ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION
Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

Vol. 47 N° 4, 1997

# Pontos críticos de controle no fluxograma de beneficiamento do leite pasteurizado

*Ana Catarina de Souza Lopes*[1] *& Tânia Lúcia Montenegro Stanford*[2]

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasil

**RESUMO.** Visando avaliar a qualidade microbiológica do leite cru e pasteurizado e comprovar os pontos críticos de controle numa planta de processamento deste produto, localizada na cidade do Recife-PE, Brasil, foram colhidas 84 amostras do referido produto em quatro pontos do fluxograma de beneficiamento, considerados críticos (tanque de estocagem do leite cru, saída do pasteurizador, tanque de estocagem do leite pasteurizado e saída da máquina do envase). Todas as amostras foram submetidas à contagem de microorganismos mesófilos e psicotróficos, e à determinação do número mais provável (NMP) de coliformees totais e fecais. Além destas análises, foram realizadas a contagem de *Staphilococcus aureus* nas amostras de leite cru e pasteurizado (obtidas na saída da máquina do envase). Paralelamente, foram determinadas: a temperatura de conservação do leite cru e pasteurizado nos tanques de estocagem e o NMP de coliformes totais e fecais na água de abastecimento da indústria. Os resultados das análises microbiológicas no leite cru obtido no tanque de estocagem evidenciaram altos números de microorganismos mesófilos, psicrotróficos, coliformes totais, coliformes fecais e *Staphylococcus aureus*, indicando as precárias condições higiênico-sanitárias e de refrigeração durante a produção e o processamento do producto. O processo de pasteurização foi eficaz, pois reduziu o número de microorganismos a niveis aceitáveis pelos padrões brasileiros. Entretanto, os resultados da análise estatística demonstraram que ocorreu um aumento significativo ($p<0,01$) dos microorganismos no tanque de estocagem do leite pasteurizado, representando um ponto de contaminação importantte. Estes achados podem ser atribuídos às inadequadas temperaraturas de consevação do leite pasteurizado nos tanques de estocagem e à presença de coliformes em 60% das 21 amostras de água de abastecimento da indústria, que foi utilizada para a lavagem e higienização dos equipamentos. Portanto, de acordo como os resultados das análises microbiológicas podemos comprovar que a conservação do leite cru e pasterurizado nos tanques de estocagem, a pasteurização e o processo de envase são pontos críticos de controle no fluxograma de beneficiamento do leite pasteurizado.
Palavras chave: Leite pasteurizado, leite cru, microorganismos, pontos críticos, envase.

**SUMMARY. Critical control points in the pasteurized milk processing fluxogram.** With the aim of evaluating the microbiological quality of raw and pasteurized milk and confirm the critical control points in a dairy processing industry (Recife-PE, Brazil), 84 samples of milk were collected from four points of the flow-chart considered critical (raw milk storage tank, outlet of the pasteurizer unit, pasteurized milk storage tank and packing filling machine). All samples were evaluated for the presence of mesophilic and psychrotrophics microorganisms. The most probable number (MPN) of total and faecal coliforms were determined. Samples of raw and pasteurized milk (collected from the packing filling machine) were also assessed for the presence of *Staphylococcus aureus*. The preservation temperature of raw and pasteurized milk in the storage tanks and the MPN of total and faecal coliforms present in the water used by the industry were simultaneously evaluated. High counts of mesophilic and psychrotrophics microorganisms, total and faecal coliforms and *S.aureus* were detect in raw milk production and processing. The pasteurization process reduced the microorganisms to acceptable numbers in the Brazilian standards, however, the statistics analysis showed that the number of microorganisms increased significantly ($p<0,01$) in the pasteurized milk storage tank, representanting an important point of contamination. The probable reason for this finding was the presence of coliforms in 60% samples of water which was used to clean the milk equipments and the inadequates temperatures in the storage tank. Therefore, the results of the microbiological analysis confirm that the milk maintenance temperature in the storage tanks, the pasteurization and the packaging are critical control points in the pasteurized milk processing fluxogram.
Key words: Pasteurized milk, raw milk, microorganism, critical control points, packaging.

## INTRODUÇÃO

O leite, alimento de valor nutritivo inigualável, é consumido por todas faixas etárias, sob forma fluida ou de seus derivados. No entanto, a elevada disponibilidade de nutrientes, predipõem este produto à rápida proliferação de microorganismos contaminantes, tornando-o altamente perecível.

