos invariablemente se recomiendan como buenas fuentes de calcio. Sin embargo, ¿Qué papel desempeña la soya en esta cuestión? Bien, a decir verdad, un sólo kilogramo de soya contiene 2255 Mg. de calcio, misma cantidad que se encuentra en casi dos litros de leche fresca de vaca. A la vez su consumo puede reducir el riesgo de contraer el cáncer mamario y cáncer de la próstata.

Por otra parte, la competitibilidad en la industria láctea exige ser eficientes y demostrar eficacia tecnológica en la búsqueda de nuevos procesos industriales y poder ingresar a los mercados con productos de mejor calidad, consiguiéndose esto a través del desarrollo de habilidades y destrezas industriales, evitando pérdidas del producto dentro del proceso de producción.

El presente trabajo de investigación, se ha encaminado a buscar nuevas técnicas en la producción de yogurt con la adición de caseinato de calcio, con lo que se pretende a más de mantener el sabor característico del yogurt tradicional, enriquecerlo en sus propiedades nutritivas con fuentes de calcio alternativas, que lograrán suplir la necesidad de este mineral tan importante en las personas desde la infancia hasta la tercera edad o ancianos, siendo estos últimos, los que requieren suplementos de calcio y por que no suministrarlos a través de la bebida láctea tradicional como es el yogurt. Por lo tanto, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar la adición de diferentes niveles de caseinato de calcio (0.5, 1.0 y 1.5 %), en la elaboración de yogurt dietético.
- Determinar la calidad nutritiva, organoléptica y microbiológica del yogurt elaborado con diferentes niveles de caseinato de calcio.
- Determinar los costos de producción y su rentabilidad, a través del indicador beneficio/costo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### A. TIPOS DE PRODUCTOS LÁCTEOS

CENIDS (2000), señala que existe una infinidad de productos lácteos, entre los que se citan a los siguientes: leche entera, fresca, con sabor, deshidratada, esterilizada, recombinada, reconstituida, estandarizada, descremada, condensada, en polvo, crema de Leche, mantequilla, queso, suero, yogurt, lactosa, caseína, manjar o dulce de leche y otros. El aporte nutritivo o composición nutritiva de cada uno de los productos citados varían por diferentes causas, que pueden ser por los procesos, métodos de elaboración, ingredientes, entre otros, como se reporta a continuación:

Cuadro 1. COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE PRODUCTOS LÁCTEOS

Lácteos	Proteínas (%)	Grasas (%)	Azúcares (%)	Kilocalorías (por 100 g)
Helados de leche	4.0	7.0	25.0	175
Leche	3.5	4.0	5.0	69
Leche semi descremada	3.0	2.0	4.0	45
Leche descremada	3.0	0.0	5.0	33
Mantequilla	0.7	81.5	0.0	715
Queso blanco (fresco)	8.0	8.0	3.0	116
Queso blanco descremado	7.0	0.0	4.0	47
Queso de cabra	11.0	18.0	1.0	206
Queso amarillo tipo gauda	24.0	30.0	0.0	350
Yogurt natural	4.0	1.0	5.0	49

FUENTE: [AquiSaludEnLinea.com](http://AquiSaludEnLinea.com) (2001)

## B. YOGURT

### 1. Generalidades

Delorme (1980), señala que el yogurt, es un producto muy apetecido por el hombre ya que éste contiene un efecto beneficioso para las funciones del aparato digestivo, contiene una acción desintoxicante, antifermentativa, antiputrefactiva, con la ayuda de probióticos ayuda a la conservación y regeneramiento de la flora bacteriana interna, también tiene la propiedad de regular las funciones digestivas, entre otras. Otras de las atracciones del hombre es por su agradable sabor con o sin la fruta.

Porter (1981) indica que el yogurt es una leche que debido al desarrollo de dos microorganismos (*Streptococos termofilos* y *Lactobacilos bulgaricus*), a adquirido un característico sabor. El yogurt es ácido y tiene una fina y suave textura, que va desde un firme gel hasta un líquido viscoso como las natillas, dependiendo de la técnica fabricación.

Para Black (1990), el yogurt es uno de los productos lácteos coagulados que se obtiene a través de la fermentación; ésta coagulación se da debido a la acción de los dos tipos de bacterias anteriormente mencionadas. El yogurt se hace y se consume en muchas partes del mundo y tiene muchos nombres. Por ello según de donde proceda puede llamarse: Yogur, yogurt, yogourt, yoghourt, yaourti, yaourt, yourt, jogurt, kiselo mieko, mast, prostokvasha, madzoon y laban zabadi, entre otros. Es conveniente recordar esto, porque muchos

yogures tienen gustos y aspectos muy distintos. No hay hasta ahora, normas para la elaboración del yogurt, y gran cantidad de fabricantes elaboran una extensa gama de variedades del producto. Los ingredientes básicos pueden ser: leche entera, leche semi descremada, leche desnatada, leche evaporada, leche en polvo o una mezcla de cualquiera de estos productos derivados. La mezcla seleccionada normalmente contiene un poco menos de grasa y un poco más de sólidos no grasos que la leche.

CENIDS (2000) reporta que el yogur, yogurt o yoghurt, es el producto obtenido por la fermentación de la leche estandarizada entera, parcialmente descremada o descremada, pasteurizada, producida por cultivos de las bacterias lácticas viables *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, adicionado o no de aditivos;

El Ministerio de Salud Pública de Chile (2001) indica que yogur es el producto lácteo coagulado obtenido por fermentación láctica mediante la acción de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, a partir de leche pasteurizada entera, parcialmente descremada o descremada, leche en polvo entera, parcialmente descremada o descremada o una mezcla de estos productos. En su elaboración se podrá adicionar:

- Ingredientes aromatizantes naturales: frutas (fresca, en conserva, congelada, en polvo, puré, pulpa, jugo), cereales, miel, chocolate, cacao, nueces, café, especias y otros aromatizantes autorizados.
- Azúcar y/o edulcorantes autorizados.

- Aditivos alimentarios autorizados: aromatizantes, colorantes, estabilizantes y como preservante ácido sórbico y sus sales de sodio y potasio, cuya dosis máxima será de 500 mg/kg expresada como ácido sórbico.
- Cultivos de bacterias adecuadas productoras de ácido láctico.

## 2. ¿Es bueno Consumir Yogurt?

Dada la aplastante evidencia científica que demuestra cuán insensato es el depender de la leche de vaca como alimento de sostén y mantenimiento, muchas personas se han refugiado en el Yogurt, muchas veces justificando su consumo destacando las virtudes terapéuticas y nutricionales de éste. El yogurt es, definitivamente, superior a la leche, y no reporta los daños que esta puede producir en vista de que tanto sus grasas como sus proteínas aparecen en forma predigeridas, lo cual facilita su digestión. Por otro lado, el yogurt posee aún más calcio y potasio que la misma leche, y su contenido de lactasa le permite al cuerpo manejar la lactosa del mismo yogurt sin contratiempo alguno. Terapéuticamente, el yogurt no tiene rival en el acondicionamiento de la flora intestinal, gracias a la presencia del bacilo *Acidophilus*, y en los casos de cánceres de seno y de colon ha mostrado ser altamente efectivo (Virtualmedia, 2001).

### 3. Valor nutritivo del Yogurt

Para Porter (1981) el valor nutritivo del yogurt se considera que está relacionado con la leche que se utiliza, por cuanto el Yogurt contiene más proteínas, tiamina y riboflavina que la leche, pero menos vitamina A. Hay poca diferencia entre el contenido de los elementos nutritivos que suministran energía de la leche y los del yogurt, pero como se añade azúcar, el yogurt endulzado es una fuente más rica de energía que la leche. La aromatización y la coloración del yogurt con extracto de frutas, confituras o aromas naturales han hecho aumentar el número de consumidores.

Cuadro 2. COMPOSICIÓN DEL YOGUR COMÚN

Detalle	Contenido
Sólidos totales, %	11.0
Grasa, %	1.70
Proteína, %	3.45
Carbohidratos, %	5.10
Cenizas, %	0.75

FUENTE: Revilla (1996)

Cuadro 3. COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL YOGUR

Nutriente	Yogur descremado	Yogur entero	Yogur de fruta
Agua, %	90.6	87.6	81.2
Grasa, %	1.1	4.5	3.3

Proteína, %	3.7	3.7	2.8
Glúcidos, %	3.9	3.5	12.0
Minerales, %	0.7	0.7	0.7

FUENTE: Vayas ( 2002)

### 3.1 CALIDAD NUTRITIVA (YOGURT DIETÉTICO)

La composición química de los alimentos es la mejor indicación de su potencial valor nutritivo; el yogurt puede suponer una importante contribución en cualquier dieta.

Cifras típicas de concentración de algunos compuestos mayoritarios de leche y el yogurt.

