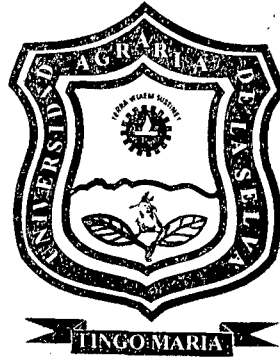


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**Departamento Académico de Ciencia Animal**



**“EVALUACION FISICO - QUIMICO DE LA LECHE  
TRATADA CON UN ACTIVADOR COMERCIAL DE LA  
ENZIMA LACTOPEROXIDASA Y SU IMPLICANCIA EN  
DERIVADOS, EN LA PROVINCIA DE LEONCIO  
PRADO”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TITULO DE :**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**Janet Aleyda Saenz Gallo**

**Promoción 2002 - I**

**TINGO MARIA - PERU**

**2003**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
FACULTAD DE ZOOTECNIA**

Av. Universitaria Km. 2 Tefefax: (084) 581280 faczoot@hotmail.com  
TINGO MARÍA

"AÑO DE LOS DERECHOS DE LA PERSONA CON DISCAPACIDAD Y CENTENARIO  
DEL NACIMIENTO DE JORGE BASADRE GROHMANN"

"Año del Sesquicentenario del Nacimiento del Héroe Coronel Leoncio Prado Gutiérrez"

## **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 06 de agosto del 2003, a horas 05:00 p.m., para calificar la tesis titulada:

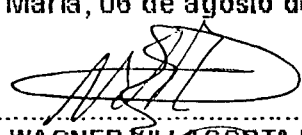
**"EVALUACION FISICO – QUIMICO DE LA LECHE TRATADA  
CON UN ACTIVADOR COMERCIAL DE LA ENZIMA  
LACTOPEROXIDASA Y SU IMPLICANCIA EN DERIVADOS, EN  
LA PROVINCIA DE LEONCIO PRADO".**

Presentada por la Bachiller **JANET ALEYDA SAENZ GALLO**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **"MUY BUENO"**

En consecuencia, la sustentante queda apto para optar el **Título de INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Art. 81 inc. M, del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

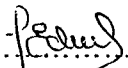
Tingo María, 06 de agosto del 2003.

  
.....  
Dr. MILTHON MUÑOZ-BERROCAL  
Presidente

  
.....  
Ing° WAGNER VILLACORTA LOPEZ  
Miembro

  
.....  
Méd. Vet. LISANDRO TAFUR ZEVALLOS  
Miembro

  
.....  
Ing° M.Sc. MIGUEL PEREZ OLANO  
Asesor

  
.....  
Ing° M.Sc. ELIZABETH ORDOÑEZ GOMEZ  
Co Asesor

## **DEDICATORIA**

A Dios Por su divina misericordia, por permitir mi existencia, por haberme dado la fuerza para cumplir unas de mis metas trazadas.

A mis queridos: padres Rubén y Elsa por todo el apoyo brindado en toda mi vida y que hoy les dedico estas páginas.

A mis abuelitos: Fastredo y Merita por los sabios consejos que concretizaron lo mío.

A mis hermanos: Erika, Giovanna Jonathan, Andrea y mis queridos Sobrinos: Ariani, Fabián Alonso y mi cuñado Elki

A Carlos Enrique por todo el amor y comprensión demostrado

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, mi alma mater y de manera especial a los profesores de la Facultad de Zootecnia, quienes contribuyeron en mi formación profesional.

A los ingenieros M.Sc. Miguel Pérez Olano, Elizabeth Ordóñez Gómez , patrocinadores, por haber confiado en mi en la realización del presente trabajo, por su valioso apoyo y estímulo que sirvió de mucho para mi persona.

Al Dr. Milton Muñoz Berrocal, por sus consejos en la parte estadística.

A los señores ganaderos de la Comunidad de Inkari, por desinteresado colaboración, lo cual hizo posible la realización del presente trabajo.

A la Empresa Biovet S.A.C, por el apoyo brindado para el trabajo de investigación.

A mis amigos Darlin, Víctor, Aurelia, Yosi, Liliana, Jorge, Fidel, Williams Richard y a todas aquellas personas que de una y otra forma colaboraron en la culminación del presente estudio.

## INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1 Generalidades sobre sistemas de ordeño y calidad de la leche.....	3
2.2 Microbiología de la leche fresca.....	3
2.2.1 Contaminación y fuentes contaminantes de la leche.....	3
2.2.2 Factores que afectan el crecimiento de microorganismos...	4
2.3 Aspecto generales de lactoperoxidasa.....	6
2.3.1 Definición.....	6
2.3.2 Sistema Lactoperoxidasa (SLP).....	6
2.4 Sistema de conservación de leche aceptados internacionalmente.	7
2.4.1 Principios del método de conservación con activación del SLP.....	8
2.4.2 Conservación de la leche al medio ambiente con activación del SLP.....	9
2.5 Aspectos generales sobre el producto Stabilak.....	11
2.5.1 Plazo de validez y condiciones de conservación del Stabilak.....	12
2.5.2 Propiedades básicas del Stabilak .....	12
2.5.3 Precauciones de uso del Stabilak .....	13
2.6 Ensayos con la activación del SLP .....	13

2.7 Elaboración de Queso .....	15
2.7.1 Calidad de queso con activación del SLP en leche almacenada.....	15
2.7.2 Rendimiento quesero (%).....	16
2.7.3 Factores de la coagulación de la leche .....	17
III. MATERIALES Y METODOS .....	19
3.1 Lugar y Tiempo de Ejecución .....	19
3.2 Materiales .....	19
3.3 Reactivos .....	20
3.4 Metodología .....	20
3.4.1 Toma de muestra .....	20
3.4.2 Métodos de Análisis .....	20
3.4.3 Metodología Experimental .....	22
3.4.4 Análisis estadístico .....	27
V. RESULTADOS .....	28
4.1 Calidad de la leche conservada al medio ambiente .....	28
4.1.1 Grados de acidez de la leche conservada al medio ambiente .....	28
4.1.2 Niveles de pH de la leche conservada .....	29
4.1.3 Prueba de alcohol de leche conservada al medio ambiente.	30
4.2. Calidad de la leche conservada en refrigeración .....	31
4.2.1 Grados de acidez de la leche en refrigeración .....	32
4.2.2 Niveles de pH de la leche conservada en refrigeración .....	33

4.2.3 Prueba de alcohol en la leche conservada en refrigeración .	34
4.3 Rendimiento y tiempo de coagulación para elaborar queso.....	34
V. DISCUSIÓN .....	36
5.1. Calidad de leche conservada al medio ambiente .....	36
5.1.2 Acidez de al leche al medio ambiente .....	36
5.1.2 pH de la leche al medio ambiente .....	38
5.1.3 Prueba de alcohol al medio ambiente .....	39
5.2 Calidad de leche conservada en refrigeración .....	40
5.2.1 Acidez de leche en refrigeración .....	40
5.2.2 pH de leche conservada en refrigeración .....	41
5.2.3 Prueba de alcohol en leche evaluada en refrigeración.....	42
5.3 Rendimiento quesero .....	43
VI. CONCLUSIONES .....	45
VII. RECOMENDACIONES .....	46
VIII. ABSTRACT .....	47
IX. BIBLIOGRAFIA .....	49
X. ANEXO .....	52

## INDICE DE ESQUEMAS

Esquema	Pág.
01. Esquema experimental para la leche al medio ambiente.....	24
02. Esquema experimental para la leche en refrigeración .....	25
03. Flujograma para la elaboración de queso.....	26

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Conservación de la leche al medio ambiente con Stabilak.....	11
2. Promedio de grados de acidez de la leche al medio ambiente .....	29
3. Niveles de pH de leche conservada al medio ambiente .....	30
4. Prueba de alcohol en leche conservada al medio ambiente.....	31
5. Promedios de acidez de leche refrigerada .....	32
6. Niveles de pH de leche conservada en refrigeración .....	33
7. Prueba de alcohol de leche conservada en refrigeración.....	34
8. Cuadro comparativo de rendimiento quesero.....	35



## RESUMEN

El trabajo se desarrollo en el distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huanuco. Con el objetivo de evaluar la preservación de leche fresca utilizando el producto comercial Stabilak como activador de la enzima lactoperoxidasa en condición de medio ambiente y refrigeración, asimismo evaluar el procesamiento de queso de leche preservada con dicho producto. Para realizar el estudio se determino como variable independiente dos sistemas de ordeño: ordeño manual con ternero al pie y ordeño manual sin ternero al pie y como variable dependiente se midió en periodos de cuatro horas en un lapso de 20 horas; la calidad de la leche mediante los indicadores de acidez, pH y la prueba de alcohol. Para la elaboración de queso se utilizo 03 muestras mejor conservadas y se midió el tiempo de coagulación y rendimiento del producto. El diseño estadístico empleado fue completamente al azar y para los niveles donde existió significancia se aplico la prueba de contrastes ortogonales. Los resultados obtenidos con los indicadores de acidez y pH de la leche preservada al medio ambiente teniendo en cuenta el tiempo y las variables independientes, muestran diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ), asimismo a la prueba de alcohol, se observo coagulación en las muestras con ordeño con ternero al pie a partir de las 12 horas. En las muestras preservadas en refrigeración los niveles de acidez y pH, no muestran diferencia estadística entre los periodos evaluados, de igual forma a la prueba de alcohol no se observo coagulación durante la evaluación. Con respecto al tiempo de coagulación no difieren mucho entre

las tres mejores muestras procesadas en la elaboración de queso, asimismo una de las muestras presento el mejor rendimiento con la relación de 6.12 L/kg de queso. Teniendo en cuenta los resultados antes obtenidos se concluye de que el producto comercial Stabilak , actúa como un eficiente activador del sistema lactoperoxidasa para la conservación de la leche cruda provenientes de dos sistemas de ordeño manual: con ternero al pie y sin el a temperatura ambiente de trópico, asimismo la utilización de leche en refrigeración se conserva mejor con el producto Stabilak; de igual forma el rendimiento quesero es afectado positivamente cuando se procesa leche conservada con dicho producto aunque el tiempo de coagulación es mayor. Finalmente se puede aseverar que el sistema de ordeño con ternero al pie afecta negativamente en la calidad de la leche.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una corriente motivadora de crianza de ganado de doble propósito, así como también una organización creciente en las comunidades y dentro de este contexto la formación de empresas comunales para el procesamiento de productos lácteos, tratando de dar un valor agregado a la producción local y hacer más factible la comercialización.