1. Professora Assistente do Departamento de Medicina Tropical. Area Microbiología UFPE
2. Professora Adjunta R-4 do Departamento de Nutrição, UFPE.

Nos últimos anos, tem sido relatado em vários países a ocorrência de surtos de toxiinfecções alimentares, causados pelo consumo de leite e derivados contaminados por bactérias patogênicas (1,2,3). No entanto, a maioria dos surtos refere-se ao Reino Unido ou aos Estados Unidos da América. No Brasil, praticamente não existem levantamentos epidemiológicos que demonstrem a incidência e gravidade das toxi-infecções de origem alimentar, entretanto, trabalhos científicos têm evidenciado a ocorrência de elevado número de amostras de leite pasteurizado fora dos padrões microbiológicos brasileiros (4,5,6). Estes problemas são atribuídos às deficiências tecnológicas no setor de produção e industrialização, principalmente no que diz respeito aos cuidados higiênicos sanitários, e à inadequada refrigeração a nível de comércio varejista.

Diante do exposto, torna-se evidente a necessidade de um permanente controle higiênico-sanitário do leite para consumo humano durante a produção, industrialização e comercialização, evitando desta forma um produto com números elevados de microorganismos, os quais comprometem as suas propriedades organolépticas e nutritivas, representando também um risco para a saúde do consumidor.

As indústrias de laticínios utilizam uma variedade de medidas efetivas de controle para limitar os riscos de veiculação de doenças por alimentos. Uma das medidas mais usadas é a pasteurização, que segundo a Comissão do Codex Alimentarius, da Organização Mundial de Saúde, é processo aplicado ao leite com a finalidade de reduzir ao mínimo os perigos para a saúde, provenientes dos microorganismos patogênicos associados ao leite (7).

Partindo da constatação de que a pasteurização é incapaz de transformar um leite de má qualidade em um produto de boa qualidade, conclui-se que a qualidade do leite pasteurizado depende da seleção da matéria-prima, da adequada pasteurização e do controle após o tratamento térmico. Constatação que poderá ser comprovada pelo sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle (HACCP), que é um método preventivo de controle de qualidade de alimentos, que tem como objetivo a identificação, valorização e controle dos perigos, particularmente os microbiológicos, associados a cada etapa da cadeia alimentar, e a obtenção de um produto com alto grau de qualidade e inocuidade (8).

O Método HACCP tem sido utilizado como um instrumento de controle de qualidade de alimentos em operações industriais (9,10) e principalmente nos estabelecimentos que realizam servicos de alimentação (11,12,13). Trabalhos sobre a aplicação deste sistema no processamento do leite pasteurizado, não têm sido encontrados na literatura. No entanto, a International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF) (14) e Volonterio (15) descrevem a aplicação do método HACCP no prcessamento do leite cru e certos derivados do leite, como leite Ultra High Temperature (UHT), leite em pó e queijo cheddar.

Tendo em vista a carência de investigações a respeito dos prováveis pontos de contaminação do leite pasteurizado na indústria, planejou-se o presente estudo com o objetivo de avaliar a qualidade microbiológica deste produto em quatro pontos do fluxograma de beneficiamento, considerados críticos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Durante o período de agosto de 1994 a janeiro de 1995, foram analisadas, semanalmente, amostras de leite cru e pasteurizado tipo C, obtidas em uma usina de beneficiamento localizada na cidade do Recife-PE, Brasil. O leite cru fornecido à indústria provém de pequenos e médios produtores situados em vários municipios da região agreste do Estado de Pernambuco, de onde é transportado em latões para os entrepostos de refrigeração, e posteriormente, para a plataforma de recepção da usina de beneficiamento, sendo bombeado para os tanques de estocagem onde o produto permanece sob refrigeração por cerca de 20 horas. Em seguida, o leite cru é pasteurizado (75° C/15 segundos) em trocadores de calor em placas e o produto pasteurizado segue imediatamente para os tanques de estocagem onde permanece por cerca de 5 horas, até que seja iniciado o processo de envase.

A análise de perigos e a determinação dos pontos críticos de controle foi realizada após estudo do fluxograma de processamento do leite pasteurizado, segundo os procedimentos recomendados pela ICMSF (14), sendo possível determinar quatro prováveis pontos de contaminação do leite, representados pelo tanque de estocagem do leite pasteurizado e saída da máquina do envase.