Compuesto (Unidades / 100 gr.)	Leche		Yogurt		
	Entera	Desnatada	Entero	Desnatado	De frutas
Calorías	67.5	36	72	64	98
Proteínas (g)	3.5	3.3	3.9	4.5	5
Grasa (g)	4.25	0.13	3.4	1.6	1.25
Carbohidratos (g)	4.75	5.1	4.9	6.5	18.6
Calcio (mg)	114	121	145	150	176
Fósforo (mg)	94	95	114	118	153
Sodio (mg)	50	52	47	51	--
Potasio (mg)	152	145	186	192	254

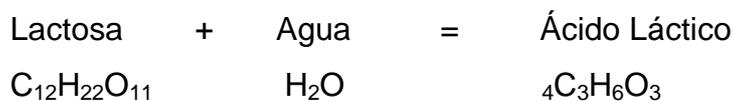
FUENTE: (Yogurt, Ciencia y Tecnología, Facultad de Alimentos, Ambato)

Villegas (2002), estudio en la Hda. Mirador de Ila, de propiedad de la Agrícola Ganadera Reysahiwal S.A. del grupo Wong, ubicado en la Provincia de Pichincha, Cantón Santo Domingo, la utilización de diferentes niveles de suero de queso acidificado (4, 8 y 12 %) frente a un grupo control en la elaboración de yogur, con cinco repeticiones por tratamiento. Determinó que el empleo del suero de queso acidificado en la elaboración de yogur no alteró las propiedades físico-químicas de este producto, encontrándose fluctuaciones del pH entre 4.12 a 4.46, la acidez de 0.85 a 0.88 % y el contenido graso de 1.34 a 1.88 %, la calidad organoléptica del yogur no se vio afectada, manteniéndose la capacidad de aceptación del consumidor. Con respecto a los costos de producción, con la utilización del nivel 12 % de suero acidificado, logró reducir en 4 centavos de dólar por litro de yogur producido, por lo que se elevó la rentabilidad al 74 %, cumpliéndose los objetivos que persigue la empresa Agrícola Ganadera Reysahiwal, por lo que se recomienda emplear el 12 % de suero de queso acidificado en la elaboración del yogur.

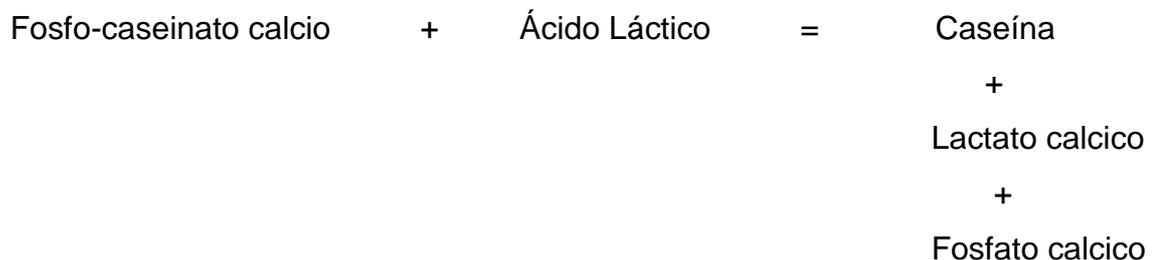
Sacón (2004), en la planta de Lácteos de la ESPOCH, evaluó la utilización de diferentes niveles de estabilizante (0.9, 1.1, 1.3 y 1.5 %), frente a un grupo control en la elaboración de yogur, con cuatro repeticiones por tratamiento, determinando que el yogur presentó un pH entre 4.40 a 4.50, una acidez de 1.09 a 1.13 medidos en ácido láctico, contenidos de humedad de 77.10 a 80.10 %, materia seca de 19.90 a 22.90, contenidos de proteína de 5.30 a 6.50 % y un aporte graso de 3.15 a 3.40 %, recomendando utilizar el nivel 0.90 %, por que mejora las características organolépticas y se reducen los costos de producción.

### 3.2 COMO INFLUYE EL CASEINATO SOBRE LOS CULTIVOS UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL YOGURT.

El catabolismo de la lactosa por *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* determina principalmente la producción de ácido láctico y aunque el proceso comprende muchas reacciones bioquímicas, y puede simplificarse en la siguiente ecuación.



La importancia del ácido láctico en la elaboración del yogurt se debe a las siguientes razones: en primer lugar, contribuye a la desestabilización de las micelas de caseína mediante el paso del fosfato y del calcio de un estado coloidal (en las micelas) a una forma soluble, que difunde en la fracción acuosa de la leche, lo que determina una progresiva depleción de calcio de las micelas que conduce a la precipitación de la caseína a valores de pH de 4.6 a 4.7, dando lugar a la formación del gel que constituye el yogurt. Una vez alcanzado esta condición, se forma lactato cálcico soluble, y de acuerdo con Dyatchenko (1971) la reacción de desestabilización puede resumir como sigue:



El ácido láctico proporciona al yogurt su sabor característico es decir ácido, pudiendo también contribuir o acentuar el "flavor" a nuez y/o aromático del producto.

Fuente: (Yogurt, Ciencia y Tecnología, Facultad de Alimentos Ambato).

### 3.3 CALOR ESPECÍFICO DE CADA TRATAMIENTO (YOGURT DIETÉTICO)

C.E = Calor específico

a = humedad %

b = Sólidos totales %

$$C.E = \frac{a + 0.4 b}{100} = \text{Kcal.}$$

Repetición I.

$$0.0 \% \quad T1 = \frac{77.6 + 0.4 (22.4)}{100} = 0.86 \text{ Kcal.}$$

$$0.5 \% \quad T2 = \frac{78.5 + 0.4 (21.5)}{100} = 0.87 \text{ Kcal.}$$

$$1.0 \% \quad T3 = \frac{80 + 0.4 (20)}{100} = 0.88 \text{ Kcal.}$$

$$1.5 \% \quad T4 = \frac{80.5 + 0.4 (19.5)}{100} = 0.88 \text{ Kcal.}$$

#### 4. **Elaboración industrial del yogurt**

Actualmente en la elaboración del yogurt en forma industrial se debe seguir el siguiente proceso (Allada, 2.000):

- Seleccionar leche fresca de buena calidad sin antibióticos, sin mastitis. Luego del ordeño lo más pronto posible se debe realizar un tratamiento térmico.
  
- Pasteurizar la leche destinada para este proceso, se lo realiza de 85 a 90°C con un período de retención de 5 minutos. Este tratamiento térmico es algo más intenso que el aplicado a la leche para consumo, se consigue mayor viscosidad y menor tendencia a la liberación del suero.
  
- La inoculación se realiza luego del tratamiento térmico, bajando la temperatura a 45 y 46°C en este momento se adiciona el fermento lácteo que está conformado por bacterias lácticas productoras de ácido láctico y aroma. La incubación se realiza durante 4 a 6 horas manteniendo la temperatura entre 45 y 46°C a partir de este tiempo, podemos iniciar el enfriamiento del yogurt.
  
- Establecer el momento que se ha acabado su proceso de fermentación, midiendo su acidez, un promedio de 80 grados Dornick, si no se posee este equipo se puede saber con una simple observación, en los bordes

del recipiente cuando comienza a salir una especie de líquido acuoso (no suero), por otro lado con la introducción de una cuchara podemos ver la consistencia de la masa o gel de este yogurt.

- La adición de sabores y frutas se efectúa al terminar la incubación; se rompe el gel mediante una agitación suave, se baja la temperatura a 20°C y se le adiciona la mermelada de frutas, azúcar, colorantes, esencias, saborizantes y conservantes.
- Envasar para posteriormente refrigerar a 4°C quedando el producto listo para su comercialización, su duración es de 15 días.

## **C. ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DEL YOGURT**

### **1. Estandarizar la leche**

Para la estandarización de la leche se utiliza principalmente la descremadora con el fin de normalizar la cantidad de grasa en un 2 % y de sólidos en un 7 % que va a contener el producto, es necesario precalentar la leche a aproximadamente 35°C, para garantizar una distribución homogénea de la grasa (Alais, 1998).

## 2. **Mezclar ingredientes**

Todos los ingredientes sólidos son pesados, mientras que los líquidos pueden ser pesados o dosificados por medidores volumétricos. Para la mezcla de los ingrediente se recomienda el uso de tanques (marmitas) provistos de agitadores, con el fin de asegurar una distribución adecuada de todos los ingredientes. Cuando un yogurt natural se produce en forma correcta no requiere del empleo de un estabilizador, si fuese necesario se recomienda mezclarlo con el azúcar y agregarlo a una temperatura de 45 °C (Alais, 1998).

## 3. **Homogeneizar**

La estabilidad y consistencia del yogurt se ven mejorados por esta operación. La firmeza del gel aumenta al hacerlo. Se recomienda la utilización de una presión de 100 kg./cm<sup>2</sup> y de una temperatura de 40 °C. Además de aumentar la estabilidad y la consistencia, la homogeneización da al yogurt “cuerpo” evitando que la grasa presente en el producto se separe (Alais, 1998).

## 4. **Pasteurizar**

La pasteurización permite una mezcla libre de microorganismos patógenos, ayuda a disolver y combinar los ingredientes, mejora el sabor y la calidad de almacenamiento, a la vez permite que el producto sea uniforme. Para esta operación se recomienda el uso de una marmita en donde se coloca la mezcla que deberá ser llevada a una temperatura de 85°C durante 30

minutos. Con el uso de esta temperatura y tiempo se busca la coagulación de las proteínas del suero, pues en estas condiciones contribuyen a la estabilidad del cuerpo del producto (Alais, 1998).

## 5. **Enfriamiento**

Con el fin de que el producto tenga una temperatura adecuada al añadirle el cultivo se debe enfriar el mismo hasta una temperatura de 40-45°C. Para esta operación se recomienda que se haga lo más higiénicamente con el fin de no contaminar la mezcla además de hacerlo rápido (Alais, 1998).

## 6. **Inoculación**

Se utiliza para inocular la mezcla entre 2-3% de cultivo formado por partes iguales de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Se debe mezclar muy bien al agregar el cultivo y procurando extremar las medidas higiénicas con el fin de evitar una contaminación (Alais, 1998).

## 7. **Incubación**

La mezcla con el cultivo se debe incubar a 45°C durante 3 - 4 horas, tiempo en el que el yogurt debe adquirir un pH de 4,6 - 4,7 (Alais, 1998), aunque Alvarado (1987), indica que el pH expresa sólo la concentración de hidrógeno y se utiliza para medir la acidez.