Sin embargo, el insumo leche es un producto fácilmente perecible si es que no se realiza la conservación mediante refrigeración, hecho que no se puede cumplir entre los productores rurales por múltiples razones, adicionando a ello el mismo sistema de ordeño, que no presta la garantía del caso en lo que a higiene se refiere.

Actualmente se ha desarrollado en forma comercial un activador enzimático de la lactoperoxidasa para ser utilizado en leche fresca, este producto se comercializa con el nombre de "Stabilak" que esta constituido por cantidades de sales portadoras de tiocianato y percarbonato, generando una acción bactericida y bacteriostática sobre los microorganismos contaminantes en la leche. Entendiendo que el crecimiento bacteriano en leche no preservada es rápido y más aun bajo la influencia de factores medio ambientales de trópico: Alta temperatura, humedad e higiene. Nos formulamos la siguiente pregunta: ¿será posible la conservación de la leche fresca en condiciones

medio ambientales por mas de 20 horas sin alterar su composición físico - química?, como respuesta nos planteamos la siguiente hipótesis, que el uso del “Stabilak” como producto comercial activador natural de la lactoperoxidasa, permitirá preservar la leche fresca al medio ambiente de nuestra zona (trópico húmedo) por un tiempo de hasta 20 horas, sin alterar su composición físico - química. Los objetivos planteados son los siguientes:

- Evaluar la preservación de leche fresca utilizando el producto comercial Stabilak como activador de la lactoperoxidasa en condición de medio ambiente y refrigeración en la zona de Tingo María.
- Evaluar la leche preservada con el producto Stabilak, en la elaboración de queso fresco.

## **II. REVISION BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Generalidades sobre sistemas de ordeño y calidad de la leche**

La leche es aquel alimento producido por las hembras mamíferas después del parto, y su destino es alimentar sus crías en la primera fase de la vida. Con la intervención del ser humano se ha desarrollado la producción láctea de determinadas hembras domesticas, principalmente de la vaca, Algunos factores como la manera de ordeño, la frecuencia, el intervalo entre ellos y el trato que se le da al animal antes, durante y después del ordeño influye en el rendimiento y calidad de la leche. (MANUAL AGROPECUARIO, 2002).

### **2. 2. Microbiología de la leche fresca**

#### **2.2.1. Contaminación y fuentes contaminantes de la leche**

AMIOT (1991) y ALAIS (1985) coinciden en afirmar que diferentes microorganismos alcanzan la leche por dos vías principales: por la vía mamaria, de forma ascendente mediante bacterias que se adhieren a la piel de la ubre y posterior al ordeño entran a través del esfínter del pezón (*Staphilococcus aureus*, *Streptococcus*, Coliformes) y forma descendente o hematogena la utilizan los microorganismos que pueden causar enfermedad sistémica o tienen la propiedad de movilizarse por la sangre y a través de los

capilares mamarios llegar a infectar la ubre (*Salmonellas*, *Brucellas*, *Mycobacterium tuberculosos*). La otra vía, es el medio externo donde la contaminación puede ocurrir una vez que esta ha sido extraída de la glándula mamaria. Los utensilios, tanques de almacenamientos, transportes e incluso el personal que manipula la leche, son fuentes de contaminación de microorganismos que utilizan esta vía, que en algunos casos son las más abundantes, causantes de grandes pérdidas en la calidad del producto.

ADAMS y MOSS (1997) concuerdan con autores antes mencionados, indicando que los microorganismos que se encuentran en la leche tienen tres orígenes: el interior de la ubre, el exterior de los pezones y sus alrededores próximos, asimismo el ordeño y los utensilios que se utilizan para manipular la leche.

VARNAM y SUTHERLAND (1995) también manifiesta que la leche extraída asépticamente de ubres sanas no es estéril, pero contiene un pequeño número de bacterias que se conocen como microorganismos de la ubre, entre ellos predominan los micrococos y estreptococos, aunque también son bastante frecuentes las bacterias corineformes.

### **2.2.2. Factores que afectan el crecimiento de microorganismos**

AMIOT (1991) refiere que una vez que los microorganismos han alcanzado la leche, comienza un periodo de adaptación de estos al medio circundante, la duración de este periodo así como la capacidad para

multiplicarse esta condicionada al efecto de varios factores: intrínsecos como la elevada actividad de agua, su pH mediano (6.4 – 6.6.) esto favorece el crecimiento de una flora microbiana diversa. Sin embargo son las bacterias y de ellas el grupo de las ácido lácticas las que se ven favorecidas para crecer en la leche a pH normal, de igual forma el abundante aporte de nutrientes hacen de la leche un excelente medio para el crecimiento microbiano; los factores extrínsecos son los que tienen que ver con el ambiente donde se almacenan los alimentos. Entre ellos están la temperatura humedad relativa y los gases atmosféricos. La temperatura a la cual se encuentra la leche después del ordeño favorece la rápida multiplicación microbiana, asimismo, ROBINSON (1987) manifiesta que la mayor proporción de la flora bacteriana presente en la leche cruda, son microorganismos mesófilos, es por ello que la inmediata refrigeración a temperaturas de 4 a 5 °C se hace fundamental para asegurar la calidad de la leche. Pero su almacenamiento no debe ser prolongado (máximo 24 horas) ya que entonces se favorecería el aumento en número de la flora psicrotrofa, cuando la leche no vaya a ser procesada el mismo día de recepción, debe ser sometida a un proceso de terminación.

VARNAM y SUTHERLAND (1995) también mencionan que en la leche se encuentran diversos sistemas antimicrobianos que pueden proteger a la glándula contra infecciones y a la leche de la contaminación. Desgraciadamente la protección es limitada y de poca duración posterior al ordeño dependiendo de su manejo. Entre estos sistemas tenemos: lactoferrinas, inmunoglobulinas, sistema lactoperoxidasa, aglutininas, fagocitosis, etc.

## **2.3. Aspectos generales de lactoperoxidasa**

### **2.3.1. Definición**

ALAIS (1985) menciona que la lactoperoxidasa es un enzima que se sintetiza en la ubre y está presente en altas concentraciones en la leche de vaca. Puede llegar a representar el 1% de las proteínas totales de esta. El tiocianato se encuentra en diferentes concentraciones dependiendo principalmente de la alimentación del animal; se ha reportado valores de 5,9 a 8,94 mg/L en leche cruda de búfala y de 1,2 a 14,5 mg/L en leche de vaca. El peróxido de hidrógeno, procede de los microorganismos que producen esta sustancia, (ejemplo los estreptococos), la FAO (2000), menciona que la lactoperoxidasa no tiene efecto antibacteriano por si misma, pero combinada con tiocianato oxidado y con el peroxido de hidrogeno, la reacción química resultante crea compuestos antibacterianos.  $Lactoperoxidasa + CSN + H_2O_2 = \text{Compuesto antibacterianos}$ .

### **2.3.2. Sistema Lactoperoxidasa (SLP)**

El sistema lactoperoxidasa/tiocianato/peróxido de hidrógeno (SLP) consiste en la oxidación de los iones tiocianato por la acción de la enzima lactoperoxidasa en presencia de peróxido de hidrógeno, y la consecuente acción de dichos iones oxidados sobre las bacterias presentes en la leche, retardando su deterioro en 8 - 24 horas, según la temperatura y calidad inicial de la leche (PONCE *et al.*, 1987).

El sistema LP, destruye los microorganismos por oxidación de sus sistemas enzimáticos, actuando como sustrato el peroxido de hidrógeno y



como cofactor el tiocianato. Este sistema antimicrobiano solo inhibe temporalmente ciertas bacterias, aunque tiene poder bactericida sobre otras. Bacterias catalasa positiva, Gram negativos como *Pseudomonas*, Coliformes, *Salmonella* y *Shigella*, son inhibidas por el sistema. La letalidad depende del pH, temperatura, tiempo de incubación y densidad celular. La activación del sistema LP puede incrementar la vida útil de la leche por inhibición microbiana, mejorar la calidad microbiológica de la leche al ofrecer un efecto bacteriostático sobre la flora láctea y un efecto bactericida sobre coliformes. La adición de pequeñas cantidades equimolares de tiocianato y peróxido (líquido o en forma de percarbonato) mejora la acción del sistema; este constituye un mecanismo de defensa natural del organismo humano, y sus componentes aparecen en altas concentraciones en la saliva, jugo gástrico y en la propia glándula mamaria, por lo cual se considera que su activación no representa ningún riesgo para las personas que consumen la leche tratada (FAO/OMS, 1991).

#### **2.4. Sistema de conservación de la leche aceptados internacionalmente**

LA FAO/OMS (1991) refieren que la leche es una materia prima fácilmente perecedera. Las bacterias que la contaminan pueden multiplicarse rápidamente y hacerla no apta para el consumo humano ni para la elaboración de productos lácteos. Sin embargo, su deterioro puede retardarse mediante la refrigeración o la activación del sistema lactoperoxidasa, ampliando así, significativamente, el periodo de su conservación. La refrigeración y la activación del SLP son los únicos métodos aceptados internacionalmente por

el Codex Alimentarios (Comisión de expertos en leche y derivados lácteos de la FAO) para la conservación y la manipulación de leche cruda, destinada al consumo humano. La refrigeración, requiere de instalaciones, energía y maquinaria, que siendo cara, demanda inversiones que muchas veces no están al alcance de muchos productores, por el costo, que como significa el mismo equipo, el consumo de energía y las depreciaciones tanto de instalaciones como de maquinaria instalada.

#### **2.4.1. Principios del método de conservación con activación del SLP**

FAO/OMS (1991) sugiere como principio del método de conservación de la leche activando el SLP, lo siguiente:

- El método de la lactoperoxidasa/tiocinato/peróxido de hidrógeno es un sistema antibacteriano natural presente en la leche y en la saliva humana. La enzima lactoperoxidasa se halla en la leche de bovino y búfalo en concentraciones relativamente elevadas. Pueden oxidar los iones de tiocianato en presencia del peróxido de hidrógeno.
- El efecto antibacteriano depende de la especie y la cepa. Cuando la leche cruda tiene una flora mixta en la que predominan las bacterias mesófilas, el efecto es bacteriostático, (principalmente inhibidor). En presencia de algunas bacterias gram negativas, por ejemplo, *Pseudomonas* o *Escherichia coli*, el efecto es bactericida. Dado el efecto principalmente bacteriostático del sistema, la aplicación de este método no permite ocultar la calidad inferior de la leche cuando ésta se halla contaminada ya por numerosas bacterias.

