

DETERMINACION DE LA APTITUD QUESERA EN LA LECHE EN CUATRO  
PLANTAS DE PROCESAMIENTO DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO-  
COLOMBIA

YULI ZORAIDA ARTEAGA NARANJO

MARCO ANTONIO BENAVIDES BARCENAS

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
PASTO-COLOMBIA  
2002

DETERMINACIÓN DE LA APTITUD QUESERA EN LA LECHE EN CUATRO  
PLANTAS DE PROCESAMIENTO DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO-  
COLOMBIA

YULI ZORAIDA ARTEAGA NARANJO

MARCO ANTONIO BENAVIDES BARCENAS

Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Zootecnistas

Presidente  
JULIO CESAR RIVERA BARRERO  
Zootecnista, M.Sc

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
PASTO-COLOMBIA  
2002

**NOTA DE ACEPTACION:**

---

**JULIO CESAR RIVERA BARRERO**

**Presidente**

---

**CESAR HERNAN CALAD CORAL**

**Jurado delegado**

---

**OSCAR FERNANDO BENAVIDES**

**Jurado**

San Juan de Pasto, octubre 16 de 2002

“ las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de Grado son responsabilidad exclusiva de sus autores”.

Artículo 1° del acuerdo 324 de octubre 11 de 1.996, emanado del Honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño.

A Dios, por iluminarme y guiarme para culminar, con algo que empezó con un sueño.

A la memoria de mi querida y siempre recordada madre MARINA NARANJO MORA. Porque sé que tú estuvieras feliz por mi nuevo sueño realizado.

A mi bebe MIGUEL ANGEL BENAVIDES ARTEAGA, por ser la lucesito que ilumina mi destino con su alegría y ternura me llena de su paz y amor.

A mi padre SILVIO LAUREANO ARTEAGA, por sus consejos y ayuda.

A mi hermana MARY, por su apoyo.

A ti MARCO ANTONIO, porque fuiste mi compañero incondicional en las buenas y en las malas y que hoy eres la persona que compartirá mi futuro.

**YULI ZORAIDA ARTEAGA NARANJO**

Al Divino Niño Jesús del Cabuyo, por darme la fortaleza de seguir adelante con todos mis proyectos.

A mi padre EPAMINONDAS BENAVIDES, por inculcarme valores de responsabilidad y sabiduría.

A mi querida madre MARINA BARCENAS, fuente de amor, trabajo y sacrificio por sus hijos.

A mi hijo MIGUEL, hermoso regalo de Dios.

A la persona más maravillosa que he conocido, quién me ha brindado el tesoro más preciado: La FELICIDAD. A ti YULI, mi futura esposa.

A mi hermana GLORIA ADRIANA BENAVIDES      Licenciada en Matemáticas

A mi hermano JOSE HERNAN BENAVIDES      Ingeniero Civil

A mi hermano RIDER GIOVANNY      Ingeniero de Sistemas

**MARCO ANTONIO BENAVIDES BARCENAS**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

JULIO CESAR RIVERA BARRERO	Zootecnista, M.Sc.
CESAR CALAD	Ingeniero Químico
OSCAR FERNADO BENAVIDES	Zootecnista
CARLOS SOLARTE	Zootecnista, M.Sc.
SANDRA ESPINOZA	Tecnóloga Química
HECTOR FABIO VALENCIA	Medico Veterinario Zootecnista
LUIS ALFONSO SOLARTE	Zootecnista
RIDER GIOVANNY BENAVIDES	Ing. Sistemas
PLANTAS PROCESADORAS DE LECHE	

Al personal que labora en todas las plantas de leche y laboratorios de la universidad de Nariño, personas que de alguna u otra forma colaboraron para el desarrollo de la presente investigación

## CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	
ABSTRAC	
GLOSARIO	
INTRODUCCIÓN	18
1. FORMULACION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA	20
2. FORMULACION DEL PROBLEMA	21
3. OBJETIVOS	22
3.1 OBJETIVO GENERAL	22
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	22
4. MARCO TEORICO	23
4.1 DEFINICION DE LECHE	23
4.2 CONTROL DE CALIDAD	23
4.2.1 Pérdidas de leche en la recepción	23
4.2.2 Principales bacterias nocivas	24
4.2.3 Pruebas de Recepción	24
4.3 CALIDAD DE LA LECHE COMO ALIMENTO	24
4.4 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LA LECHE	25



4.4.1	Propiedades físicas	25
4.4.2	Propiedades químicas	26
4.5	COMPOSICION DE LA LECHE	27
4.5.1	Agua	29
4.5.2	Proteína	30
4.5.3	Proteínas y sustancias nitrogenadas de la leche	36
4.5.4	Grasa láctea	37
4.5.5	Minerales	37
4.6	VARIACION EN LA COMPOSICION DE LA LECHE	41
4.7	CONCENTRACION DE CASEINA Y FOSFATO DE CALCIO	42
	COLOIDAL	
4.7.1	Estado físico – químico de las materias salinas	43
4.7.2	Factores que influyen en la coagulación	45
4.7.3	Coagulación por acción del cuajo	47
4.8	EL queso	49
4.8.1	Proceso General	50
4.8.2	Clasificación de los quesos	52
5.	DISEÑO METODOLOGICO	54
5.1	LOCALIZACION	54
5.2	VARIABLES A EVALUAR	55
5.3	METODOLOGIA	55
5.4	MATERIALES Y METODOS	56

5.4.1	Equipo	56
5.4.2	Materiales para análisis de laboratorio	57
5.4.3	Reactivos para análisis de laboratorio	59
5.4.4	Procedimientos	61
5.5	ANALISIS ESTADISTICO	65
6.	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	66
6.1	INDICADORES DE LA APTITUD QUESERA EN LA LECHE	66
6.1.1	Relación calcio/nitrógeno	66
6.1.2	Indicador fósforo inorgánico coloidal	67
6.1.3	Indicador calcio total (mg/100g)	69
6.1.4	Indicador fósforo total (mg/100g)	71
6.1.5	Caseína soluble en porcentaje de la total	73
6.1.6	Tiempo de coagulación	75
6.1.7	Temperatura de coagulación	76
6.1.8	pH	78
6.1.9	Porcentaje de cloruro de calcio	80
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
7.1.	CONCLUSIONES	82
7.2.	RECOMENDACIONES	85
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	88
	ANEXOS	94

## LISTA DE TABLAS

	pág
Tabla 1. Composición aproximada de la leche de vaca	28
Tabla 2. Constituyentes de la proteína de la leche	32
Tabla 3. Concentración de las proteínas de la leche	33
Tabla 4. Composición de la leche de vaca en minerales	39
Tabla 5. Composición aproximada de la leche de algunas razas	42
Tabla 6. Indicadores de la aptitud quesera en la leche	50
Tabla 7. Cifras porcentuales de transición al queso	52

## LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. Distribución del fósforo y el calcio en la leche de vaca	44
Figura 2. Relación calcio/nitrógeno (mg/100g)	67
Figura 3. Indicador fósforo inorgánico coloidal mM/100	68
Figura 4. Indicador calcio total (mg/100g)	70
Figura 5. Indicador fósforo total (mg/100g)	72
Figura 6. Caseína soluble en porcentaje de la total	74
Figura 7. Tiempo de coagulación	76
Figura 8. Temperatura de coagulación	77
Figura 9. pH	79
Figura 10. Porcentaje de cloruro de calcio	81

## LISTA DE ANEXOS

	pág
Anexo A. Análisis de varianza para la relación calcio/nitrógeno	91
Anexo B. Análisis de varianza para indicador fósforo inorgánico coloidal	92
Anexo C. Análisis de varianza para indicador calcio total (mg/100g)	93
Anexo D. Análisis de varianza para indicador fósforo total (mg/100g)	94
Anexo E. Análisis de varianza para caseína en porcentaje de la total	95

## **GLOSARIO**

**BACTERIOFAGO:** comedor específico de bacterias.

**CAROTENO:** colorante de la grasa de la leche, precursor de la vitamina A.

**LACTOLOGIA:** ciencia de la leche.

**LIPOLISIS:** ruptura de enlaces de la materia grasa.

**PSICROFILAS:** referente a temperaturas bajas.

**RIBOFLAVINA:** también llamada vitamina B, interviene en fenómenos de oxidación de la leche..

**TERMOFILAS:** bacterias cultivadas a 45 °C, no se desarrollan a temperaturas bajas.

## **RESUMEN**

La leche se puede considerar como el alimento más completo que existe. La composición química de la leche de diferentes especies de animales es semejante, pero no igual, todas ellas contienen los tres principios inmediatos: glúcidos, lípidos y prótidos, así como vitaminas y sales minerales, todo ello en perfecto equilibrio estable.

Actualmente las plantas lecheras, no toman en cuenta minerales como fósforo inorgánico coloidal, caseína soluble en porcentaje de la total, calcio total y fósforo total, lo cual conlleva a la fabricación de quesos con un aumento en el costo de producción, por lo tanto al determinar este tipo de minerales en pruebas iniciales, se lograrán disminuir parcial o totalmente el uso de leches que no cumplan los parámetros de aptitud para la producción de queso.

Dentro de los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio de las plantas visitadas se concluyó que la leche recepcionada no es económicamente apta para la producción de queso, debido a factores ambientales y principalmente por la raza predominante en la zona.

## **ABSTRACT**

The milk you can consider as the most complete food that exists. The chemical composition of the milk of different species of animals is similar, but not same, all they contain the three immediate principles: glúcidos, lípidos and prótidos, as well as vitamins and mineral salts, everything it in perfect stable balance.

At the moment the plants milkmaids, don't take in bill minerals as colloidal inorganic match, soluble casein in percentage of the total one, total calcium and total match, that which bears to the production of cheeses with an increase in the production cost, therefore when determining this type of minerals in tests initials, they will be possible to diminish partial or totally the use of milk that you/they don't complete the aptitude parameters for the production of cheese.

Inside the results obtained in the tests of laboratory of the visited plants you concluded that the milk reception is not economically capable for the production of cheese, due to environmental factors and mainly for the predominant race in the are.



## INTRODUCCION

La leche es un alimento que provee nutrientes insustituibles a la dieta humana, su calidad depende en buena parte del manejo que se le da al producto. Su composición varía considerablemente con la raza, estado de lactancia, alimentación y otros factores.

Una de las propiedades fundamentales de la leche es la de ser una mezcla tanto física como química relacionada especialmente con su estabilidad. Es una composición de sustancias definidas: lactosa, glicéridos de ácidos grasos, caseinas, albuminas, sales, etc.

Industrialmente la leche es la materia prima más utilizada para elaborar diferentes derivados, por esto es necesario conocer sus componentes y métodos de análisis que se constituyen en una herramienta para poderla valorar.

La zona sur de la región andina aporta el 70% del volumen total de la leche producida, convirtiéndose el Departamento de Nariño en uno de los principales productores lecheros del país, en el cual se generaliza un sistema minifundista en donde se explota ganado holsteín mestizo, para producción de leche, materia prima

utilizada en la elaboración de quesos de alto consumo.

Dentro del presente trabajo se evaluó la aptitud quesera de la leche en cuatro plantas procesadoras, dos en la zona sur y dos en los alrededores de la ciudad de Pasto, buscando una caracterización teórica de la parte más compleja de la leche, respecto al contenido de calcio, fósforo inorgánico y nitrógeno basados en la toma de muestras representativas de cada planta en estudio.

## **1. FORMULACION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA**

Es bien conocido que el rendimiento quesero de la leche esta determinado entre otros factores por su contenido de agua, grasa y proteína. Las micelas de proteína que intervienen en la coagulación deben tener un contenido adecuado de elementos como calcio, fósforo inorgánico y nitrógeno para obtener rendimientos económicos en el producto final.

La producción de leche en el Departamento de Nariño está integrada, escasamente por un 3% de ganadería selecta, mientras el 97% lo componen animales holsteín mestizo (Rivera,1997,22) el cual es explotado mediante un sistema tradicional que no cuenta con el acceso al desarrollo y aplicación de tecnologías adecuadas que permitan mejorar la eficiencia productiva. Esta se ve afectada por las estrategias de manejo, estado sanitario, genético, factores ambientales y diferencias nutricionales, siendo todos quienes inciden directamente en la calidad y rendimiento de la leche.

Teniendo en cuenta que hasta el presente en el Departamento de Nariño no se ha realizado un estudio de los principales minerales que determinan la aptitud quesera de la leche, situación que se pretende solucionar parcialmente con el presente estudio para ofrecer algunos posibles correctivos encaminados a incrementar rendimientos, eficiencia y rentabilidad de nuestra industria quesera.

## **2. FORMULACION DEL PROBLEMA**

Actualmente la mayoría de plantas procesadoras llevan a cabo un muestreo inicial a la materia prima, para asegurarse que únicamente la de mejor calidad ingresará al proceso. Teniendo en cuenta que la composición de una leche normal varía en forma acentuada según la región y en cada zona se verifican variaciones determinadas por una multiplicidad de factores se hace evidente que la industria debe ejercer estricto control sobre la composición de la leche adquirida, dando especial énfasis al elemento que tenga más influencia en la fabricación de quesos para cada planta particular.

El complejo fosfocaseinato de calcio tiene un papel determinante en la estabilidad de la leche y por consiguiente cualquier variación anormal en la misma conlleva a efectos como un aumento en el tiempo de coagulación, formación de un gel menos firme, más frágil y por consiguiente un desuerado más difícil, con obtención de quesos de menor calidad para el consumidor final. Una alta proporción de la leche producida en la región es convertida en quesos (70%) de alto consumo en la población.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Identificar la aptitud quesera de la leche de cuatro plantas procesadoras en Nariño, dos en la zona sur y dos en los alrededores de Pasto.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Mediante análisis de laboratorio determinar:

**3.2.1** Contenido de calcio total en la leche

**3.2.2** Contenido de fósforo total en la leche

**3.2.3** Contenido de fósforo inorgánico coloidal en la leche

**3.2.4** Contenido de nitrógeno total en la leche.

## **4. MARCO TEORICO**

### **4.1 DEFINICION DE LECHE**

El Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, ICTA (1985,46) define la leche como la secreción de la glándula mamaria de animales sanos, libre de alteraciones en su composición y que no contenga calostro.

