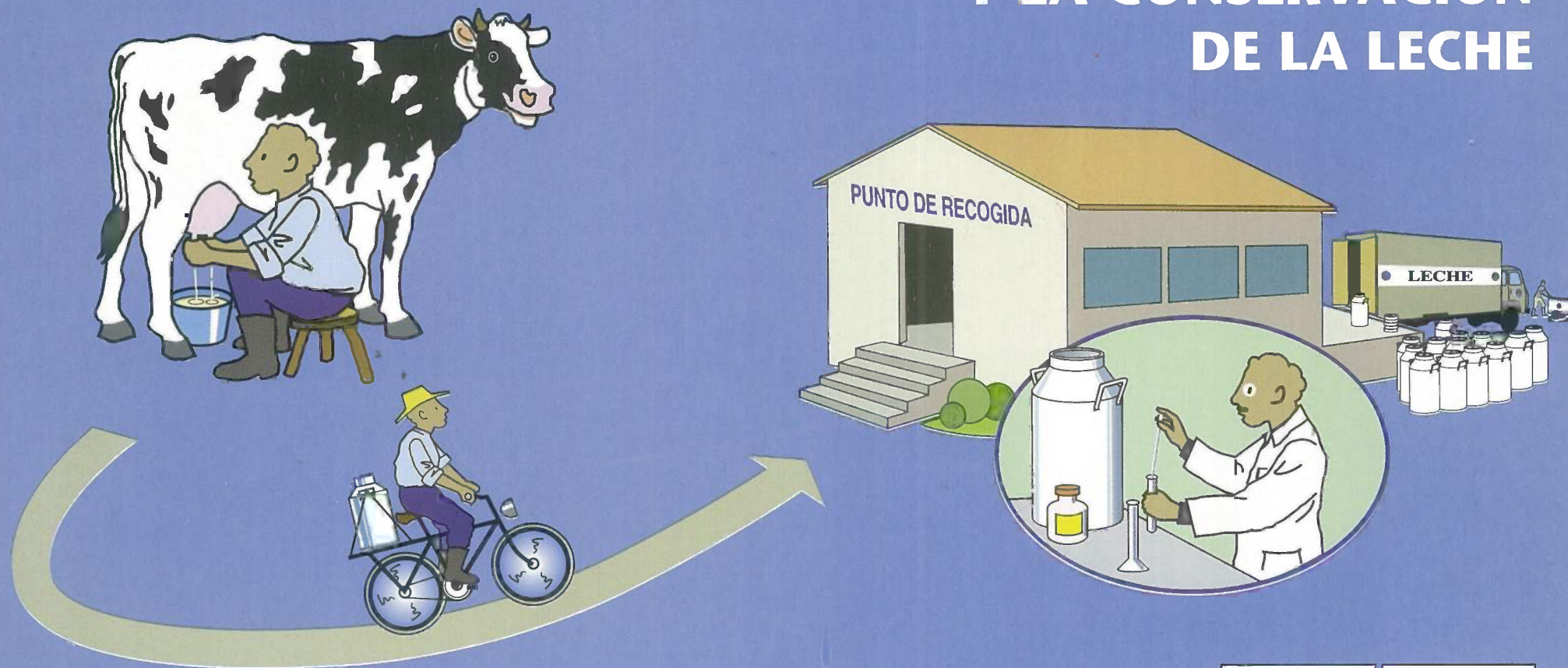




Programa  
mundial sobre la  
lactoperoxidasa

# MANUAL SOBRE EL USO DE LA LACTOPEROXIDASA EN LA MANIPULACIÓN Y LA CONSERVACIÓN DE LA LECHE



Organización  
de las  
Naciones  
Unidas  
para la  
Agricultura  
y la  
Alimentación

---

# **MANUAL SOBRE EL USO DE LA LACTOPEROXIDASA EN LA MANIPULACIÓN Y LA CONSERVACIÓN DE LA LECHE**

**Servicio de Producción Animal  
Dirección de Producción y Sanidad Animal de la FAO**

**ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN**  
Roma, 2000

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

ISBN 92-5-304254-0

Reservados todos los derechos. No se podrá reproducir ninguna parte de esta publicación, ni almacenarla en un sistema de recuperación de datos o transmitirla en cualquier forma o por cualquier procedimiento (electrónico, mecánico, fotocopia, etc.), sin autorización previa del titular de los derechos de autor. Las peticiones para obtener tal autorización, especificando la extensión de lo que se desea reproducir y el propósito que con ello se persigue, deberán enviarse a la Dirección de Información, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

© FAO 2000

## ACERCA DE ESTE MANUAL

La FAO, con el apoyo del Gobierno de Suecia, está supervisando demostraciones del sistema de la lactoperoxidasa (sistema LP) para la conservación de la leche en unos 80 países. Concentrándose en las zonas donde la recogida de la leche resulta difícil, la FAO proporciona bolsas previamente envasadas con los productos químicos necesarios para uso del personal capacitado en los puntos de recogida de la leche. En este manual se explican los antecedentes de este sistema antibacteriano natural e inocuo, sus ventajas y su aplicación correcta.

### Antecedentes biológicos del sistema LP

La leche es el último eslabón nutricional entre una madre mamífera y su descendencia. Además de proporcionar una alimentación completa y equilibrada al recién nacido, ya sea ternero, cabrito o niño, la leche contiene también agentes antibacterianos que protegen al lactante de diversas enfermedades infecciosas.

El conocimiento de que la leche, en particular la primera después del parto -el calostro-, contiene factores inmunitarios esenciales para la supervivencia de los recién nacidos no es nuevo. Hace ya miles de años que los pastores sabían que los cabritos, corderos y terneros recién nacidos necesitaban el calostro para sobrevivir.

## Propiedades antibacterianas de la leche

La ciencia ha puesto ahora al día los conocimientos de aquellos pastores y sabemos que la leche contiene varios factores antibacterianos. Los más conocidos son las inmunoglobinas. El calostro tiene un contenido particularmente elevado de inmunoglobina para una inmunización inmediata del recién nacido.

La leche también contiene otros factores no específicos como la lisozima, la lactoferrina y la peroxidasa. Esta peroxidasa, que recibe el nombre de lactoperoxidasa, es idéntica a la presente en la saliva y el jugo gástrico.

La lactoperoxidasa no tiene efecto antibacteriano por sí misma, pero combinada con tiocianato oxidado (también presente en la leche, así como en la saliva y en el jugo gástrico) y con peróxido de hidrógeno, la reacción química resultante crea compuestos antibacterianos de la manera siguiente:



Estos compuestos antibacterianos interfieren con el metabolismo de las bacterias. Algunas bacterias, como los estreptococos y los lactobacilos, presentes en la flora intestinal normal, quedan inhibidas temporalmente y más tarde se recuperan. Otras más perjudiciales, entre ellas la mayoría de las cepas de *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Pseudomonas* spp., quedan eliminadas.

El efecto antibacteriano es proporcional a la formación de los productos de la oxidación del tiocianato. Ésta a su vez depende de las concentraciones disponibles de tiocianato y peróxido de hidrógeno en la leche. La lactoperoxidasa está siempre presente en la leche en concentraciones suficientes para la acción antibacteriana.

La leche bovina contiene unos 30 mg/l de lactoperoxidasa, manteniéndose la concentración prácticamente constante durante toda la lactación. La cantidad necesaria para la actividad antibacteriana es de apenas 1 mg/l.

La concentración de tiocianato es más variable, puesto que depende de la alimentación de la vaca. La mayor parte del tiocianato se deriva de diversos glucósidos de los piensos. En general se encuentran concentraciones del orden de 4-5 ppm. Sin embargo, se sabe que la saliva humana contiene 50-300 ppm, y el jugo gástrico humano, en el cual parece que se segrega activamente, contiene 40-50 ppm, complementando así el contenido demasiado bajo de tiocianato de la leche.

El tercer componente del sistema, el peróxido de hidrógeno, normalmente no se detecta en la leche y no está del todo clara su procedencia *in vivo*. Sin embargo, se han encontrado trazas en la leche recién ordeñada, posiblemente procedentes del metabolismo del tejido mamario y los leucocitos. Otra fuente parece ser la reacción de la xantina oxidasa con algún sustrato, por ejemplo la hipoxantina.

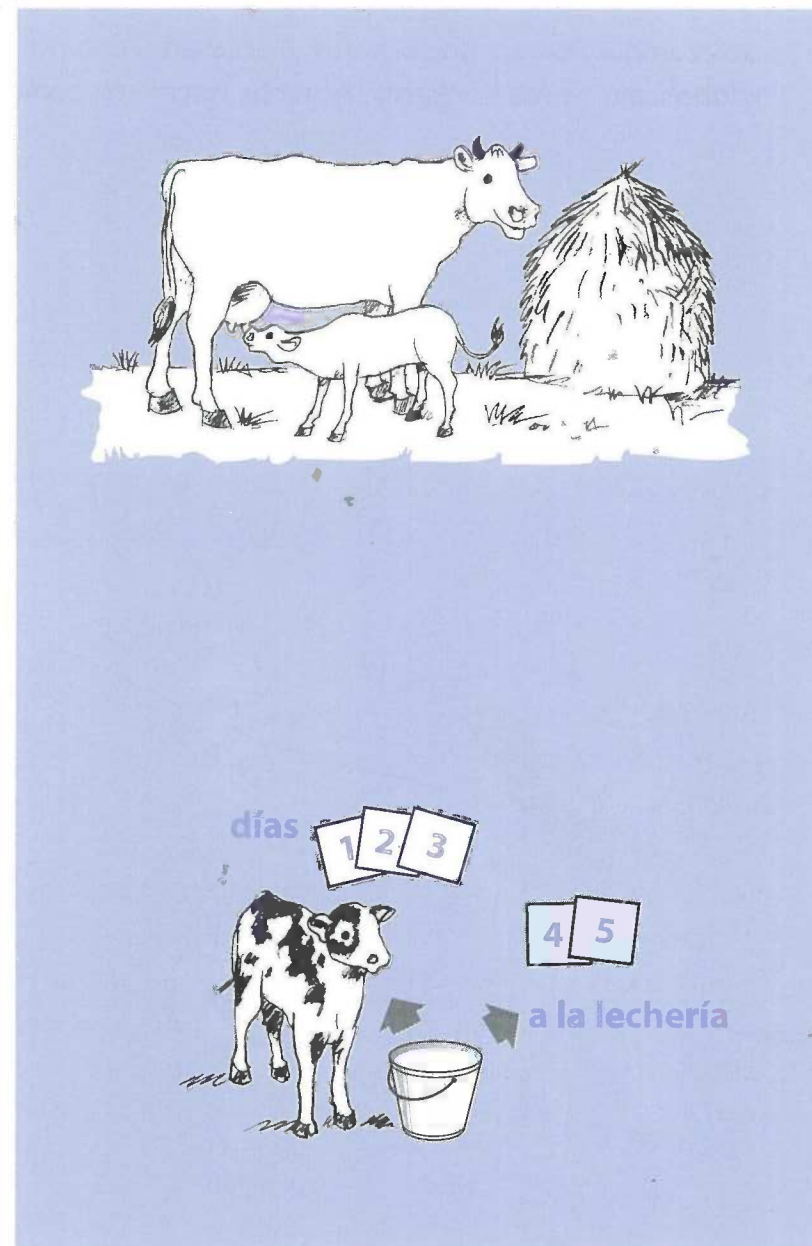
La combinación de estos tres elementos proporciona el mecanismo de las propiedades bacterioestáticas de la leche recién extraída, que duran de una a dos horas, mientras se mama y durante su permanencia en el estómago del recién nacido. También se ha demostrado en diversos estudios que el jugo gástrico contiene el mismo sistema de formación de peróxido, manteniendo así la acción antibacteriana contra las infecciones intestinales.