- Los productos de la oxidación antibacteriana del tiocianato no son estables en un medio con un pH neutro. Dichos productos se descomponen espontáneamente en iones de tiocianato. La velocidad de la reacción depende de la temperatura, es decir, es más rápida a temperatura más elevadas.
- La oxidación del tiocianato es limitada fuera de la ubre. No obstante, ésta puede iniciarse mediante la adición de pequeñas concentraciones de peróxido de hidrógeno.
- El efecto antibacteriano del sistema lactoperoxidasa es, dentro de ciertos límites, proporcional a la concentración de tiocianato en la leche. El nivel de tiocianato en la leche depende de la alimentación de los animales, y por lo mismo es variable. En consecuencia, para dar al método una aplicación práctica es necesario añadir algo de tiocianato, a fin de que la leche tenga el nivel necesario para obtener el efecto deseado.
- Los niveles de tiocianato resultantes de este tratamiento no son superiores a los niveles fisiológicos presentes en la leche en ciertos regímenes de alimentación.

#### **2.4.2. Conservación de la leche al medio ambiente con activación del SLP**

PONCE *et al.* (1987) sugieren que este método podría ser utilizado para conservar la leche cruda en condiciones de emergencia, o cuando falta la energía eléctrica para la refrigeración. La determinación del tiocianato en la leche y su asociación con el sistema de alimentación de la vaca completaron los estudios iniciales relativos a las prácticas de utilización, asimismo reportan

que, la manipulación del producto activador de la lactoperoxidasa no es complicada, aunque es recomendable que sea realizada por personal previa capacitación, La dosificación de tiocianato a partir del conocimiento de su concentración en la leche (mezclas) permitió determinar un valor mínimo para la activación del sistema lactoperoxidasa, y un valor máximo que no rebasa el límite establecido en estudios anteriores, y que concuerda con los valores normales relativos a las vacas lecheras. La concentración de tiocianato adicionado (referida a un litro de leche) es prácticamente la mitad de la que se recomienda en el Codex Alimentarius (1990). El valor medio obtenido puede ser utilizado como referencia la activación del sistema lactoperoxidasa en otras zonas del país.

NASANOVSKY (2001) reporta que un comité de normas alimentarias de la leche y los lácteos ha confirmado de nuevo su apoyo a un método para preservar la leche, que podría dar a los campesinos pobres de localidades aisladas la posibilidad de comercializar su leche lejos de sus fincas. Con la adopción del Sistema Lactoperoxidasa (SLP) los campesinos podrían disponer de cinco horas para transportar la leche a instalaciones de refrigeración. El SLP consta en añadir una cantidad pequeña de tiocianatos a un bote de leche, luego otro poco de peróxido de hidrógeno. Ambas sustancias químicas se dan naturalmente en la leche, pero en cantidades que sólo inhiben las bacterias durante una o dos horas. Al reforzar este proceso natural, la leche puede conservarse tres horas a más, lo suficiente para transportarla al punto de acopio donde haya refrigeración.

## 2.5. Aspectos generales sobre el producto Stabilak

BIOVET (2001) explica que el producto esta constituido por pequeñísimas cantidades de sales portadoras de tiocianato y percarbonato, sustancia naturales de la propia leche. Estas sales, permiten activar y optimizar el SLP de la leche, generando una acción bactericida o bacteriostatica sobre los microorganismos contaminantes de la misma. De esta manera se retarda la acidificación e impide la proliferación de bacterias en la leche. El producto esta constituido de 02 componentes: Stabilak 1 (tiocianato), Stabilak 2 (percarbonato) atendiendo al orden en la cual debe ser aplicada a la leche cruda, para obtener el resultado esperado; indicando que el periodo de conservación de la leche fresca al medio ambiente, varia con la temperatura del medio y con la calidad sanitaria de la misma. Experiencias realizadas en otros países demuestran que la leche con STABILAK, pueden ser conservada en condiciones óptimas, entre 12 á 30 horas después del ordeño, a diferencia de la leche sin STABILAK que se deteriora entre las 3 y 10 horas después del ordeño.

Cuadro 1. Conservación de la leche al medio ambiente con Stabilak

T° Ambiente (°C)	Tiempo de conservación de la leche con STABILAK	Tiempo de conservación de la leche sin STABILAK
26 A 30 °C	12 a 16 horas	3 a 4 horas
22 a 25 °C	20 a 24 horas	6 a 8 horas
20 °C	24 a 26 horas	8 a 9 horas
15 °C	26 a 30 horas	9 a 10 horas

Fuente: BIOVET (2001)

PONCE *et al.* (1992) refiere que los componentes del producto (Stabilak) forman parte de los mecanismos naturales de defensa de los animales superiores y el sistema ha sido aprobado para su uso en la leche destinada al consumo humano en Cuba, por el Ministerio de Salud Pública y la Academia de Ciencias en 1992. Asimismo sugiere, que Las posibilidades de uso son diversas pero se recomienda en situaciones tales como la falta de refrigeración temporal, transporte a largas distancias, almacenamiento por tiempo prolongado y en áreas de difícil acceso, situaciones en la cual hay las posibilidades de deterioro de la leche.

#### **2.5.1. Plazo de validez y condiciones de conservación del Stabilak**

Se conserva a temperatura ambiente preferiblemente por debajo de 34 °C protegido de la luz y la humedad. Mantiene sus propiedades por tiempo mínimo de seis meses. No debe manipularse con las manos mojadas (PONCE *et al.*, 1992).

#### **2.5.2. Propiedades básicas del Stabilak**

PONCE (2001) enumera algunas propiedades más importantes del producto:

- Mantiene la calidad de la leche cruda entre 8-24 horas, la cual depende de la calidad inicial y de la temperatura.
- No altera las características organolépticas (sabor, olor y color).
- No produce reacciones con los componentes lácteos como proteínas, grasa y otros.

- No produce positividad a la prueba de peróxidos en leche.
- Es estable a la temperatura ambiente durante seis meses.

### **2.5.3. Precauciones de uso del Stabilak**

PONCE *et al.* (1992) menciona que hay que tomar en cuenta las siguientes precauciones:

- Nunca debe invertirse el orden de los productos ya que se pierde efectividad.
- La disminución de las cantidades indicadas, no producen el efecto de mantener la calidad inicial esperada de la leche, mientras que el incremento de las cantidades establecidas pueda afectar la acción en lugar de mejorarla.
- El producto esta indicado para ser utilizado en leche y no para ser ingerido directamente por personas o animales.
- Debe evitarse la manipulación excesiva del producto con las manos húmedas pues pudiera provocar ciertos grados de irritación en la piel, en cuyo caso debe lavarse la zona afectada con agua corriente.

### **2.6. Ensayos con la activación del SLP**

PONCE (2001) menciona que se llevaron a cabo tres ensayos en leche refrigerada con diferente calidad inicial. La activación se realizo en la leche antes de la refrigeración en un caso y después de haber descendido la temperatura en otros dos. Se determinó, el número de microorganismos psicrotrofos y otras pruebas auxiliares al tiempo inicial y a cada 24 horas hasta

que se observó deterioro de la leche, comparado el control sin activar con la muestra activada, la temperatura de almacenamiento de la leche osciló entre 4 – 8 °C. Los resultados indican que la activación del SLP en leche refrigerada permite mantener la misma almacenada durante un tiempo que oscila desde 48 horas hasta 72 horas sin cambios en el contenido total de bacterias psicrótrofas, en dependencia de la calidad inicial. Existe una considerable reducción inicial en el número de microorganismos que se mantiene durante el tiempo y que es mayor de 10 veces en la mayor parte de los casos estudiados. Cuando se trata de leche de alta calidad considerada cuando el conteo inicial es menor de 50.000 unidades formadoras de colonia/mL. Se logra mantener conteos muy bajos a las 72 horas de almacenamiento y hasta 48 horas cuando se trata de leche con mala calidad inicial. Dichos resultados son de gran significado cuando se quiere alargar el periodo de recojo diario hasta dos o tres días. El hecho de lograrse una considerable reducción de bacterias psicrótrofas es un elemento fundamental para alargar la vida útil de la leche UHT (ultra altamente pasteurizada) y esterilizada así como en la calidad final de quesos.

ZÚNIGA (2001) encontró que al análisis de varianza y la prueba de t (student) en las variables estudiadas: acidez (grados Dornic), pH, tiempo de reducción del azul de metileno (TRAM), recuento total de bacterias coliformes y beneficio económico, encontró diferencias significativas entre los tratamientos: T1, leche activada con producto Stabilak y T2, leche sin producto (testigo). El trabajo se realizó en tres plantas procesadoras, todas distribuidas en el Valle del Guayape, Departamento de Olache, Honduras, con una altura



promedio de 350.79 m.s.n.m, precipitación promedio anual de 1 311.25 mm, HR° de 74 % y Temperatura promedio anual de 25.64 °C. Concluyendo que la activación del SLP con el producto Stabilak es una alternativa para preservar la calidad de la leche en la ganadería en Honduras, especialmente para lugares donde no existe la luz eléctrica y sin acceso fácil a las fincas.

## **2.7. Elaboración de queso**

MANUAL AGROPECUARIO (2002) refiere que el queso es el producto obtenido de la concentración de la materia seca de la leche, por medio de la acción del cuajo, que la precipita o coagula. El queso es la forma más antigua de conservar los principales elementos nutricionales (proteína, minerales, grasa, calcio, fósforo y vitaminas) de la leche. La composición del queso es: caseína (proteína de la leche), grasa, sales solubles, agua y pequeñas cantidades de azúcares. Después de la coagulación de la leche, parte del agua es removida por medio del calentamiento, agitación, desuerado y prensado de la cuajada. Por medio de la manipulación de la cuajada obtenida, el uso de temperaturas diferentes de maduración, tiempo de almacenamiento y agentes de maduración, es posible fabricar una gran variedad de quesos con sabores, aromas y texturas diferentes.

### **2.7.1. Calidad de queso con activación del SLP en leche almacenada**

En un ensayo realizado con la activación del SLP en silos, y consecuentemente evaluación del efecto sobre a leche y la calidad del queso,

utilizando 15000 L de leche a una temperatura de 20 °C, tomándose una muestra control antes de la activación, y otras a intervalos de una hora después de la activación, con el fin de detectar a tiempo el deterioro de la leche. En ambos casos se empleo leche con menos 30 minutos de TRAM es decir de mala calidad sanitaria y con elevado contenido de microorganismos. A diferencia del control, que solo mantuvo un valor de acidez aceptable para su posterior utilización dentro de 23 horas, la leche activada se mantuvo sin alteraciones sensibles hasta 8 horas, resultado que se corrobora con los ensayos preliminares. No se observaron alteraciones en las características de la cuajada durante el procedimiento inicial de la fabricación de queso (gratina) con cuajo microbiano, ni en la evaluación final del producto, resultado que coincide con experiencias en otros Países (Bjork 1981, citado por PONCE *et al.*, 1987).