Em cada um dos três primeiros pontos do processo foram colhidas, em recipientes estéreis, 21 amostras de 250 ml de leite, e no último ponto, 21 amostras de 1000 ml (embalagem comercial de polietileno), perfazendo um total de 84 amostras. Durante a colheita das amostras nos tanques de estocagem do leite cru e pasteurizado, foi determinada a temperatura do produto com o auxilio de um termômetro. Também foram colhidas, em recipientes estéreis, 21 amostras de 250 ml da água de abastecimento da indústria. Após serem colhidas, todas as amostras foram acondiconadas em caixa de material isotérmico, contendo cubos de gelo, e transportadas imediatamente ao Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos, do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Permambuco, onde foram analisadas.

As 84 amostras de leite foram submetidas à contagem padrão de microorganismos mesófilos e psicotróficos, e ao número mais provável (NMP) de coliformes totais e coliformes fecais. As amostras de leite cru e pasteurizado (obtidas na saída da máquina do envase), foram também submetidas à contagem de *Staphylococcus aureus*. A água de abastecimento da indústria foi analisada quanto ao NMP de coliformes totais e fecais. Todas as análises microbiológicas foram realizadas de acordo com os métodos da Food and Drug Administration (16).

A análise de variância foi utilizada para verificar a existência ou ñao de diferenças significativas entre as amostras de leite pasteurizado analisadas microbiologicamente, obtidas na saída do pasteurizador, no tanque de estocagem e na saída da máquina do envase. Nos casos em que foram constatadas diferenças, foi aplicado o teste de contraste de Tukey para analisar a significância da contagem de microorganismos mesófilos e piscotróficos (UFC/ml), e do número mais provável (NMP/ml) de coliformes totais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os resultados inseridos na Tabela 1, podemos evidenciar que 90,7% e 60% das amostras de leite cru apresentaram, respectivamente, contagens de microorganismos mesófilos e piscrotróficos acima dee 107 UFC/ml, quantidade suficiente para provocar alterações nos alimentos (17). Deve-se ainda ressaltar que os microrganismos psicrotróficos, principalmente as bactérias do gênero *Pseudomonas* spp., são capazes de produzir enzimas termorresistentes, como lipases e proteases, que além de degradarem os constituintes do leite, produzem uma variedade de «off flavours» (18).

TABELA 1
Distribuição percentual das 21 amostras de leite cru obtidas no tanque de estocagem da indústria, segundo a contagem de microrganismos mesófilos, psicrotróficos e *Staphylococcus aureus* (UFC/ml)

| Contagem de microrganismos UFC/ml | Mesófilos | Psicrotróficos | S. aureus |
|---|---|---|---|
| | % das amostras | | |
| $10^5$ —— $10^6$ | 0 | 5,0 | 66,7 |
| $10^6$ —— $10^7$ | 9,3 | 35,0 | 33,3 |
| $10^7$ —— $10^8$ | 86,0 | 45,0 | 0 |
| $10^8$ —— $10^9$ | 4,7 | 15,0 | 0 |

Considerando ainda os dados da Tabela 1, constata-se que 33,3% das amostras de leite cru apresentaram contagens de *Staphylococcus aureus* acima de $10^6$ UFC/ml, quantidade que segundo Newsome (19) esta correlacionada á liberação de enterotoxina estafilocócica suficiente para causar intoxicação alimentar e mesmo que este produto venha a ser pasteurizado, a toxina pré-formada não será destruída, devido a sua característica termoestável (20). O leite cru também apresentou altos números de coliformes totais e fecais (Tabela 2), indicando a ocorrência de contaminação de origen fecal direta ou indireta, podendo estar associada com a presença de outros patógenos entéricos como *Salmonella, Shigella,* vírus entéricos e *Campylobacyter* (21,22). Estes altos números de microrganismos presentes no leite cru (Tabelas 1 e 2) refletem as precárias condições higiênico-sanitárias durante a produção e o processamento a nível de fazenda, associadas a inadequada refrigeração do produto. Os resultados da determinação da temperatura do leite cru nos tanques de estocagem da indústria demonstraram que 52% das amostras apresentaram temperatura acima de 5,5 °C. As amostras restantes (48%) apresentaram temperaturas entre 4,0 e 5,0 °C. Deve-se resaltar, que temperaturas acima de 5,5 °C favorecem a multiplicação da maioria das bactérias patogênicas que podem estar presentes no leite (23).