## **8. Batido**

Para esta operación se recomienda el uso de una mezcladora. Con este paso también se persigue que el yogurt se enfríe para que no entre demasiado caliente a la cámara de refrigeración (Alais, 1998).

## **9. Empaque**

Después de que el producto es batido deberá ser colocado en los recipientes en los que se distribuirá según se desee (Alais, 1998).

## **10. Almacenamiento**

Después de ser empacado el producto se coloca en cámaras frigoríficas con una temperatura de 5°C, donde se mantendrá hasta su uso (Alais, 1998).

## **D. NORMA INEN PARA LA ELABORACIÓN DE YOGURT**

Según el INEN (1996), la elaboración de yogurt se debe basar en la Norma INEN 710, la misma que manifiesta:

### **1. OBJETO**

Esta norma establece las características que deben tener el yogur y el yogur con sabores.

## 2. ALCANCE

Esta norma se aplica al yogur y yogur con sabores, provenientes de leche entera, semi descremada o descremada.

## 3. TERMINOLOGÍA

- 3.1. Yogur. Es el producto lácteo obtenido por fermentación de la leche entera, semi descremada o descremada, previamente pasteurizada o esterilizada y por acción bacterias específicas: *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, libre de bacilus pseudo lácticos proteolíticos.
- 3.2. Yogur con frutas. Es el producto lácteo obtenido con las características establecidas en el numeral 3.1, se le agrega durante el proceso de elaboración o posteriormente, frutas frescas o en conserva.
- 3.3. Yogur con sabores. Es el producto lácteo que correspondiendo a las características de obtención establecidas en el numeral 3.1, se le agrega: saborizantes y colorantes de uso permitido.

## 4. CLASIFICACIÓN

De acuerdo a sus características el yogur, yogur con frutas y yogur de sabores, se clasifica según el contenido de grasa, proveniente de la leche, en los tipos siguientes:

Tipo I.           Elaborado con leche entera.

Tipo II. Elaborado con leche semidescremada.

Tipo III. Elaborado con leche descremada.

## **5. REQUISITOS DEL PRODUCTO**

### **5.1. Requisitos generales**

5.1.1. El yogur, debe presentar aspecto homogéneo; el sabor y olor deben ser característicos del producto fresco, sin materias extrañas, de color blanco cremoso u otro propio, resultante del color de la fruta o colorante natural añadido, de consistencia pastosa característica; textura lisa y uniforme, libres de hongos y levaduras, debiendo presentar gérmenes vivos de la flora normal.

### **5.2. Requisitos de fabricación**

5.2.1. El yogur elaborado con cualquiera de las tres clases de leches según el numeral 4, debe provenir de leches debidamente pasteurizadas o esterilizadas, en condiciones sanitarias que permitan al mínimo su contaminación con microorganismos.

### **5.3. Ingredientes**

5.3.1. Podrá agregarse al yogur, yogur con frutas y yogur con sabores, durante su proceso de fabricación, crema previamente pasteurizada, leche en

polvo y/o leche evaporada.

5.3.2. Podrá añadirse al yogur de sabores, frutas frescas o desecadas, en conservas, congeladas, enteras o fraccionadas, puré de frutas, pulpa de fruta fresca o conservada. Debe usarse como único conservante, ácido sórbico o sus sales, en cantidad no superior a 100 mg/kg, jarabe de frutas o jugo de frutas y se podrá o no agregar azúcar.

#### **5.4. Aditivos**

5.4.1. Podrá agregarse al yogur, yogur con frutas y yogur de sabores, durante su proceso de fabricación: gelificantes, siempre que la calidad total, no sea superior a 0,5%, alginatos de amonio, potasio, sodio, calcio, agar, carragenina, goma karaya, goma garrofín, goma de espina corona, pectina, goma arábica, gelatina en cantidades teóricamente adecuadas.

5.4.2. El yogur debe estar libre de conservantes como: ácido benzoico, anhídrido sulfuroso y otros.

5.4.3. El peso total de las sustancias agregadas al yogur no será superior al 30% de peso total del producto.

#### **5.5. Especificaciones**

5.5.1. Los tres tipos de yogur, ensayados de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el cuadro 4.

Cuadro 4. ESPECIFICACIONES DEL YOGUR (INEN)

Requisitos	TIPO I		TIPO II		TIPO III		Método de ensayo
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	
Grasa, %	3.0	-	1.5	2.0	-	0.1	INEN 165
Acidez, %	0.60	1.5	0.6	1.5	0.6	1.5	INEN 162
Proteína, %	3.0	-	3.0	-	3.0	-	INEN 016
Sólidos lácteos no grasos %	8.1	-	8.0	-	8.1	-	INEN 014
Alcohol etílico, %	-	0.25	-	0.25	-	0.25	INEN 379

FUENTE: Norma INEN 710 (1996)

5.5.2. Los tres tipos de yogur, ensayados de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes, deberán cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en el cuadro 5.

Cuadro 5. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS

Requisitos	Unidad por g	Método de ensayo
Bacterias coniformes	Negativo	INEN 171
Bacterias patógenas	Negativo	INEN 720
Hongos	Negativo	INEN 172

FUENTE: Norma INEN 710 (1996)

5.5.3. El contenido de bacterias activas, de acuerdo a la norma INEN 170, debe dar un porcentaje equivalente al 60% y 40%, entre el *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*.

## 6. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

## **6.1. Envasado**

6.1.1. El yogur debe expendirse en envases asépticos y herméticamente cerrados, que aseguren la adecuada conservación del producto.

6.1.2. El yogur debe acondicionarse en envases cuyo material, en contacto con el producto, sea resistente a su acción y no altere las características organolépticas del mismo.

## **6.2. Rotulado**

6.2.1. El rótulo o la etiqueta del envase debe incluir en caracteres legibles, la siguiente información:

- Nombre del producto y el porcentaje de grasa,
- Marca registrada,
- Razón social de la empresa fabricante,
- Masa neta en gramos o kilogramos,
- Aditivos añadidos,
- Fecha de fabricación y tiempo máximo de consumo,
- Número de registro sanitario y fecha de emisión,
- Ciudad de origen,
- Forma de conservación (manténgase en refrigeración),
- Número de lote (cuando sea aplicable).

## E. DEFECTOS DEL YOGURT

### 1. Defectos del sabor

Black (1990), señala que los defectos del sabor del yogurt son corrientes, de la misma manera que lo son para cualquier producto lácteo. Quizá la falla más corriente sea la ausencia del sabor y aroma típicos. Dando por supuesto que el cultivo madre contenga el equilibrio deseado de cocos y bacilos, la formación insuficiente de sabor en el producto final suele ser resultado de producción inadecuada de ácido. La formación óptima de sabor no se alcanza sino hasta que la acidez llega a alrededor del 0.85 %, pero la maduración muy por encima del 0.95 % da un producto demasiado ácido. Los compuestos aromáticos se forman en una escala considerablemente amplia de acidez. La ausencia del sabor y aroma típicos del yogurt puede ser también resultado del empleo de cepas de *Lactobacillus bulgaricus* que produzcan cantidades excesivamente pequeñas de sustancias aromáticas y de sabor.

Los sabores poco puros y los amargos del yogurt son resultado, a veces, de haber utilizado leche de poca calidad o un iniciador contaminado. Ciertas cepas de *Lactobacillus bulgaricus* pueden dar sabor amargo. La producción lenta de ácido por cultivos de yogurt ha podido hacerse remontar a bacteriófagos que atacan las células de *Streptococcus thermophilus*. Se han obtenido cultivos resistentes a los fagos, pero el cuerpo del yogurt hecho con estos cultivos no tiene la firmeza deseada (Cotescu, 1984).

Cabrera (2001) señala que el sabor es el factor más importante de la calidad desde el punto de vista de la aceptación del consumidor. Los defectos causados por el material saborizante pueden considerarse como:

- **Mucho sabor**, debido a dosis excesiva de material saborizante o al empleo de aromas de poca calidad. En ambos casos puede impartir al yogur un gusto picante o amargo.
- **Poco sabor**, debido a falta de material saborizante o a alguna sustancia que interfiere el sabor.
- **Sabor áspero** (agrio), defecto debido al empleo de sustancias aromatizantes de poca calidad, aunque puede ser debido en algunos casos a exceso de sabor y a la fracción terpénica de algunos aromas.
- **Sabor no natural** (artificial), cuando el sabor no es característico del tipo de yogur. Puede ser debido al empleo de algunos aromas sintéticos, como el de vainilla o a imitaciones poco perfectas. Para reforzar algunos yogures frutales se emplea zumo de limón debido a su acidez, pero si junto al zumo se añade algo de la esencia de la corteza impartirá sabor a limón que no se desea y la mezcla tendrá un sabor no natural, aunque no desagradable.

También si se emplean frutos y zumos de fruta fermentados pueden impartir sabores desagradables. Los sabores naturales de frutos frescos y sanos se distinguen perfectamente de los obtenidos con aromas artificiales.

## 2. Defectos de color

Para reforzar, corregir o imitar un color natural, se dispone de productos naturales, como el caramelo de azúcar y productos artificiales. Estos últimos se dosifican en muy pequeñas cantidades, ya que poseen un gran poder de coloración, y son económicos, por lo que se usan muy extensamente. Solo pueden utilizarse los colores autorizados. Los principales defectos de color son: color desigual, debido a la mala distribución de los ingredientes en el momento de colorear la mezcla, mala distribución del colorante; color no natural, debido al empleo de colorantes inadecuados y materias extrañas; poco color, falta de colorante; puntos pigmentados, colorante no disuelto totalmente o a material insoluble del colorante, que hay que filtrar (Cabrera, 2001).