### **2.7.2 Rendimiento quesero**

Se entiende por rendimiento a la cantidad de queso obtenido a partir de una determinada cantidad de leche. Se puede expresar de la siguiente forma:

- Por el número de kg de queso obtenidos a partir de 100 kg de leche por ejemplo es 9 a 11 kg En general, se considera que para la mayor parte de los quesos hacen falta como media 11 kg de leche para fabricar 1 kg de queso (AMIOT, 1991).

En forma general, el rendimiento en quesos varía según la composición de la leche utilizada para cada tipo, el método de elaboración y los cuidados con que se ha realizado cada uno de los pasos involucrados en la obtención del queso, para evitar la pérdida de cuajada en el suero o pérdida de humedad durante la maduración. Existe diferentes manera de estimar el rendimiento en quesos, tomando uno o varios componentes de la leche, pero ninguno es preciso y solamente sirve para dar una idea al respecto. (REVILLA, 1996)

### **2.7.3. Factores de la coagulación de la leche**

ALAIS (1995) indica que existen una gran complejidad de factores que inciden en la coagulación de la leche, como por ejemplo los aspectos bioquímicas así como también las particularidades de las enzimas coagulantes, dentro de alguno de ellos tenemos:

#### **A. El calcio. Utilización del cloruro cálcico**

Todas las acciones que dan origen a una disminución de calcio ionizado tienen por efecto retardar o impiden la coagulación. Algunas leches procedentes de animales sanos, son naturalmente pobres en calcio. Asimismo existen algunos tratamientos como es el caso de calentamiento fuerte o utilización de algunos reactivos precipitadores o formadores de complejos, la leche no coagula o lo hace mal.

### **B. Calentamiento previo de la leche**

Es uno de los factores mas importantes como ya lo indicamos anteriormente, y a el se debe los efectos muy complejos, definitivamente concluimos que la leche calentada coagula mas lentamente que la leche cruda.

### **C. Temperatura de la leche**

A causa del elevado coeficiente de la temperatura la coagulación es extremadamente lenta por debajo de los 20 grados centígrados. Cuando se eleva, el tiempo de coagulación disminuye, alcanzando un mínimo hacia los 40 -42 °C; a continuación aumenta.

### **D. La reacción iónica. La acidez**

El descenso del pH provoca una reducción del tiempo de coagulación. Por ejemplo una leche que coagula mediante el cuajo en 200 segundos a un pH normal de 6.7, lo hará en unos 50 segundos a pH 6.1 y en unos 30 segundos a pH 5.7, la acidez hace pasar cada vez mas calcio ionizado. Sin embargo cuando el pH tiende hacia el punto isoelectrico no coagula normalmente con el cuajo, como consecuencia de la degradación del fosfato tricalcico.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Lugar y tiempo de ejecución**

El presente estudio se realizó en la provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huanuco, a 09°17'58" de latitud sur, 76°01'07" de latitud oeste y una altitud de 660 m.s.n.m., el cual presenta características climáticas de trópico húmedo con una temperatura promedio anual de 24.5 °C, una precipitación promedio anual de 3200 mm y una Humedad Relativa promedio de 84 % (MEJIA, 1986).

El tiempo de duración del ensayo fue de 03 meses entre Enero a Marzo del año 2003.

#### **3.2. Materiales**

- Leche fresca de vaca.
- Cajas conservadoras.
- Producto comercial "Stabilak".
- Envases de vidrio.
- Tubos de ensayo.
- Peachimetro.

### **3.3. Reactivos**

- Fenoltaleina al 1%.
- Alcohol etílico al 68 %.
- NaOH al 0.1 % N.

### **3.4. Metodología**

#### **3.4.1. Toma de muestra**

Las muestras de leche fresca, se tomo de 10 vacas de los diferentes productores en periodo de lactancia, tomándose 250 mL de leche/ vaca del ordeño (el cual es una sola vez al día), con dos repeticiones, en frascos de vidrio con tapas previamente esterilizados y codificados por: sector, nombre del ganadero, nombre de la vaca y fecha.

#### **3.4.2. Métodos de análisis**

##### **a. Determinación de la acidez de la leche**

##### **Procedimiento:**

LORA DE SAINT (1979) sugiere seguir los siguientes pasos:

1. Tome un vaso de preferencia de fondo blanco y agregar 9 mL de leche.
2. Agregar 2 a 3 gotas de solución alcohólica de fenoltaleina al 1%.
3. Proceda a titular con NaOH 0.1 N dejando caer gota a gota la solución hasta conseguir el tono rosado persistente por medio minuto.

4. Efectuar la lectura. Teniendo en cuenta que cada décima de centímetro cúbico de gasto de NaOH equivale a 0.01 de ácido láctico = 1 grado dornic (°D).

#### **b. Determinación del pH**

1. Se toma una muestra de leche, luego se introduce el peachimetro previamente calibrado.
2. Luego se realiza la lectura.

#### **c. Prueba de alcohol**

Esta prueba sirve para determinar la facilidad de coagulación de la leche expuesta al calor, si la leche se coagula en presencia de alcohol significa que no puede ser sometida a tratamiento térmico. La coagulación de la leche en esta prueba puede ser debida a la presencia de calostro, de leche ácida, leche de lactancia avanzada o leche con desbalance de sales; por ello no se puede depender de esta prueba para aceptar o rechazar leche en una planta (LORA DE SAINT, 1979).

#### **Procedimiento:**

1. Colocar en un tubo 5mL de leche.

2. Agregar 5 mL del alcohol a la muestra.
3. Invierta el tubo de 3 a 4 veces, en forma lenta, para que la leche se mezcle con el alcohol.
4. Si la leche muestra pequeñas partículas de cuajada, es positiva; grandes cantidades de grumos o cuajada indican que la acidez de la leche es mayor de 0.20 % o que existe cualquier otra anomalía.

### **3.4.3. Metodología experimental**

#### **a. Conservación de leche al medio ambiente**

Las muestras de leche fueron recolectadas a partir de dos sistemas de ordeño con ternero y sin ternero tal como se muestra en el esquema 01. En cada sistema de ordeño se conservó la leche utilizando el producto (Stabilak) y sin producto paralelamente. Tomada la muestra de leche se adiciono el activador, a partir de este momento se controlo el tiempo, los registros se realizaron cada 4 horas y estas fueron: acidez, pH y prueba de alcohol por espacio de 20 horas. Todas las muestras fueron trabajadas con dos repeticiones.

Para usar el Stabilak primero se mide el volumen de leche a conservar en cantidades equivalentes, se adiciona el Stabilak "1" y se agita durante 3 minutos. Inmediatamente después se añade el Stabilak "2" y se agita durante 3 minutos, a partir de este momento comienza la conservación.



### **b. Conservación de la leche en refrigeración**

Para este sistema de conservación se trabajó de manera similar a lo realizado en la conservación de la leche al medio ambiente con evaluaciones de acidez, pH y prueba de alcohol cada 4 horas, por espacio de 20 horas.

#### **- Variable independiente**

Leche de dos sistemas de ordeño: con y sin ternero.

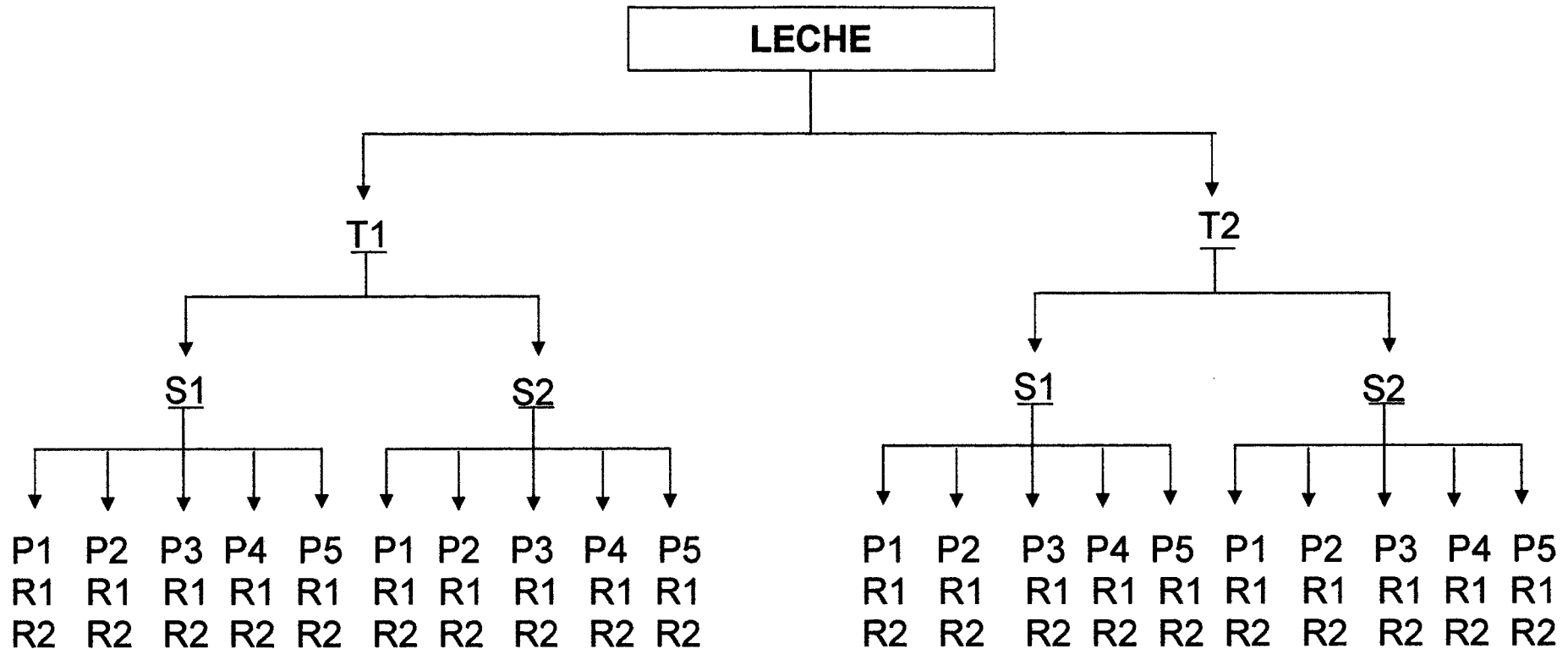
#### **- Variable dependiente**

Calidad de la leche: acidez, pH, prueba de alcohol.