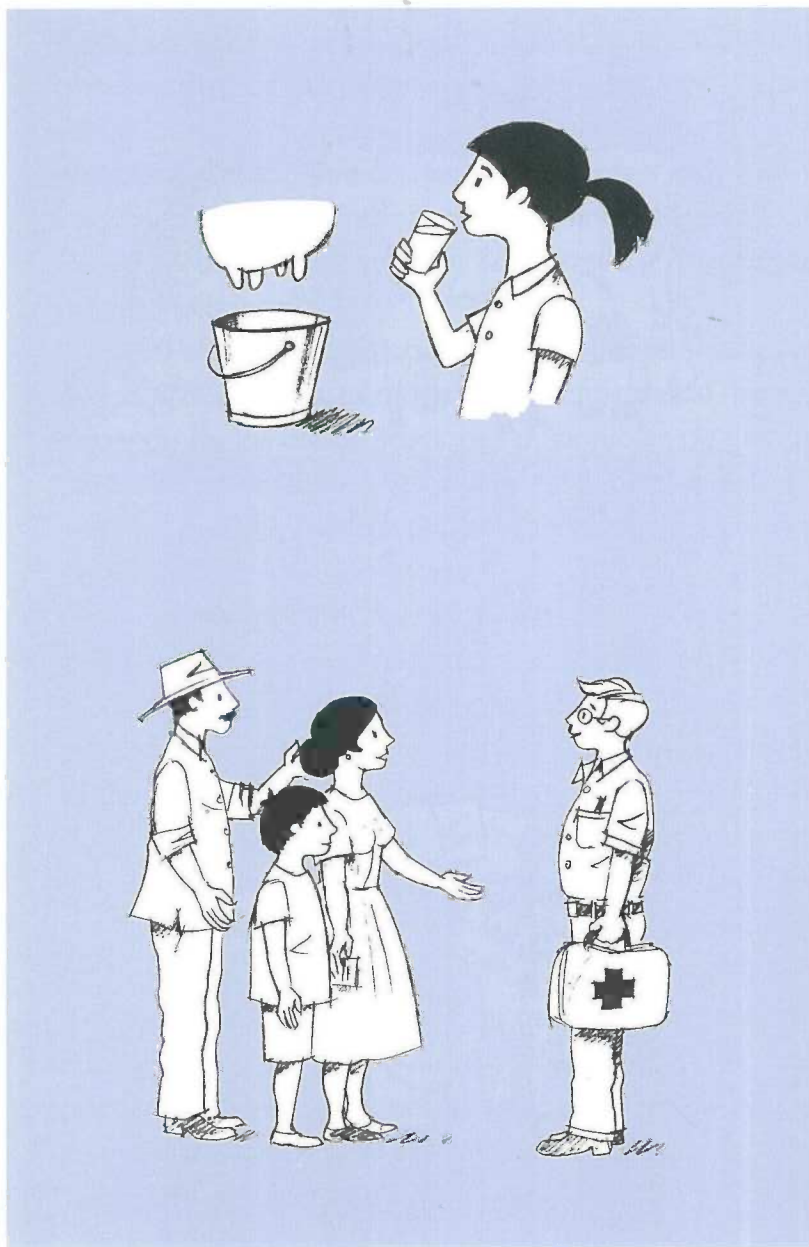
Los estreptococos del ácido láctico del intestino producen peróxido de hidrógeno que puede completar el sistema LP, y parece que hay fuentes parecidas en la saliva, donde el sistema actuaría como factor anticaries. Así pues, el sistema LP de la leche de las ubres sanas es también activo en el aparato digestivo del ternero lactante.

## Importancia del sistema LP natural para los terneros, cabritos, etc. lactantes

La leche contiene varios factores y sistemas antibacterianos para proteger el ternero recién nacido de las infecciones que podrían provocar enfermedades y trastornos digestivos.

En los primeros días después del parto, la leche de la madre contiene abundantes inmunoglobulinas para la inmunización inmediata del recién nacido.





Un sistema específico que protege el estómago y el intestino del recién nacido frente a las infecciones bacterianas es el sistema lactoperoxidasa/tiocianato/peróxido de hidrógeno, o sistema LP.

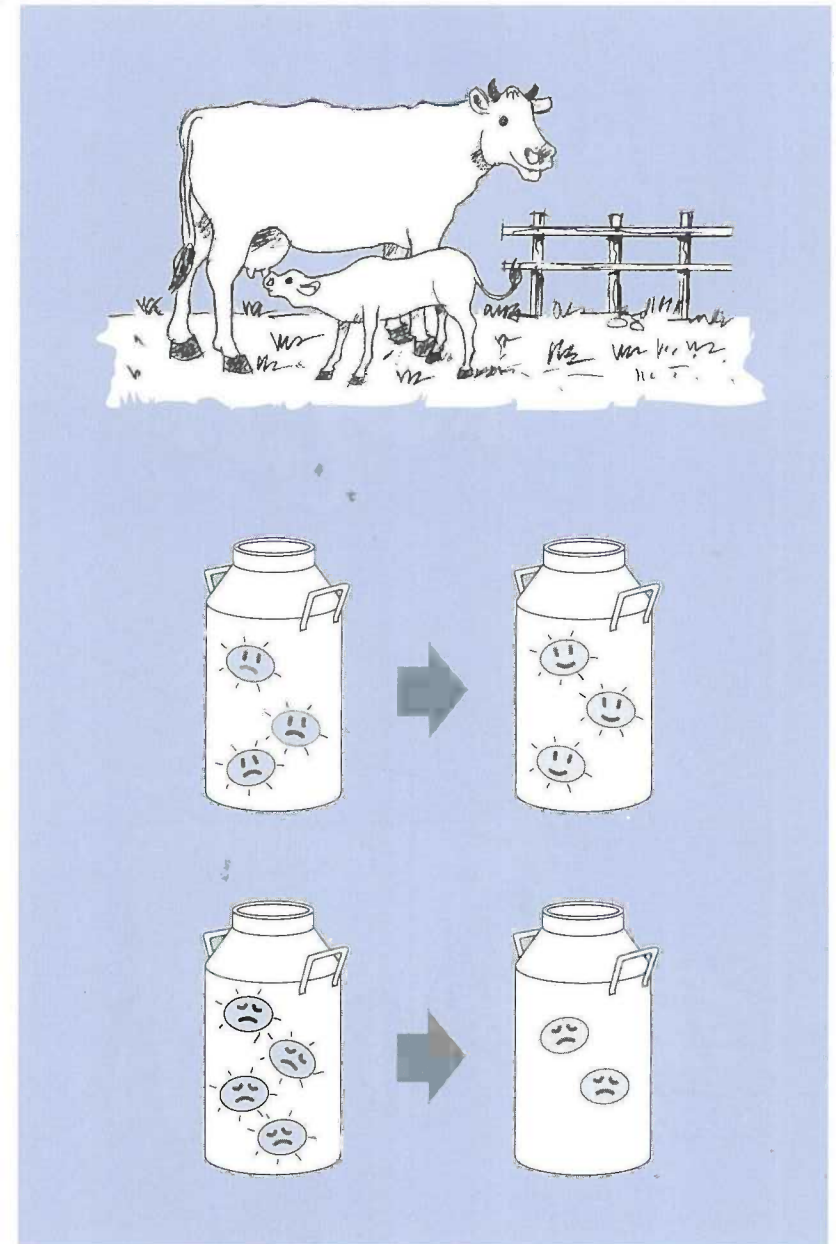
El sistema LP consta de tres componentes:

- La enzima *lactoperoxidasa*, abundante en la leche.
- El *tiocianato*, cuyo contenido es inferior al óptimo y variable en la leche.
- El *peróxido de hidrógeno*, del cual la leche sólo contiene trazas.

Cuando el ternero o el cabrito pequeño está mamando, la leche se mezcla con la saliva y el jugo gástrico, que complementan los bajos niveles de tiocianato y peróxido de hidrógeno, creando una reacción antibacteriana.

La flora bacteriana intestinal normal, por ejemplo los estreptococos y los lactobacilos, sólo se inhibe temporalmente y luego se recupera. Es lo que se denomina efecto bacteriostático.

Otras bacterias, algunas de ellas perjudiciales, como algunos coliformes, salmonelas y *Pseudomonas* spp., son eliminadas. Es lo que se llama efecto bactericida.