## 3. Defectos de textura

La textura se refiere al grano o a la más fina estructura del producto y depende del tamaño, forma y disposición de las pequeñas partículas. La textura ideal debe ser suave y las partículas sólidas lo suficientemente pequeñas para no ser detectadas en la boca, mientras que la textura mantecosa se manifiesta por grumos de grasa lo suficientemente grandes para ser detectados en la boca dejando una película grasa en el paladar y los dientes después de haber consumido los productos lácteos. Este defecto es debido al exceso de materia grasa, por una incorrecta homogeneización, especialmente por falta de agitación durante la adición, poco contenido de sólidos de suero y/o una acidez alta. La textura arenosa la causa la

cristalización de la lactosa, defecto que puede controlarse reduciendo los sólidos de suero, sustituyendo parte del azúcar por dextrosa, manteniendo temperaturas de almacenaje bajas y uniformes; y controlando la acidez (Cabrera, 2001).

## **F. CASEINATO DE CALCIO**

Según Smith (2003), el caseinato de calcio por lo general es el suplemento más utilizado y el menos costoso (el 85% de todos los suplementos de calcio que se venden en EE.UU. están hechos de caseinato de calcio), este suplemento de calcio ha sido analizado a fondo a fin de determinar su efecto sobre el organismo, encontrándose que es extremadamente seguro y que su empleo ayuda a aumentar la ingestión de calcio en hombres y mujeres de todas las edades, en dosis de hasta 2000 mg por día.

Ocasionalmente, las personas que comienzan a tomar suplementos de calcio experimentan hinchazón o gas. Por ejemplo, un estudio sobre la tolerancia gastrointestinal en el que se comparó el carbonato con el citrato, concluyó que los participantes experimentaban un mayor problema de hinchazón con el citrato, probablemente se debe a que el cuerpo está adaptándose a una ingestión de calcio diaria más alta (Connell, 1989).

## **Los caseinatos**

Un caseinato es una caseína que se ha vuelto soluble mediante la adición de un álcali. La solución se deseca mediante procedimiento de pulverización o sobre cilindros.

Los álcalis utilizados son la sosa y la cal y, en menor proporción, la potasa y el amoníaco. La preparación de caseína tos requiere algunas precauciones, ya que la caseína en solución concentrada y en presencia de ciertos cationes (particularmente Ca) puede sufrir el fenómeno de gelificación, en determinadas condiciones de pH y de temperatura.

El más utilizado de los caseinatos es el sódico. Para su fabricación, la caseína, preferentemente en estado de cuajada fresca, se solubiliza a pH 6.7, en caliente, por adición de sosa cáustica.

El caseinato cálcico se utiliza lo mismo para preparaciones farmacéuticas que como ingrediente en alimentos. El contenido en calcio está limitado entre 1,0 – 1,5 %. Para solubilizar la caseína se utiliza cal hidratada, y es importante que la neutralización se produzca por debajo de los 45 °C, para evitar la agregación de la proteína. (Ciencia de la leche, Charles ALAIS, Pág. 788)

### **UTILIZACIONES DE LOS CASEINATOS EN LAS INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Los caseinatos se utilizan en las industrias alimentarias por tres razones principales:

– Constituye un aporte de proteínas interesante, tanto por su valor nutritivo como por

Su precio.

- Tienen un poder emulsivo superior al de la mayor parte de los otros emulsivos utilizados en las industrias alimentarias.
- Permiten una determinada retención de agua en los productos cocidos.

#### **A) Los productos de tipo lácteo**

Se comercializan sobre todo en los Estados Unidos y en el Japón, mientras que en los países europeos existen aún muy pocos productos de este tipo.

1. El “coffee whitener” o el “coffee creamer” es un tipo de nata en polvo que contiene entre el 40 y el 50 % de materia grasa, destinado a blanquear el café y amortiguar su sabor.
2. Los “whipped toppings” son natas batidas de imitación que se consumen con una gran variedad de postres. Se presentan en polvo, en aerosol o congeladas. El componente esencial es el aceite vegetal, al que se añade azúcar, caseinato sódico y diversos ingredientes.
3. Los “instant breakfasts” son bebidas lacteadas aromatizadas. Contienen del 2 al 4 % de caseinato sódico. El caseinato es compatible con todos los aromas, salvo con la vainilla.
4. Las “leches de imitación” son productos en los que ninguno de sus componentes proceden de la leche, con excepción de los caseinatos. Hacen competencia a las leches naturales y a las “filled milk” o leches parcialmente de imitación. Estos productos se consumen mucho en Asia., ***Pueden clasificarse dentro de este tipo de productos las leches y bebidas dietéticas, que contienen, entre otros productos, caseinatos de sodio y de calcio.***
- 5 Los “dips” son cremas espesas que sirven como condimentos de ensaladas o de tostadas.
- 6 Existen “dips” de imitación aromatizados (tocino entreverado, cebolla, etc.) que contiene entre el 3 y el 4 % de caseinato sódico.

## **B) Productos queseros**

Los caseinatos se utilizan desde hace muchos años en la fabricación del “cottage cheese”, queso fresco anglosajón; permiten reducir el contenido en materia grasa conservando la textura untuosa.

En Francia está legalizado el enriquecimiento con caseinato de la leche destinada a la fabricación de queso.

También puede adicionarse caseinato a la mezcla destinada a la elaboración

de quesos fundidos. Con este fin se preparan caseinatos cálcicos que contienen fosfato sódico.

### **C) Los productos no lácteos**

1. *En pastelería y en la fabricación de galletas* se utilizan **caseinatos** para la elaboración de sus masas, lo que produce un aumento de volumen y una mejor retención de agua. También se utilizan caseinatos para el glaseado y como guarnición de los pasteles. En panadería, la adición de caseinato al pan aumenta su conservación y disminuye su desecamiento. En este tipo de producto es donde mejor encajan los coprecipitados.
2. *la utilización de los caseinatos en los “cereales”* que constituyen el elemento esencial del desayuno de los anglosajones, permite mejorar su valor nutritivo y equilibrar el contenido proteico del producto. En este caso se utilizan caseinatos insolubles con el fin de mantener los “cereales” crujientes, incluso cuando se mezclan con la leche.
3. *Los caseinatos son cada vez más utilizados en los productos de charcutería cocida*, donde desempeñan un gran papel su poder emulsivo y de retención de agua. El caseinato permite incorporar a los preparados mayores cantidades de agua y de grasa, mejorando su blandura. Los caseinatos se utilizan sobre todo en la elaboración de pastas finas, tales como los “patés” y las salchichas; también se inyectan a los jamones, mezclados con la sal muera.
4. El caseinato puede utilizarse en las salsas neutras o ácidas como ligante o emulsivo. En su caso, el ácido se adiciona después de realizar la emulsión.

Los productos dietéticos contienen con frecuencia caseinato cálcico, que este caso constituye un aporte de proteínas sin sodio.

En confitería se utilizan caseinatos en diferentes especialidades comercializadas en la actualidad, especialmente del tipo caramelo.

Por tratamiento de la caseína con bases o proteasas se han obtenido

productos espumantes, aunque para esta función sirven mejor las proteínas del suero. (Charles ALAIS, Ciencia de la leche, Pág.790 – 793).

## 1. La absorción

El caseinato de calcio se absorbe mejor cuando se toma junto con las comidas. En las personas sanas, la absorción de este tipo de calcio, es igual de eficaz que la absorción del calcio en la leche (Sheikh, 1987).

En un pequeño porcentaje de individuos con aclorhidria (ausencia de ácido estomacal), parece que el caseinato de calcio se absorbe mejor que el calcio de la leche. Sin embargo, esta diferencia parece ser menor si el caseinato de calcio se toma junto con las comidas (Recker, 1985).

## 2. La interacción con otros minerales

El caseinato de calcio tiene diferentes niveles de interacción con otros minerales. Por ejemplo, el caseinato de calcio inhibe parcialmente la absorción de hierro si se toman con las comidas, intensifica la absorción de aluminio y el depósito en los tejidos humanos de aluminio proveniente de fuentes alimenticias y de productos que contienen hidróxido de aluminio (Cook, 1991).

### **3. La eliminación del calcio**

Todo aumento en la ingestión de calcio, resultará en una mayor eliminación de calcio en la orina. Los estudios indican una mayor eliminación de calcio en la orina proveniente del calcio derivado del citrato de calcio que del caseinato de calcio, se cree que esto representa un mayor nivel de absorción del citrato de calcio. No obstante, los estudios que miden la absorción fraccionaria real del calcio derivado del carbonato, citrato y otras fuentes alimenticias han indicado un nivel de absorción equivalente (Levenson, 1994).

### **G. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LOS PRODUCTOS LÁCTEOS**

Alvarado (1987), indica que la leche representa un medio de cultivo ideal para los microorganismos. Estos gérmenes pueden actuar de diversas maneras. Por una parte los hay técnicamente perjudiciales, es decir, influyen negativamente en los procesos de la industria lechera; por otra, pueden causar enfermedades. Por eso es imprescindible higienizar la leche antes de su transformación industrial o de su venta.

Veisseyre (1988) manifiesta que la leche contiene normalmente no solo los microorganismos que poseía al salir de la mama, sino los procedentes de contaminaciones diversas que tienen lugar en el curso de las manipulaciones de que debe ser objeto. Casi todos los microorganismos pueden proliferar en la leche con gran facilidad, ya que constituye un excelente medio de cultivo.