### **c. Elaboración de queso**

Con las muestras de 03 productores de quienes se recepcionó la leche y que ofrecieron la mejor conservación, se elaboró queso fresco, siguiendo el esquema 1, propuesta en la siguiente página. En el proceso de elaboración comparativo, se tomo en cuenta el tiempo de coagulación y el rendimiento del producto como variables dependientes y como variable independiente la leche conservada con la activación del SLP.

## Esquema 01 . Esquema experimental para la leche al medio ambiente



### LEYENDA :

T = Sistema de ordeño

S 1 = Con Stabilak

P 1; P 2; P 3; P 4; P 5 = Productores

R 1 = Repeticiones  
a considerar

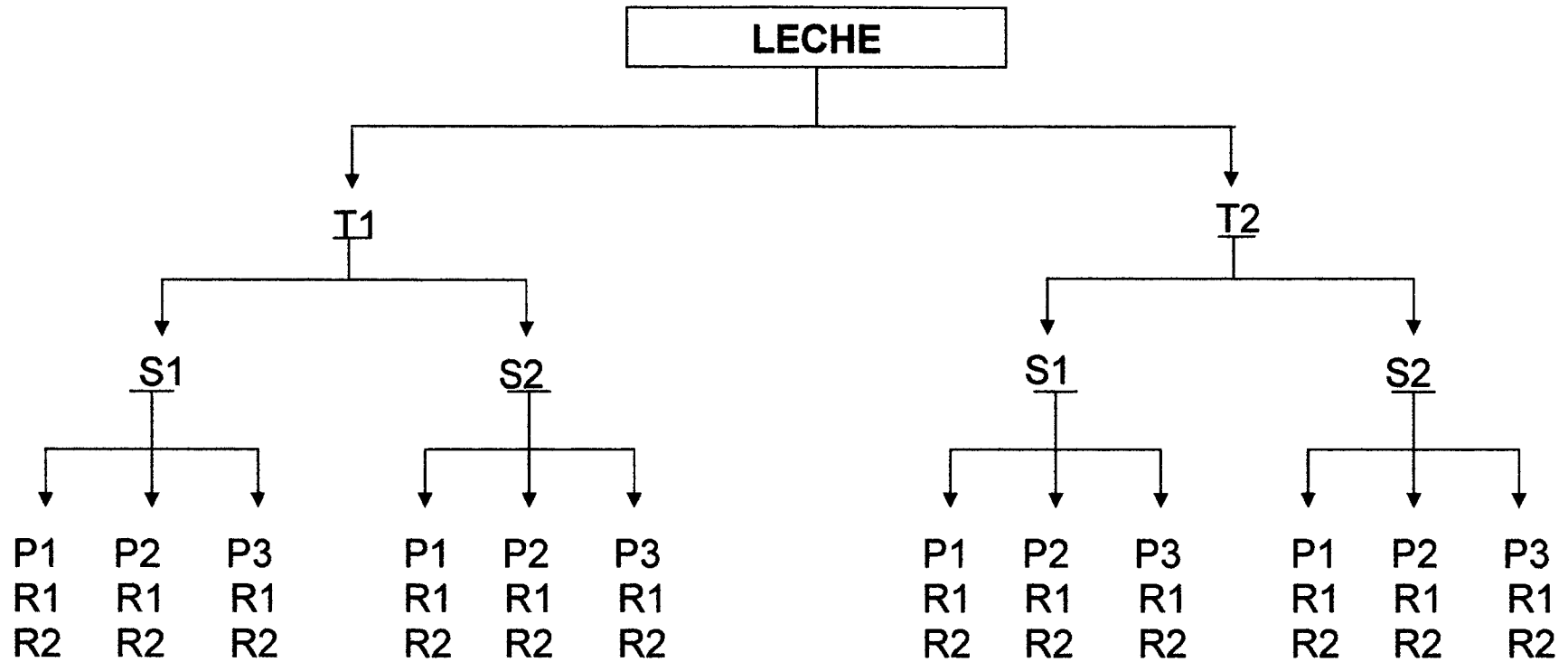
T 1 = Con ternero

S 2 = Sin Stabilak

R 2 = Repeticiones  
a considerar

T 2 = Sin ternero

## Esquema 02 . Esquema experimental para la leche en refrigeración



### LEYENDA :

T = Sistema de ordeño

S 1 = Con Stabilak

P 1; P 2; P 3 = Productores

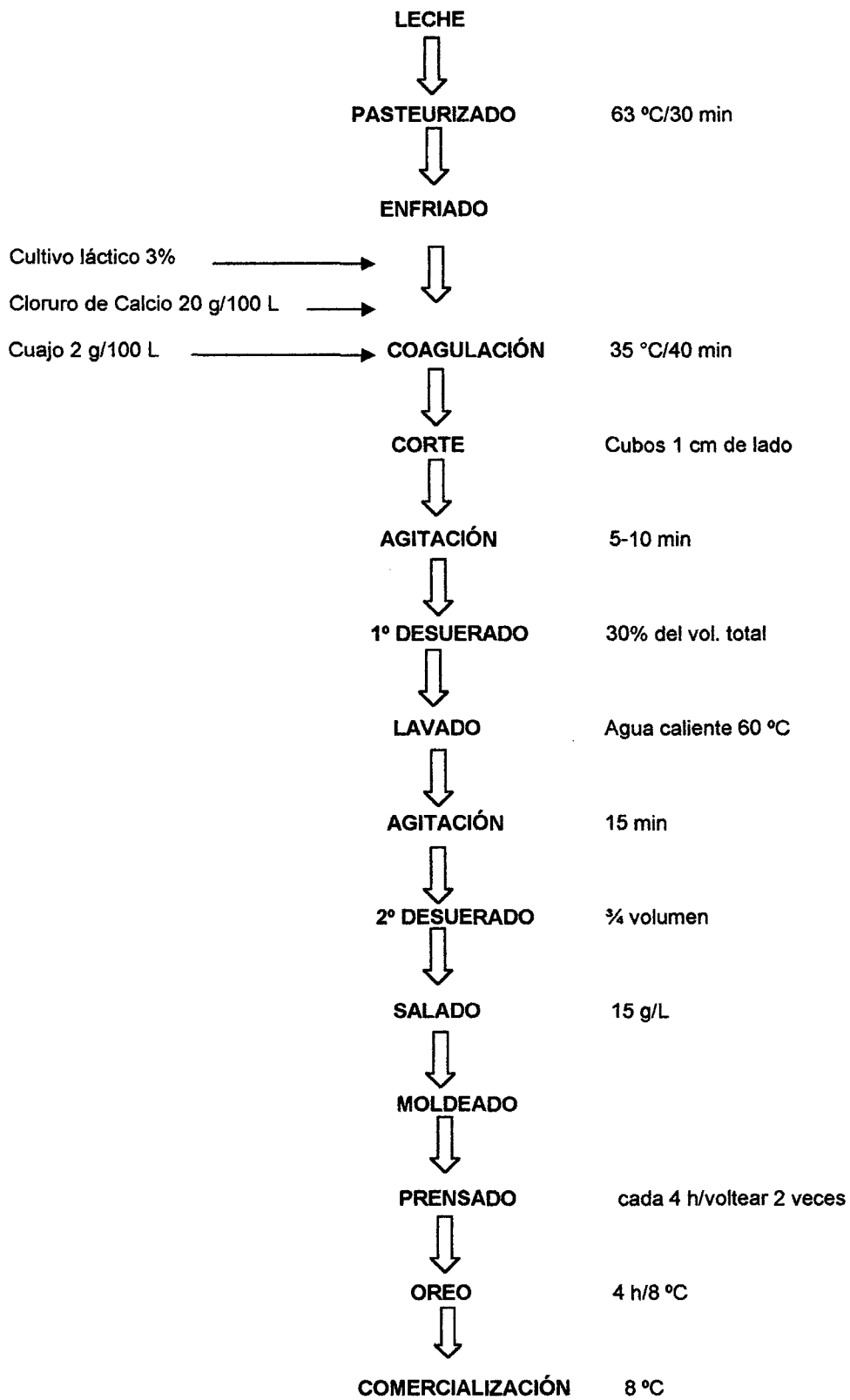
R 1 = Repeticiones  
a considerar

T 1 = Con ternero

S 2 = Sin Stabilak

R 2 = Repeticiones  
a considerar

T 2 = Sin ternero



Esquema 03. Flujograma para elaboración de queso

### 3.4.4. Análisis estadístico

Para ver el efecto de las variables independientes sobre el comportamiento de la calidad de la leche se utilizó el diseño estadístico completamente al azar (DCA) y para los niveles donde existió significancia estadística se aplicó la prueba de Contrastes Ortogonales

Modelo aditivo lineal empleado para la calidad de leche:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = a la j - ésima observación de ordeño i - ésimo tratamiento

$i = 1, 2, 3, \dots, t$

$j = 1, 2, \dots, r$

$u$  = Media poblacional

$T_i$  = Efecto del i - ésimo tratamiento  $i = 1, 2$ .

$E_{ij}$  = Error experimental

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Calidad de la leche conservada al medio ambiente**

En el presente estudio se evaluó la preservación de la leche, con Stabilak (SLP) procedente de productores que realizan el ordeño mediante dos sistemas : con ternero al pie y sin ternero. Asimismo se tuvo un tratamiento testigo que no llevo (SLP), por un lapso de tiempo de 20 horas al medio ambiente, evaluándose en periodos de cada 04 horas y para determinar la calidad de la misma se midió los indicadores de acidez, pH y prueba de alcohol.

#### **4.1.1. Grados de acidez de la leche conservada al medio ambiente**

En el cuadro 2, y anexo I, se presenta los promedios obtenidos en la variable acidez con la utilización del stabilak y sin ella, los resultados fueron expresados en grados Dornic ( $^{\circ}$ D), encontrándose diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) entre las horas de conservación (columnas).