TABELA 2
Distribuição percentual das 21 amostras de leite cru obtidas no tanque de estocagem da indústria, segundo o número mais provável de coliformes totais e fecais (NMP/ml)

| NMP/ml | Coliformes totais | Coliformes fecais |
|---|---|---|
| | % das amostras | |
| $10^2$ —— $10^3$ | 0 | 15,4 |
| $10^3$ —— $10^4$ | 0 | 30,8 |
| $10^4$ —— $10^5$ | 14,3 | 30,8 |
| $10^5$ —— $10^6$ | 42,8 | 15,4 |
| $10^6$ —— $10^7$ | 42,9 | 7,6 |

Analisando a Tabela 3, verifica-se que a pasteurização foi eficaz, pois reduziu a carga microbiana a níveis aceitáveis pelos padrões regulamentares brasileiros (24), de modo que na saída do pasteurizador nenhuma das 21 amostras de leite pasteurizado apresentaram contagens acima de $10^4$ UFC/ml. *Staphylococus aureus* não foi isolado das amostras de leite pasteurizado, indicando que a pasteurização também foi suficiente para destruir estas bactérias.

TABELA 3
Distribuição percentual das 63 amostras de leite pasteurizado (21 em cada um dos 3 pontos do fluxograma de beneficiamento), segundo a contagem de microrganismos mesófilos e psicrotróficos

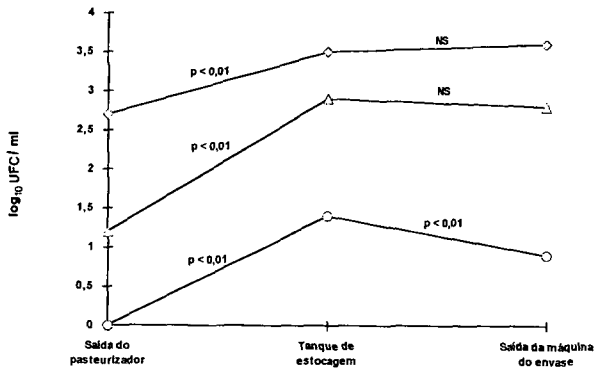
| Contagem de microrganismos UFC/ml | Mesófilos | | | Psicrotróficos | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | SP | TE | SE | SP | TE | SE |
| | % das amostras | | | | | |
| <1 | 0 | 0 | 0 | 71,4 | 23,8 | 52,4 |
| $10^1$ —— $10^2$ | 14,3 | 4,8 | 0 | 23,8 | 38,1 | 28,6 |
| $10^2$ —— $10^3$ | 76,2 | 57,1 | 38,1 | 4,8 | 23,8 | 9,5 |
| $10^3$ —— $10^4$ | 9,5 | 28,6 | 52,4 | 0 | 14,3 | 4,8 |
| $10^4$ —— $10^5$ | 0 | 9,5 | 9,5 | 0 | 0 | 4,7 |

SP - Saída do pasteurizador, TE - Tanque de estocagem do leite pasteurizado; SE - Saída da máquina do envase.

Entretanto, podemos observar que houve um aumento significativo ($p<0,01$) dos microrganismos mesófilos, psicrotróficos e coliformes totais no tanque de estocagem do leite pasteurizado (Figura 1). Este achado revela a ocorrência de recontaminação do leite pasteurizado neste ponto do processo de beneficiamento, que pode ser atribuída às falhas na execução das medidas de higienização dos equipamentos, principalmente porque o resultado da análise microbiológica realizada na água, utilizada neste processo, demonstrou que 60% das 21 amostras apresentaram-se contaminadas por bactérias do grupo coliforme. Associada a esta falha está a inadequada temperatura de conservação do leite pasteurizado no tanque de estocagem, tendo em vista que 53% das amostras apresentaram temperaturas acima de 5,5 °C. Maharia & Gashe (25), estudando as fontes de contaminação do leite em uma planta de processamento, constataram que os números de microrganismos mesófilos aumentaram, de duas a quatro vezes, durante a permanência do leite no tanque de estocagem, sendo este ponto o que mais contribuiu para a recontaminação do produto pasteurizado. Considerando ainda os dados da Figura 1, verifica-se que entre o tanque de estocagem e a saída da máquina do envase, houve uma diminuição dos microrganismos psicrotróficos e coliformes totais, sendo que a redução do primeiro grupo não foi significativa. A redução destes microrganismos, talvez possa ser atribuida à ação antagônica por parte das bactérias lácticas presentes no leite. Uma revisão realizada por Jaspe et al (26), sobre as interações entre a flora láctica e piscrotrófica Gram-negativa do leite (incluindo algumas bactérias coliformes), destaca que as formas de ação recíproca entre ambas populações bacterianas são basicamente de antagonismo, por parte das bactérias lácticas (produção de ácidos orgânicos, água oxigenada e bacteriocinas) e de cooperação, por parte das bactérias psicrotróficas (Gram-negativas (aumento do nitrogênio não caseínico disponível e degradação da água oxigenada).