Meyer (1988) señala que inmediatamente después del ordeño, la leche contiene una pequeña cantidad de gérmenes, la cual aumenta rápidamente por factores intrínsecos como extrínsecos del animal y el medio. En la industrialización de la leche, disminuye el contenido inicial de estos gérmenes por tratamiento con calor, o se impide, su desarrollo por la aplicación de frío. Las bacterias más importantes de la leche y de los productos lácteos son: las bacterias lácticas, coli bacterias, bacterias propiónicas, bacterias butíricas, bacterias proteolíticas y las bacterias patógenas.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO**

El presente trabajo experimental se realizó en la Planta de Producción de Lácteos “Tunshi” de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. El ensayo tuvo una duración de 120 días (4 meses) distribuidos en la elaboración del yogurt, los exámenes bromatológicos, físico-químicos, microbiológicos y de aceptación al consumidor (organolépticas).

#### **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

En la elaboración del yogurt, el tamaño de la unidad experimental fue de 5 litros de leche, a la cual se le añadió diferentes niveles de caseinato de calcio, por lo que se utilizaron 20 unidades experimentales (tres niveles de caseinato de calcio, el tratamiento control y cada uno con cinco repeticiones). Por efectos de evaluación de la producción se realizó dos ensayos por semana. Para las pruebas físico-químicas, microbiológicas y organolépticas, se utilizaron muestras de 200 g de cada una de las repeticiones de los diferentes tratamientos experimentales

#### **C. INSTALACIONES, EQUIPOS Y MATERIALES**

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizaron fueron:

- Pasteurizador HTST
- Homogenizador
- Bidones de aluminio de 40 litros
- Tanque de frío
- Bidones de plástico de 40 litros
- Balanza de precisión digital
- Báscula
- Acidómetro
- Agitadores de acero inoxidable
- Ph-metro
- Centrífuga GERBER
- Butirómetro GERBER
- Pipetas de 1, 10 y 11 ml
- Probetas
- Mechero
- Vasos de precipitación
- Equipo para determinar grasa GERBER
- Equipo Kendall para determinar grasa y cenizas
- Placas Petrifilm para los análisis microbiológicos
- Estufa

#### **D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se evaluó la adición de tres niveles de caseinato de calcio (0.5, 1.0 y 1.5 %) en la elaboración del yogurt frente a un tratamiento control (0 % de

caseinato de calcio), teniéndose un total de cuatro tratamientos experimentales con cinco repeticiones cada uno, mientras que en la evaluación organoléptica se utilizaron 10 muestras por tratamiento, que corresponden a 10 repeticiones, distribuyéndose las unidades experimentales para su evaluación estadística bajo un diseño completo al azar, que se ajustaron al siguiente modelo matemático:

$$X_{ijk} = \mu + T_i + E_{ijk}$$

Donde:

$X_{ijk}$  = Valor del parámetro en determinación

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto de los niveles de estabilizante

$E_{ijk}$  = Efecto del error experimental

Los esquemas experimentales que se utilizaron fueron los siguientes:

Cuadro 6. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO EN LA ELABORACIÓN DEL YOGUR DIETÉTICO

Niveles				Litros de
Caseinato de Ca	Código	Repet.	TUE*	leche/tratamiento
0.0 %	T0.0	5	5	25
0.5 %	T0.9	5	5	25
1.0 %	T1.1	5	5	25
1.5 %	T1.5	5	5	25
TOTAL, kg				100

TUE\*: Tamaño de la Unidad Experimental de 5 litros de leche

Cuadro 7. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO PARA LA EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL YOGUR DIETÉTICO

Yogur con niveles de Caseinato de Ca	Código	Repet.	TUE*	muestras/tratamiento
0.0 %	T0.0	10	1	10
0.5 %	T0.9	10	1	10
1.0 %	T1.1	10	1	10
1.5 %	T1.5	10	1	10
TOTAL MUESTRAS ANALIZADAS				40

TUE\*: Tamaño de la Unidad Experimental de 200 ml de yogur

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables experimentales que se consideraron en el presente trabajo fueron:

- Propiedades físico-químicas del yogur
  - pH
  - Contenido de humedad, %
  - Contenido de materia seca, %
  - Contenido de proteína, %
  - Contenido de minerales, %
  - Contenido de grasa, %
- Análisis organolépticos
  - Color, 4 puntos

Olor, 4 puntos

Sabor, 4 puntos

Textura, 4 puntos

Acidez, 4 puntos

Total, 20 puntos

- Análisis microbiológicos
  - Bacterias totales, UFC/cc o  $\text{cm}^3$
  - Coliformes, UFC/cc
  - Mohos y levaduras, UFC/g
  
- . Análisis económico
  - Costos de producción, dólares
  - Beneficio / Costo.

## **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN**

Los resultados experimentales obtenidos fueron sometidos a las siguientes pruebas estadísticas:

- Análisis de varianza para las diferencias (ADEVA)
  
- Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey al nivel de significancia de  $P < 0.05$

- Análisis de la regresión por medio de polinomios ortogonales para establecer las líneas de tendencia, en los parámetros que presentaron influencia estadística por efecto de los niveles de estabilizante.

Los esquemas del análisis de varianza, empleados fueron los siguientes:

Cuadro 8. ESQUEMA DEL ADEVA

Fuente de varianza	Grados de libertad en la valoración	
	Físico - química	Organoléptica
Total	19	39
Tratamientos	3	3
Error	16	36

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 1. Descripción del experimento

En la presente investigación se utilizaron 100 litros de leche, para la elaboración del yogur dietético, cantidad que fue dividida en los cuatro tratamientos experimentales (25 lt por tratamiento). Para la fabricación del yogur se utilizó la formulación base que se reporta en el cuadro 9, y en su elaboración se siguió el proceso indicado por (Allada, 2000), que se resume en el gráfico 1, que consiste en las siguientes actividades:

- Pruebas básicas de control de calidad de la leche fresca



Cuadro 9. FORMULACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL YOGUR DIETÉTICO CON DIFERENTES NIVELES DE CASEINATO DE CALCIO

FORMULACIÓN	Nivel de caseinato de calcio			
	0,00%	0,50%	1,00%	1,50%
Leche, lt	5,00	5,00	5,00	5,00
Fermento láctico, g	2,50	2,50	2,50	2,50
Caseinato de calcio, g	0,00	25,00	50,00	75,00
Azúcar, kg	0,60	0,60	0,60	0,60
Saborizante, g	5,00	5,00	5,00	5,00

- Estandarización de la leche a un contenido graso del 2%
- Inicio de la pasteurización y adición del caseinato de calcio a la leche cuando está alance una temperatura de 40 °C.
- Continuar con la pasteurización de la leche (de 85 a 90°C con un período de retención de 5 minutos).
- La inoculación se realizó luego del tratamiento térmico, bajando la temperatura entre 45 y 46°C, en este momento se adiciona el fermento lácteo.
- La incubación se realizó durante 4 a 6 horas manteniendo la temperatura entre 40 a 45°C a partir de este tiempo, proceder a iniciar el enfriamiento.
- Establecer el momento que se ha acabado su proceso de fermentación, midiendo su acidez, con un promedio de 80 grados Dornic.
- Romper el gel mediante una agitación suave y bajar la temperatura a 20°C.
- La adición de los saborizantes se efectuó al terminar la incubación.

- Envasado y refrigeración a 4°C, quedando el producto listo para su comercialización.

Para el control de los parámetros bromatológicos se tomaron muestras de 200 ml y fueron enviadas al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Nutrición y Salud Pública de la ESPOCH, mientras que para el control microbiológico se envió las muestras al Laboratorio de Análisis Técnicos de la Facultad de Ciencias.

Para la obtención de los resultados organolépticos, se coordinó con el director de tesis, para seleccionar el panel de catadores que calificó las muestras del yogur dietético bajo los siguientes parámetros propuestos:

Color	4 puntos
Olor	4 puntos
Sabor	4 puntos
Textura	4 puntos
Acidez	4 puntos
Total	20 puntos

Dicho panel debió cumplir con ciertas normas como: Estricta individualidad entre panelistas para evitar influencias entre los mismos, no haber ingerido bebidas alcohólicas y disponer a la mano de agua o té, para equiparar los sentidos.

## 2. **Programa sanitario**

Previa a la elaboración del producto se realizó una limpieza a fondo de las instalaciones, equipos y materiales utilizados, con abundante agua y detergente comercial; todo esto con la finalidad de que las instalaciones, equipos y materiales, se encuentren asépticos y libres de cualquier agente patógeno que pueda alterar los productos elaborados.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

#### 1. pH

Los valores medios del pH del yogur elaborado con diferentes niveles de caseinato de calcio no presentaron diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ), ya que las medias encontradas fluctuaron entre 4.20 a 4.50, que son los casos extremos (cuadro 10), y que corresponden a los yogures en los que se adicionó los niveles 1.0 y 1.5 %, con el menor valor y al yogur del grupo control el más alto, por lo que se considera que la adición de calcio en la fabricación del yogur no influye en el pH del producto obtenido, por cuanto los valores determinados se encuentran entre los que determinó Villegas (2002), cuando utilizó diferentes niveles de suero de queso acidificado, reportando valores entre 4.12 a 4.46, al igual que en el estudio de Sacón (2004), al emplear niveles de estabilizante (carrageninas), que reportó valores de pH entre 4.40 a 4.50, siendo este último valor similar al encontrado en el presente trabajo, ratificándose por tanto, lo que señala Alvarado (1987), en que el pH expresa sólo la concentración de hidrógeno y se utiliza para medir la acidez.