Cuadro 2. Promedio de grados de acidez de la leche al medio ambiente(°D)

Medio Ambiente					
		Con ternero		Sin ternero	
Hora	CT/SS/M.A	CT/CS/M.A	ST/SS/M.A	ST/CS/M.A	
0	19.60 <sup>a</sup>	19.60 <sup>a</sup>	16.40 <sup>a</sup>	16.40 <sup>c</sup>	
4	20.55 <sup>d</sup>	19.65 <sup>e</sup>	17.40 <sup>e</sup>	16.40 <sup>a</sup>	
8	22.10 <sup>e</sup>	20.55 <sup>f</sup>	18.10 <sup>f</sup>	17.10 <sup>d</sup>	
12	24.50 <sup>a</sup>	22.85 <sup>b</sup>	19.90 <sup>b</sup>	17.75 <sup>a</sup>	
16	31.40 <sup>b</sup>	24.70 <sup>c</sup>	24.00 <sup>c</sup>	19.30 <sup>e</sup>	
20	37.70 <sup>c</sup>	28.60 <sup>d</sup>	30.25 <sup>d</sup>	22.95 <sup>b</sup>	

Letras diferentes, difieren estadísticamente con contrastes ortogonales

Leyenda: SS = sin estabilak; CS = con estabilak

#### 4.1.2. Niveles de pH de la leche conservada

Otro indicador para medir la calidad de la leche es el pH, el cual varia en función al tiempo, forma de ordeño, transporte y recepción de la misma, sin embargo hoy en día existe medios naturales, así como mecánicos para la preservación y evitar el deterioro de sus componentes. En el cuadro 3 y anexo II, se puede observar los promedios de los niveles de pH obtenidos de acuerdo a los tratamientos establecidos para el presente trabajo, asimismo

encontrándose diferencia estadística ( $P < 0.05$ ), teniendo en cuenta el tiempo en horas y las otras variables independientes utilizadas

Cuadro 3. Niveles de pH de leche conservada al medio ambiente

Horas	Medio Ambiente			
	Con ternero		Sin ternero	
	CT/SS/M.A	CT/CS/M.A	ST/SS/M.A	ST/CS/M.A
0	6.58 <sup>a</sup>	6.54 <sup>a</sup>	6.64 <sup>a</sup>	6.58 <sup>a</sup>
4	6.46 <sup>e</sup>	6.51 <sup>e</sup>	6.60 <sup>e</sup>	6.46 <sup>e</sup>
8	6.42 <sup>f</sup>	6.33 <sup>f</sup>	6.50 <sup>f</sup>	6.42 <sup>f</sup>
12	6.15 <sup>b</sup>	6.16 <sup>b</sup>	6.27 <sup>b</sup>	6.05 <sup>b</sup>
16	5.81 <sup>c</sup>	5.81 <sup>c</sup>	5.90 <sup>c</sup>	5.77 <sup>c</sup>
20	5.48 <sup>d</sup>	5.49 <sup>d</sup>	5.71 <sup>d</sup>	5.12 <sup>d</sup>

Letras diferentes difieren estadísticamente con contrastes ortogonales

#### 4.1.3. Prueba de alcohol en la leche conservada al medio ambiente

En el cuadro 4, se observa los resultados de la prueba de alcohol realizada en leche al medio ambiente, de acuerdo a las horas establecidas según los periodos de evaluación y en función a los tratamientos determinados. Los signos negativos indican que la leche no se coagula al mezclar con alcohol en partes iguales, mientras que el signo positivo indica lo contrario. Este indicador no es determinante por que es una prueba complementaria.



Cuadro 4. Prueba de alcohol en leche conservada al medio ambiente

	0 h				4 h				8 h				12 h				16 h				20 h					
Pr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
P <sub>1</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-
P <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
P <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
P <sub>4</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
P <sub>5</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+

Leyenda: Pr = productor (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> ... P<sub>5</sub>); 1 = CT/SS; 2 = CT/CS; 3 = ST/SS; 4 = ST/CS

(-) = leche sin coagulación; (+) = leche coagulada

#### 4.2. Calidad de la leche conservada en refrigeración

Aquí se evaluó la preservación de la leche, con estabilak (SLP) procedente de productores que realizan el ordeño mediante dos sistemas de ordeño: con ternero al pie y sin ternero y se tuvo un tratamiento testigo que no llevo (SLP), por un lapso de tiempo de 20 horas, en refrigeración, evaluándose en periodos de cada 04 horas y para determinar la calidad de la misma se midió los indicadores de acidez, pH y prueba de alcohol.

#### 4.2.1. Grados de acidez de la leche en refrigeración

En el cuadro 5 y Anexo III, se presenta el resultado en promedios de grado de acidez de la leche de acuerdo al tiempo conservado y a los tratamientos utilizados en refrigeración, con su respectiva significancia estadística.

Cuadro 5. Promedios de acidez de leche refrigerada(°D)

Refrigeración				
Con ternero			Sin ternero	
Hora	CT/SS/Re	CT/CS/Re	ST/SS/Re	ST/CS/Re
0	17.00 <sup>a</sup>	18.67 <sup>a</sup>	15.00 <sup>a</sup>	15.00 <sup>a</sup>
4	18.67 <sup>a</sup>	18.83 <sup>e</sup>	15.33 <sup>d</sup>	15.00 <sup>a</sup>
8	18.83 <sup>a</sup>	19.17 <sup>f</sup>	15.50 <sup>d</sup>	15.08 <sup>a</sup>
12	19.00 <sup>a</sup>	19.67 <sup>b</sup>	15.83 <sup>ade</sup>	15.17 <sup>a</sup>
16	21.00 <sup>ab</sup>	19.92 <sup>c</sup>	16.33 <sup>bde</sup>	15.50 <sup>a</sup>
20	21.91 <sup>ab</sup>	20.50 <sup>d</sup>	17.33 <sup>ce</sup>	15.83 <sup>a</sup>

Letras diferentes, difieren estadísticamente con contrastes ortogonales

Leyenda: SS = sin stabilak; CS = con stabilak

#### 4.2.2. Niveles de pH de la leche conservada en refrigeración

En el cuadro 6 y anexo IV, se observan los resultados de pH, de las muestras de leches evaluadas en refrigeración de los diferentes sistemas de ordeño, con su respectiva significancia estadística.

Cuadro 6. Niveles de pH de leche conservada en refrigeración

Refrigeración				
Con ternero			Sin ternero	
Horas	CT/SS/Re.	CT/CS/Re.	ST/SS/Re.	ST/CS/Re.
0	6.50 <sup>a</sup>	6.55 <sup>a</sup>	6.84 <sup>a</sup>	6.84 <sup>a</sup>
4	6.50 <sup>d</sup>	6.54 <sup>e</sup>	6.83 <sup>d</sup>	6.82 <sup>a</sup>
8	6.42 <sup>e</sup>	6.51 <sup>f</sup>	6.72 <sup>e</sup>	6.81 <sup>a</sup>
12	6.38 <sup>a</sup>	6.48 <sup>bg</sup>	6.68 <sup>af</sup>	6.80 <sup>a</sup>
16	6.28 <sup>bf</sup>	6.43 <sup>cg</sup>	6.52 <sup>bf</sup>	6.75 <sup>a</sup>
20	6.17 <sup>cf</sup>	6.42 <sup>dg</sup>	6.51 <sup>cf</sup>	6.73 <sup>a</sup>

Letras diferentes difieren estadísticamente con contrastes ortogonales

### 4.2.3. Prueba de alcohol en la leche conservada en refrigeración

En el cuadro 7, se muestra los resultados obtenidos tan solo de 03 productores, debido a una selección preliminar de las muestras recepcionadas y que se tomaron en función al grado de acidez de las mismas.

Cuadro 7. Prueba de alcohol de la leche conservada refrigeración

	0 h				4 h				8 h				12 h				16 h				20 h			
Pr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
P <sub>1</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Leyenda: Pr = productor (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> ...P<sub>6</sub>); 1 = CT/SS; 2 = CT/CS; 3 = ST/ SS; 4 = ST/CS

(-) = leche sin coagulación; (+) = leche coagulada

### 4.3. Rendimiento y tiempo de coagulación de leche para elaborar queso

Una de los objetivos del trabajo es el de evaluar el rendimiento en cantidad y calidad de queso procesado y tiempo de coagulación de la leche, a partir de las muestras que mejor calidad mostraron a la evaluación de los indicadores de calidad, y en función a ello se tomaron 03 muestras, resultado que se puede observar en el cuadro comparativo N° 8, donde se puede visualizar diferencias entre ellas.

Cabe mencionar que para el procesamiento del queso de las tres muestras seleccionadas, primero se adiciono el producto activador al momento de recepción de la leche el cual se realizaba casi inmediatamente después del ordeño y recién a las 16 horas después, se dio inicio el proceso según flujo grama antes mencionado.

Cuadro 8. Cuadro comparativo de rendimiento quesero

Productor	01	02	03
Tiempo de coagulación	1 h 20 min	1h 10 min	1 h 26 min
Rendimiento quesero	6.88 L/kg Queso	6.12 L/kg Queso	6.7 L/kg Queso

## **V. DISCUSIÓN**

### **5.1. Calidad de la leche conservada al medio ambiente**

#### **5.1.1. Acidez de la leche al medio ambiente**

Al comparar las muestras de leche provenientes de las zonas rurales y conservadas al medio ambiente, podemos observar que en relación al tiempo de almacenamiento y la evaluación correspondiente por cada 04 horas hasta cumplir con el tiempo de evaluación de 20 horas, el incremento de la acidez ha sido paulatinamente significativa, acentuándose la diferencia a partir de las 12 horas en la mayoría de los casos. Esta respuesta podría ser como consecuencia de la influencia de factores ambientales como el aire, la humedad relativa, la temperatura, la radiación solar, sobre todo en zonas de Trópico. Aseveración que se corrobora con lo manifestado por AMIOT (1991); VARNAM y SUTHERLAND (1995); ADAMS y MOSS (1997).

Analizando el sistema de ordeño, de manera general podríamos indicar que al realizar el sistema de ordeño manual, los márgenes de riesgo son mayores en comparación con un sistema de ordeño mecánico debido a que según ADAMS y MOSS (1997); AMIOT (1991) y ALAIS (1985), sugieren tener en cuenta los factores externos de contaminación de la leche. Esto se corrobora con los resultados obtenidos en cuadro 2 y anexo I, donde se muestra la variación de las acidez expresados en grados Dornic a partir de las

0 horas hasta las 20 horas, la diferencia es significativa y por ello indicamos que la calidad de la leche con ternero al pie, es de menor calidad que de aquellas provenientes de ordeño sin ello.

Evaluando el efecto de la utilización del stabilak como activador del SLP, para la conservación de la leche proveniente de los dos sistemas de ordeño, la variación del grado de acidez es mínima durante el tiempo de evaluación (de 0 hasta las 20 horas), sin ternero al pie, varia de 16.40 °D hasta 22.95 °D en promedios, y en caso de las muestras con ternero al pie la variación va desde 19.60 °D hasta 28.60 °D, debido a que existe un efecto inhibidor de microorganismos al activar el SLP (FAO 2000; FAO/OMS 1991 y PONCE *et al.* 1987). En caso de la muestra con ordeño con ternero al pie el grado de acidez es mayor por que el efecto bacteriostático del SLP no permite ocultar la calidad inferior de la leche cuando ya esta contaminada FAO/OMS (1991).