El Ministerio de Salud Pública, decreto 2437 de 1983 en su Artículo 2 conceptualiza que es un producto de la secreción normal de la glándula mamaria de los animales bovinos sanos, obtenidos por uno o varios ordeños diarios, higiénicos, completos e interrumpidos.

### **4.2 CONTROL DE CALIDAD**

Según Rivera ( 1995, 14 ) durante el control de calidad inicial de la leche se puede observar lo siguiente:

**4.2.1 Pérdidas de leche en la recepción.** Durante la recepción y el pesaje la pérdida es de 0.3 % como mínimo. El enfriamiento provoca la contracción

de la leche y da una disminución de 0.2 % y, por lo tanto, el conjunto puede dar, durante la recepción una merma de más o menos 0.4 %.

**4.2.2 Principales bacterias nocivas.** En leche cruda se encuentran bacterias acidificantes y bacterias termófilas., en leche pasteurizada bacterias termo resistentes, psicrófilas y coli, en leche esterilizada bacterias esporuladas, en la mantequilla hongos, levaduras y bacterias lipolíticas, en el queso a) bacterias esporuladas productoras de gas y ácido butírico, causante de putrefacción coli. b) fermentos lácticos, gérmenes de mastitis leches mastíticas, bacteriofagos etc.

**4.2.3 Pruebas de recepción.** En el momento de la recepción se procede a realizar 2 verificaciones:

- Verificación de temperatura y volumen de cantina o tarro.
- Verificación de la calidad de la leche para decidir si es o no aceptable.

### **4.3 CALIDAD DE LA LECHE COMO ALIMENTO**

Rivera ( 33 ) menciona al respecto que las cualidades nutritivas de la leche y sus derivados la sitúan entre los alimentos de primera necesidad pero desde su secreción hasta la llegada a el consumidor se ve sometida a un elevado número de

riesgos como el desarrollo de microorganismos, absorción de olores extraños, y mal sabor afectando la calidad del producto.

#### **4.4 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA LECHE**

Gaona y Keating ( 1986,61 ) describen estas propiedades así:

**4.4.1 Propiedades Físicas.** Dentro de las propiedades físicas más importantes de la leche están las siguientes:

**a) Aspecto.** La coloración de una leche fresca es blanca, cuando es rica en grasa presenta una coloración ligeramente crema.

**b) Olor.** La leche fresca casi no presenta olor característico.

**c) Sabor.** La leche fresca tiene un sabor medio dulce y neutro.

**d) Densidad.** Se encuentra entre 1.028 - 1.034 g / cm.

**e) Acidez.** La presentada por la leche fresca es de 0.15 - 0.16 un valor menor puede ser de una leche mastítica, o alterada con algún producto químico.



**f) Punto de ebullición.** La temperatura de ebullición de la leche se inicia a los 100.17 ° C a nivel del mar.

**4.4.2 Propiedades químicas.** Desde el punto de vista químico, el autor habla de las siguientes propiedades:

**a) Agua.** Representa del 85,5% al 88,7 % y se constituye en la fase continua de la leche.

**b) Materia grasa.** Varía según la raza, edad, alimentación y salud se constituye del 2.4 % al 5.5 %.

**c) Proteínas.** Se encuentran en forma de micelas dispersas en suspensión coloidal constituyen del 2.3 a 4.4 %.

**d) Lactosa.** Es el azúcar de la leche y se encuentra en dispersión molecular representa del 4.7 a 5.2 % de los componentes.

**e) Sales y minerales.** Representan en la leche del 0.6 % al 1%, los minerales presentes son: K , Ca, Na, P, Cl, F, Si, Bo, Zn, Cu, Fe, Mo, Mg, Mn, Co, I, Ni.

**f) Enzimas.** Como las hidrolasas ( lipasa, fosfatasa, amilasa, lactasa) y las oxireductasas ( pepxidasa y catalasa ) se encuentran en mínima cantidad.

**g) Vitaminas.** Liposolubles ( A, D3, E, K ), hidrosolubles ( B1, B2, B6 , C) ácido nicotínico y su amida niacina.

**h) Gases.** Bióxido de carbono, oxígeno, hidrógeno.

**i) Pigmento.** Los que imparten la coloración amarillenta a la grasa y verde azulosa a el suero son los alfa y beta carotenos para la grasa y la riboflavina para el suero.

#### **4.5 COMPOSICION DE LA LECHE**

Porter ( 1981 ) citado por Torres (1995, 5) afirma que la leche de vaca está compuesta principalmente de agua en donde están disueltas las proteínas, la lactosa, minerales y vitaminas hidrosolubles. Su aspecto lechoso se debe a las proteínas y a las sales de calcio disueltas, el color amarillo se debe a la presencia de caroteno.

Kirk ( 1972, 189 ) al analizar su composición afirma que existen múltiples factores que determinan su composición tales como la raza, el medio en el que vive el

animal, el estado fisiológico, la herencia, los cuidados que se prodigan, constitución, edad, fase de lactancia, el estado de la vaca al parir, intervalo entre ordeños, celo y la excitación del animal (Ver tabla 1).

**Tabla 1. Composición aproximada de la leche de vaca**

<b>Componente</b>	<b>Contenido</b>	<b>Rango</b>	<b>% Medio</b>
	<b>Medio %</b>		
Agua	87,3	85,5 – 88.7	*
Extracto seco desengrasado	8,8	7,9 - 10,9	69
Grasa en materia seca	31	21 - 28	*
Lactosa	4,6	3,8 - 5,3	36
Grasa	3,9	2,4 - 5,5	31
Proteína	3,25	2,3 - 4,4	26
Caseína	2,6	1,7 - 3,5	20
Minerales	0,65	0,53 - 0,8	5,1
Acidos orgánicos	0,18	0,13 - 0,22	1,4
Varios	0,14	*	*

Rivera (1993, 67)

La FAO ( 1988,37 ) asegura que la leche y sus productos constituyen una fuente indispensable de nutrientes esenciales tales como proteína, lípidos, hidratos de

carbono y minerales, en su composición se encuentra lo siguiente:

* Porcentaje de proteína	3.25
* Porcentaje de caseína	2.58
* Porcentaje de lactosa	4.6
* Porcentaje de calcio	0.115
* Energía en kcal 100g	62
* Porcentaje de fósforo	0.1

Walstra y Yenness (1987, 284) consideran que la distribución del fósforo en la leche esta dada aproximadamente por los siguientes tipos:

<b>TIPO</b>	<b>mg de P</b>	<b>% de P</b>
Esterificado	216	22
En los fosfolípidos	13	1
Esteres solubles	90	9
Inorgánico coloidal	314	32
Inorgánico disuelto	348	36

**4.5.1 Agua.** En todos los animales el agua es uno de los nutrientes requerido en mayor cantidad, está es regulada por la lactosa que se sintetiza en las células

secretoras de la glándula mamaria por la corriente circulatoria. La producción de leche se ve afectada rápidamente por una baja de agua. ( Wattiaux, 2000, 6)

**4.5.2 Proteína.** Wattiaux (7) plantea que la mayor parte de proteína de la leche se encuentra en forma de nitrógeno, los bloques que constituyen las proteínas son los aminoácidos, la concentración de proteína en la leche varía de 3.0 a 4.0 %. El porcentaje varía con la raza de la vaca y en relación con la cantidad de grasa en la leche. Cuanto mayor es la cantidad de grasa en la leche mayor es la cantidad de proteína.

Walstra y Yenness (312) afirman con respecto a la biosíntesis de la proteína láctea, que las proteínas características de la leche se sintetizan en los ribosomas del retículo rugoso endoplásmico mediante mecanismos de síntesis proteica. El código que determina la secuencia de aminoácidos se localiza en los genes de las moléculas de ARN mensajero, transfiriente y ribosómico en el proceso de transcripción.

Los mismos autores dicen que el suministro de proteína en cantidad mayor a las requeridas no alteran el contenido de fósforo ni la proporción de los componentes pero si determinan un incremento de nitrógeno no proteico en la leche. Las raciones pobres en fibra bajan la producción de acetato en el rúmen y favorecen las

de propionato produciéndose una leche con la mitad del contenido graso que las de las vacas alimentadas con dietas ricas en fibra.

Bravo (1994) citado por Torres (1995, 14) refiriéndose a la composición de la leche sostiene que en ella se encuentra varios tipos de proteína entre otras: alo proteínas, fosfoproteínas, glicoproteínas, lipoproteínas y entre los aminoácidos presentes en las proteínas de la leche están: ácido aspártico, alanina, ácido glutámico, cistina, fenilalanina, glicina, prolina, serina, tirosina, treonina, triptófano, y valina.

Kay (1988, 35) tratando sobre la proteína de la leche de vaca afirma que esta se presenta en niveles de 25-35 gramos / litro que varía con la raza, alimentación, condición climática, etc. Como indica en la tabla 2 la mayor proporción de la leche es decir el 80% se encuentra en forma de caseína. Las proteínas del suero se componen de albúmina, beta lactoglobulina, alfa lactoalbúmina, las globulinas y una fracción de proteasa .

Las proteínas que permanecen en solución a pH 4.6 se llaman proteínas del suero de queso. El suero lácteo contiene cierto número de las llamadas proteínas menores y algunas enzimas; en la membrana de los glóbulos grasos se localizan otras enzimas y proteínas que suponen unos 0.35 g por kilogramo de leche (Ver tabla 3)

Tabla 2 Constituyentes de la proteína de la leche

Componente	%		%
Alfa caseína	43	Albúmina del suero	1
Beta caseína	24	Alfalactoalbúmina	4
Gama caseína	2	Globulinas	2
		Peptona proteasa	3
Kappa caseína	11	Betalactoglobulina	10
Total caseína	80	Proteína del suero	20

Kay (1988)

Rivera (64) declara que la caseína es la proteína más importante y específica de la leche ya que no se encuentra en ningún otro organismo vivo. Existen tres grupos principales de caseína: Alfa, Beta y Kappa. El grupo Alfa constituye el 40 % del total. Es sensible a los iones cálcicos que la floculan. La porción Kappa constituye del 15 a 20 % del total de caseína y juega un papel importante en la estabilidad del producto. Esta propiedad se pierde al entrar en contacto con el cuajo.

Según Chechetkin, et al ( 1984 ) citado por Burbano y Bustamante (1995, 32) la caseína es insoluble en agua pero se disuelve fácilmente en disoluciones de álcalis. Al separar de la leche la caseína, se queda el suero el cual contiene las

lactoalbúminas lactoglobulinas y sales minerales.

**Tabla 3 Concentración de las proteínas de la leche**

<b>Proteína</b>	<b>g/Kg</b>	<b>% Proteína total</b>
Proteína total	33	100
Caseína Total	26	79,5
proteína suero	6,3	19,3
Membrana del glóbulo graso	0,4	1,2
Caseína – a S1	10	30,6
Caseína – a S2	2,6	8
Caseína – B	9,3	28,4
Caseína- X	0,8	2,4
Caseína – K	3,3	10,1
a - Lactoalbumina	1,2	3,7
B -Lactloglobulina	3,2	9,8
Seroalbumina	0,4	1,2
Inmunoglobulinas	0,7	2,1
Varias (Incluye proteosapeptona)	0,8	2,4

Rivera (1995,72)

**a. Composición de la caseína.** Ramírez (1974), citado por Chaparro y Dulce (1994,26) señalan que las caseínas se presentan como partículas mas o menos esféricas, la mayoría de las cuales tienen



un diámetro de 0.02-0.03  $\mu\text{m}$  . Las micelas de caseína también contienen materia inorgánica principalmente sulfato cálcico en una proporción de 8g por 100g de caseína. Su composición es la siguiente:

Oxígeno	12 %
Carbono	55.5 %
Hidrógeno	7.13 %
Nitrógeno	15.8%
Azufre	0.62%
Fósforo	Indicio

**b. Factores que intervienen en la estabilidad de la micela de caseína.** Ante este planteamiento Yenness y Walstra sostienen como factores importantes los nombrados a continuación:

- \* Composición salina
- \* La caída del pH
- \* Temperatura
- \* Deshidratación

**c. Estructura y propiedades de la caseína.** Veissyre (1980,351) se refiere a que las caseínas son moléculas de gran tamaño que contienen fósforo y un gran número de aminoácidos, siendo el más abundante el ácido glutámico y en menor grado la Leucina y la Prolina. El fósforo está presente en las moléculas, en forma de mono ester fosfórico, de los aminoácidos alcoholes serina y treonina .

Otros criterios adicionales respecto a las propiedades de la caseína son:

- Propiedad eléctrica, son electro negativas significando que sus moléculas, migran hacia el ánodo en condición habitual.
- Propiedad asociativa y solubilidad, tienden a formar polímeros, es decir asociación de moléculas idénticas.

De acuerdo con Walstra (165), en la leche fresca, la caseína existe en solución coloidal, es decir en partículas grandes llamadas micelas, mientras que las proteínas del suero existen en una solución real como moléculas separadas.

Las micelas son agregados principalmente de A-B-K caseína unidas a través de puentes de fosfato de Ca coloidal. El fosfato de Ca contribuye a la estructura y estabilidad de las micelas. Se considera a la K-caseína como la proteína protectora y estabilizante del sistema micelar, es decir que impide la unión de las micelas una

a otra, no produciéndose así la formación de agregados grandes que quedarían inestables y precipitarían.