FIGURA 1

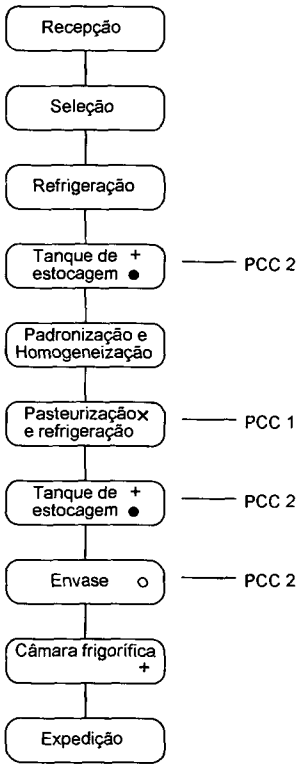
Médias aritméticas das contagens de microrganismos ($\log_{10}$ UFC/ml) mesófilos (◇), psicrotróficos (Δ) e coliformes totais (O), nas 63 amostras de leite pasteurizado obtidas em três pontos do fluxograma de uma usina de beneficiamento. NS - Não significativo. $p<0,01$- Nível de significância no teste de Tukey




Diante dos resultados apresentados podemos comprovar que a consevação do letie cru e pasteurizado nos tanques de estocagem, a pasteurização e o processo de envase do leite pasteurizado são pontos críticos de controle (PCCs) (Figura 2), pois em cada uma destas etapas existe o perigo de ocorrer multiplicação, como foi constatado através das análises microbiológicas.

FIGURA 2

Fluxograma de beneficiamento do leite pasteurizado




CÓDIGO DE LETRAS E SÍMBOLOS :
PCC 1 Ponto crítico de controle-Total
PCC 2 Ponto crítico de controle-Parcial
● Ponto de contaminação importante
o Ponto de contaminação pouco importante
+ Possível multiplicação de microrganismos
× Destruição térmica

No momento da chegada do leite cru à indústria é, imprescindivel uma criteriosa seleção deste produto, devendo o mesmo ser conservado em tanque de estocagem a 5 °C ou menos. Como esta temperatura não é capaz de eliminar o perigo microbiológico, mas paenas reduzí-lo a níveis aceitáveis, evitando a multiplicação da maioria das bactérias patogênicas, a conservação do leite no tanque de estocagem é considerado um ponto crítico de controle parcialmente eficaz (PCC-2). O processo de pasteurização, por sua vez, é um ponto crítico de controle totalmente eficaz (PCC 1) (Figura 2), pois destrói as bactérias patogênicas, eliminando o perigo microbiológico. O conhecimento de que a pasteurização não é capaz de eliminar todas as toxinas, enzimas e esporos microbianos que podem estar presentes no leite cru (7) nos leva a propor outros PCCs

antes e após este tratamento térmico, devendo-se controlar principalmente a temperatura de refrigeração durante a estocagem do produto.

Torna-se evidente que para assegurar a qualidade microbiológica do leite pasteurizado, durante o processamento industrial, é necessário que sejam controlados os perigos microbiológicos em cada PCC através da monitoração da higienização dos equipamentos que entram em contato com o leite, do binômio tempo-temperatura de pasteurização e principalmente da temperatura de conservação nos tanques de um produto de boa qualidade e que não represente um risco para a saúde do consumidor.