#### 2. Contenido de humedad

Las medias del contenido de humedad de los yogures elaborados con la inclusión de diferentes niveles de caseinato de calcio no fueron diferentes esta-



dísticamente ( $P>0.05$ ), aunque numéricamente se observa que a mayor adición de caseinato de calcio mayor contenido de humedad presenta el yogur (gráfico 2), aunque estos valores pueden deberse a las técnicas empleadas en el laboratorio para la determinación de este nutriente, ya que el objetivo de la adición de caseinato de calcio, es enriquecer el yogur con un mayor aporte de calcio disponible para la población consumidora, pero que en todo caso se registró contenidos entre 76.10 % de humedad en el yogur del grupo control y 79.98 % cuando se adicionó el nivel 1.5 % de caseinato de calcio.

Estos valores de humedad encontrados son inferiores respecto al reporte de Vayas (2002), quien indica que el contenido de humedad varía de acuerdo al tipo de yogur elaborado, siendo de 90.6 % para el caso de yogur descremado, en tanto que las respuestas guardan relación con los contenidos de humedad determinados por Sacón (2004), quien al adicionar en la elaboración diferentes niveles de estabilizante reporta valores 77.10 a 80.10 %, pudiendo deberse ésta relación en las respuestas indicadas, debido a que en los dos estudios fueron en base a los reportes de los análisis realizados en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Nutrición y Salud Pública de la ESPOCH.

### **3. Contenido de materia seca**

El contenido de materia seca por ser inversamente proporcional al contenido de humedad, las medias determinadas no fueron diferentes estadísticamente ( $P>0.05$ ), sin embargo numéricamente el mayor contenido de



materia seca (23.90 %) presentaron los yogures del grupo control a diferencia de aquellos de los elaborados con la inclusión del 1.50 % de caseinato de calcio que fue de 20.02 %, que son los dos casos extremos, siendo los valores encontrados en este parámetro similares a los reportados por Sacón (2004), quien indicó contenidos de 19.90 a 22.90 % de materia seca en los yogures, pero con la adición de diferentes niveles de estabilizante.

#### 4. Contenido de proteína

La cantidad de proteína encontrada en los yogures presentaron diferentes estadísticas altas ( $P < 0.01$ ) por efecto de los niveles de caseinato de calcio empleados, registrándose los mayores contenidos (3.84 y 3.71 %) en los yogures del grupo control y con el nivel más bajo empleado, respectivamente, valores que difieren con los determinados en los yogures elaborados con los niveles de 1.0 y 1.5 % de caseinato de calcio, que registraron contenidos de 3.44 y 3.51, en su orden, determinándose a través del análisis de la regresión una tendencia cúbica, que se reporta en el gráfico 3, de donde se determina que el contenido de grasa tiende a reducirse a medida que se incrementa el nivel de caseinato de calcio empleado hasta el nivel 1.0 %, pero no de una forma proporcional, incrementándose ligeramente el contenido proteico cuando se empleó el nivel 1.5 %, valores que superan a los requisitos mínimos exigidos por el INEN (1996), en la Norma INEN 710, donde se indica que el yogur debe contener un mínimo de 3.0 % de proteína, al igual que se encuentra entre las referencias bibliográficas indicadas por Revilla (1996) y Vayas (2002), quienes señalan que el yogur tiene un aporte proteico de 3.45 y 3.70 %, en yogures



enteros y descremados, respectivamente, en cambio, son inferiores respecto a los determinados por Sacón (2004), quien indica que el yogur elaborado con leche entera más la adición de estabilizantes, presentó contenidos proteicos entre 5.30 y 6.50 %, pero con la consideración que señala este investigador, en que sus respuestas son elevadas, debido posiblemente a las técnicas de laboratorio empleadas en el análisis bromatológico.

## 5. Contenido de grasa

El contenido graso del yogur elaborado con la adición de diferentes niveles caseinato de calcio presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), determinándose que al emplear el nivel 0.5 %, el yogur presentó el menor contenido de grasa (1.33 %), que es seguido por el yogur del grupo control con un contenido graso de 1.60 %, en tanto que al emplear los niveles 1.0 y 1.5 % del caseinato, se registraron los valores más altos (1.84 y 1.88 %, respectivamente), por lo que el análisis de la regresión determinó una tendencia cúbica (gráfico 4), que determina que con la adición de niveles bajos de caseinato de calcio (0.5 %), el contenido graso se reduce, pero cuando se utiliza niveles superiores el contenido tiende a incrementarse, estabilizándose con niveles entre 1.0 y 1.5 %.

Los contenidos de grasa se ajustan a los requerimientos exigidos por el INEN (1996), para el yogur Tipo II (elaborado con leche semidescremada), que señala que el contenido graso de este producto debe tener como mínimo el 1.5 % y como máximo el 2.0 %, lo que concuerda con el presente trabajo, ya que la



leche utilizada en la elaboración del yogur se estabilizó al 2 % de grasa, es decir se semidescremó, por otra parte, los resultados obtenidos de igual manera tienen relación con los reportes de Revilla (1996) y Vayas (2002),, quienes establecen que el contenido graso del yogur es de 1.7 % en el yogur entero y de 1.1 % en el yogur descremado, respectivamente, en tanto que al comparar con el reporte de Sacón (2004), los valores determinados son inferiores, por cuanto este investigador encontró contenidos de grasa en el yogur de 3.18 a 3.40 %, debiendo aclararse que este investigador utilizó leche entera, es decir con un contenido graso de la leche superior o igual al 3.5 %, que es el promedio graso considerado para la leche bovina.

## **5. Contenido de cenizas**

Con relación al contenido de cenizas, se registró que entre las medias de los diferentes tratamientos no presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), observándose valores entre 1.25 % a 1.38 %, aunque numéricamente se observa que este tiende a incrementarse por efecto de los niveles de caseinato empleados (gráfico 5), ya que por ser este de origen mineral, su inclusión eleva el contenido de cenizas, por lo que los valores obtenidos son superiores a los que reportan tanto Revilla (1996) como Vayas (2002), quienes indican que el contenido de cenizas en el yogur es entre 0.7 a 0.75 %.

Globalizando los resultados obtenidos se puede indicar que los yogures con la adición de caseinato de calcio, a pesar de que se ve influenciado estadísticamente



ticamente, cumple con los requisitos exigidos en la Norma INEN 170 (INEN, 1996), por lo que este producto apto para el consumo humano.

## **B. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA**

### **1. Color**

Las medias del color del yogur dietético obtenido por efecto de los niveles de caseinato de calcio empleados, no se presentaron diferencias estadísticas (cuadro 11), aunque numéricamente se registró una ligera superioridad del yogur del tratamiento control (sin caseinato) por cuanto alcanzó una valoración de 3.76 puntos sobre 4 de referencia, seguido de los yogures elaborados con los niveles 0.5 y 1.5 %, que alcanzaron los 3.72 puntos, en tanto que cuando se utilizó el nivel 1.0 %, la puntuación alcanzada fue menor con 3.56 puntos, presentando en todos los casos el color del saborizante utilizado, con pequeñas variaciones de tonalidades, debiendo tenerse en cuenta que los saborizantes se dosifican en muy pequeñas cantidades, ya que poseen un gran poder de coloración, por lo que se usan muy extensamente, aunque solo pueden utilizarse los colores autorizados (Cabrera, 2001).

### **2. Olor**

Con relación al olor del yogur, no se vio afectado estadísticamente ( $P > 0.05$ ) por efecto de los niveles de caseinato utilizados, aunque las puntua-



ciones variaron de 3.20 a 3.64 puntos sobre 4 de referencia, que corresponde a los yogures elaborados con la adición del nivel 1.0 % de caseinato de calcio y el del grupo control, respectivamente, en tanto que a los yogures de los otros tratamientos se les asignó valoraciones entre los anotados (gráfico 6), notándose que el yogur tomó el olor del saborizante empleado, el cual le imprime su olor característico, ya que según Cabrera (2001), los productos lácteos tienen mejor aceptación cuando se añade productos saborizantes, por lo que se debe tomar en cuenta la referencia que exige el INEN (1996), en que el yogur debe presentar un olor característico del producto fresco, sin indicios de rancidez.

### **3. Sabor**

De entre las características organolépticas evaluadas, la que de mayor interés es el sabor, por que de ella depende de la aceptación o no del yogur (Cabrera, 2001), por lo que en el presente trabajo, los valores medios asignados a este parámetro determinó diferencias estadísticas altas ( $P < 0.01$ ), recibiendo la mayor calificación el yogur elaborado con el 0.5 % de caseinato que recibió una puntuación de 3.60 puntos, seguido del yogur del grupo control con 3.52 puntos, que comparten el rango de significancia, en tanto, cuando se adicionó los niveles 1.0 y 1.5 % de caseinato, su valoración descendió a 2.96 puntos en ambos casos, por lo que mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia lineal negativa (gráfico 7), notándose por consiguiente que el sabor característico del yogur tiende a alterarse conforme se incrementa los niveles de caseinato de calcio, aunque es necesario considerar adicional-





nalmente que la utilización del saborizante refuerza el sabor del yogur como lo indica la Norma INEN 170 (1996), donde se señala que “Podrá añadirse al yogur de sabores, frutas frescas o desecadas, en conservas, congeladas, enteras o fraccionadas, puré de frutas, pulpa de fruta fresca o conservada, jarabe de frutas o jugo de frutas y se podrá o no agregarse azúcar”, para de este manera propiciar al yogur el sabor de la fruta que se le quiera asignar, siendo posiblemente necesario elevar el nivel de saborizante empleado cuando se utilice niveles superiores del 0.5 % de caseinato.