---

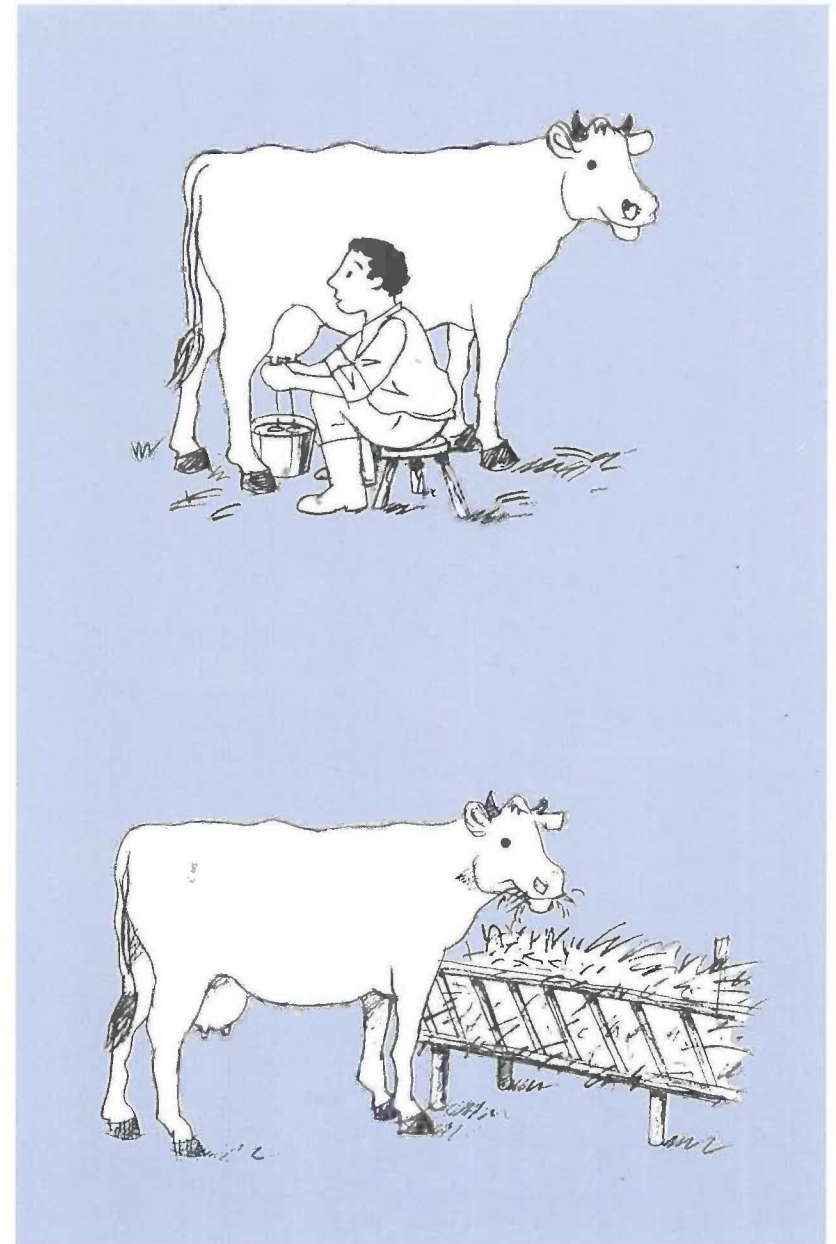
## USO DEL SISTEMA LP EN LA MANIPULACIÓN Y LA CONSERVACIÓN DE LA LECHE

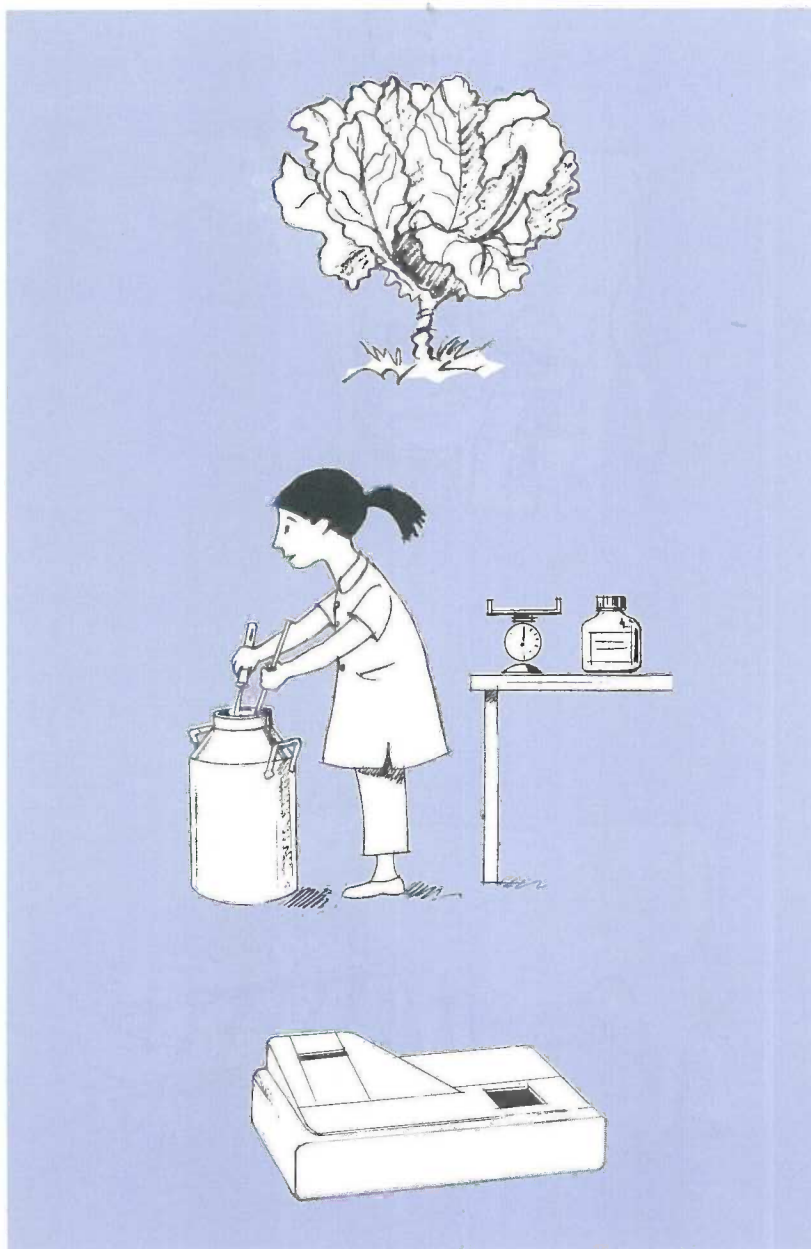
Después de realizar estudios básicos sobre el sistema LP natural, se perfeccionó en Suecia un método en el que se utiliza ese sistema para conservar la leche a temperatura ambiente. Se realizaron pruebas sobre el terreno en Kenya, Sri Lanka y varios otros países cálidos con buenos resultados. Tras las pruebas toxicológicas y el examen por parte del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios, finalmente aprobó el método la Comisión del Codex Alimentarius en 1991 para su aplicación sobre el terreno. Se aprobaron directrices para la aplicación del Código de prácticas para la conservación de la leche cruda mediante el uso del sistema de la lactoperoxidasa (véanse en los Apéndices I y II las especificaciones técnicas del tiocianato de sodio y el percarbonato de sodio).

## Renovación del sistema LP natural para conservar la leche

En la leche ordeñada, la actividad antibacteriana es bastante débil y dura apenas una o dos horas, debido a que la leche contiene sólo un nivel bajo de tiocianato y peróxido de hidrógeno.

El contenido de tiocianato en la leche fresca varía en función del tipo de forraje consumido.





Hay piensos, como las coles de diversos tipos, ricos en componentes que contienen azufre y que son la fuente del tiocianato en la leche.

Ahora es posible reactivar la propiedad antibacteriana con la adición de más tiocianato y peróxido de hidrógeno, complementando estos componentes de la misma manera que lo hacen la saliva y el jugo gástrico del ternero lactante.

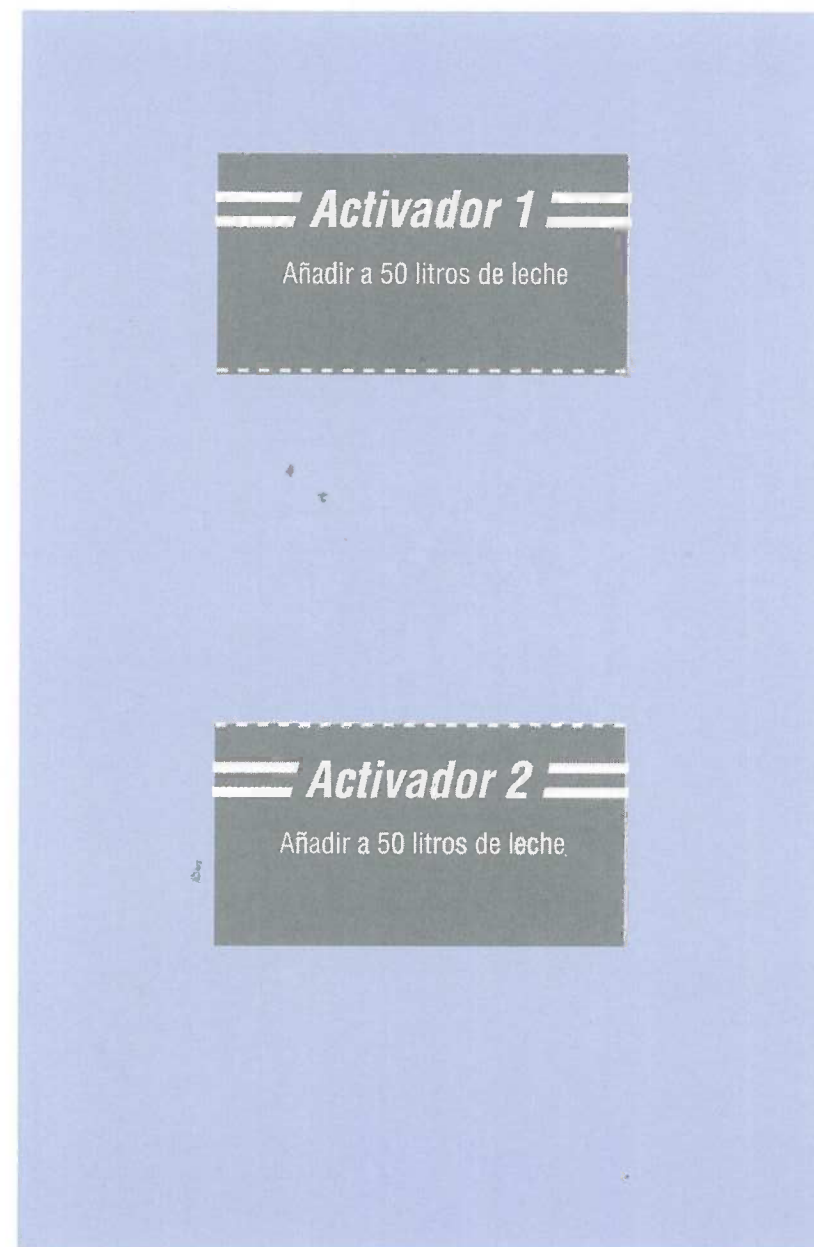
Antes de utilizar el sistema LP para conservar la leche, se debe analizar el contenido original de tiocianato en la lechería que recoge la leche o por parte de la autoridad sanitaria local. Debe utilizarse el método descrito en el Apéndice III.

A partir de estos resultados, se ajusta el contenido de tiocianato de la leche a 15 ppm, añadiendo una cantidad pesada previamente de tiocianato en solución. El contenido habitual de tiocianato en la leche es de alrededor de 4,5 ppm, por lo que habría que añadir 10 ppm.

El tiocianato se utiliza como Activador 1 (A1) y se suele distribuir en forma líquida.

El Activador 2 (A2) es el peróxido de hidrógeno, que se suele distribuir en forma de percarbonato de sodio granulado, que desprende una cantidad de peróxido de hidrógeno igual a 8,9 ppm al disolverlo en la leche. La granulación del Activador 2 es necesaria para una distribución homogénea en la leche, impidiendo la acumulación de una dosis excesiva local y los daños para los componentes de la leche.

Si se utiliza correctamente, el sistema LP mejora la calidad higiénica de la leche cruda y prolonga su tiempo de conservación varias horas. Este tiempo adicional es muy ventajoso para los pequeños agricultores, particularmente los que viven en zonas alejadas de una lechería grande.