**d. Distribución de algunas sales entre las micelas de caseína.** Alais (1971,212)

se refiere a algunos elementos encontrados en la leche y el suero:

<b>Compuestos</b>	<b>mg x 100g Leche</b>	<b>% presente en el suero</b>	<b>mg x 100g de suero</b>
Na	48	95	49
K	143	94	145
Mg	11	66	8
Ca	117	32	40
Fósforo Inor	207	53	116
Citrato	175	92	173

**4.5.3 Proteínas y sustancias nitrogenadas de la leche.** El 95% del contenido de nitrógeno de la leche se encuentra en las proteínas, el 5% restante se halla en las sustancias no proteicas (NNP). La leche contiene proteínas específicas como las caseínas y sustancias nitrogenadas importantes en la nutrición humana, el factor de corrección para la proteína de la leche a partir de análisis es de 6.38 porque la

caseína posee 15.6% de nitrógeno (Rivera, 63).

La mayor parte del nitrógeno de la leche se encuentra en la forma de proteína, los bloques que constituyen a todas las proteínas son los aminoácidos. El orden de los aminoácidos en una proteína se determina por el código genético y le otorga a la proteína una conformación única la cual le da su función específica.(Wattiaux, 3).

**4.5.4 Grasa láctea.** Chaparro y Dulce (1994, 11) aclaran el término grasa y lípidos los cuales se emplean como sinónimos aunque se menciona generalmente que la grasa se compone generalmente de triglicéridos, mientras que el lípido no tiene que presentar tal composición. Los mismos autores clasifican los lípidos según sus propiedades:

Lípidos neutros y lípidos compuestos, los cuales contienen como materiales sustancias no lipídicas como lo son los grupos fosfatos, bases orgánicas y glúcidos.

Lípidos saponificables e insaponificables.

**4.5.5 Minerales.** De acuerdo con Rivera (79) afirma que en los minerales de la leche existe una gran variación debida a muchos factores entre ellos: la diferenciación individual, estado de la lactancia, disturbios fisiológicos, enfermedades, edad, raza, especie, etc.

El mismo autor menciona que hoy se habla de la diferencia entre anión y catión en la dieta de vacas lecheras, antiguamente se expresaba como balance mineral. Existen 6 macro elementos minerales importantes para vacas lecheras y se agrupan de la siguiente manera:

- Cationes: calcio, sodio, potasio
- Aniones: fósforo, azufre y cloro.

La homeostasis de la vaca tiende a mantener en equilibrio sus cargas eléctricas para tener un balance en los líquidos corporales, especialmente la sangre, mediante sistemas tampón, ya sea modificando la respiración o regulando la eliminación de iones a través de los riñones. ( Rivera ,2001.28)

El contenido de calcio en la leche es mucho mayor que en el suero sanguíneo, en la leche este se acumula razón por la cual es fuente de este mineral; la concentración de Ca y P es respectivamente 10 y 4 veces más alta en la leche que en la sangre, estando en forma insoluble o no ionizada.( ver tabla 4)

En este sentido, Alais ( 1971, 150 ) menciona las materias minerales se encuentran en toda las leches en una proporción que varía de 3 a 10 g por litro. Se trata, por lo tanto, de una fracción pequeña en relación con las 2 precedentes: lípidos y protidos;

En la leche de vaca el potasio es el elemento dominante, más que el calcio y el

fósforo. Durante todo el período de lactación, la fuerza ionica total, la actividad del  $\text{Ca}^{++}$ , el fosfato asociado a las micelas de caseína y la concentración del fosfato cálcico disminuye ligeramente.

**Tabla 4. Composición de la leche de vaca en minerales**

<b>Mineral</b>	<b>Valor medio %</b>	<b>Valores Extremos %</b>	<b>Molaridad Media</b>	<b>Sangre plasma %</b>
Potasio	1,6	1,2 – 2,2	0,04	0,2
Sodio	0,5	0,35 - 1,1	0,02	3,3
Calcio	1,3	0,9 – 1,6	0,032	0,1
Magnesio	0,14	*	0,005	0,25
Fósforo	1	0,75 – 1,25	0,032	0,05
Cloro	1,1	*	0,03	3,5
Azufre	*	*	*	*
Ac. Cítrico	1,8	1,2 – 2,2	0,01	0,04

Recopilación de Guerguen, Journet y Salmon-Legagneur

Siguiendo con este lineamiento, el 80% de los compuestos de Mg y el 90 de los citratos se encuentran disueltos en la leche. Parte del potasio y del sodio, alrededor del 7%, se hallan formando parte del complejo fosfocaseinato de calcio. Los minerales influyen en la estabilidad del producto, especialmente los iones bivalentes de calcio. Cuando se perturba el balance eléctrico de los iones positivos

y negativos, la leche pierde estabilidad, se corta o cuaja.

La alimentación de la vaca durante la lactación influye poco sobre el contenido de minerales, incluso cuando se produce una carencia, cosa frecuente para el fósforo y el calcio en las grandes productoras. El contenido de K disminuye regularmente hasta el final de la lactación. ( Alais , 1989 , 46 )

**a. Factores que influyen en el contenido de Ca y P.** Walastra y Yenness (208) argumentan que dentro de los factores se encuentran:

### **Acido láctico**

Es el más importante en cuanto a la desmineralización de la cuajada. Los iones de hidrógeno del ácido láctico formado durante la fermentación se intercambian con iones de Ca y P coloidal unidos a la cuajada.

### **Contenido de agua**

También influye en la desmineralización de la cuajada, ya que el agua al salir de los granos de queso llevan una cierta cantidad de Ca y P disuelto. Un queso seco contiene más Ca y P por la concentración de sólidos, pero calculado en base a

componentes sólidos, el queso húmedo contiene relativamente más Ca y P que el queso seco. Por eso a veces se observa que un queso seco puede tener muy poca plasticidad.

#### **4.6 VARIACION EN LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE**

Conviene distinguir 3 tipos de factores responsables de la variación: Genéticos (especie, raza, individuos ), ambientales ( alimentación, clima, manejo) y fisiológicos ( estado de lactancia, edad y estado de salud ), vienen determinados a su vez por los 2 primeros.

El tiempo transcurrido desde que acaeció el parto influye mucho en la composición de la leche posiblemente porque las necesidades del ternero varían con la edad. Los valores de grasa y proteína disminuyen en la primera fase y aumentan en la última. Las condiciones climáticas salvo que sean extremas ejercen escaso efecto en la composición de la leche, las temperaturas ambientales altas ( mayores a 30 ° C ) dan lugar a mayor contenido graso pero se presenta menor nitrógeno y menor lactosa (Walstra y Jenness, 42 ).

Rivera ( 1993, 6) considera que dentro de los factores no nutricionales de variación en la leche, la raza es el más importante y conocido ya que influye en la proporción



de sólidos totales y sólidos no grasos al alterar los porcentajes de grasa, proteína y lactosa. En la tabla 5 se aprecian las diferencias entre algunas razas respecto a composición láctea.

**Tabla 5. Composición aproximada de la leche de algunas razas**

<b>Raza</b>	<b>Extracto Seco</b>	<b>Grasa</b>	<b>Proteína</b>	<b>Lactosa</b>	<b>Ceniza</b>
Frizona	13	4,1	3,4	4,6	0,75
Holsteín	12,5	3,7	3,3	4,6	0,73
Ayrshire	12,9	4	3,4	4,6	0,74
Pardo Suizo	12,9	3,9	3,5	4,6	0,75
Jersey	14,8	5,9	3,9	4,7	0,76

Walstra y Yeness (1987)

El citado autor (18) sostiene que la producción de leche está sujeta a una alimentación racional, pero se sabe que no es posible modificar la composición mineral de la leche notablemente a través de la alimentación animal. A pesar de esto, dentro de límites genéticos el contenido de carbohidratos en la ración influye sobre el contenido graso de la leche.

#### **4.7 CONCENTRACION DE CASEINA Y FOSFATO DE CALCIO COLOIDAL**

Para las concentraciones de caseína, encontradas normalmente en la leche la presencia de fosfato coloidal es esencial para la formación de una cuajada ( gel ) normal uniforme y de buena consistencia. El fosfato coloidal actúa sensibilizando las partículas de caseína para la precipitación por los iones de calcio.

Las leches más ricas en caseína cuajan más fácilmente y forman mejores cuajadas. La dilución de la leche disminuye la eficacia de la coagulación y lo mismo pasa con altos porcentajes de grasa. La homogenización disminuye la tensión de la leche porque aumenta la dispersión de la grasa ( Gaona y Keating, 187).

Alais, ( 151) afirma que las determinaciones químicas dan valores en aniones o cationes, o bien en metalodides o metales; por una parte, se valoran los cloruros, fosfatos y citratos y por otra el calcio, sodio y potasio. Pero son pocos los datos obtenidos que permitan precisar como se realiza la unión aniones-cationes en la parte no disociada. Por lo tanto se debe conocer la distribución de un anión o catión entre las diferentes formas que puede tomar, tal como se muestra para el Ca y el P en la figura número 1.

#### **4.7.1 Estado físico –químico de las materias salinas.** Speer (1985, 37) considera

que no todas las materias salinas están en disolución. Una parte importante se encuentra en la fase coloidal de la leche, estrechamente asociada a las micelas de

**Figura 1. Distribución del fósforo y calcio en la leche de vaca**

ORGANICO		INORGANICO (Mineral)	
Esteres <i>fosforicos</i>	FOSFOSERINA	FOSFATO TRICALCICO	FOSFATOS en
Fosfolipidos	de la Caseina	del Fosfocaseinato	SOLUCION
Complejo + Riboflavina		(+ una parte libre)	(CaH, K, Mg...)
17% (T) (L) 0,17%	19% (T) (L) 0,19%	30% (T) (L) 0,30%	34% (T) (L) 0,34%
SOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	SOLUBLE
(COLOIDAL)		(COLOIDAL)	
			CALCIO ultrafiltrable 33% (T)
Ca ligado a la CASEINA	FOSFATO TRICALCICO	Sales de CALCIO	Ca ++
	del Fosfocaseinato	no ionizadas	(ionizado)
	(+ una parte libre)	(Citrato, Fosfato)	
21% (T) (L) 0,27%	46% (T) (L) 0,60%	21,5% (T) (L) 0,28%	11,5% (T) (L) 0,15%
ORGANICO	I N O R G A N I C O (Mineral)		

Alais (152)

caseína nativas. También se encuentran formando fosfatos y citratos de Ca y mg. Sin embargo, el hecho de que cerca de los 2/3 de Ca y los 2/3 de P se encuentren en estado coloidal, confiere a estos dos elementos una importancia particular en la estructura físico – química de la leche.

El fósforo de la leche, se presenta a la vez bajo forma orgánica (36%), de la cual una parte (11%) se encuentra en estado soluble (fosfolípidos, esteres fosfóricos) y otra (25%) en estado coloidal (caseína). Y bajo la forma inorgánica, una fracción de la cual (34%) se encuentra en estado soluble (fosfatos) y el resto ( 30%) en la fase coloidal (fosfato tricálcico).

El calcio de la leche, se encuentra igualmente a la vez bajo la forma orgánica coloidal (20% ligado a la caseína nativa) y bajo la forma inorgánica, de la cual una parte (33%) esta en disolución ( calcio iónico, sales de calcio no dissociadas) y el resto (47%) en la fase coloidal (fosfato tricálcico, asociado al caseinato cálcico en el seno de las micelas de caseína nativa).

**4.7.2 Factores que influyen en la coagulación.** Desde este punto de vista, Alais (679) considera los siguientes:

\* Dimensión de la micela. Existe una relación entre la dimensión de la micela y el

tiempo de coagulación cuanto más pequeño sea el diámetro medio, más largo es el tiempo de coagulación.

\* Calcio. Todas las causas de disminución del contenido de calcio iónico tienen como consecuencia el retardar o impedir la coagulación.

Varios factores influyen en la cantidad de Ca que contiene la leche, la del período final de lactancia y la de vacas con enfermedades en la ubre tienen bajo contenido de Ca (Walstra ,269).

\* Calentamiento previo de la leche. La leche calentada coagula más lentamente que la leche cruda, y el coagulo obtenido es menos firme.

\* Temperatura. Las coagulaciones extremadamente lentas, por debajo de 20°C no se realizan. Cuando la temperatura se eleva, el tiempo de coagulación disminuye.

Walstra y Yenness (314) plantean que por efecto del enfriamiento se produce disolución del fosfato y calcio micelar, aumentando el contenido de Ca y P inorgánico solubles y reducción de las uniones hidrófobas que participan en las asociaciones entre caseínas. Estas modificaciones provocan una disminución del tamaño de las micelas de caseína y un aumento de las proporciones de la caseína

soluble, incrementándose el grado de hidratación de las micelas.

Al aumentar la temperatura, el cambio más importante es que el fosfato cálcico se hace insoluble; el  $\text{H}_2\text{PO}_4$  se convierte en  $\text{HPO}_4$  liberando más  $\text{H}^+$ . Ello implica un descenso del probablemente de 0.1 unidades por disminución milimolar del fosfato disuelto. El fosfato insoluble se asocia en gran parte con las micelas de caseína.

\* Reacción iónica. Acidez mas alta de pH 7.5 la coagulación no se produce a causa de la inactivación de la enzima, y el descenso de pH provoca un acortamiento de la duración de la coagulación.

\* Concentración de cuajo. El tiempo de coagulación es inversamente proporcional a la cantidad de enzima.

**4.7.3 Coagulación por acción del cuajo.** Spreer (1975), citado por Torres ( 41) afirma que para poder precipitar las proteínas de la leche especialmente la caseína, es necesario provocar su coagulación. Las micelas de caseína que están en solución coloidal, se agrupan para conformar el estado de solución en gel.

Almaza y Barrera (1991,40) aseguran que la acidez contribuye a mejorar la

coagulación liberando iones, las sales de Ca son necesarias en la transformación del paracaseinato en cuajada.