#### 4. **Textura**

Respecto a las medias registradas en la valoración de la textura, estas no presentaron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), por efecto de los niveles de caseinato empleados, por cuanto los valores asignados fueron entre 3.64 a 3.16 puntos, aunque numéricamente se estableció que el yogur del grupo control presentó una mejor textura, donde las partículas sólidas fueron lo suficientemente pequeñas para no ser detectadas en la boca, mientras que en los otros casos se sintió pequeñas partículas sólidas, lo que puede deberse a lo que señala Carrera (2000), en que este defecto pudo deberse a una incorrecta homogeneización, especialmente en la adición del azúcar.

#### 5. **Acidez**

Otra de las características organolépticas importantes es la acidez del yogur, por lo que la evaluación de esta característica se tomo en cuenta en

base a la preferencia de los consumidores, donde se asignó 4 puntos al yogur con una acidez normal, y valoraciones menores cuando la sensación de acidez del yogur se incrementó, por lo que las puntuaciones medias alcanzadas, registraron diferencias estadísticas altas ( $P < 0.01$ ), por efecto de los niveles de caseinato de calcio empleados, siendo el yogur del tratamiento control así como con el empleo del nivel 0.5 % de caseinato, los que presentaron las mejores puntuaciones (3.72 y 3.12, respectivamente), que difieren estadísticamente con la valoración asignada a los yogures elaborados con la inclusión del 1.0 y 1.5 %, que presentaron una sensación mucho más ácida que las anteriores, por lo que los catadores les asignaron puntuaciones de 2.12 y 2.04 puntos sobre 4 de referencia.

Mediante el análisis de la regresión se determinó una tendencia cuadrática negativa, como se reporta en el gráfico 8, de donde se desprenden que a mayor contenido de caseinato de calcio, la sensación de acidez se incrementa, aunque no de una manera proporcional, comportamiento que se debe en gran parte a los valores del pH determinados, por cuanto, como se analizó anteriormente, los valores de pH descienden a medida que se incrementa los niveles de caseinato de calcio (cuadro 11), aunque en este caso, sus diferencias entre las medias no fueron significativas, pero que repercuten en la característica organoléptica de la acidez.

## 6. Valoración total

En las puntuaciones totales, se estableció variaciones estadísticas altas,



por cuanto las mejores puntuaciones alcanzaron los yogures del grupo control así como con la adición del nivel 0.5 % de caseinato, cuyas puntuaciones finales fueron de 18.28 y 17.40 puntos sobre 20 de referencia, correspondiéndoles en base a la calificación de Muy Buena de acuerdo a la Escala de Witting (1981), en cambio que los yogures elaborados con la adición de 1.0 y 1.5 % de caseinato de calcio registraron las menores calificaciones con un total de 15.00 y 15.36 puntos, respectivamente, y que les corresponde a una calificación de Buena, por lo a través del análisis de la regresión, se estableció una tendencia cuadrática (gráfico 9), que determina que a mayor nivel de estimulante, la valoración organoléptica es menor aunque no de una manera proporcional, lo que conlleva a indicar que con el empleo de niveles altos de caseinato de calcio se puede llegar a producir yogures que comercialmente no sean apetecidos por los consumidores, aunque en el presente trabajo se considera que el yogur dietético estudiado presenta una buena aceptación, ya que en ningún caso fue rechazado o al menos recibido la calificación de regular.

### **C. ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO**

Los análisis bacteriológicos realizados en el yogur obtenido por efecto de la utilización de diferentes niveles de caseinato de calcio, determinaron en todos los tratamientos la ausencia de coliformes (cuadro 12), en tanto que al parecer la proliferación de bacterias totales se incrementa ligeramente en función de los niveles de caseinato, ya que en el yogur del grupo control se encontró  $4.0 \times 10^1$  UFC/g, con el empleo de los niveles 0.5 y 1.0 % fue de --





$5.0 \times 10^1$  UFC/g y con el 1.5 % fue de  $7.0 \times 10^1$  UFC/g, pero que son cantidades que se encuentran dentro de los niveles de aceptación que indica el INEN (1996), en la Norma 700, donde se exige que la carga bacteriana total no sobrepase las 1500 UFC/ml, debiéndose posiblemente esta baja carga encontrada, a que este producto es obtenido con leche estabilizada y garantizada en su control físico-químico y microbiológico.

Con respecto a las cantidades de Mohos y levaduras encontradas, casi en todas las muestras analizadas fueron negativas a estos microorganismos, registrándose en un solo caso la presencia de una carga de  $2.0 \times 10^1$  UFC/g, y que corresponde a los yogures elaborados con el 1.5 % de caseinato, valor que se encuentra muy por debajo de los márgenes de tolerancia por los consumidores, cuyo límite máximo permitido por el INEN (1996), en su norma 700, donde se señala que la carga bacteriana total no sobrepase las 1500 UFC/ml, debiéndose posiblemente, la presencia de estos microorganismos a algún factor externo, como posiblemente la contaminación o fermentación de este producto antes de realizarse el análisis correspondiente, por cuanto en la evaluación de su replica, los resultados fueron negativos, lo que garantiza la salud del consumidor.

#### **D. ANÁLISIS ECONÓMICO**

Al realizar el análisis económico de la producción de yogur dietético con diferentes niveles de caseinato de calcio (cuadro 13), se determinó que los menores costos de producción por litro se alcanzó al emplear el nivel 0.5 % de



caseinato de calcio (\$0.679), costo que es menor con respecto a la elaboración del yogur del grupo control (0.698 \$/lt), elevándose estos costos cuando se eleva el nivel de caseinato de calcio, ya que con al emplearse el nivel 1.0 % fue de \$0.728 y con el nivel 1.5 % de \$0.774, por lo que el análisis económico mediante el indicador beneficio/costo (B/C), determinan que al emplearse el nivel 0.5 % de caseinato de calcio se alcanzó el mejor B/C (1.32), seguido del grupo control con un B/C de 1.29, que son índices superiores a los que se alcanzan al emplearse los niveles 1.0 y 1.5 % de caseinato de calcio, que fueron de 1.24 y 1.16, respectivamente, por lo que en base a estas respuestas y la evaluación organoléptica, se determina que el nivel óptimo de caseinato de calcio que puede utilizarse en la elaboración del yogur dietético es el nivel 0.5 %, por lo que se debería fomentar e incentivar a la producción industrial de yogur, poniendo en práctica las medidas higiénicas necesarias, para asegurar un alimento apto para el consumo humano, a la vez que se obtendría rentabilidades superiores a los que se generan a través de la banca privada.

## V. CONCLUSIONES

1. La utilización de caseinato de calcio en la elaboración de yogur dietético no alteró estadísticamente las propiedades físico-químicas del pH (4.20 a 4.50), contenido de humedad (76.10 a 79.98 %), materia seca (20.02 a 23.90 %) y cenizas (1.25 a 1.38 %), mientras que en el contenido de proteína se observó que ha medida que se incrementa el nivel de caseinato de calcio el aporte proteico tiende a disminuir, sucediendo lo inverso con la grasa, registrándose con el nivel 0.5 % el menor contenido graso (1.33 %), parámetros que se encuentran dentro de los establecidos por el INEN.
2. La calidad organoléptica del yogur por efecto de la adición del nivel 0.5 % de caseinato de calcio fue similar a la del yogur del grupo control, que presentaron valoraciones de Muy Buena (17.40 y 18.28, respectivamente), en cambio que al utilizar los niveles 1.0 y 1.5 % fueron calificadas como buenas de acuerdo a la escala adaptada de Witting (1981) por registrarse puntuaciones de 15.0 y 15.4 sobre 20, respectivamente.
3. Los análisis de la calidad microbiológica garantizan que es un producto apto para el consumo, ya que se registró la ausencia de coliformes, mohos y levaduras y una carga bacteriana total de  $4$  a  $7 \times 10^1$ , que está por debajo de los límites permitidos por el INEN ( $1 \times 10^2$ )

4. Con la utilización del nivel 0.5 % de caseinato de calcio, se registró el menor costo de producción (\$0.679 por litro de yogur), y la mayor rentabilidad (32 %), mientras que cuando se incrementa los niveles de caseinato el costo de producción se eleva y por consiguiente se reduce la rentabilidad.

## VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se pueden realizar las siguientes recomendaciones:

1. Elaborar yogur dietético con la utilización del nivel 0.5 % de caseinato de calcio, por cuanto las propiedades físico-químicas, y microbiológicas, se encuentran dentro de las normas que establece el INEN para el yogur con sabores de Tipo II (semi descremado), así como logra reducir los costos de producción y elevar la rentabilidad.
2. Replicar el presente estudio, pero con la utilización de niveles superiores de saborizantes, para contrastar el efecto del caseinato en las características organolépticas del sabor y acidez, lo que desmejoró la valoración organoléptica total.
3. Estudiar el efecto de diferentes niveles de caseinato conjuntamente con otros aditivos alimentarios que cumplan funciones de estabilizantes y espesantes, para determinar si es posible incrementar los rendimientos y reducir los costos de producción, sin alterar las propiedades físico-químicas y organolépticas del yogur dietético.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. ALIAS, C. 1998. Ciencia de la leche. Edit. Reverte. Zaragoza, España.
2. ALLADA, J. 2.000. Fabricación de productos lácteos. Edit. Acribia. Zaragoza, España.
3. ALVARADO, M. 1987. Tecnología de la leche. Edit. Interamericano. México, México.
4. AQUISALUDENLINEA.COM. 2001. Nutrición y Dietética. Calorías y composición de los alimentos.  
<http://www.aquisaludenlinea.com/nutricion.php>
5. BLACK, M. 1990. Producción casera de mantequilla, quesos y yogurs. Ediciones Aura. Barcelona, España.
6. CABRERA, J. 2001. Defectos en los helados.  
<http://www.geocities.com/Colosseum/Bench/3901/20Defectos.htm>
7. CENIDS (Centro Nacional de Industrialización). 2000. Leche, sus productos y derivados. Perú.  
<http://cenids.insp.mx/dirgcsbs/ra3.htm>

8. CONNELL, M. 1989. Gastrointestinal Tolerance of Oral Calcium Supplements. *Clinical Pharmacology*, 8:425-427.
9. COOK, J. 1991. Calcium Supplementation: Effect on Iron Absorption", *American Journal of Clinical Nutrition*, 53:106-111.
10. COTECSU, T. 1984. Compendio de Elaboración de Productos Lácteos.
11. DELORME, J. 1980. Lechería e industrias derivadas. 3ª ed. Ediciones S.U (Serrahima y Urpi). Barcelona, España.
12. INEN. 1996. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Conocimientos Básicos sobre Lechería. No. 10-94. Quito, Ecuador.
13. LEVENSON, D. 1994. A Review of Calcium Preparations", *Nutrition Reviews*, 50:221-232
14. MEYER, F. 1988. Técnicas para la elaboración de lácteos. 2ª ed. Edit. Acribia. Zaragoza, España.
15. MINISTERIO DE SALUD PUBLICA DE CHILE. 2001. Título VIII. De la leche y productos lácteos.  
[http://www.usembassy.cl/agriculture/fas8\\_9s.htm](http://www.usembassy.cl/agriculture/fas8_9s.htm)

16. PORTER, N. 1981. La ciencia de los alimentos. 2ª ed. Edit. Harla. Madrid – España.
17. RECKER, R. 1985. Calcium Absorption and Achlorhydria. New England Journal of Medicine, 313:70-73.
18. REVILLA, A. 1996. Tecnología de la leche. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Tegucigalpa – Honduras.
19. SACÓN, P. 2004. Efecto de cuatro niveles de estabilizante (0.9, 1.1, 1.3 y 1.5%) para la coagulación de yogurt persa. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
20. SHEIKH, M.S. 1987. Gastrointestinal Absorption of Calcium from Milk and Calcium Salts, New England Journal of Medicine, 317:532-536.
21. SMITH G. 2003. La fuente de información sobre calcio. [http://www.calciuminfo.com/spanishversion/prof/3\\_9.htm](http://www.calciuminfo.com/spanishversion/prof/3_9.htm)
22. VAYAS, E. 2002. Resúmenes de la materia de Procesamiento de la leche, Octavo semestre. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
23. VEISSEYRE, R. 1988. Lactología técnica. 2ª ed. Edit. Acribia. Zaragoza, España.

24. VILLEGAS, R. 2002. Efecto de la adición de tres niveles de suero de queso en la elaboración de yogurt. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
25. VIRTUALMEDIA. 2001. Intolerancia a la lactosa. <http://www.fitness-point.com/articulos.asp?id=70>
26. WITTING, E. 1981. Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Edit. Talleres gráficos USACH. Santiago, Chile.

**VIII. ANEXOS**

## CONTENIDO

	Página
<u>LISTA DE CUADROS</u>	vii
<u>LISTA DE GRÁFICOS</u>	viii
<u>LISTA DE ANEXOS</u>	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. TIPOS DE PRODUCTOS LÁCTEOS	3
B. YOGURT	4
1. <u>Generalidades</u>	4
2. <u>¿Es bueno Consumir Yogurt?</u>	6
3. <u>Valor nutritivo del Yogurt</u>	7
4. <u>Elaboración industrial del yogurt</u>	12
C. ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DEL YOGURT	13
1. <u>Estandarizar la leche</u>	13
2. <u>Mezclar ingredientes</u>	14
3. <u>Homogeneizar</u>	14
4. <u>Pasteurizar</u>	14
5. <u>Enfriamiento</u>	15
6. <u>Inoculación</u>	15
7. <u>Incubación</u>	15
8. <u>Batido</u>	16
9. <u>Empaque</u>	16
10. <u>Almacenamiento</u>	16

	75
D. NORMA INEN PARA LA ELABORACIÓN DE YOGURT	16
E. DEFECTOS DEL YOGURT	22
1. <u>Defectos del sabor</u>	22
2. <u>Defectos de color</u>	24
3. <u>Defectos de textura</u>	24
F. CASEINATO DE CALCIO	25
1. <u>La absorción</u>	29
2. <u>La interacción con otros minerales</u>	29
3. <u>La eliminación del calcio</u>	30
G. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LOS PRODUCTOS LÁCTEOS	30
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	32
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	32
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	32
C. INSTALACIONES, EQUIPOS Y MATERIALES	32
D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	33
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	35
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN	36
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	37
1. <u>Descripción del experimento</u>	37
2. <u>Programa sanitario</u>	41
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	42
A. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS	42
1. <u>pH</u>	42
2. <u>Contenido de humedad</u>	42

	76
3. <u>Contenido de materia seca</u>	44
4. <u>Contenido de proteína</u>	46
5. <u>Contenido de grasa</u>	48
5. <u>Contenido de cenizas</u>	50
B. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA	52
1. <u>Color</u>	52
2. <u>Olor</u>	52
3. <u>Sabor</u>	54
4. <u>Textura</u>	57
5. <u>Acidez</u>	57
6. <u>Valoración total</u>	58
C. ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO	60
D. ANÁLISIS ECONÓMICO	63
V. <u>CONCLUSIONES</u>	66
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	68
VII. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	69
VIII. <u>ANEXOS</u>	73

**LISTA DE CUADROS**

Nº		Pagina
1.	COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE PRODUCTOS LÁCTEOS	3
2.	COMPOSICIÓN DEL YOGUR COMÚN	7
3.	COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL YOGUR	7
4.	ESPECIFICACIONES DEL YOGUR (INEN)	20
5.	REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS	20
6.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO EN LA ELABORACIÓN DEL YOGUR DIETÉTICO	34
7.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO PARA LA EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL YOGUR DIETÉTICO	35
8.	ESQUEMA DEL ADEVA	37
9.	FORMULACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL YOGUR DIETÉTICO CON DIFERENTES NIVELES DE CASEINATO DE CALCIO	39
10.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS DEL YOGUR DIETÉTICO ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE CASEINATO DE CALCIO	43
11.	VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL YOGUR DIETÉTICO ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE CASEINATO DE CALCIO	53
12.	EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL YOGUR DIETÉTICO ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE CASEINATO DE CALCIO	62

13. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD (DÓLARES)  
DE LA ELABORACIÓN DE YOGUR DIETÉTICO CON  
DIFERENTES NIVELES DE CASEINATO DE CALCIO

**LISTA DE GRÁFICOS**

Nº	Pagina
1.	Diagrama de elaboración del yogur dietético 38
2.	Contenido de humedad (%) en el yogur dietético elaborado con diferentes niveles de caseinato de calcio 45
3.	Línea de regresión del contenido de proteína (%) en el yogur dietético elaborado con diferentes niveles de caseinato de calcio 47
4.	Línea de regresión del contenido de grasa (%) en el yogur dietético elaborado con diferentes niveles de caseinato de calcio 42
5.	Contenido de cenizas (%) en el yogur dietético elaborado con diferentes niveles de caseinato de calcio 44
6.	Valoración organoléptica del olor (sobre 4 puntos) del yogur dietético elaborado con diferentes niveles de caseinato de calcio 48
7.	Línea de regresión de la valoración organoléptica del sabor (sobre 4 puntos) del yogur dietético elaborado con diferentes niveles de caseinato de calcio 49
8.	Línea de regresión de la valoración organoléptica de la acidez (sobre 4 puntos) del yogur dietético elaborado con diferentes niveles de caseinato de calcio 52
9.	Línea de regresión de la valoración organoléptica total (sobre 20 puntos) del yogur dietético elaborado con diferentes niveles de caseinato de calcio 54

## **LISTA DE ANEXOS**

Nº

1. Cuestionario para el análisis sensorial del yogur dietético elaborado con diferentes niveles de caseinato de calcio
2. Reporte de resultados bromatológicos y microbiológicos del yogur dietético elaborado con diferentes niveles de caseinato de calcio
3. Análisis estadísticos de los parámetros físicos químicos considerados del yogur dietético elaborado con diferentes niveles de caseinato de calcio (0.0, 0.5, 1.0 y 1.5 %)
4. Resultados de la valoración organoléptica del yogur dietético elaborado con diferentes con diferentes niveles de caseinato de calcio
5. Análisis estadísticos de la valoración organoléptica del yogur dietético elaborado con diferentes niveles de caseinato de calcio (0.0, 0.5, 1.0 y 1.5 %)
6. Composición de caseinato de calcio.

Anexo 1. Cuestionario para el análisis sensorial del yogur dietético elaborado con diferentes niveles de caseinato de calcio

Nombre.....Catador N° .....

Fecha.....

Característica	Puntaje referencial	Muestras			
		1	2	3	4
Acidez	5 puntos				
Aroma	5 puntos				
Color	5 puntos				
Sabor	5 puntos				

Responsable: .....

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS



“UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CASEINATO DE  
CALCIO PARA LA PRODUCCIÓN DE YOGURT DIETÉTICO”

TESIS DE GRADO

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

JULIO PATRICIO CUVI SANTIAGO

RIOBAMBA – ECUADOR

2004