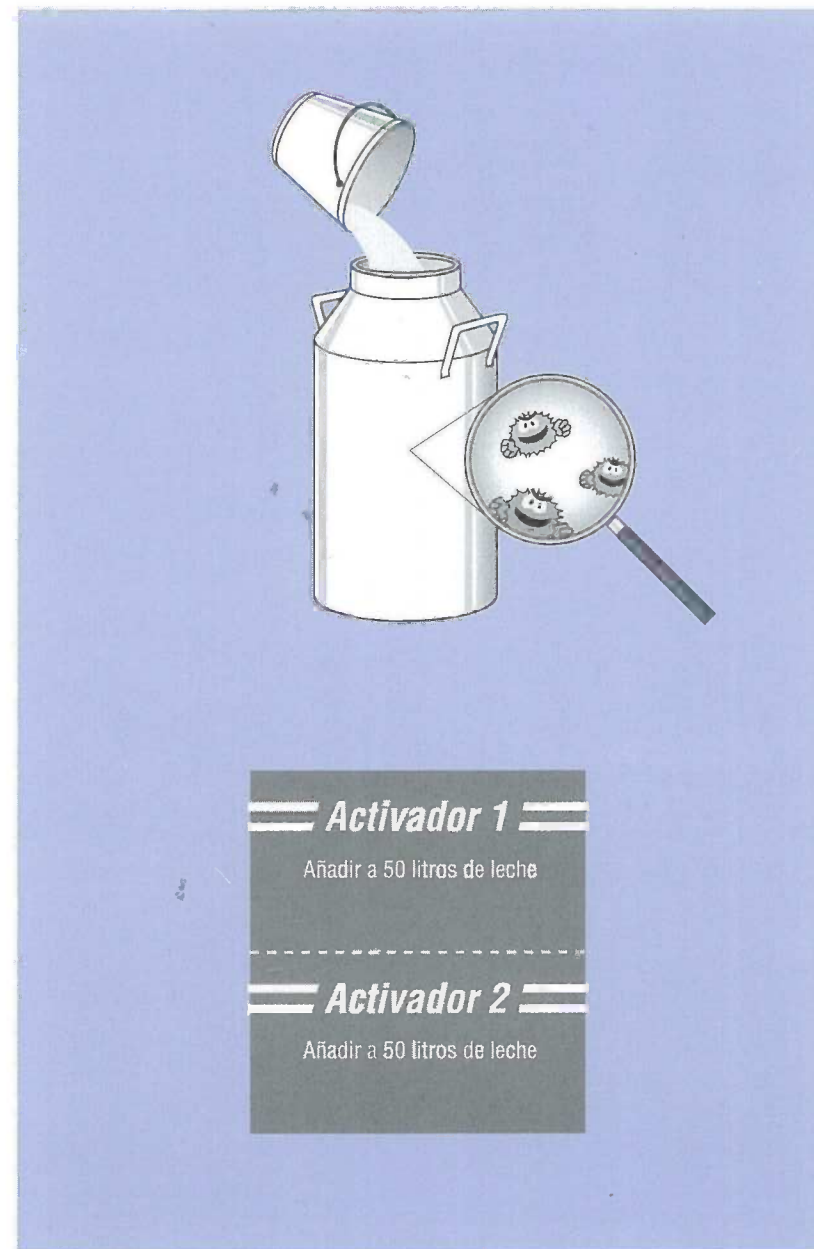
## PROCEDIMIENTO PARA LA ACTIVACIÓN DEL SISTEMA LP EN LAS LECHERAS

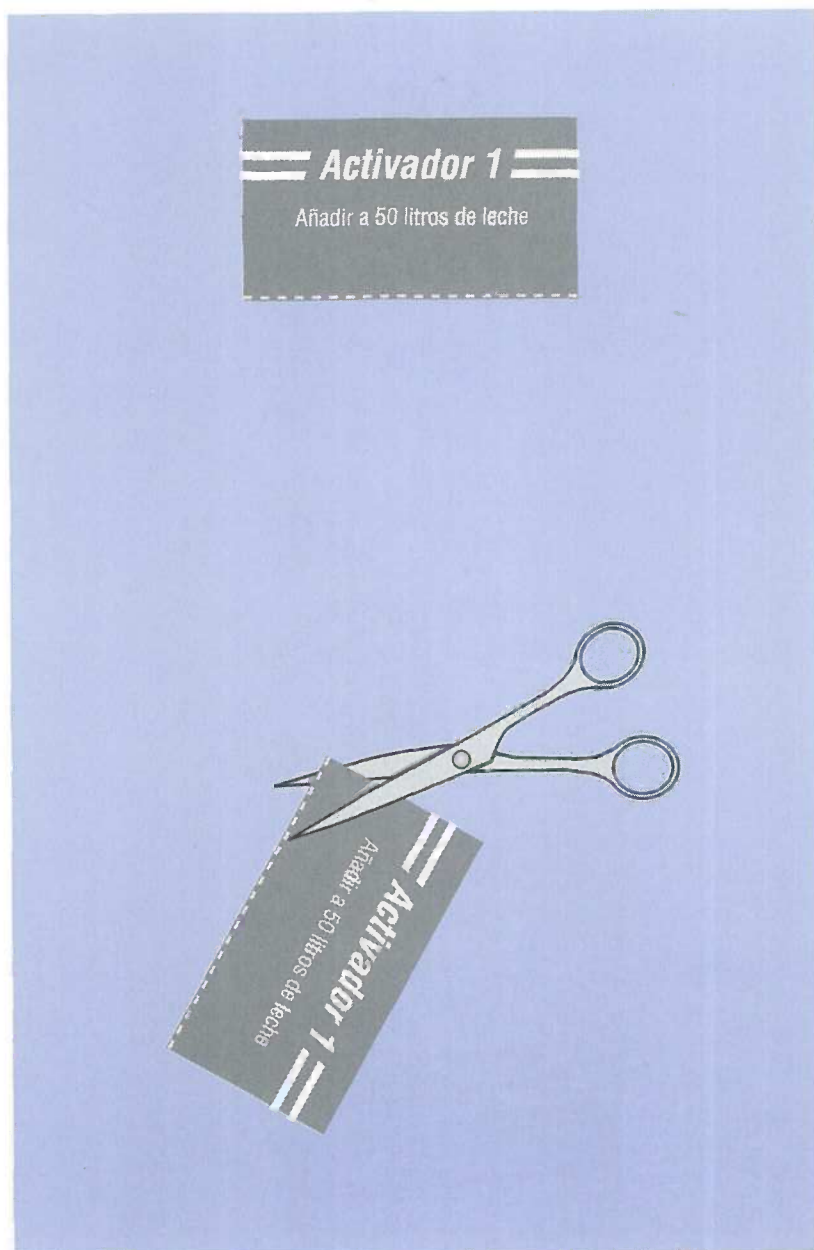
**¡Recuerde! Debe ser personal capacitado (encargado de recoger la leche) quien utilice el sistema de la lactoperoxidada en el punto de recogida.**



## 1. Llene la lechera

Separe las dos bolsas previamente envasadas para el tamaño apropiado de la lechera (20-30 ó 40-50 litros). Es *muy importante* añadir primero el tiocianato, Activador 1.



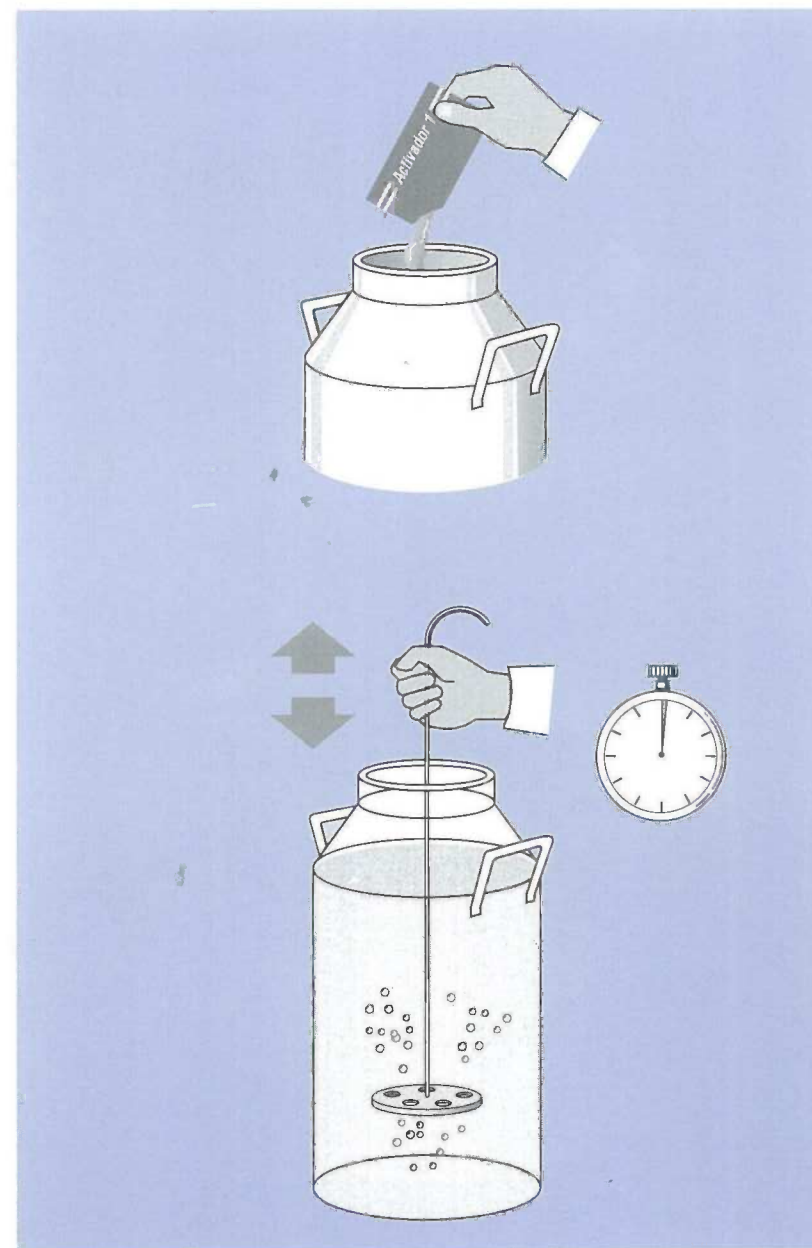


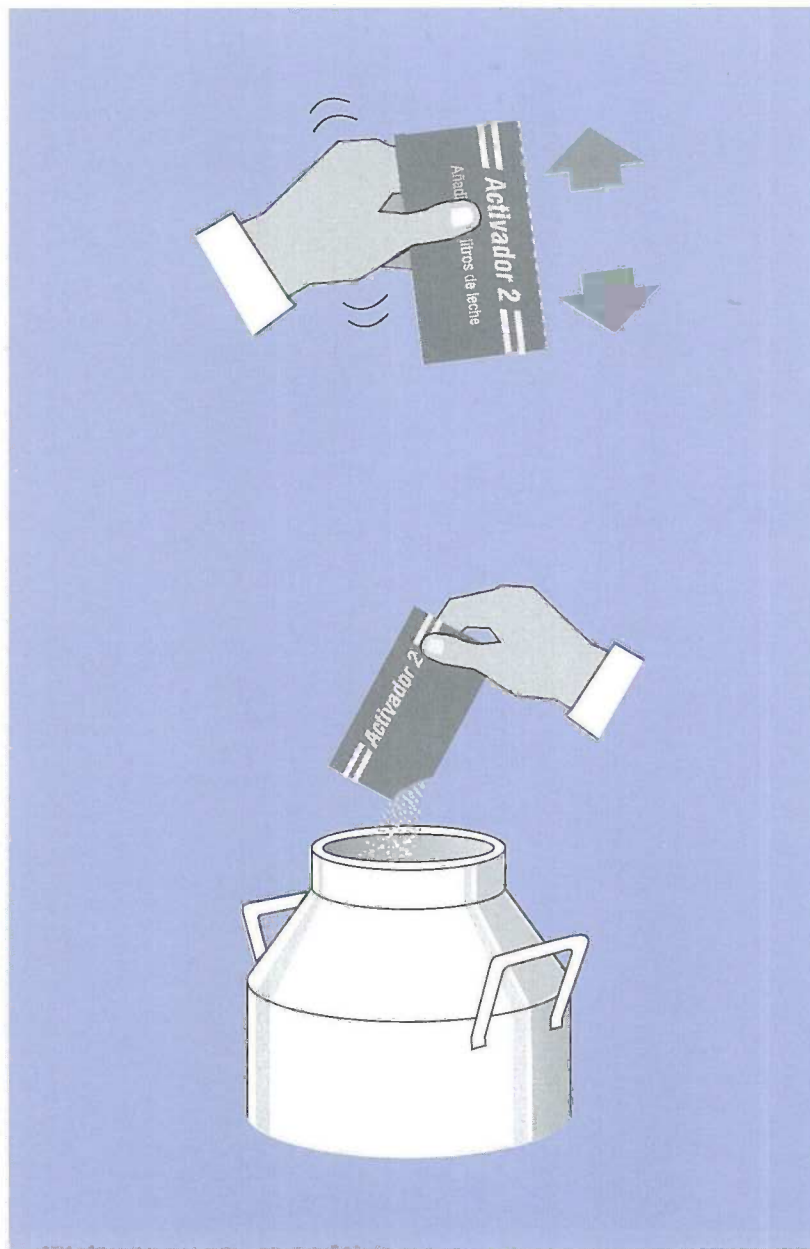
2. Tome la bolsa 1.

3. Ábrala con unas tijeras.