Gaona y Keating (1986) citado por Ramos y Benavides (1999, 28) afirma que para las concentraciones de caseína encontradas normalmente en la leche, la presencia de fosfato de Ca coloidal es esencial para la formación de cuajada normal, uniforme y de buena consistencia.

Los mismos autores consideran que la eficiencia máxima de coagulación de un cuajo se desarrolla a temperatura de 40-42°C , bajo 10°C y sobre 65°C el cuajo no actúa. Por regla general, los quesos blandos requieren una T° de coagulación menor, mientras que los quesos duros necesitan T° más elevadas.

Rivera (1995,133) afirma que el cuajo es una enzima proteolítica que actúa desestabilizando a la caseína, lo que da lugar a la formación de un gel o coágulo que engloba el suero y los glóbulos grasos en su interior. La adición de cuajo en la leche es un punto de considerable importancia en la fabricación del queso, debiéndose observar parámetros estrictos para evitar fallas en el proceso. La firmeza del coágulo y la textura de la cuajada formada dependerán, fundamentalmente, de la cantidad de cuajo utilizado y de la temperatura (velocidad de coagulación máxima a 40 – 42 °C) y de la acidez de la leche.

## 4.8 EL QUESO

Es el producto resultante de la concentración de una parte de la materia seca de la leche, por medio de coagulación, con el propósito de reducir los sólidos esenciales de la leche a una forma concentrada, la leche es cuajada ya sea por el desarrollo de bacterias productoras de ácido o por el cuajo (Gaona y Keating, 68).

Rivera (2001,64) menciona al respecto que el queso está constituido principalmente por proteína caseína láctea, grasa en proporción no inferior al 20 % de la materia seca y agua, más una fracción variable de sustancias minerales, cultivos y ácido láctico. Sobre la aptitud de la leche considera rangos ideales y no deseables para el procesamiento del queso (ver tabla 6).

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas ( ICONTEC) (1981,3) norma 750 manual 2.1.1 define el queso como el producto maduro que se obtiene por coagulación de los sólidos de la leche de forma natural o artificial.

Alais (74) expresa al respecto que los quesos son una forma de conservación de los dos componentes inestables de la leche la caseína y la materia grasa. Se obtienen por la coagulación de la leche, seguida del desuere en el curso del cual el lactosuero se separa de la cuajada.



**Tabla 6. Indicadores de la aptitud quesera en la leche**

<b>Indicador</b>	<b>No apta</b>	<b>Apta</b>
Calcio/Nitrógeno	0,18	0,24
P(Inorgánico/Coloidal)	0,88	1,27
Ca Total (mg/100g)	98	125
P Total (mg/100g)	70	125 - 140
Caseína soluble en % de la total	10	6,0 - 7,0

Hernandez (1997), citado por Rivera (2001, 67)

Alan ( 1995, 338 ) señala que el queso tiene importancia en la dieta como fuente concentrada de proteína y en muchos casos de grasa, las proteínas del lactosuero se pierden durante la fabricación del queso, el contenido graso varía dependiendo de la grasa de la leche original y del tipo de queso; este es también una fuente importante de vitaminas y minerales, aunque la vitamina C se pierde durante el procesamiento.

#### **4.8.1 Proceso general.**

Coagulación de la caseína

Desuere o deshidratación:

- a. Corte
- b. Agitación de los granos
- c. Calentamiento o cocción ( según tipo de queso, aplicar tiempo y temperatura)

Salado, modalidad:

- a. Leche fresca
- b. Cuajada parcialmente desuerada
- c. Inmersión salmuera
- d. Combinación de dos o más métodos

Durante el proceso de fabricación del queso, cuando se elimina el agua, se pierde calcio y fósforo aumentando el porcentaje en la fase disuelta lo cual se debe a que la acidificación provoca una desmineralización de la cuajada expulsando todo el tiempo Ca y P coloidal. Esto significa que los iones de Ca y P coloidal que antes servían como puentes tanto dentro de las micelas como entre ellas, se intercambian ahora con iones de hidrógeno(H<sup>+</sup>) que no contribuyen a este tipo de enlaces, con la

consecuencia que el queso queda menos plástico o gomoso y más cortable mejorando la consistencia. (Walstra, 83)

Las cenizas de la leche se componen de una gran variedad de tipos de sales y minerales que se encuentran disueltos en la fase acuosa, unidos a partículas de caseína. De esta última manera se encuentra el calcio y el fósforo y por ello la mayor parte de los mismos queda en el queso (ver tabla 7).

**Tabla 7. Cifras porcentuales de transición al queso**

<b>Componentes</b>	<b>Composición</b>	<b>Cifras de transición</b>
Materia grasa	3,2	90
Proteínas	3,5	75
Lactosa	4,7	4
Ceniza	0,8	35
Sólidos totales	12,5	*
Agua	87,5	*
Total	100	*

Alais (1971, 629)

#### **4.8.2 Clasificación de los quesos**

Por consistencia y contenido graso:

Blando o fresco: alto contenido de humedad, poca o ninguna maduración y corta vida, como el queso campesino blanco molido Nariñense, humedad del 75 %.

Semiblando: con humedad media y maduración pequeña como el queso gouda y dambo, humedad de 38 a 45 %.

Duro: poca humedad y maduración media a larga vida como manchego y cheddar, humedad de 32 a 38 %.

Muy duro: maduración prolongada más de 9 meses, humedad de 30 a 35 %

con hongos o azules: Diverso grado de dureza y tiempo de maduración como el roquefort y gorgonzola. (Rivera, 65)

## **5. DISEÑO METODOLOGICO**

### **5.1 LOCALIZACION**

Para la realización de este trabajo, las muestras se obtuvieron de 4 plantas de leche, 2 ubicadas en la zona sur, Municipio de Guachucal, situado al sur occidente del Departamento de Nariño y al Norte de la provincia del Carchi (República del Ecuador) a 87 kilómetros de San Juan de Pasto, a una altura de 3.180 m.s.n.m, con temperatura promedio de 10° C, humedad relativa del 91% y precipitación anual de 900 mm. La región se halla integrada al Altiplano de Tuquerres e Ipiales y se encuentra localizada geográficamente entre 0° 53' 55'' y 1° 05' 25'' de latitud norte y una longitud de 77° 32' 24'' al occidente del meridiano de Greenwich (Mosquera y Ortega, 2002, 40). Dos plantas en los alrededores de la ciudad de San Juan de Pasto en el Departamento de Nariño al suroccidente de Colombia a una altura de 2750 m.s.n.m. con una temperatura promedio de 11°C y una humedad relativa del 82 % (\*).

(\*)INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES, San Juan de Pasto, Colombia 2002 (comunicación personal).

## **5.2 VARIABLES A EVALUAR**

Las variables a evaluar en el presente trabajo fueron:

- a. Calcio Total
- b. Fósforo Total
- c. Fósforo inorgánico coloidal
- d. Nitrógeno
- e. Caseína
- f. Tiempo de coagulación
- g. pH

## **5.3 METODOLOGIA**

Inicialmente se realizó un muestreo de la materia prima que es recepcionada por las plantas. En cada planta visitada cada 8 días, se efectuó una toma de muestra de leche destinada a la elaboración de queso. Cada muestra fué colocada en un frasco de vidrio rotulado con un volumen de 500 ml que se transportaron en una nevera portátil para mantenerlas refrigeradas de 2 a 4°C al laboratorio de bromatología de la Universidad de Nariño con un tiempo máximo de 4 horas. A la llegada de la muestra se sometió a un baño maría, hasta lograr la temperatura ambiente donde se consideró variables como: calcio total, fósforo total, nitrógeno, fósforo inorgánico

coloidal, caseína; cuyos resultados se compararon con datos de aptitud quesera establecida en la página 50. En la página 44 y 45 se encuentra determinado la distribución en porcentajes de calcio y fósforo en sus diferentes concentraciones y formas que son la base teórica para el estudio.

También se tuvo en cuenta algunos factores que intervienen en la coagulación; entre ellos el pH, la temperatura, tiempo de coagulación para leches crudas que entren a ser utilizadas en la fabricación de quesos.

El total de visitas fué de 4 por planta para un total de 64 análisis que permitieron alcanzar el objetivo planteado.

## **5.4 MATERIALES Y METODOS**

### **5.4.1 Equipo.**

#### **a. Dotación para los empleados:**

- Overol, botas, gorro y tapabocas

#### **b. Dotación para el muestreo:**

- Recipientes para recepción
- Recipientes para procesamiento de la leche
- Tapas de acero inoxidable para cubrir recipientes y mantener T° deseada

- Equipo de laboratorio
- 16 frascos estériles de vidrio con capacidad de 500 cm<sup>3</sup> c/u
- Nevera portátil refrigerada de icopor para transporte de muestras
- Hielo

#### **5.4.2 Material para análisis de laboratorio**

##### **a) Materiales para estabilización de la muestra**

- Estufa
- Termómetro
- 10 Beaker de 500 cm<sup>3</sup>

##### **b) Materiales para determinar proteína por procedimiento de Kjeldahl**

**Principio.** La muestra se digiere con ácido sulfúrico concentrado en presencia de un catalizador, para convertir el nitrógeno en iones amonio, se adiciona álcali y el nitrógeno liberado se destila hacia un exceso de solución de ácido bórico. El destilado se titula con ácido sulfúrico para determinar el amoníaco absorbido por el ácido bórico.



- Balanza analítica
- Pipeta graduada para 0.5 cm<sup>3</sup>
- Dispensador de 5 cm<sup>3</sup> para ácido sulfúrico
- Equipo Buchi para análisis
- 10 Erlenmeyer de 250 cm<sup>3</sup>
- Equipo para titulación

**c) Materiales para determinación de pH**

- Beaker de 50 cm<sup>3</sup>
- Potenciómetro

**d) Materiales para determinar Ca y P total**

**Principio.** El análisis consta de 2 etapas principales: la digestión de la materia orgánica de la muestra por oxidación húmeda y la determinación del elemento espectrofotométricamente.

- Erlenmeyer de 125 ml
- Pipeta de 5 ml, 2 ml
- Plancha de calentamiento

- Cabina de extracción de gases
- Embudo de filtración
- Balón aforado de 100 ml
- Tubo de ensayo
- Espectrofotómetro UV/VIS Perin Elmer Lambda 1
- Espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer 2380
- Balanza analítica

**e) Materiales para determinar Caseína según Godeg y Mur**

- Erlenmeyer de 200 cm<sup>3</sup>
- Beaker de 200 cm<sup>3</sup> y de 50 cm<sup>3</sup>
- Pipetas graduadas de 20 cm<sup>3</sup>
- Pipetas Calibradas de 1 y 10 cm<sup>3</sup>
- Agitador
- Bureta graduada de 50 cm<sup>3</sup>
- Estufas

**5.4.3 Reactivos para análisis de laboratorio**

**a) Determinación de proteína por el método de kjeldhal** Ortiz (1986,70) afirma que para la conversión del nitrógeno presente en una muestra cualquiera a la forma

amoniaco, por digestión con un ácido mineral especialmente ácido sulfúrico en presencia de un catalizador para elevar el punto de ebullición y agilizar el proceso. Una vez formada la sal de amonio se trata con una mezcla básica en cantidad suficiente para provocar la liberación de amoníaco, el cual se recoge sobre una cantidad de ácido estandarizada para posteriormente valorarlo y convertir los equivalentes de nitrógeno en % de proteína mediante un factor que para la leche es de 6.38.

El proceso involucra básicamente 3 partes:

- Oxidación y destrucción de la materia orgánica para liberar el nitrógeno y pasarlo luego a la forma amoniaco.

- Destilación de amoníaco mediante adición de una mezcla alcalina

- Titulación de la cantidad liberada de amoníaco

- \* Acido sulfúrico concentrado

- \* Mezcla catalítica

- \* Agua destilada

- \* Solución de hidróxido de Na al 32 %

- \* Acido bórico al 4 % con indicador mixto

\* Solución de ácido sulfúrico 1.0 normal

### **b) Determinación de caseína según Godeg y Mur**

\* Hidróxido de sodio  $\text{NH}_4$

\* Fenoftaleína

\* Cuajo al 1 %

### **c) Determinación de Ca y P**

\* Acido nítrico ( Grado analítico)

\* Acido perclórico ( g.a)

\* Acido clorhídrico 6 N

\* Solución de trabajo para la determinación de fósforo

\* Solución de sodio 1.200 p.p.m

\* Patrones de 10, 20 y 40 p.p.m de Ca

\* Patrones de 3, 6 y 12 p.p.m de Mg

## **5.4.4 Procedimientos**

### **a. Proteína**

## **- Digestión**

- Pesar muestra, transferirla al balón Kjeldhal
- Agregar 2 gramos de mezcla catalítica
- Adicionar 5 ml de ácido sulfúrico concentrado
- Colocar el balón en el digestor y digerir, primero a temperatura baja hasta la aparición de humos blancos y después aumentar la temperatura hasta que el líquido quede totalmente claro y de un color azul verdoso.
- Enfriar

## **- Destilación por arrastre con vapor :**

- Medir 50 ml de ácido bórico al 4 % en un erlenmeyer, adicionar 3 gotas de indicador mixto
- Encender el destilador y abrir el suministro de agua
- Transferir el contenido del balón de Kjeldhal al tubo de destilación. Lavar cuidadosamente con agua destilada el balón y adicionar al tubo de destilación.
- Trasladar el tubo al equipo de destilación y acoplarlo.
- Adicionar agua destilada hasta completar 20 ml
- Adicionar aproximadamente 60 ml de hidróxido de sodio al 32%, hasta

neutralizar la solución, debe quedar de un color café oscuro

- Poner el erlenmeyer que contiene el ácido bórico en el terminal de salida del equipo de destilación de modo que el terminal quede inmerso en el líquido.
- Destilar por un tiempo de 6 minutos. Comprobar que se ha terminado la destilación de amoníaco con papel tornasol.