Muy por el contrario sucede con las dos muestras en la cual no se utilizo el producto activador del SLP donde el margen de variación de la acidez entre los periodos de evaluación es mucho mayor, 17.50 °D en caso de la muestra de ordeño sin ternero al pie y en 18.10 °D en el otro caso, si bien es cierto que tampoco muestra diferencias estadísticas en tiempo, la acidez expresada en estos tratamientos, indica una muestra de leche final (a las 20 horas) de mala calidad, debido a la presencia de factores medio ambientales favorables para su degradación AMIOT (1991).

### 5.1.2. pH de la leche al medio ambiente

Los niveles de pH de la leche conservada al medio ambiente (cuadro 3, anexo II ) provenientes de ordeño con ternero al pie y sin ello en el presente estudio, tiene casi la misma orientación que el grado de acidez antes analizado, es decir que los niveles de este indicador de calidad de la leche se deteriora con mayor rapidez a partir de las 12 horas. Situación presentada debido a que ambos indicadores de calidad están relacionados con el contenido microbiano, y esto a su vez esta relacionado con los factores medio ambientales como es la temperatura, humedad relativa, etc. Factores que afectan el contenido de microorganismos presentes en la leche a pH cercanos a la neutralidad, indicado por AMIOT (1991); ADAMS y MOSS (1997).

El sistema de ordeño es otro factor que se debe tener en cuenta en lo que respecta a calidad de la leche y esto lo demuestra el resultado obtenido en los cuadros antes mencionado, donde las muestras de leche procedente de un sistema de ordeño con ternero al pie, su deterioro es mas rápido a partir de las 12 horas con diferencias significativas a la prueba de contrastes ortogonales entre las diferentes horas periódicas, resultado que relacionamos por las fuentes de contaminación existente en el medio y otros factores como la forma de ordeño, lo cual tenemos en cuenta lo sugerido por MANUAL AGROPECUARIO (2002); AMIOT (1991) y ALAIS (1985).

En el caso de las muestras en la cual se ha utilizado el producto estabilak la variación del pH es mínimo y si bien es cierto existe diferencia estadística estas se muestran recién a partir de las 12 horas de conservación mientras que en las muestras donde no se utilizo el producto activador del SLP



las diferencias estadísticas con relación al tiempo es mucho mas antes, esta respuesta nos sugiere indicar que si bien existe en la leche cruda, sistemas antimicrobianos naturales (VARNAM y SUTHERLAND, 1995), estos sistemas no tienen efecto antimicrobiano por si mismo (FAO, 2000) si no que es necesario activar el SLP y tener acción de los iones oxidados, lo cual va a retardar el deterioro de la leche cruda dependiendo del tipo de cepas de los microorganismos (PONCE *et al.* 1987 y FAO/OMS 1990), esto nos indica que es posible la conservación de la leche activando el SLP, recolectada en condiciones inadecuadas (NASANOWSKY, 2001), situación corroborada por (ZÚÑIGA, 2001) quien encontró resultados favorables con respecto a la calidad de la leche con muestras utilizando el stabilak en un trabajado realizado en condiciones de Trópico.

### **5.1.3. Prueba de alcohol al medio ambiente**

El cuadro 4, muestra los resultados obtenidos al realizar la prueba de alcohol a la leche preservada al medio ambiente, en ello podemos observar que a partir de las 8 horas de evaluación algunas muestras de leche empieza a coagularse, haciéndose mas notorio a partir de las 12 horas, pero tan solo en las muestras provenientes de ordeño con ternero al piel, esto no hace mas que corroborarla calidad de leche en función al sistema de ordeño, el cual es afectado por los factores ambientales antes descrito (MANUAL AGROPECUARIO, 2002), asimismo a las 16 horas de conservada la leche se puede notar el efecto inhibitor en la acción microbiana de la activación del SLP, por que en ninguna muestra procedente de ordeño sin ternero al pie se

observa coagulación, el cual a su vez nos indica la calidad inicial de la leche y la acción bacteriostática y/o bactericida de la enzima a temperaturas adecuadas tal como lo afirma PONCE, (2001). Sin embargo es necesario indicar que la prueba de alcohol en la leche y la consiguiente coagulación de la muestra, es un indicador relativo (LORA DE SAINT, 1979).

## **5.2. Calidad de leche conservada en refrigeración**

### **5.2.1. Acidez de leche en refrigeración**

En caso de las muestras colectadas y llevadas a refrigeración si bien es cierto existe cierta diferencia estadística entre los periodos evaluados, la diferencia entre el nivel de acidez al inicio (0 horas) versus el final (20 horas) es mucho menor con respecto a la leche evaluada al medio ambiente, manifestando a la vez que en el caso de refrigeración se observa un ligero deterioro a partir de las 16 horas en función al sistema de ordeño y calidad inicial de leche, (FAO/OMS, 1991) y en este resultado juega un papel muy importante la temperatura inicial de la leche se presta para una multiplicación fácil de microorganismos (AMIOT, 1991); es por ello que la inmediata refrigeración a temperaturas de 4 a 5 °C se hace fundamental para asegurar la calidad de la leche (ROBINSON, 1987).

En los cuadros citados, también podemos diferenciar el efecto negativo del ordeño con ternero al pie, observando que la acidez es mayor desde un inicio con respecto al ordeño sin ternero al pie (leche de mejor calidad), debido al efecto contaminante de fuentes externas, corroborada e indicado anteriormente por, ADAMS y MOSS (1997); VARNAM y

SUTHERLAND (1995); y AMIOT (1991). También podemos observar que la muestra proveniente de un ordeño con ternero al pie y con activación del SLP muestra diferencia estadística significativa, esto corrobora lo informado por la FAO/OMS (1991), quienes manifiestan que la aplicación del método no permite ocultar la calidad inferior de la leche cuando esta se halla contaminada ya por numerosas bacterias.

De manera general podemos sugerir que la utilización de stabilak como producto activador del SLP en leche refrigerada no tiene un efecto tan significativo debido a que según la FAO/OMS (1991) la velocidad de la reacción depende de la temperatura, es decir es mas rápida a temperaturas mas elevadas y que por si, a temperaturas de refrigeración, la conservación de la leche es eficiente.

### **5.2.2. pH de leche conservada en refrigeración**

Analizando el pH de la leche conservada en refrigeración (cuadro 6 y anexo IV) podemos determinar que las muestras de leche proveniente de diferentes sistemas de ordeño de manera general, no muestra diferencia estadística durante el periodo de evaluación, y los niveles de variación de pH entre los periodos inicial y final de evaluación en los 04 tratamientos es mínimo e inclusive en la mayoría se mantiene cercano a la neutralidad. Este resultado no es si no consecuencia del nivel de temperatura de refrigeración tal como lo manifiestan ROBINSON (1987) que para evitar la proliferación de microorganismos que deterioren la leche, se debe llevar lo mas antes posible a refrigeración entre 4 a 5 °C no por mas de 24 horas.

Al realizar un paralelo entre las muestras de leche proveniente de sistemas de ordeño con ternero al pie y sin el en los mismos cuadros antes mencionado, la diferencia es significativa indicándonos que la leche de ordeño sin ternero al pie es de mejor calidad debido a la menor presencia de contaminantes por contacto directo de otras fuentes externas (MANUAL AGROPECUARIO 2002; ADAMS y MOSS 1997; VARNAM y SUTHERLAND 1995; AMIOT 1991).

Cuando observamos los resultados (cuadros 6 y anexo IV) y comparamos los tratamientos utilizando el producto stabilak y aquellos donde no se han utilizado, la variación de rango entre periodos de evaluación es menor en aquellos donde se usó el stabilak, esto se debe al efecto bactericida y bacteriostático del SLP, con lo que se amplía el tiempo de conservación (FAO/OMS, 1991; BIOVET, 2001), mas aun si llevamos a temperaturas de refrigeración, se asegura la calidad de la leche (ROBINSON, 1997) y llevados a refrigeración aunando el efecto del producto stabilak el tiempo de conservación sobrepasa las 48 horas (PONCE, 2001), sin embargo es necesario indicar, que es menos significativo debido a que la reacción de oxidación es mas rápida a temperaturas altas (FAO/OMS, 1991).

### **5.2.3. Prueba de alcohol en leche evaluada en refrigeración**

Con respecto a la conservación de las muestras de leche en refrigeración (cuadro 7) podemos indicar que en ninguno de los casos, se ha tenido coagulación, esto no hace mas que corroborar la acción directa de la temperatura de refrigeración en la calidad de la leche (ROBINSON, 1987).

Asimismo, la FAO/OMS (1991) indican que la reacción del producto activador del SLP necesita de temperaturas elevadas contrarias a las utilizadas.

### 5.3 Rendimiento quesero

Una vez determinado las mejores muestras en lo que respecta a calidad de leche, se planifico el procesamiento para la elaboración de queso, de acuerdo al esquema 3 y presentado en el cuadro 8, donde se muestra el tiempo de coagulación y el rendimiento quesero en kilogramos , determinando que el tiempo de coagulación entre las tres muestras no difieren demasiado, lo que concuerda con el ensayo realizado por Bjork (1981), citado por PONCE *et al.* (1987), pero en lo que corresponde al rendimiento quesero, podemos indicar que de manera general el rendimiento en todos los casos es mas eficiente a lo sugerido por AMIOT (1991) Quien manifiesta que de 11 litros de leche debe de obtenerse 01 kilo de queso. Si, tomamos como base esta forma de medición de rendimiento, observamos que la muestra del productor 02 es mas eficiente con 6.12 L/kg de queso, esto no es sino como consecuencia de la calidad de la leche inicial y conservada con el producto activador del SLP. En realidad no existe un sistema eficiente de medir el rendimiento quesero, ya que hasta culminar el procesamiento del queso, influyen muchos factores externos en lo que respecta a la calidad y el rendimiento del producto (REVILLA, 1996).

Con respecto al tiempo de coagulación obtenido en el presente ensayo, de manera general, podríamos decir que existe una gran diferencia con lo manifestado por ALAIS (1985), debido a que el procesamiento del

queso en el presente estudio, se realizo mediante un pre calentamiento y posterior enfriamiento hasta temperaturas aproximadas a 40 grados centígrados y también podría deberse al tipo de coagulante utilizado, según indicaciones del mismo autor.