4. Vacíe el líquido en la leche, apretando la bolsa con los dedos.  
Vacíe completamente el líquido en la leche.

5. Agite durante 30 segundos con un aparato apropiado limpio.





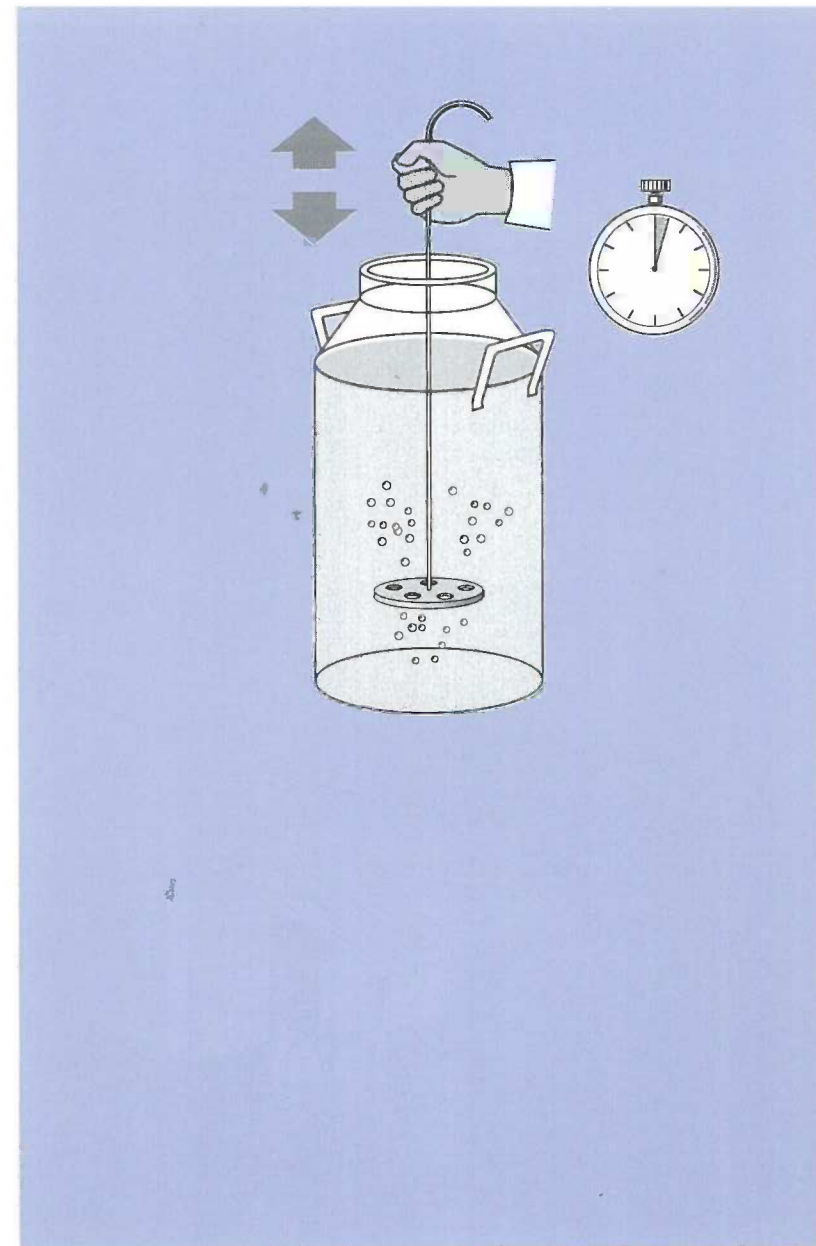
6. Tome la bolsa 2.

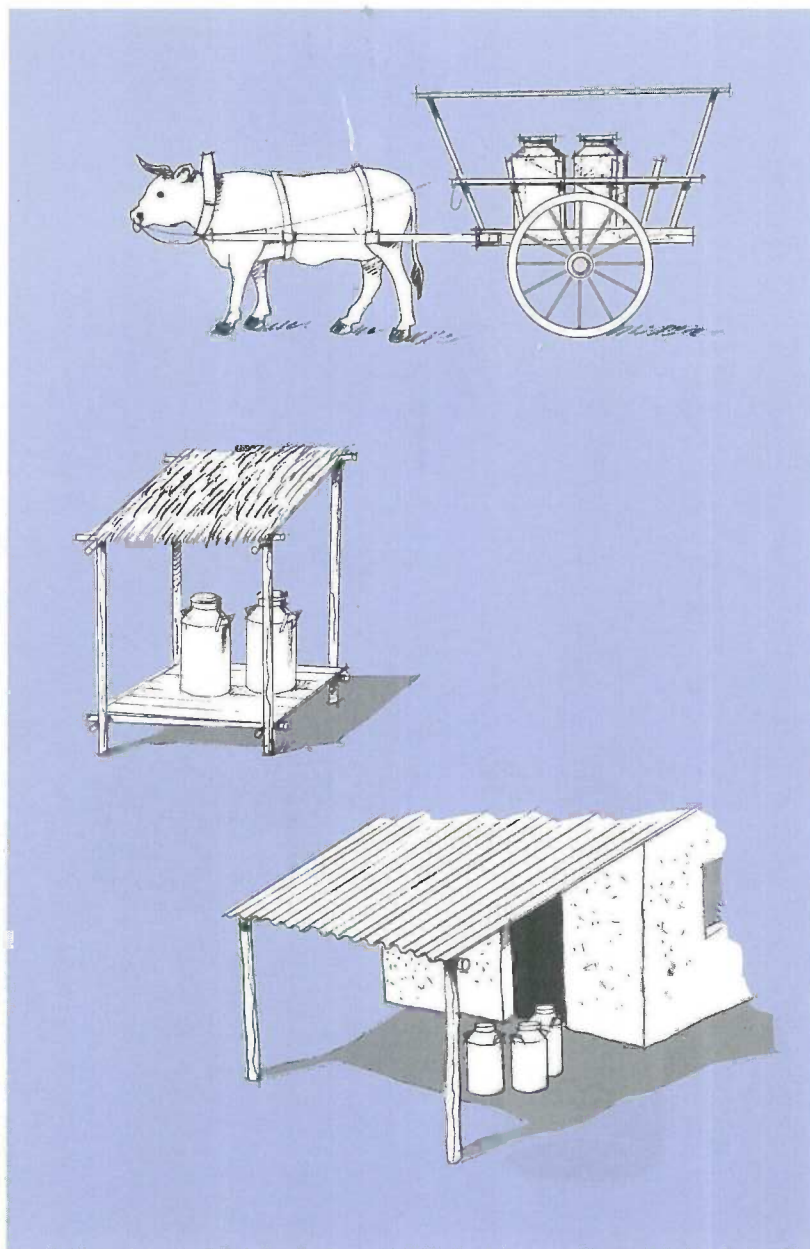
7. Agítela de modo que el contenido quede en un extremo y corte el opuesto con las tijeras.

8. Vacíe el contenido en la leche. Asegúrese de que la bolsa esté completamente vacía.

9. Agite la leche durante unos dos minutos.

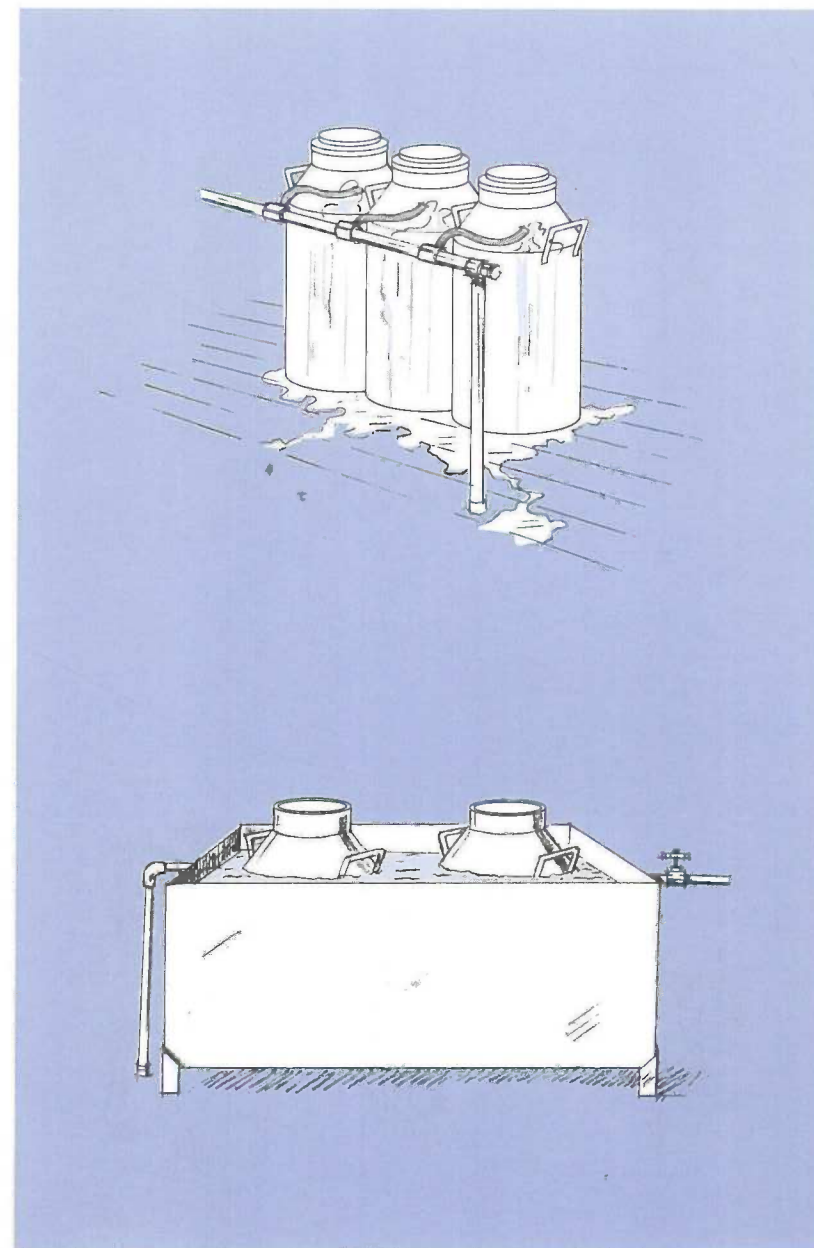
Comienza así la reacción enzimática. Esta reacción se termina en unos cinco minutos. Después no queda peróxido de hidrógeno presente en la leche.

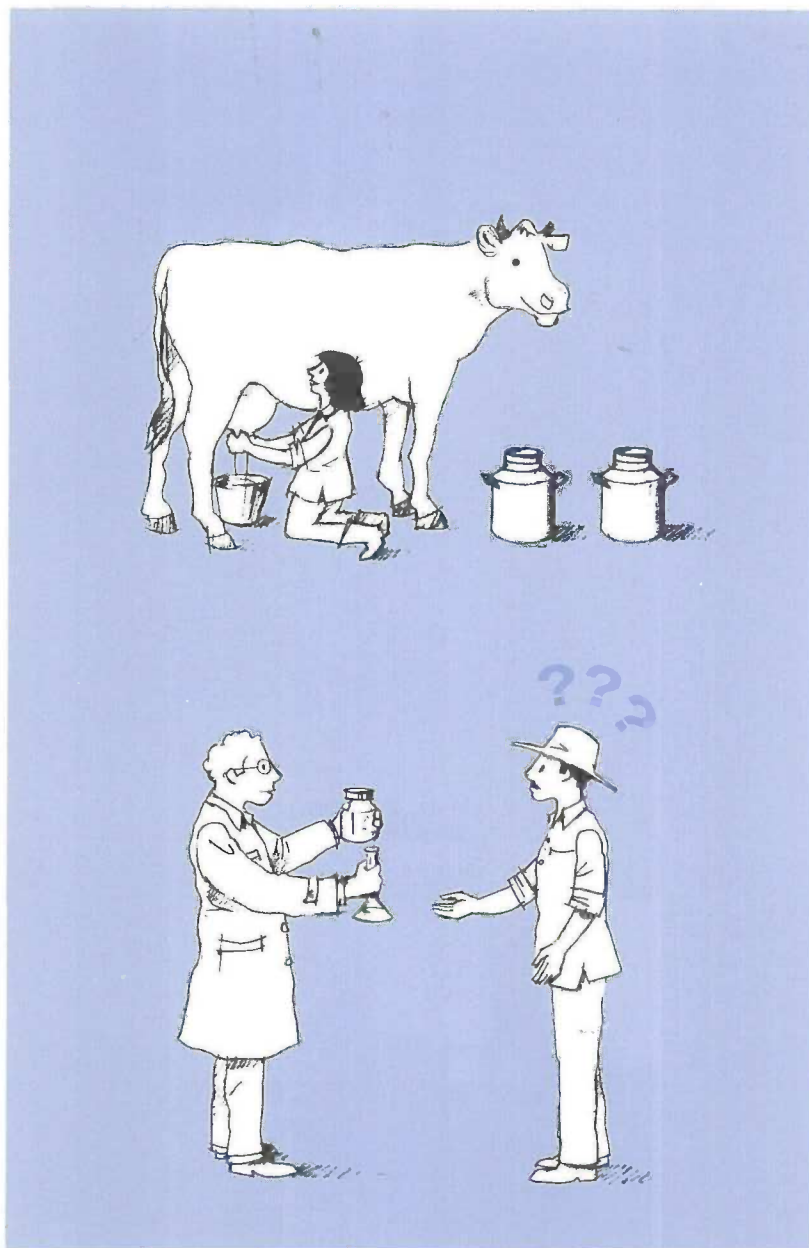




Si mantiene la leche a la sombra o en un lugar oscuro bien ventilado a unos 30 °C, el efecto del sistema LP de conservación dura entre siete y ocho horas.