#### **- Titulación**

Titular el destilado con ácido sulfúrico 0.1 N

Anotar el volumen de ácido sulfúrico gastado.

#### **b. Calcio y fósforo**

##### **- Obtención del extracto:**

- ❖ Pesar la muestra y colocarla en un erlenmeyer
- ❖ Agregar 5 ml de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) y calentar a baja temperatura ( $150\text{ }^\circ\text{C}$ ) en una plancha durante 40 minutos, dejar enfriar durante 6 minutos.
- ❖ Agregar 4 ml de ácido perclórico ( $\text{HClO}_4$ ) y continuar el calentamiento a alta temperatura ( $220\text{ }^\circ\text{C}$ ) durante una hora o más hasta cuando aparezcan

humos blancos y se obtenga un líquido incoloro.

- ❖ Dejar enfriar y agregar 3 ml de ácido clorhídrico 6 N. Adicionar aproximadamente 40 ml de agua destilada. Filtrar sobre un balón aforado de 100 ml. Adicionar otro volumen igual de agua al erlenmeyer y filtrar. Completar el volumen a 100 ml con agua doblemente desionizada o destilada y agitar.

#### **- Determinación de fósforo (método Bray y Kurtz No 2)**

- Poner en un tubo de ensayo 18 ml de la solución de trabajo
- Adicionar 2 ml del extracto
- Preparar blanco con 18 ml de solución de trabajo y 2 ml de agua destilada.
- Agitar
- A los 15 minutos leer el porcentaje de absorbancia, a una longitud de onda de 660 nm en el espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 1
- Interpolar la absorbancia en la curva patrón de fósforo y determinar la concentración del elemento en p.p.m
- La cantidad de fósforo se estima multiplicando la cantidad de elemento extractado durante el análisis por un factor de dilución (FD), la concentración se expresa en porcentaje así:

## - Determinación de calcio

- Tomar 2 ml de extracto y colocar en tubo de ensayo
- Adicionar 18 ml de la solución de sodio de 1.200 p.p.m
- Tomar 2 ml de cada uno de los patrones de Ca y adicionar 18 ml de solución de Na de 1.200 p.p.m
- Preparar blanco con 2 ml de agua destilada y 18 ml de solución de sodio de 1.200 p.p.m
- Usando la llama de aire – acetileno y los estándares de calcio, leer en el espectrofotómetro de absorción atómica la concentración de calcio del extracto diluido, a una longitud de onda de 422.7 nm y un slit de 0.7

$$\text{Ca (\%)} = \text{Ca muestra (p.p.m)} \times \text{F.D}$$

## 5.5 ANALISIS ESTADISTICO

Las variables en estudio se analizaron mediante un indicador que permita apreciar el grado de localización y dispersión existente. De igual forma, el valor de alfa para la desviación estándar será del 95 %.



## 6. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

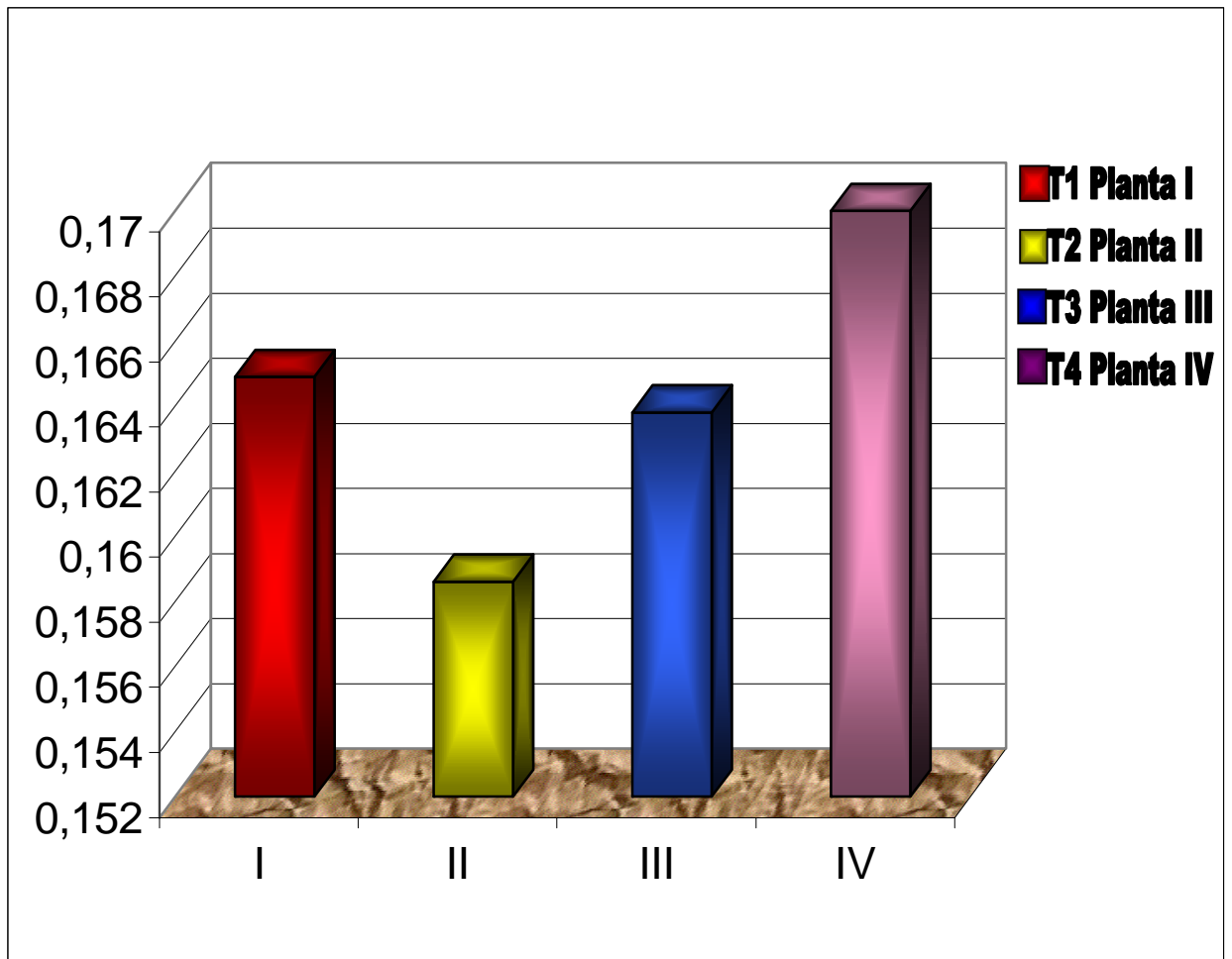
### 6.1 INDICADORES DE LA APTITUD QUESERA EN LA LECHE.

A cada planta se le asignó un número pretendiendo con ello mayor comprensión en el análisis gráfico.

**6.1.1 Relación Calcio/Nitrógeno** En la figura 2, se aprecian los promedios para esta variable, mostrando que en ninguna planta la materia prima se encuentra dentro de los rangos establecidos como leches aptas para la fabricación de quesos. La planta IV presentó mayor valor ( 0.17 ) seguido de la planta I ( 0.1649 ) , la planta III ( 0.1638 ) y finalmente la planta II ( 0.1586 ). Andeva (Anexo A), indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, demostrando que las plantas utilizan leche cuya relación Ca/N es baja.

Muocquot y colaboradores citado por Santos ( 1987, 86 ) demostraron que las leches que contienen una relación Ca / N entre 0.17 ó 0.18, son leches lentas, las que tienen una relación Ca / N de 0.23 se llaman leches de coagulación normal y , por último, las que tienen valores de 0.24 en relación se consideran leches rápidas.

**Figura 2. Relación Ca/N**

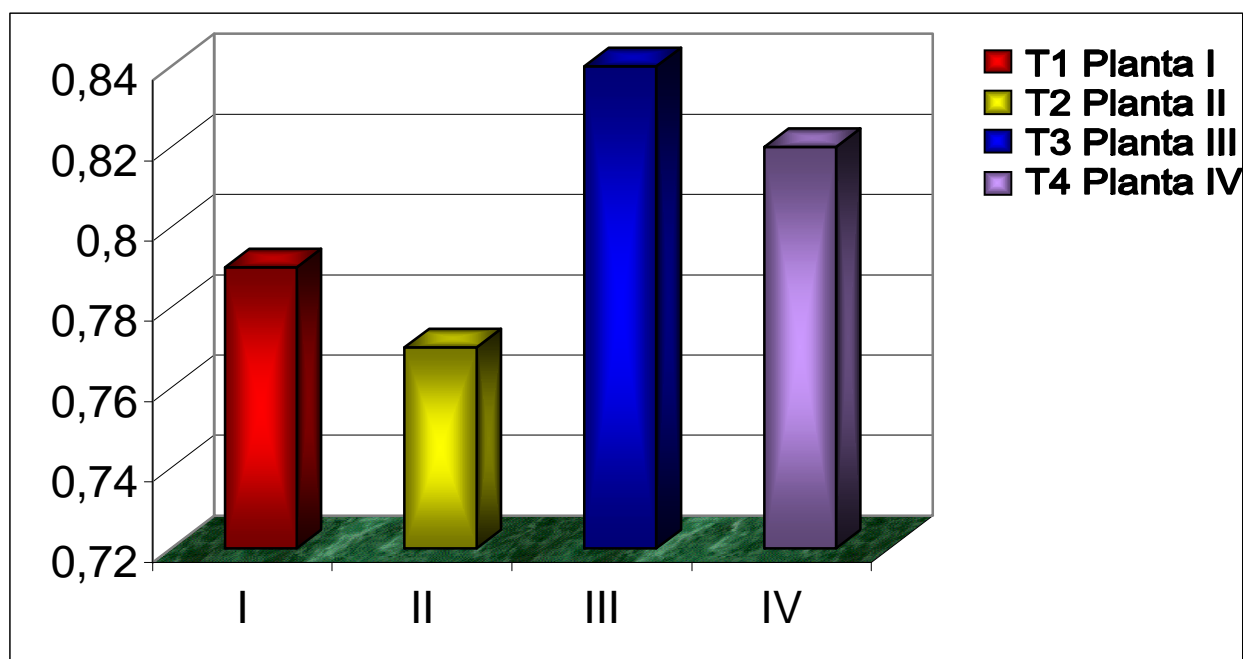


Hernández (1997) citado por Rivera (67) considera que la leche según su composición puede presentar, o no, capacidad para producir queso afirmando que no son aptas las leches que presentan una relación Ca / N de 0.18 y si lo son aquellas leches que presenten una relación Ca / N de 0.24.

**6.1.2 Indicador fósforo inorgánico coloidal.** Los resultados para esta variable se encuentran en la figura 3. En el anexo B) indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. El valor más alto se encontró en el T3 con un promedio de 0.847 mM, T4 con 0.82 mM, T1 con 0.799

y T2 con 0.774 mM. Valores inferiores a los reportados por Hernández citado por Rivera (67).

**Figura 3. Indicador fósforo inorgánico coloidal**



El fosfato cálcico coloidal juega un papel esencial en la fase de coagulación. Pyne (1962) citado por Veisseyre (1980, 382) ha demostrado que todo parece indicar que el fosfato cálcico coloidal sensibiliza la paracaseína a los iones  $\text{Ca}^{++}$ . Para una concentración dada de sales de calcio solubles, por lo tanto en iones  $\text{Ca}^{++}$ , el tiempo de coagulación disminuye a medida que el contenido en fosfato cálcico coloidal aumenta. Al mismo tiempo, puede constatar un incremento de la firmeza del gel.

Kitcheng (1.981) citado por Tornadijo et al (1.998,12) la composición mineral de la

leche es muy diferente a la del suero sanguíneo, tiene tendencia a asemejarse a ella en la leche mamática. Las variaciones más importantes son del cloro y el sodio que aumentan, y la del Ca y el p inorgánico que desciende.

Vanschoubrock et al (1.984) citado por Inda (2.000, 85) observaron que el envejecimiento en vacas provocaba una disminución del contenido de fósforo del 7% en 10 años y que la edad no parece tener efecto sobre el contenido de calcio en la leche.