## REFERÊNCIAS


1. Holmberg SD & Blake PA. The Staphylococcal food poisoning in the United States. J Amer Med Assoc 1984;251:487-489.
2. Ryan CA, Mickels MK, Hargrett-bean NT et al. Massive outbreak of antimicrobial resistant salmonelosis traced to pasteurized milk. J of Amer Med Assoc 1987; 258: 3269-3274.
3. Gilmour A & Harvey J. Staphylococci in milk and milk products. J Appl Bacteriol (Symposium Supplement) 1990; 69:147s-166s.
4. Nader Filho A, Rossi Jr OD, Martucci R et al. Bacterial analysis of comercial pasteurized type C milk distribuited in town of Jaboticabal - SP (Brazil). Ars Veterinaria 1986:2:262-268.
5. Nader Filho A, Arnaral LA, Rossi Jr OD et al. Características microbiológicas do leite pasteurizado dos tipos A, B e C, comercializados na Cidade de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo. Ars Veterinaria 1990;6:166-172.
6. Nascimento GGF. Condições microbiológicas do leite pasteurizado comericalizado em Piracicaba - SP. Bol Soc BBras Ciênc Tecnol Alimentos 1991;25:13-21.
7. Busani SFB & Oliveira JS. Leite pasteurizado - Sua qualidade desde a fonte de produção. Colet ITAL 1989;19:101-112.
8. Bauman HE. HACCP: Concept, development and application. Food Technol 1990;44:156-158.
9. Munce BA. Hazard Analysis Critical Control Points and the food service industry. Food Technol Australian 1984;36:214-222.
10. Smith JP, Toupin C, Gagnon B et al. A HACCP approach to ensure the microbiological safety of sous vide processed meat/ pasta product. Food Microbiol 1990;7:177-198.
11. Michanie S, Bryan FL, Alvarez P et al. Critical Control Points for foods prepared in households in which babies had salmonellosis. Int J Food Microbiol 1987;5:337-354.
12. Bryan FL, Michanie S, Alvarez P. et al. Critical control points of street-vended foods in the Dominican Republic. J Food Prot 1988;51:373-383.
13. Monge R, Arias ML, Utzinger D. et al. Calidade sanitaria de algunos alimentos distribuidos en servicios de alimentación hospitalarios de Costa Rica. Arch Latinoamer Nutr 1994; 44:164-167.
14. International Commission on Microbiological Specifications for Food (ICMSF). Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos: su aplicación a las industrias de alimentos. Zaragoza, Acribia, 1991;332p.
15. Volonterio AG. Microbiological control of dairy products. Latte 1990;15:743-748.
16. Food and Drug Administration (FDA). Bacteriological Analytical Manual. 7th ed. Washington, Published by Association of Official Agricultural Chemist (AOAC) International, 1992; 529p.
17. International Commission on Microbiological Specifications for foods (ICMSF). Microorganisms in Foods: Their Significance and Methods of Enumeration. 2th ed. Canadá, University of Toronto Press, 1982;434p.
18. Garg SK. Psychrotrophics in milk - A review. Indian J Dairy Sci 1990;43:433-440.
19. Newsome RL. *Staphylococcus aureus*. Food Technol 1988; 42:194-195.
20. Freitas MAQ & Magalhães H. Enterotoxigenicidade de *Staphylococcus aureus* isolados de vacas com mastite. Rev Microbiol 1990;21:315-319.
21. Mossel DAA & García BM. Microbiología de los Alimentos. Zaragoza, Acribia, 1985;373p.
22. Humphrey TT & Hart RJC. *Campylobacter* and *Salmonella* contamination of unpasteurized cow's milk on sale to the public. J Appl Bacteriol 1988;65:463-467.
23. Ogihara H, Arai M, Maeda K et al. Effect of temperature on growth of inoculated food poisoning bacteria in low temperature long time pasteurization milk and milk quality. Bulletin College Agric Vet Med Nihon University 1992;49:151-156.
24. Ministério de Agricultura. Brasil. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). p.81-94, Brasilia, 1980.
25. Mahari T & Gashe BA. A survey of the microflora of raw and pasteurized milk and the sources of contamination in a milk processing plant in Addis Abeba, Ethiopia. J Dairy Res 1990; 57:233-238.
26. Jaspe A, Matías P, Fernández L et al. Revisión: interacciones entre la flora láctica y la flora psicrotrofa Gram-negativa de la leche. Rev Esp Cienc Tecnol Alimentos 1993;33:461-467.


Recibido: 11-09-1996
Aceptado: 27-08-1997