Si puede enfriar la leche a 15-20 °C, el sistema LP mantiene la leche de la tarde durante toda la noche, permitiendo su recogida sólo una vez al día.





De acuerdo con el Código de prácticas para la utilización del sistema LP en la conservación de la leche, «no deben utilizar el método los granjeros individuales, sino que se ha de hacer en un punto/centro de recogida apropiado». Hay buenos motivos para esto, según el tamaño de las granjas.

Muchos granjeros producen sólo una pequeña cantidad de leche, que puede variar de un día a otro.

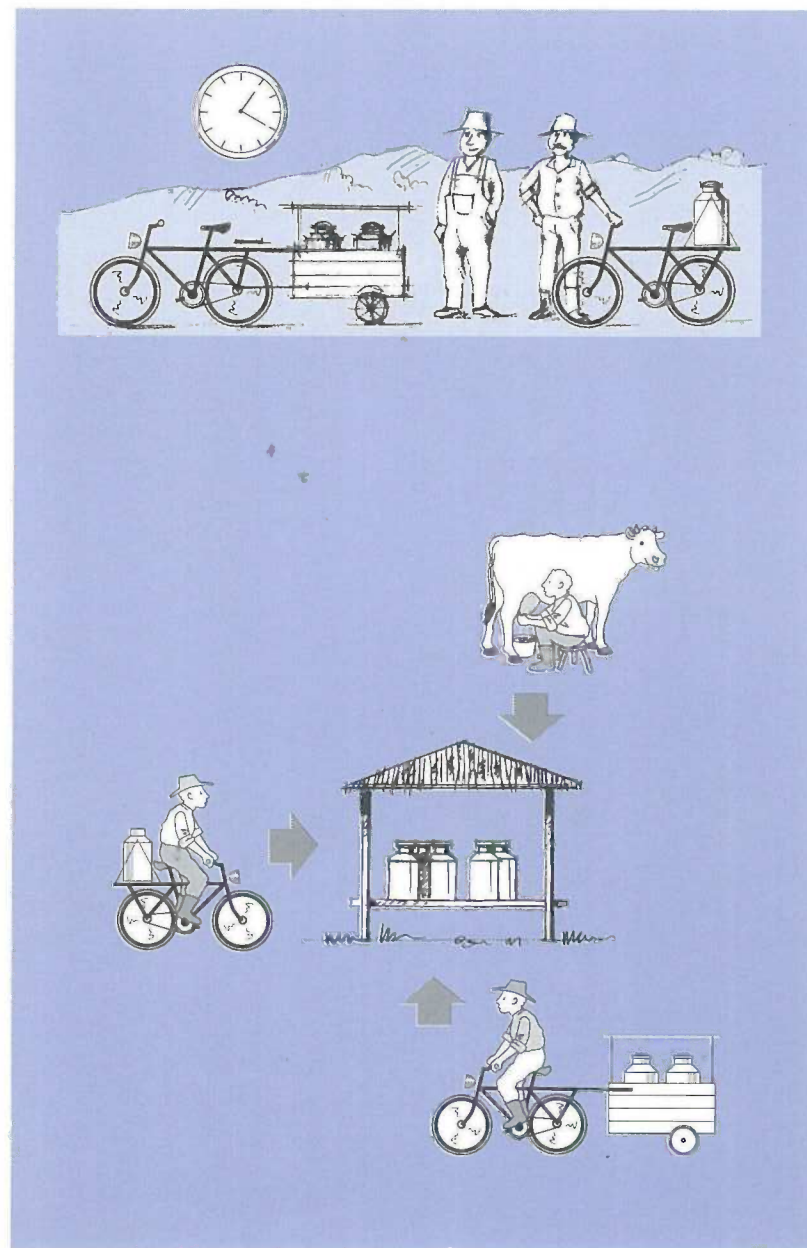
No es posible preparar activadores previamente envasados para pequeñas cantidades variables de leche.

También puede ser difícil para muchos granjeros aplicar el método de la manera correcta. Esto haría que los resultados pudieran variar, con efectos negativos en la calidad de la leche.

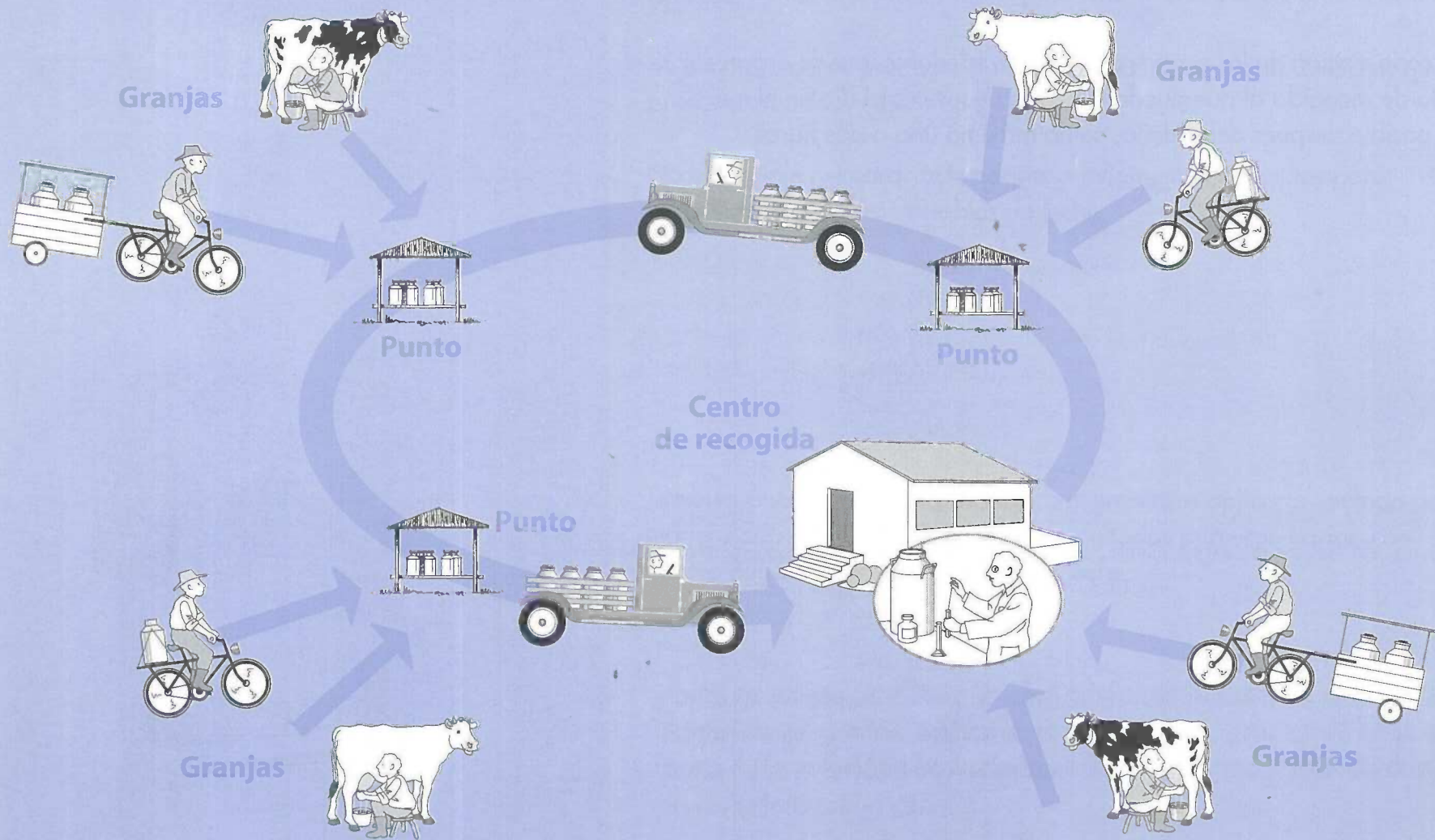
## RECOGIDA DE LA LECHE

A menudo la lechería está lejos y los granjeros deben llevar la leche al camino más próximo y esperar que la recoja el camión de la lechería.

Con la cooperación de los granjeros de los alrededores, puede organizar un punto de recogida al que puedan llevarla dos veces al día en el menor tiempo posible después del ordeño, como máximo una o dos horas después.



Es preferible tener más puntos de recogida a los cuales sea fácil llegar en poco tiempo que un número menor de puntos de recogida alejados de los pequeños granjeros.



## PRUEBAS DE LA CALIDAD HIGIÉNICA DE LA LECHE EN LOS PUNTOS DE RECOGIDA

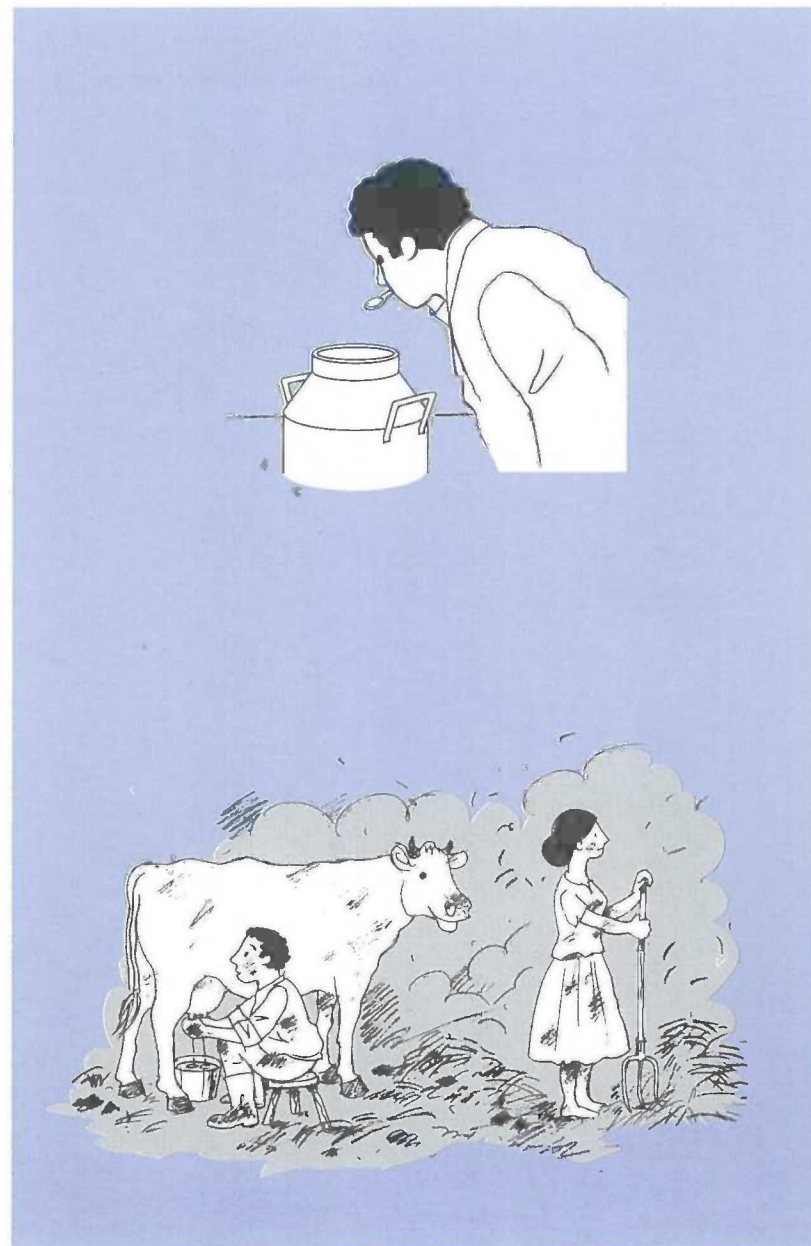
Hay tres pruebas sencillas para determinar la calidad de la leche:

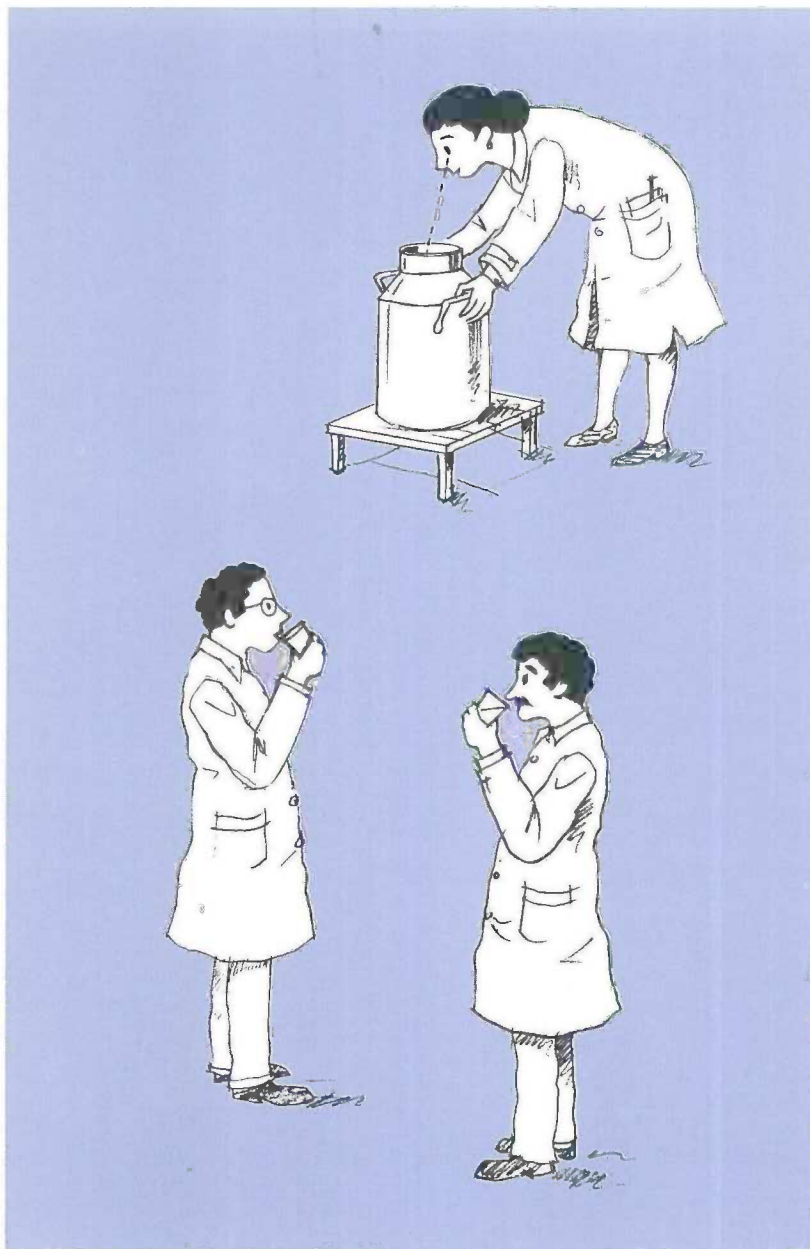
- Pruebas sensoriales
- Prueba del cuajo por ebullición
- Prueba del alcohol

### Pruebas sensoriales

En cada recipiente de transporte se comprueba el aspecto, el color, la limpieza y el olor de la leche.

Si en la leche hay suciedad visible, como paja o estiércol, el ordeño y la manipulación no se han realizado con arreglo a las buenas prácticas higiénicas. Esto se debe exponer claramente al productor. Hay diferencias entre el color de la leche de algunas especies. La leche de vaca y de oveja es blanca-ligeramente amarillenta, mientras que la de búfala y de cabra es totalmente blanca.





La desviación del color normal indica alguna lesión en la ubre; el color rojizo se debe a la presencia de sangre y el amarillo al pus.

Cuando el olor no sea normal, se debe comprobar también el sabor. Si el olor y el sabor son ligeramente ácidos, no se debe aceptar la leche, puesto que no se puede someter a tratamiento térmico en la lechería. Las pruebas sensoriales son rápidas y económicas y resultan muy fidedignas si las realiza personal capacitado.

Además de las pruebas sensoriales, hay algunas otras más «objetivas», que se pueden llevar a cabo en los puntos de recogida.

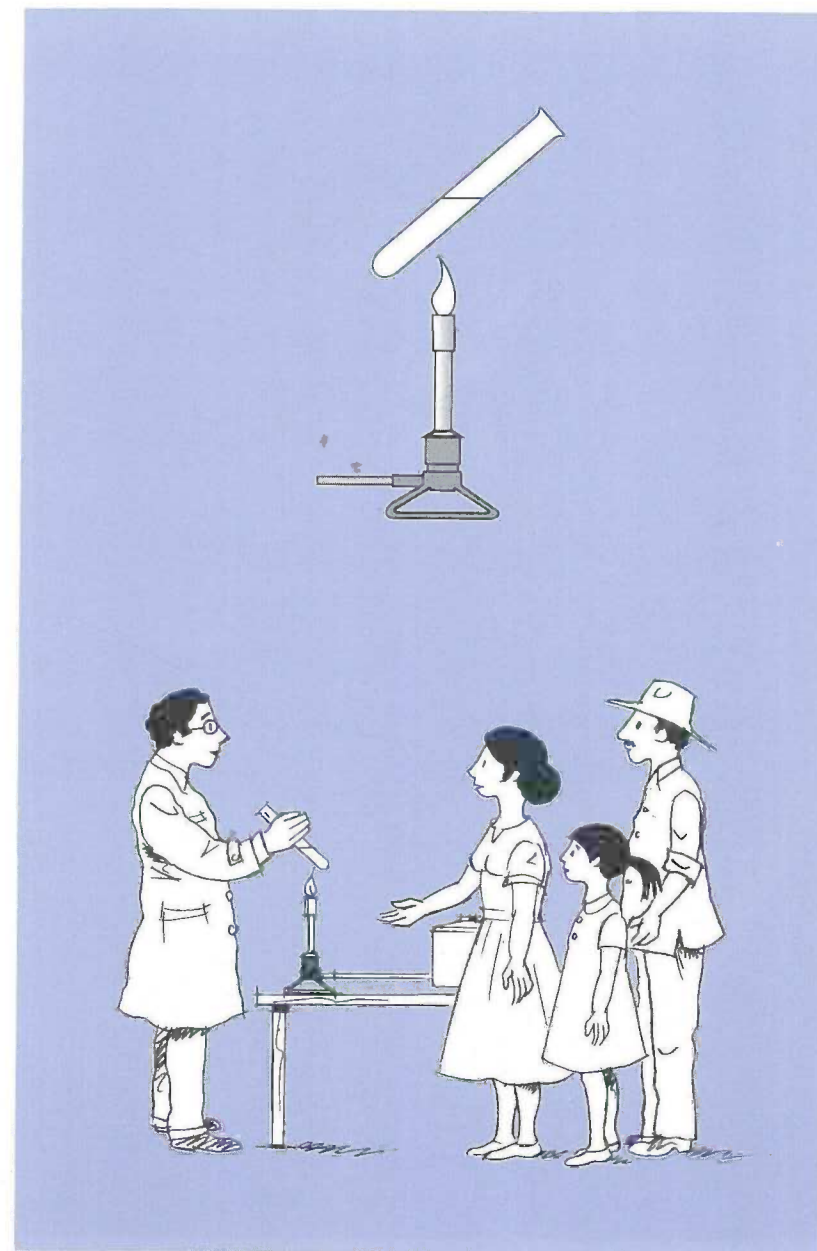
## Prueba del cuajo por ebullición

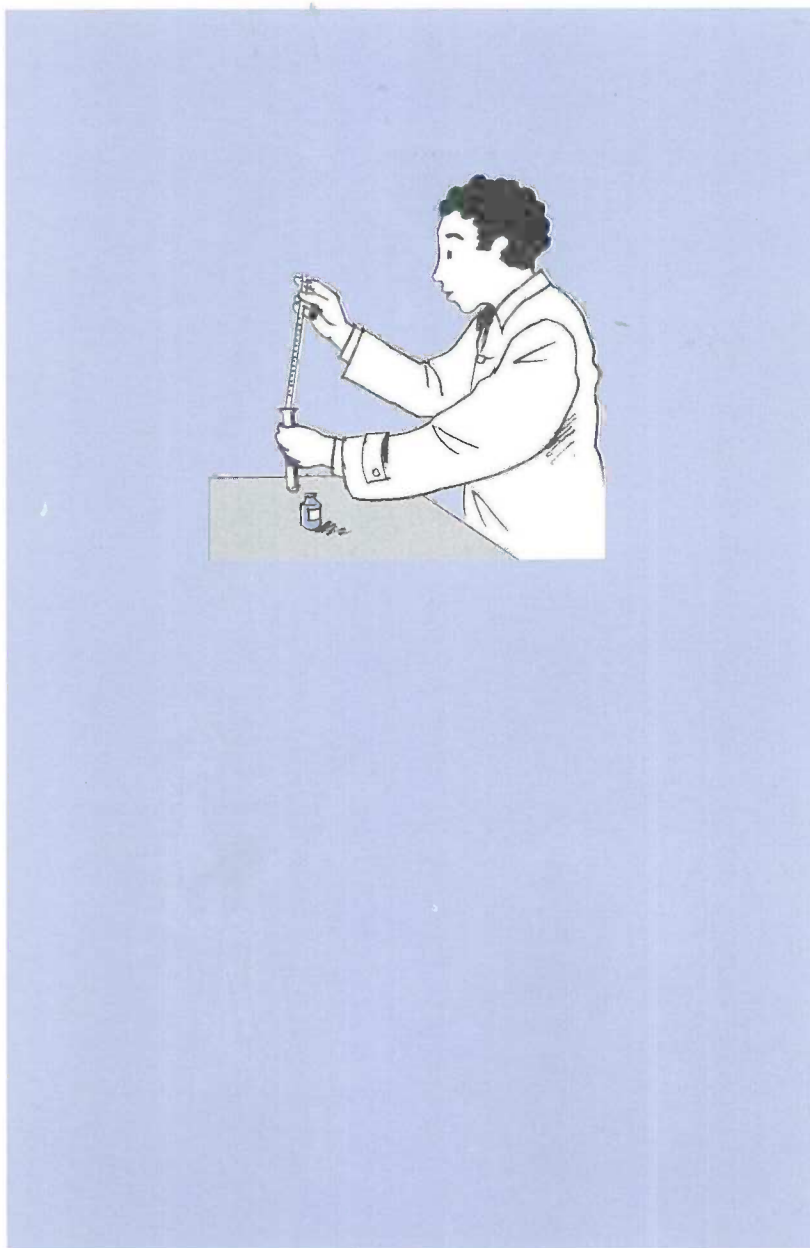
Consiste en calentar un pequeño volumen de leche hasta el punto de ebullición para comprobar si se coagula o no.

Si se coagula, está ácida y no se puede someter a tratamiento térmico (por ejemplo, por pasteurización) y hay que rechazarla.

La prueba del cuajo por ebullición es sencilla, rápida y económica, y se puede realizar en presencia de los productores de leche, que de esta manera comprenden y aceptan los resultados.

Esta prueba se debe realizar siempre en combinación con las sensoriales.





### Pruebas del alcohol

Esta prueba se basa en el hecho de que cuando aumenta la acidez de la leche (se agría), flocula si se la mezcla con un volumen igual o doble de alcohol (68 por ciento de volumen por volumen, v/v).