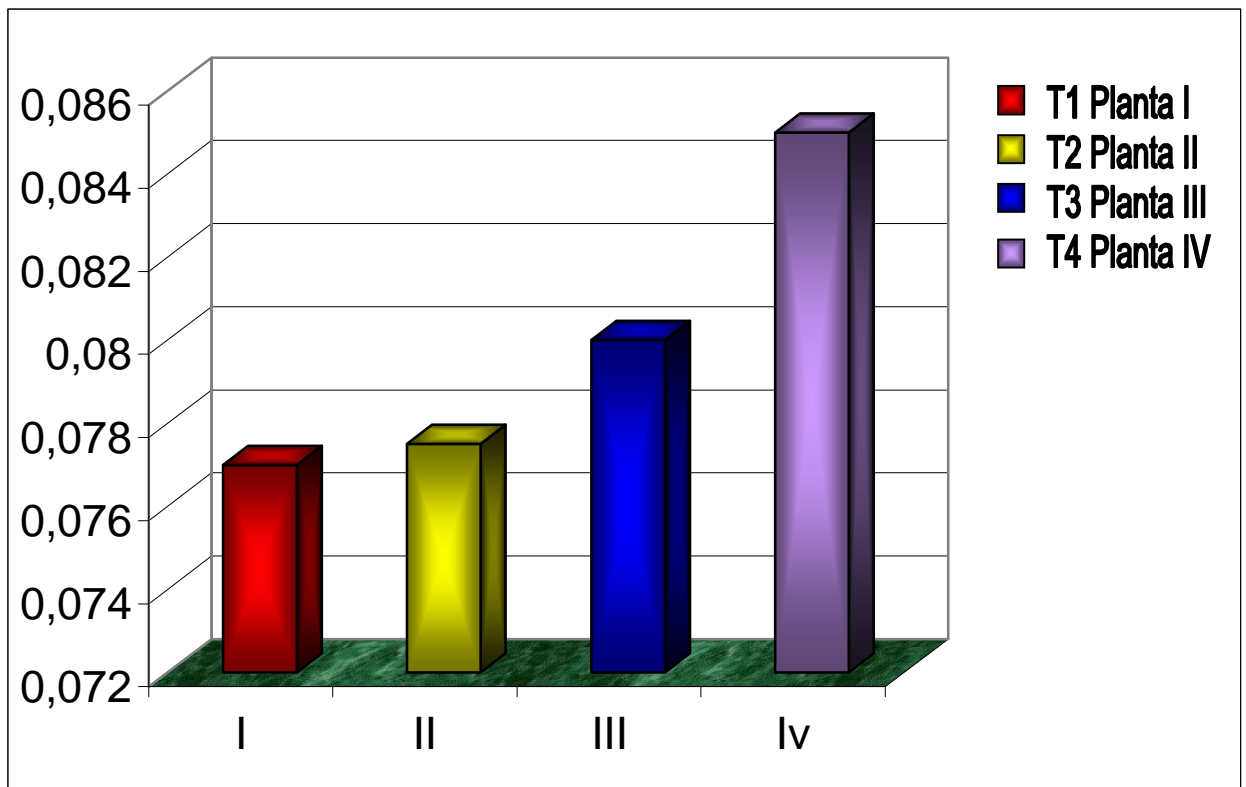
**6.1.3 Indicador calcio total ( mg / 100 g )** Los datos correspondientes a este parámetro se presentan anotados en la figura 4 y el análisis estadístico ( Anexo C ) muestran que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos. Esto puede atribuirse a que los niveles de Ca en la leche de los diferentes tratamientos es baja, donde el valor más alto se encontró en el T4, seguido del T3 , luego el T2 y finalmente el T1.

Santos (85) considera que la disminución del Ca iónico retarda o evita la coagulación de la caseína. Así, ciertas leches que contiene poco Ca reaccionan lentamente con el cuajo.

Weisseyre (381) menciona que la presencia de iones Ca es necesaria para la propia

existencia de las micelas de caseína. Pero estas micelas son muy sensibles a el Ca ++ cuando han sido sometidas a la acción del cuajo. Por lo tanto las más mínimas modificaciones del contenido de la leche en iones Ca ++ pueden influir sobre la velocidad de coagulación.

**Figura 4. Calcio total (mg/100g)**



Spreer (22) afirma que las sales pueden estar en disolución verdadera, en disolución coloidal o ligadas a proteínas. El Ca esta en un 33 % verdaderamente disuelto, en un 45 % en forma coloidal y el resto se encuentra ligado a la caseína. Los fosfatos por el contrario lo están respectivamente en un 33 %, un 38 % y un 20 %, estando un 15 % unidos a los lípidos.

Para Walstra (42) la presencia de iones de Ca es esencial en la coagulación de la leche con el cuajo. La concentración influye en el tiempo de coagulación, en la firmeza del coagulo y en la separación del suero. Si se quitaran los iones de calcio de la leche antes de añadir cuajo, no coagularía esta leche ni después de un tiempo de reposo prolongado, se nota igualmente tiempo prolongado de coagulación al usar leche pasteurizada y se debe a la precipitación fosfato de calcio por el efecto del calor, quedando por ello menos iones de Ca disponibles para la coagulación.

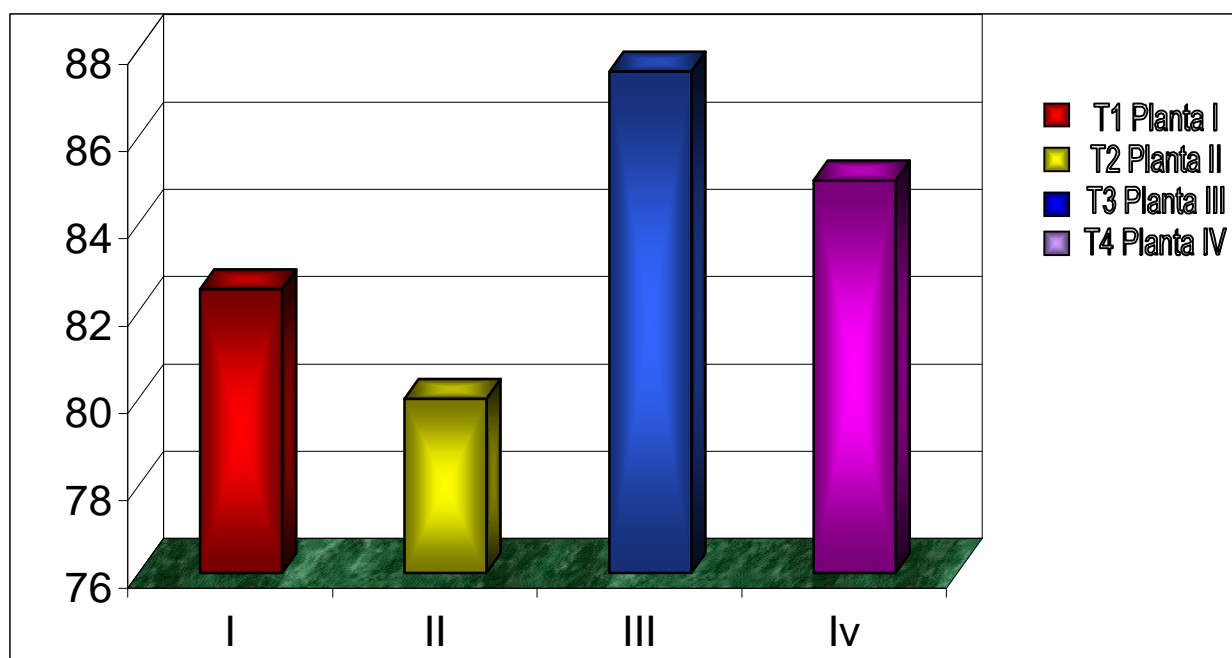
Cambadall (1.999, 96) menciona que el contenido de minerales en la leche es muy constante por su efecto sobre la presión osmótica. Ca (0.12 %), P (0.10%). La mayoría de los minerales están presentes en la leche, se encuentran en la forma de complejos orgánicos y la concentración de algunos de ellos es mayor en la fase lipídica de la leche.

**6.1.4 Indicador fósforo total ( mg / 100 )** Los promedios correspondientes para esta variable se resumen en la figura 5. En el anexo ( anexo D ) muestra que no existen diferencias estadísticas significativa entre los tratamientos, indicando que el promedio de fósforo total en mg/100g no es apto para la elaboración de queso.

Teniendo en cuenta lo anterior se puede afirmar que los valores encontrados para esta variable en los diferentes tratamientos se encuentran por debajo de lo reportado

por Hernández citado por Rivera (67) quien manifiesta que los valores de fósforo total con 125 a 140 mg/100g pueden considerarse como óptimos para la elaboración de queso.

**Figura 5. Fósforo total (mg/100g)**



El mayor rango lo obtuvo el T3, con un promedio de 87.5 mg/100g, seguido por los tratamientos T4, T1 y T2 con valores de 85 mg/100g, 82.5 mg/100g y 80 mg/100g respectivamente.

Respecto a lo anterior Pérez (1988, 31) considera que en la leche de vaca, casi las 2/3 partes del total del calcio es coloidal, en su mayoría formando complejos de

calcio y fosfato con las caseínas, encontrando valores de calcio total de 123 mg/100ml y 95 mg/100ml de fósforo.

Walstra (203) afirma que la leche contiene fósforo bajo muchas formas distintas; todo él se presenta como ortofosfato, pero parte está unido a componentes orgánicos, bien esterificado a los radicales de serina y treonina de la caseína, bien a diversas moléculas más pequeñas como las hexosas y el glicerol y los fosfolípidos.

Jeness (187) menciona que el fosfato de calcio contribuye a la capacidad amortiguadora del queso y esto significa que la concentración de éste en el queso influye en el desarrollo del pH y el pH mínimo del producto final. Contrarresta el descenso del pH y evita que el queso quede demasiado ácido.

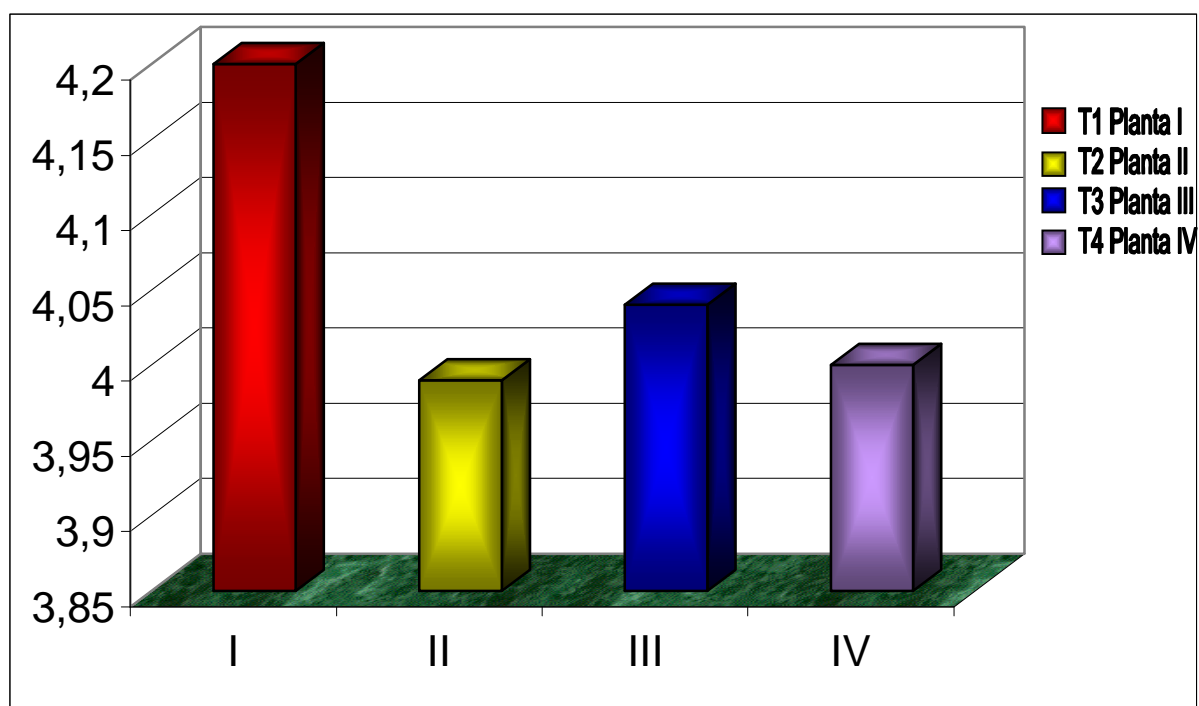
Lucey y Fox (1.993) citados por Inda (123) comenta que el calcio y el fosfato afectan casi todos los aspectos de la fabricación del queso. La concentración del calcio y fosfato en la leche es cerca de 117 y 203 mg/100 g de los cuales aproximadamente 68 a 46 % respectivamente, están en forma insoluble a pH 6.6.

**6.1.5 Caseína soluble en porcentaje de la total.** Los resultados para esta variable se encuentran en la figura 6. En el anexo (Anexo E ) indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, mostrando que el T1



con 4.20%, T3 con 4.04%, T4 con 4.00% y T2 con 3.99%. Es decir que los valores obtenidos se encuentran dentro de lo reportado por Hernández citado por Rivera (67).

**Figura 6. Caseína soluble en porcentaje de la total**



Por su parte, Veisseyre (21) afirma que la leche cruda contiene del 5 al 10% de la caseína llamada caseína soluble que no se encuentra en forma de micelas de fosfocaseinato cálcico sino en forma monomérica o de pequeños polímeros.

Esta caseína soluble parece contener una mayor proporción de caseína k y caseína B que la caseína total. El equilibrio entre las formas micelar y soluble es muy variable, principalmente en función de la temperatura y el contenido de la leche en

calcio iónico. Así, una disminución de la temperatura, aumenta la proporción de caseína soluble.

Respecto a lo anterior Santos (74) argumenta que existe un equilibrio entre los componentes de las micelas y las sustancias en solución es decir, que la caseína puede estar en la micela o en solución; esto demuestra que la caseína entera de la leche no se encuentra totalmente en la micela sino que el 5 a 10% se localiza en forma de monómeros o pequeños agregados (Caseína soluble).