## VI. CONCLUSIONES

En función a los resultados obtenidos concluimos lo siguiente:

- Que las sales de tiocianato y percarbonato actúa como un eficiente activador del SLP para la conservación de la leche cruda hasta 16 horas, a temperatura ambiente de trópico.
- La utilización de las sales de tiocianato y percarbonato, como conservante comercial se puede tener mejor resultado utilizando la refrigeración como método de conservación.
- El rendimiento quesero es altamente favorable cuando se procesa leche conservada con el producto Stabilak (sales de tiocianato y percarbonato), siendo el rendimiento de 6.12 L/Kg de queso pero se observa mayor tiempo de coagulación de hasta 1 hora con 26 minutos.
- El sistema de ordeño con ternero al pie afecta negativamente en la calidad de la leche

## VII. RECOMENDACIONES

En relación a los resultados y conclusiones obtenidas, sugerimos:

- Utilizar sales de tiocianato y percarbonato como activador del SLP para el acopio de leche en zonas rurales bajo condiciones de medio ambiente en condiciones de trópico húmedo.
- Capacitar en el uso del activador del SLP a los productores de leche de vacuno o encargados de los centros de acopio, para un uso eficiente.
- Evaluar la leche conservada con el sistema lactoperoxidasa, en la elaboración de yogurt, manjar blanco.
- Capacitar y motivar al productor rural a una eficiente cultura lechera, sobre todo en lo que respecta a las buenas practicas de higiene y manipulación de la leche.



## VIII. ABSTRACT

**“Evaluation quimico- phisical of the milk with one comercial activator to the enzyme lactoperoxidasa and their implicance in derivated in Leoncio Prado Country”**

This research was carried out in the district of Rupa - Rupa, county of Leoncio Prada and department of Huanuco, with the objective to evaluate the preservation of fresh milk using the commercial product named Stabilak like activator of the lactoperoxidasa enzyme under environment and refrigeration conditions, the milk's cheese process was also evaluated. In order to develop this work, two systems of milking cows were determined as independent variables: milking cows were determined as independent variables: milking by hand with cow and the calf together and milking by hand without the calf, and as dependent variables were considered the five periods measured by means of indicators of acidity, pH and alcohol test, each for hours. To the cheese elaboration were used three better conserved samples and it was measured the coagulation time and the sand performance of the product. The statistic design employee was completely at random and to the levels where were found significance, orthogonal contrasts test were used. The acidity indicators and pH of the preserved milk at environment showed statistical differences ( $P < 0.05$ ), the alcohol test noted coagulation in the samples got by milking cows

with then calf since the 12 hours. In the samples kept in refrigeration the acidity levels and the pH did not show statistics difference among the evaluated periods, the test of alcohol did not show coagulation during the evaluation time. The coagulation time did not differ much compared with the better samples processed to get cheese, one of the samples got the best performance with the rate 6.12 L/kg of cheese. It was concluded that the commercial product Stabilak acts as a efficient activator of the lactoperoxidasa system in order to preserve the raw milking systems, under tropical environment temperature and refrigerated. The cheese performance was affected positively when the milk is processed using such commercial product, even when the coagulation time is longer. Finally the milking system, the cow with calf present affect negatively the quality of the milk.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, M. y MOSS, M. 1997. Microbiología de los alimentos segunda edición. Ed. Acribia. Zaragoza, España. p 103-140.
- ALAIS, CH. 1985. Ciencia de la Leche – principio de la tecnología lechera, cuarta edición. Ed. Reverte. Madrid, España 857 p.
- AMIOT, J. 1991. Ciencia y tecnología de la Leche. Edit. Acribia. S.A. Zaragoza, España. 543 p.
- BIOVET S.A.C. 2001. STABILAK. Activador natural de la defensa de la leche. Boletín Informativo, Lima – Perú 12 p.
- FAO/OMS. 1990. Comisión del Codex Alimentarius. Informe de XIX periodos de sesiones 1 al 10 Julio Roma, Italia p 30-40
- FAO/OMS. 1991. Directrices para la conservación de la leche cruda mediante la aplicación del sistema de la lactoperoxidasa CAC/GL – 13. 20 p.
- FAO. 2000. Manual sobre el uso del sistema lactoperoxidasa en la manipulación y conservación de la leche . Dirección de producción y sanidad animal d la FAO. Roma-Italia 31 p.

- NASANOVSKY, M., GARIJO. R., KIMMICH, R. 2001. Lecheria. [En línea]:  
([www.hipotesis.com.ar/agosto](http://www.hipotesis.com.ar/agosto) ) .julio 2002.
- MEJIA, B. 1986. Gran geografía del Perú. Barcelona, España. Editorial Grafos S.A. 323p.
- MANUAL AGROPECUARIO. 2002. tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente – la leche, Biblioteca del campo, Bogota , Colombia. 765 – 806 p.
- REVILLA, A. 1996. Tecnología de la leche. 3era. Edic. Edit. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano - Honduras. 396 p.
- ROBINSON, R. K. 1987. Microbiología Lactológica. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. Vol 1. 180 p.
- PONCE, P; LOPEZ, MG; MARTINEZ, E. 1987. Conservación de la leche sin refrigeración mediante la activación del sistema lactoperoxidasa. Rev. Salud animal. 9 :p 120 – 128
- PONCE, P. CAPDEVILLA, J. ALFONSO, H. LOPEZ, M. LEON, R. TABOADA,A. 1992. Conservación de la leche en Cuba mediante la activación del sistema lactoperoxidasa. Cuba, 32 p.
- PONCE; P. 2001. Experiencia nacional e internacional de Cuba en la aplicación del sistema lactoperoxidasa para la conservación de la leche cruda. CENSA – CENLAC, La Habana, Cuba. 11p

VARNAM, H.A; y SUTHERLAND, P.J. 1995. Leche y productos lácteos. Edit. Acribia. S.A. Zaragoza. España. 461 p.

VEISSEYRE, R, 1972. Lactología Técnica. 2da Edición. Edit. Acribia. Zaragoza. España. 621 p.

ZÚÑIGA. R. 2001. Validación del sistema lactoperoxidasa en la conservación de la leche durante el transporte sin refrigeración en condición tropical. Tesis, Ing Agronomo, Catacamas, Honduras. 65 p.

## **X. ANEXO**

## Anexo I. Análisis de varianza de acidez al medio ambiente

## Con ternero sin estabilak

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C.M.	F.C.	Sig.
Tratamiento	5	2556.65	511.33	14.18	**
Error	50	1947.25	36.06		
Total	54	4503.90			

R-Square = 0.5677 C.V = 23.19 Root MSE = 6.01 PROM = 25.90

## Con ternero con estabilak

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C.M.	F.C.	Sig.
Tratamiento	5	623.57	124.71	9.74	**
Error	50	691.68	12.81		
Total	54	1315.25			

R-Square = 0.47 C.V.=15.80 Root MSE = 3.58 PROM = 22.66

## Sin ternero sin estabilak

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C.M.	F.C.	Sig.
Tratamiento	5	1383.02	276.60	46.07	**
Error	50	324.23	6.00		
Total	54	1704.25			

R-Square = 0.81 C.V.=11.66 Root MSE = 2.45 PROM = 21.01

## Sin ternero con estabilak

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C.M.	F.C.	Sig.
Tratamiento	5	315.83	63.17	22.27	**
Error	50	153.15	2.84		
Total	54	468.98			

R-Square= 0.67    C.V.= 9.19    Root MSE=1.68    PROM = 18.32

## Anexo II. Análisis de varianza de pH al medio ambiente

## Con ternero sin estabilak

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C.M.	F.C.	Sig.
Tratamiento	5	15.27	3.05	17.69	**
Error	50	9.33	0.17		
Total	54	24.60			

R-Square= 0.62    C.V. = 6.85    Root MSE=0.42    PROM= 6.07

## Con ternero con estabilak

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C.M.	F.C.	Sig.
Tratamiento	5	6.67	1.73	14.65	**
Error	50	6.39	0.12		
Total	54	15.06			

R-Square= 0.58    C.V. =5.60    Root MSE=0.34    PROM= 6.14



## Sin ternero sin estabilak

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C.M.	F.C.	Sig.
Tratamiento	5	7.45	1.50	37.70	**
Error	50	2.14	0.04		
Total	54	9.60			

R-Square= 0.77    C.V. =3.17    Root MSE=0.20    PROM= 6.27

## Sin ternero con estabilak

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C.M.	F.C.	Sig.
Tratamiento	5	15.27	3.05	17.70	**
Error	50	9.33	0.17		
Total	54	24.60			

R-Square= 0.62    C.V. =6.85    Root MSE=0.42    PROM= 6.027

## Anexo III. Análisis de varianza de acidez en refrigeración

## Con ternero sin estabilak

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C.M.	F.C.	Sig.
Tratamiento	5	93.78	18.76	2.15	N.S
Error	30	261.4	8.71		
Total	35	355.20			

R-Square= 0.26    C.V = 15.21    Root MSE =2.95    PROM= 1940

## Con ternero con estabilak

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C.M.	F.C.	Sig.
Tratamiento	5	14.65	2.93	15.90	**
Error	30	5.54	0.19		
Total	35	20.19			

R-Square= 0.73    C.V =2.21    Root MSE =0.43    PROM =19.46

## Sin ternero sin estabilak

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C.M.	F.C.	Sig.
Tratamiento	5	21.22	4.24	3.32	*
Error	30	38.33	1.28		
Total	35	59.56			

R-Square= 0.36    C.V =7.11    Root MSE =1.13    PROM = 15.89

## Sin ternero con estabilak

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C.M.	F.C.	Sig.
Tratamiento	5	3.37	0.67	0.71	N.S
Error	30	28.38	0.95		
Total	35	31.74			

R- Square= 0.11    C.V = 6.37    Root MSE = 0.97    PROM = 15.26

## Anexo IV. Análisis de varianza de pH en refrigeración

## Con ternero sin estabilak

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C.M.	F.C.	Sig.
Tratamiento	5	0.47	0.09	5.23	*
Error	30	0.53	0.017		
Total	35	1.00			

R-Square= 0.47    C.V = 2.09    Root MSE = 0.13    PROM = 6.38

## Con ternero con estabilak

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C.M.	F.C.	Sig.
Tratamiento	5	0.08	0.017	5.99	*
Error	30	0.08	0.002		
Total	35	0.16			

R- Square= 0.50    C.V = 0.82    Root MSE = 0.05    PROM = 6.49

## Sin ternero sin estabilak

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C.M.	F.C.	Sig.
Tratamiento	5	0.62	0.123	4.80	*
Error	30	0.77	0.025		
Total	35	1.39			

R-Square= 0.44    C.V = 2.40    Root MSE = 0.16    PROM = 6.68

## Sin ternero con stabilak

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C.M.	F.C.	Sig.
Tratamiento	5	0.05	0.009	0.54	N.S
Error	30	0.51	0.017		
Total	35	0.56			

R-Square= 0.08    C.V = 1.92    Root MSE = 0.13    PROM = 6.79