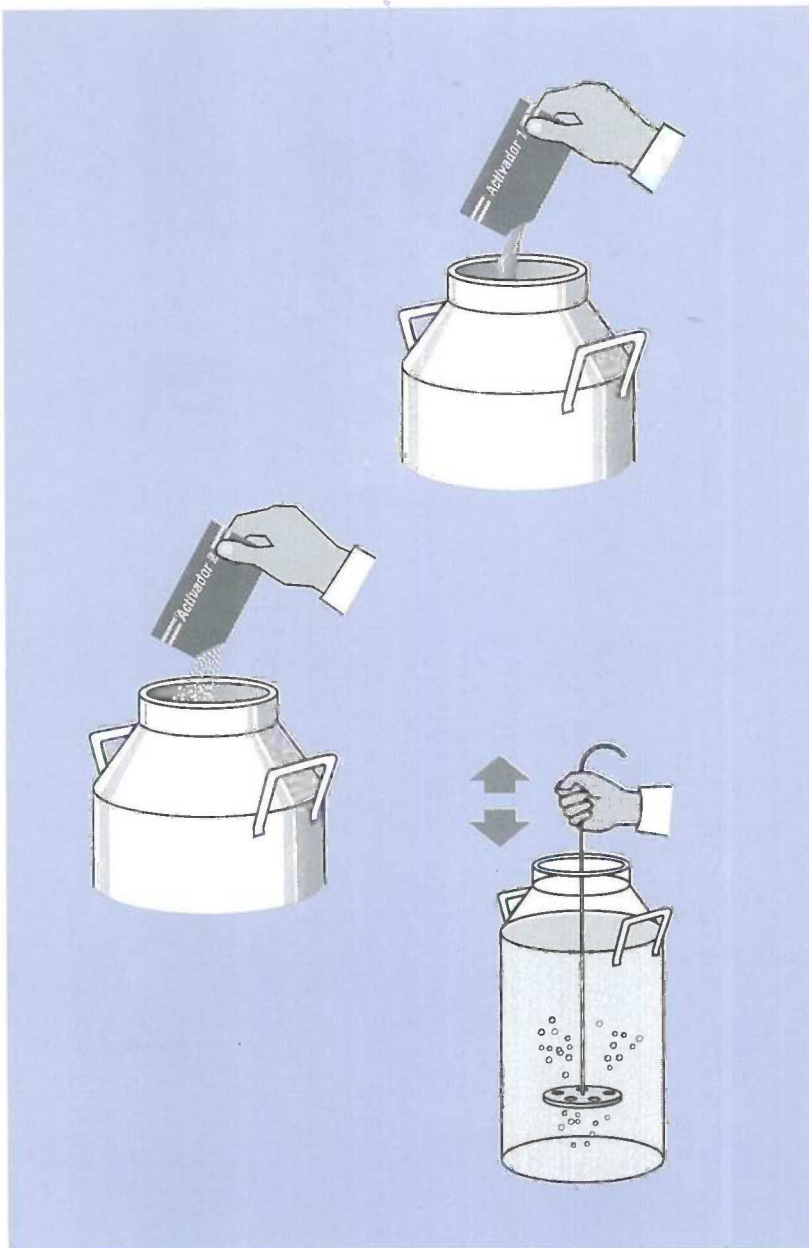
La leche fresca se puede diluir con alcohol sin que se produzca floculación. Si flocula al mezclarla con una cantidad igual de alcohol, hay un aumento de la acidez. Esta leche puede no coagularse al hervir, pero se ha de someter a tratamiento térmico lo antes posible. Si flocula al añadir una cantidad doble de alcohol, está agria.

La prueba del alcohol es rápida, económica y fácil de realizar. En combinación con las pruebas sensoriales y la del cuajo por ebullición confirma la calidad higiénica de la leche que entrega el productor en el punto de recogida.

Tras el control de calidad, se mide el volumen (o el peso) de la leche y se vierte en las lecheras de transporte (40-50 litros).

Estas lecheras suelen pertenecer a la organización recolectora, es decir, la lechería, y deben estar limpias y disponibles en el punto de recogida antes de recibir ninguna leche.





En cuanto se haya llenando la lechera, se deben añadir los activadores como se ha descrito antes.

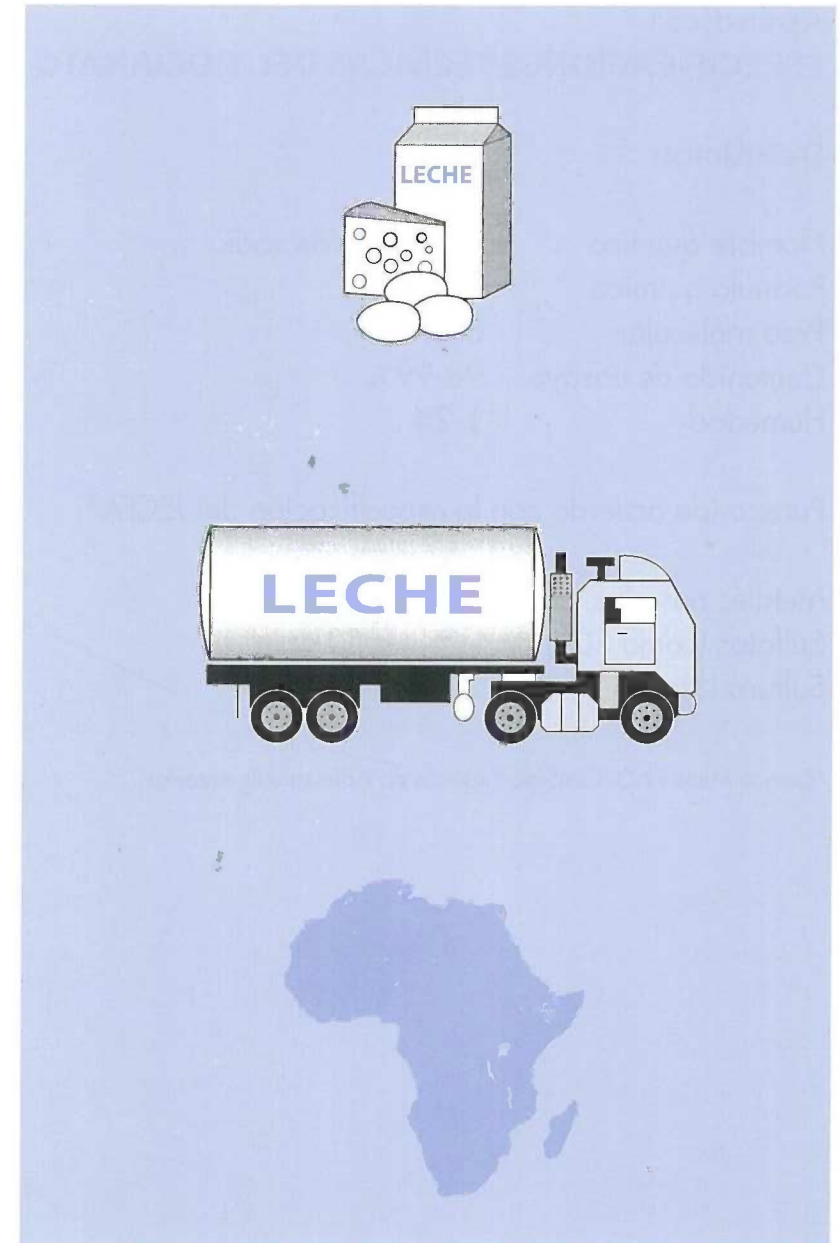
## CONCLUSIÓN

### Conservación de la leche por activación del sistema de la lactoperoxidasa: ventajas

Mejora de la calidad bacteriana y química de la leche recogida = mejora de la calidad de los productos lácteos.

Recogida de la leche más económica.

Posibilidad de producción de leche en zonas con temperatura ambiente elevada e instalaciones de refrigeración escasas o nulas.



---

## Apéndice I

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL TIOCIANATO DE SODIO

#### Definición

|                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| Nombre químico      | Tiocianato de sodio |
| Fórmula química     | NaSCN               |
| Peso molecular      | 81,1                |
| Contenido de ensayo | 98-99%              |
| Humedad             | 1-2%                |

Pureza (de acuerdo con la especificación del JECFA\*)

|                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| Metales pesados (como Pb)        | < 2 ppm  |
| Sulfatos (como SO <sub>4</sub> ) | < 50 ppm |
| Sulfuro (S)                      | < 10 ppm |

\*Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios.

---

## Apéndice II

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PERCARBONATO DE SODIO

#### Definición

|                     |                                               |
|---------------------|-----------------------------------------------|
| Nombre químico      | Percarbonato de sodio*                        |
| Fórmula química     | $2\text{Na}_2\text{CO}_3\text{H}_2\text{O}_2$ |
| Peso molecular      | 314,0                                         |
| Contenido de ensayo | 85%                                           |

El percarbonato de sodio disponible en el comercio cuya utilización se recomienda tiene la siguiente especificación:

|                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| Carbonato de sodio peroxihidrato | > 85%    |
| Metales pesados (como Pb)        | < 10 ppm |
| Arsénico (como As)               | < 3 ppm  |

\*Se puede solicitar información acerca de dónde puede obtenerse comercialmente percarbonato de sodio a la Secretaría General de la SIL, Square Vergote, 41, B-1040 Bruselas, Bélgica.

---

## Apéndice III

### ANÁLISIS DEL TIOCIANATO EN LA LECHE

#### Principio

El tiocianato se puede determinar en la leche, una vez desproteinizada, con ácido tricloracético (TCA) como complejo férrico, midiendo la absorbencia a 460 nm. El nivel mínimo de detección por este método es de 1 a 2 ppm de SCN.

#### Soluciones de reactivos

1. Ácido tricloracético al 20% (peso por volumen = p/v): se disuelven 20 g de TCA en 100 ml de agua destilada y se filtra.
2. Reactivo de nitrato férrico: se disuelven 16,0 g  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  en 50 ml de  $\text{NO}_3\text{H} 2\text{M}^*$  y luego se diluyen con agua destilada hasta 100 ml. La solución se debe conservar en un lugar oscuro y frío.
3. *Determinación.* Se mezclan 4,0 ml de leche con 2,0 ml de solución de TCA al 20%. Se mezcla bien y luego se deja reposar durante 30 minutos por lo menos. A continuación se filtra a través de un papel de filtro apropiado (Whatman N° 40) y se mezclan 1,5 ml del filtrado transparente con 1,5 ml del reactivo de nitrato férrico y se mide la absorbencia a 460 nm. Como testigo se utiliza una mezcla de 1,5 ml

\*El  $\text{NO}_3\text{H} 2\text{M}$  se obtiene diluyendo 138,5 ml de  $\text{NO}_3\text{H}$  al 65% hasta 1 000 ml con agua destilada.

---

de solución de nitrato férrico con 1,5 ml de agua. La medición se debe realizar antes de 10 minutos desde la adición de la solución de nitrato férrico, puesto que el complejo de color no es estable durante mucho tiempo. La concentración de tiocianato se determina mediante comparación con soluciones normalizadas de concentraciones conocidas de tiocianato, por ejemplo 10, 15, 20 y 30 mg de tiocianato.



## NOTAS

Secretaría del Programa mundial sobre la lactoperoxidasa

Secretario: Dr. J.C. Lambert, Oficial Superior,

Servicio de Producción Animal, FAO, Roma

Secretario Adjunto: Sr R. N´Gatta, Consultor de Producción Lechera,

Servicio de Producción Animal, FAO, Roma

Tel.: (+39) 06 5705 4701 / 06 5705 3003

Fax: (+39) 06 5705 5749

Correo electrónico: [JeanClaude.Lambert@fao.org](mailto:JeanClaude.Lambert@fao.org) / [Regis.NGatta@fao.org](mailto:Regis.NGatta@fao.org)

**Este manual se ha preparado como documento práctico de referencia y capacitación para el Programa mundial sobre la lactoperoxidasa patrocinado por Suecia. El programa organizado por la FAO, la Federación Internacional de Lechería, la Organización Mundial de la Salud y la Universidad Agrícola de Upsala, Suecia, se llevará a cabo en 80 países de todo el mundo. El programa consiste en demostraciones prácticas del sistema de la lactoperoxidasa sobre el terreno en colaboración con centros de coordinación nacionales y regionales nombrados previamente e instituciones de investigación sobre la leche.**

ISBN 92-5-304254-0



X0496S/1/3.00/2500