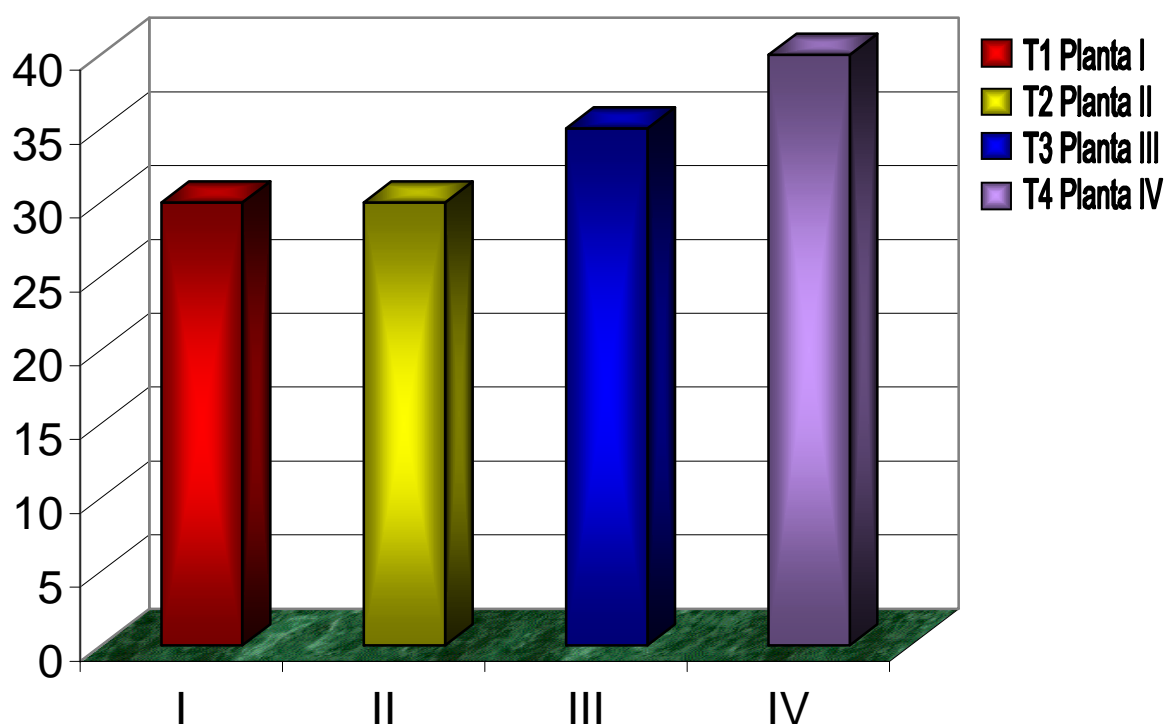
**6.1.6 Tiempo de coagulación.** En la figura 7, se aprecian los datos para esta variable, encontrando valores para T1 de 30 minutos, T2 40 minutos, T3 30 minutos y T4 con 35 minutos.

Santos ( 192 ) dice que en general el tiempo de coagulación depende del grado de madurez de la leche, que varía según el tipo de queso; si se requiere de una leche muy madura y no lo está, hay que prolongar el tiempo de maduración para permitir el desarrollo de las bacterias productoras de ácido láctico. A la inversa cuanto más madura está, más rápido debe coagularse.

Además menciona que el tiempo de coagulación para los diferentes quesos oscila entre 20 y 60 minutos y para la mayoría es de 30 a 40 minutos; si se prolonga el

tiempo, aumenta el riesgo de perder la grasa en el suero, debido a que esta tiende a subir.

**Figura 7. Tiempo de coagulación**

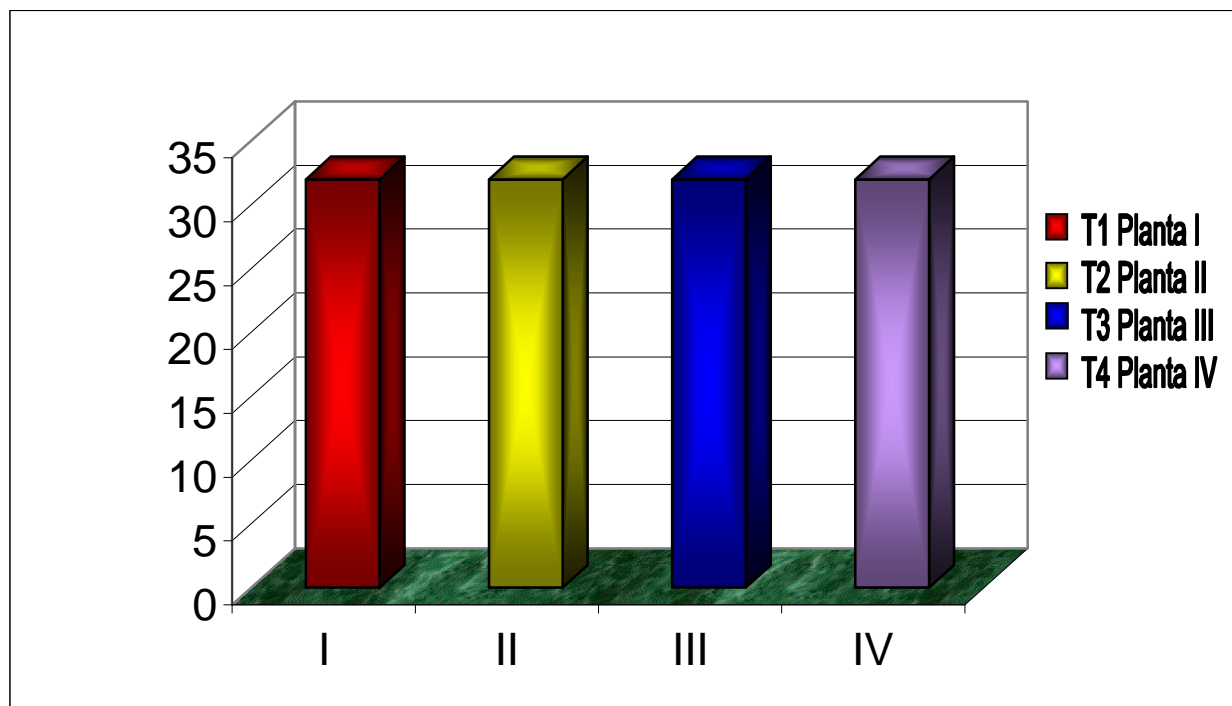


Al respecto Spreer (328) comenta que el tiempo de coagulación es el tiempo que transcurre desde la adición del cuajo hasta el comienzo de la coagulación. Y el tiempo de cuajado es el tiempo que transcurre desde la adición del cuajo hasta que se comienza a cortar el coagulo.

**6.1.7 Temperatura de coagulación** Teniendo en cuenta los datos observados de temperatura de coagulación figura 8 , las plantas llevan a cabo la coagulación de la

leche dentro de los límites y rangos establecidos.

**Figura 8. Temperatura de coagulación**



Veisseyre (379) afirma que la temperatura causa la desmineralización de las micelas, la neutralización de sus cargas eléctricas y la floculación por la disminución de su grado de hidratación.

Rivera (75) considera que la eficiencia máxima del cuajo se presenta entre 40 y 42°C de temperatura, por debajo de 10°C y por encima de 65°C se inactiva. A 38°C se ha logrado un buen comportamiento del cuajo. Sin embargo, la mayor parte de los quesos se elaboran entre 28 y 35°C para demorar la coagulación, mejorar el cuerpo de la cuajada y obtener beneficios en la maduración.

Santos (85), dice que la velocidad de coagulación es máxima de 40 a 42°C. Por debajo de 10°C el gel no se forma; entre 10 y 20°C , la gelatinización es muy lenta, entre 20, 40 y 42°C se acelera progresivamente y disminuye a partir de 50°C. A más de 60°C no se verifica la coagulación.

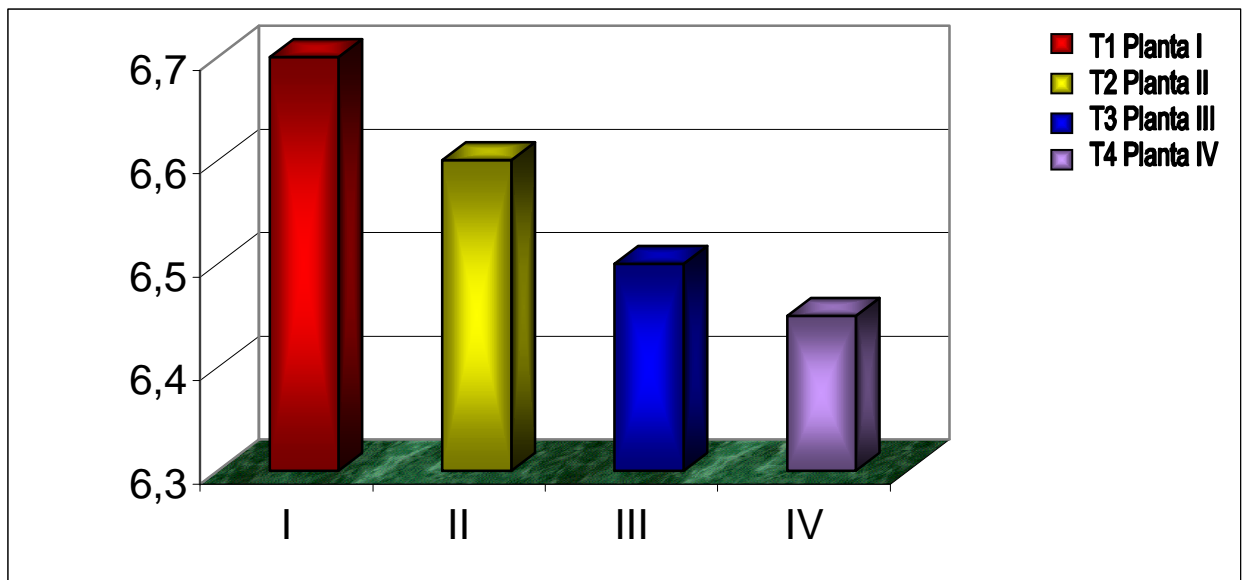
**6.1.8 pH** Los datos obtenidos para este parámetro se presentan en la figura 9 revelando los siguientes promedios para T3 6.7, T1 6.6, T2 6.5 y T 6.45, indicando que estos datos se encuentran entre los rangos (6.4 – 6.8) establecidos para pH de leche cruda. Schipper (1981) citado por Rivera (56)

Santos (191), expresa que por lo general, si la coagulación de la leche se verifica a un pH cercano a la neutralidad, la micela forma una red tridimensional más fuerte porque no esta desmineralizada, aunque tarda más tiempo en hacerlo. La cuajada que se obtiene es flexible, elástica, compacta, impermeable, contráctil y contiene poco agua. Debido a su carácter compacto, tolera la acción de fuerzas mecánicas (que facilitan la contracción del coagulo) y la salida del suero; sin esta acción el gel no desuera por su impermeabilidad. Su firmeza ayuda a que sea resistente a la deformación.

Igualmente considera que si se adiciona cuajo a una leche ácida, la coagulación se efectúa en menos tiempo. En estas condiciones la micela se encuentra un poco

desmineralizada y forma una red tridimensional muy débil (por falta de calcio) que es menos flexible, contráctil y más permeable. Todo lo anterior permite que el desuerado sea más rápido aunque la cuajada absorba más agua debido a los lactatos de paracaseína que se forman.

**Figura 9. pH**



Según Veissyre (381) el cuajo se inactiva en medio alcalino. Por lo tanto no puede provocar la coagulación. Cuando el pH es inferior a 7 se observa una aceleración de la gelificación por dos razones. En primer lugar se acerca al pH óptimo de actuación del enzima que es 5.5. Por otra parte se reducen las cargas eléctricas de las micelas de caseínas con lo que disminuye su estabilidad. Estos fenómenos explican la sensibilidad al pH de la fase de coagulación. Así, a pH 6.7 es más larga que la fase enzimática. A pH 6.3 ambas fases se desarrollan en el mismo

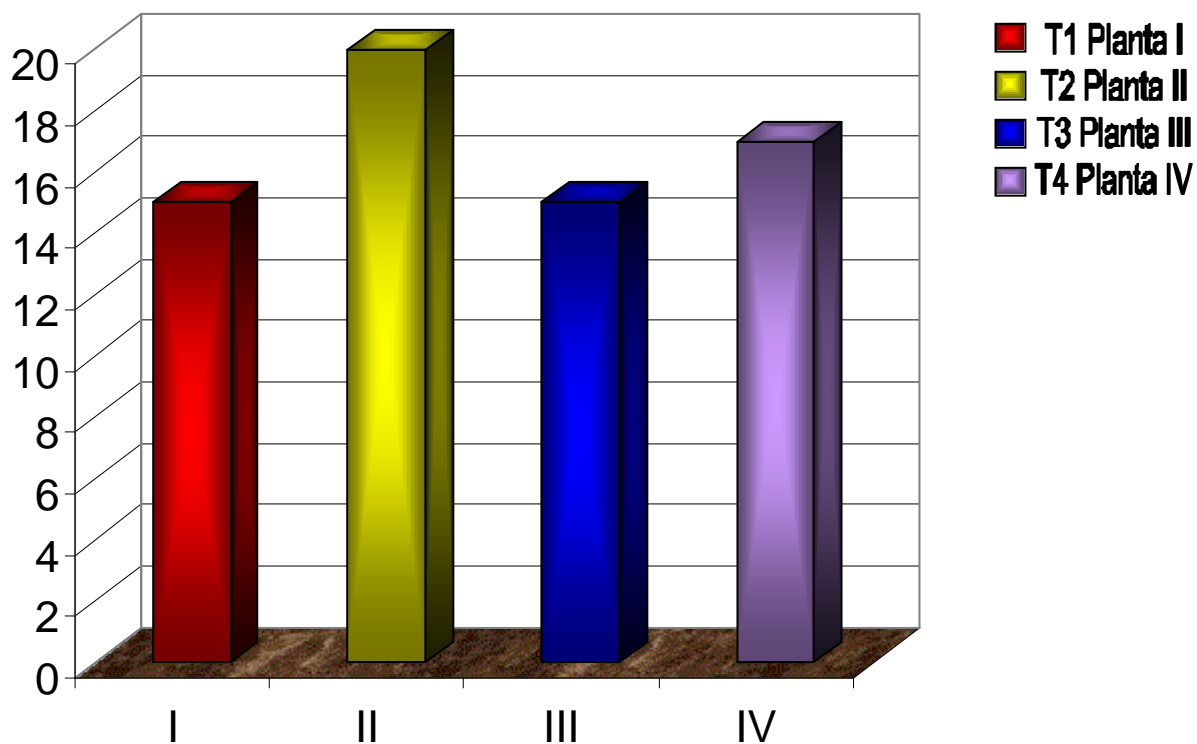
tiempo. A pH inferior a 6.3 la coagulación se acelera y finaliza antes que la fase enzimática haya concluido.

Walstra (1.993) citado por Inda (145) afirma que la disminución de pH causa la disolución del fosfato coloidal y un aumento en la actividad del calcio iónico. Por eso si la leche ha sido acidificada antes de cuajarla la velocidad de sinéresis es mayor.

**6.1.9 Porcentaje de cloruro de calcio.** Los valores correspondientes para esta característica se encuentran en la figura 10. El máximo valor lo reporta el T2 con 20%, seguido por T4 con 17%, T3 con 15% y el tratamiento T1 con 15%. Los porcentajes promedios de cloruro de calcio mencionados en los diversos tratamientos en esta investigación, se encuentran dentro de los valores reportados por Walstra (46) quien menciona que la cantidad máxima recomendada para quesos es de 20 g/100 kg de leche.

El mismo autor menciona, el balance entre calcio soluble coloidal y acomplejado es muy importante en quesería, el éxito de la coagulación depende de él. La presencia de iones Ca libres ( sales de calcio en forma soluble ) es necesaria para conseguir una acción efectiva del cuajo en la producción de una cuajada de buena consistencia.

**Figura 10. porcentaje de Cloruro de calcio**





## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1 CONCLUSIONES**

**7.1.1** La leche por su composición mineral (variables evaluadas) no presentó la capacidad adecuada para la producción de queso, debido a diversos factores entre ellos raza, alimentación y clima los cuales proporcionan características específicas a la materia prima que se transmiten posteriormente al queso.

**7.1.2** Dentro de los indicadores de aptitud quesera de la leche, la relación Ca/N debe estar entre los valores de 0.23 a 0.24 como rangos aceptables en la utilización de la leche en la fabricación de queso. Indicando que todas las plantas no reciben leche con los valores establecidos.

**7.1.3** El calcio es un mineral importante en la fabricación del queso, debido a que una disminución en su contenido tiene como consecuencia el retardar o evitar la coagulación, afectando directamente la producción. Ninguna leche de las plantas presentó los niveles adecuados de éste mineral, mostrando la baja aptitud quesera de la leche para el calcio.

- 7.1.4** El fósforo contribuye a la capacidad amortiguadora del queso, significando que la concentración de éste, influye en el desarrollo del pH y el pH mínimo del producto final. En el estudio realizado en las diferentes plantas, los indicadores de fósforo total se encuentran por debajo de los rangos establecidos como mínimos para la elaboración del queso.
- 7.1.5** El fósforo inorgánico coloidal es importante en la fase de coagulación debido a que disminuye el tiempo e incrementa la firmeza del gel. Los datos obtenidos para esta variable se encuentran en menores cantidades que las admitidas como aptas en la fabricación de queso.
- 7.1.6** La caseína puede estar en la micela o en solución. Demostrando que el equilibrio entre la forma micelar y soluble es muy variable de acuerdo a factores como temperatura y contenido de calcio iónico. La materia prima de las plantas visitadas se encuentran dentro de los rangos, es decir que esta variable se halla en las proporciones deseadas.
- 7.1.7** En las plantas no se lleva a cabo un estricto control y análisis sobre las variables evaluadas las cuales les permitirían una mejor referencia acerca de la leche que entra a la planta y al destino que debiera darse de acuerdo con su composición.

**7.1.8** El cloruro de calcio se agrega a la leche que ha sido calentada durante el proceso para aumentar y mejorar el rendimiento de la cuajada y estabilizar la capacidad de esta para transformarse en coagulo por acción del cuajo. La cantidad a adicionar depende de la leche y sus condiciones. Los valores naturales de calcio varían dependiendo de factores como la época del año, período de lactancia, forraje, etc. La máxima cantidad que se recomienda es de 20g/100g de leche para queso.

**7.1.9** Los análisis de varianza no presentaron diferencias significativas para la leche destinada a la elaboración de quesos en las plantas, indicando que en general la materia prima estudiada es semejante en cuanto a los minerales evaluados.

**7.1.10** Debido al control predominantemente genético de la composición de la leche en las vacas, las deficiencias minerales se manifiestan en reducción de volumen dentro de los límites genéticos. Igual situación al sobrealimentar con minerales se corre el riesgo de intoxicar a la vaca pero no se incrementan los minerales.

**7.1.11** La leche destinada a la fabricación de quesos tiene que cumplir con algunos requisitos especiales para producir un buen queso como: contenido de

bacterias el cual debe ser muy bajo, capacidad de acidificación de la leche, capacidad de coagulación, olor sabor y apariencia.

## **7.2 RECOMENDACIONES**

**7.2.1** La planta como primera beneficiaria de la leche recepcionada, debe brindar asistencia técnica integral e idónea en las áreas de genética, alimentación y administración de hatos al productor encaminadas a obtener leches con niveles de calcio, fósforo y nitrógeno adecuados, que se reflejarán finalmente en mayor eficiencia y disminución de costos de producción de quesos.

**7.2.2** Evaluar las pérdidas de calcio causadas principalmente por factores como procesos térmicos y almacenamiento por sus efectos negativos en el rendimiento quesero.

**7.2.3** Determinar las cantidades de calcio, fósforo y nitrógeno para cada productor teniendo en cuenta condiciones genéticas y ambientales de su finca, buscando corregir prácticas innecesarias que con llevan a obtener leches de mala calidad.

**7.2.4** Al realizar estudios de factibilidad de las futuras plantas deberá tenerse en

cuenta el destino que se le debe dar a la leche por su composición promedio regional, conociendo esta información se determinará su uso más eficiente. Por ejemplo: si es rica en sólidos se puede utilizar en la fabricación de derivados lácteos de larga vida, por el contrario si es baja, se debe destinar a leches líquidas (pasterización).

**7.2.5** El procesador debe tener en cuenta que las leches que presentan una buena composición mineral, proteica y grasa, se pueden utilizar para establecer una industria quesera eficiente. De ahí la importancia de conocer la composición en calcio, fósforo inorgánico coloidal, nitrógeno que permitiría establecer políticas lecheras para ser viable y eficiente las plantas.

**7.2.6** El productor debe conocer el destino que se le puede dar a la leche por su composición. Si esta es rica en proteína y energía, debe utilizarse en la fabricación de quesos; si es más rica en energía que en proteína, debe emplearse en leches ácidas; pobre en proteína y en energía debe ser destinada a la elaboración de leches líquidas. Si es rica en macro minerales, esta tendrá una marcada aptitud quesera; si su contenido es alto en lactosa su objetivo será dulces de leche y leches fermentadas.

**7.2.7** En Nariño se sabe por estudios previos que las deficiencias nutricionales

afectan la composición de la leche tanto en calidad como en volumen y el desconocimiento de las normas Zootécnicas llevan a cambiarle el destino final a las leches como se anotó anteriormente.

**7.2.8** Para el productor la hibridación con cebú para obtener F1 mejora notablemente la composición mineral y de sólidos totales de la leche, disminuye su volumen a medida que se absorbe a bos taurus ( aumenta volumen pero baja composición mineral) y viceversa.

**7.2.9** De los cruces interraciales uno de los más recomendables para incrementar sólidos totales en leche es holsteín por jersey aunque disminuye el tamaño y desmejora el fenotipo. Las experiencias de holsteín por normando han demostrado que disminuye la producción de leche y aumentan sólidos totales; dentro de la raza holsteín hay líneas como la holandesa que mejoran el contenido de sólidos totales en le leche.

**7.2.10** Divulgar y transferir los resultados de esta investigación con el objeto de que cada planta adopte medidas de estímulo a los productores que permitan mejorar la aptitud quesera la leche a corto y mediano plazo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALAIS, Charles. Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera. 1 ed. México: Continental, 1971. 873p

-----,----- México: Continental, 1989. 590p

ALMAZA, Fernando y BARRERA, Efraín. Tecnología de leches y derivados. Santa fe de Bogotá: Universidad Nacional, 1991. 327p

ALAN, Varman. Leche y productos lácteos: Tecnología, química y microbiología. Zaragoza, España: Acribia, 1995. 476p

BRAVO, Paulo. Determinación de proteína y caseína en leche. Universidad Católica de Manizales, Facultad de Ciencias de la Salud, 1994. 112p

BURBANO, Vicente y BUSTAMANTE, Rodrigo. Comportamiento de las características físico-químicas y microbiológicas durante el proceso de almacenamiento en refrigeración de la leche cruda entera.. Programa de Zootecnia.

Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 1995.  
141p.

CAMPABADALL, Carlos. Factores que afectan el contenido de sólidos de la leche. En: memorias del II Seminario Internacional sobre calidad de leche. Medellín. Colombia. Colanta, 1999, 294p

CHAPARRO, Alfonso y DULCE, Hector. Correlación grasa proteína y comparación de dos métodos cuantitativos de proteína en leche fluida, Programa de Zootecnia. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias pecuarias, 1994. 105p

Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería de la FAO para America Latina y el Caribe. Santiago de Chile: Lechería latinoamericana. FAO, 1988.  
121p.

GAONA, Homero y KEATING, Francis. Introducción a la lactología. México: Limuza, 1986. 287p

HERNANDEZ, Aldo. Taller teórico práctico de lácteos, Universidad del Valle, Colombia. 1.997. 120p



INDA, Arturo. Proyecto O.E.A/G.T.Z de calidad y productividad de la pequeña y mediana empresa. México. 2.000:155 (Consulta vía internet Aeinda@Prodigy.net.mx)

INSTITUTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Análisis químico, Universidad Nacional, Bogotá, 1985. 121p

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Leche y productos lácteos, Bogotá: ICONTEC, 1981. 3 p (NTC 750)

KAY, Harry. El papel de los productos lácteos en la nutrición humana. Chile: Lechería Latinoamericana FAO, 1988. 53 p

KIRK, Raimond y OTHOMER, Davis. Enciclopedia de tecnología química, leche micro análisis químico, tomo 10. México: Hispanoamericana, 1972, 203p

MINISTERIO DE SALUD. Disposiciones sanitarias sobre leche cruda. Bogotá: 1983.16p

MOSQUERA, Soraida y ORTEGA, Andrea. Evaluación de la cera de laurel (*Myrica pubescens*) en el recubrimiento de quesos maduros. Programa de

Zootecnia. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 2002. 91p

ORTIZ, Eduardo. Estudio crítico de 3 métodos para determinar proteína en leche (Kjeldahl, Sorensen y Promilk) y determinación del contenido promedio de producción en leche del altiplano Cundiboyasense. Programa de Zootecnia. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional, 1986. 138p

PEREZ, Jorge y PEREZ Pablo. Bioquímica y Microbiología de la leche. Limusa, México: 1988. 202p

PORTER, J.w.g. Leche y sus productos lácteos. Zaragoza, España: Acribia, 1981. 920p

RAMOS, Lesvy y BENAVIDES Hugo. Evaluación de la calidad físico-química y organoléptica del queso crema con sabor a piña y fresa. Programa de Zootecnia. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 1999.

RIVERA, Julio. Curso de producción de leche. Universidad de Nariño, facultad de Zootecnia, San Juan de Pasto, 1993.

-----. Elaboración de productos lácteos a nivel de finca. Pasto, Colombia: Graficolor, 2001. 201p

-----. Producción bovina para leche. Pasto, Colombia: Graficolor, 1997. 137p

-----. Tecnología de leche y derivados. Pasto, Colombia: UNED, 1995. 282p

SANTOS, Armando. Leche y sus derivados. Zaragoza, España: Acribia. 1987. 315p

SPREER, Edgar. Lactología industrial. Zaragoza, España: Acribia. 1985. 428p

TORNADIJO, Guillermo. La calidad de la leche destinada a la fabricación de quesos, México, 2000. 155p (Consulta vía Internet. Aeinda@ Prodigy.net.mx)

TORRES, María. Determinación de la caseína en leche entera cruda. Programa de Zootecnia. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, 1995. 141p

VEISSEYRE, Roger. Lactología técnica: Composición, recopilación, tratamiento y transformación de la leche. Zaragoza, España: Acribia, 1980. 629p

WALSTRA Pieter y JENNESS Robert. Química y física lactológica. Zaragoza, España: Acribia, 1987. 421p

WATTIAUX, Michael. Composición de la leche y su valor nutritivo. Madison, Instituto Babcock para Investigación y Desarrollo Internacional para la Industria Lechera, Wisconsin, 2000 6p (Consulta via internet, URL: <http://babcock.Cals.wisc.edu> )

# **ANEXOS**

**Analisis de la varianza para la relacion  
Ca/N**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>
<b>Tratamientos</b>	3	0,000337	0,000112	0,62 NS
<b>Error</b>	12	0,002163	0,00018	
<b>Total</b>	15	0,025		
<b>C.V %</b>	8,16			

N.S No significativo

**Analisis de varianza para indicador fósforo inorgánico coloidal**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>
<b>Tratamientos</b>	3	0,011	0,00366	1,518 NS
<b>Error</b>	12	0,029	0,00241	
<b>Total</b>	15	0,04		
<b>C.V %</b>	6,06			

N.S No significativo

**Analisis de varianza para indicador calcio total  
(mg/100g)**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>
<b>Tratamientos</b>	3	1350	450	0,45 NS
<b>Error</b>	12	11.850	987,5	
<b>Total</b>	15	13200		
<b>C.V %</b>	3,9			

N.S No significativo



**Análisis de varianza para indicador fósforo total  
(mg/100g)**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>
<b>Tratamientos</b>	3	125	41,66	1,190 NS
<b>Error</b>	12	420	35	
<b>Total</b>	15	545		
<b>C.V %</b>	7,06			

N.S No significativo

**Análisis de varianza para caseína soluble en porcentaje de la total**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>
<b>Tratamientos</b>	3	45,49	15,16	2,24 NS
<b>Error</b>	12	81,13	6,79	
<b>Total</b>	15	126,62		
<b>C.V %</b>	3,2			

N.S No significativo