

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
E AGRÍCOLA

Fabricação de "Queijo Branco" visando melhor aproveitamento de leite ácido.

Ariene Gimenes Fernandes
Eng^a de Alimentos

ORIENTADOR:
Prof. Dr. Ihel Schwartz Schneider

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos
e Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, para
obtenção do Título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

F391f

3616/BC

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola

Fabricação de "Queijo Branco" visando melhor aproveitamento
de leite ácido

Ariene Gimenes Fernandes
Engº. de Alimentos

Orientador:

Prof. Dr. Ihriel Schwartz Schneider

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos e
Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, para obten
ção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

1980

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

Para

TRENIDAD

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. José Sâtiro de Oliveira e ao Dr. Ihriel Schwartz Schneider, pela orientação durante a elaboração e redação deste trabalho, respectivamente.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais-EPAMIG - pelo fornecimento do material para realização da fase experimental no Instituto de Laticínios "Cândido Tostes", em Juíz de Fora - MG.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP - pela bolsa de estudos durante o curso de Pós-Graduação.

Aos técnicos Moacir, João e Míriam, bem como aos demais funcionários do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes" pela inestimável colaboração prestada.

À Srta. Carmen Silvia Barros Penteado pela dedicação nos trabalhos de datilografia.

Ao Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL - pela encadernação deste trabalho.

INDICE

	Página
RESUMO	1
SUMMARY	3
1- INTRODUÇÃO	5
2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1- COAGULAÇÃO DO LEITE PARA FABRICAÇÃO DE QUEIJOS	9
2.1.1- Coagulação enzimica	10
2.1.2- Acidificação do leite até o ponto isoe létrico da caseína	14
2.1.2.1- Fermentação láctica	14
2.1.2.2- Adição de ácidos ao leite ou hidrô lise de lactídeos ou de lactonas	15
2.1.3- Precipitação por acidificação direta do leite aquecido	17
2.2- FABRICAÇÃO DE ALGUNS TIPOS DE QUEIJOS POR ACIDIFICAÇÃO DIRETA DO LEITE	20
2.2.1- Generalidades	20
2.2.2- Tipos de queijos	21
2.2.2.1- Queijo "Cheddar"	21
2.2.2.2- Queijo "Azul"	24
2.2.2.3- Queijo "Cottage"	25
2.2.2.4- Mussarela	28
2.2.2.5- Outros queijos	30
2.3- CARACTERIZAÇÃO E FABRICAÇÃO DO "QUEIJO BRANCO LATINO-AMERICANO"	33
2.3.1- Caracterização do "Queijo Branco".....	33
2.3.2- Fabricação do "Queijo Branco"	39
2.3.2.1- Preparo do leite	39
2.3.2.2- Teor de gordura, acidez e qualidade do leite	40
2.3.2.3- Precipitação tradicional	42
2.3.2.3.1- Outros precipitantes do leite..	43
2.3.2.3.2- Ácido acético glacial - sua quantificação	46

	Página
2.3.2.4- Dessora e salga	49
2.3.2.5- Moldagem e Prensagem	50
2.3.2.6- Embalagem e tempo de conservação	51
2.3.2.7- Rendimento	53
2.3.3- Importância do "Queijo Branco" na Amé rica Latina	54
2.4- APROVEITAMENTO INDUSTRIAL DE LEITE ÁCIDO ...	56
3- MATERIAL E MÉTODOS	61
3.1- MATERIAL	61
3.2- MÉTODOS	62
3.2.1- Determinações Analíticas	62
3.2.1.1- Amostragem	62
3.2.1.2- pH	63
3.2.1.3- Acidez	63
3.2.1.4- Densidade do leite	63
3.2.1.5- Gordura	63
3.2.1.6- Umidade	63
3.2.1.7- Extrato seco total	64
3.2.1.8- Gordura na matéria seca	64
3.2.1.9- Proteína	64
3.2.1.10- Cloreto de sódio	64
3.2.1.11- Peroxidase	65
3.2.2- Trabalhos Práticos	65
3.2.2.1- Ensaíos preliminares a nível de laboratório	65
3.2.2.2- Ensaíos a nível de planta piloto.....	67
3.2.2.2.1- Fabricação do "Queijo Branco" com leite de acidez normal (até 19ºD)	67
3.2.2.2.2- Fabricação do "Queijo Branco" com leite acidificado em condi ções controladas	71
3.2.2.2.3- Fabricação do "Queijo Branco" com leite recebido na platafor ma já ácido (naturalmente áci do)	72

	Página
3.2.3- Análise Sensorial	73
4- RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
4.1- ENSAIOS PRELIMINARES, A NÍVEL DE LABO RATÓRIO	75
4.2- ENSAIOS A NÍVEL DE PLANTA PILOTO	79
4.2.1- Fabricação de "Queijo Branco" com lei te normal	79
4.2.2- Fabricação de "Queijo Branco" com lei te acidificado em condições controladas.	86
4.2.3- Fabricação de "Queijo Branco" com lei te recebido na plataforma já ácido (naturalmente ácido)	90
4.3- AVALIAÇÃO SENSORIAL	97
4.4- ASPECTO NUTRICIONAL	100
5- CONCLUSÕES	102
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105

FABRICAÇÃO DE "QUEIJO BRANCO" VISANDO MELHOR APROVEITAMENTO DO LEITE ÁCIDO

RESUMO

"Queijo Branco" é um produto conhecido em diversos países da América Latina, sendo produzido por acidificação direta do leite a uma temperatura de aproximadamente 82°C, usando-se geralmente como acidificante, o ácido acético glacial.

Considerando-se que grande volume de leite ácido chega às plataformas de nossas indústrias de laticínios, o presente trabalho teve como principal objetivo pesquisar o aproveitamento deste leite na fabricação do "Queijo Branco".

Em uma fase preliminar realizamos uma série de experimentos visando definir a tecnologia do "Queijo Branco", uma vez que as informações tecnológicas encontradas na literatura são incompletas e nada existe com relação ao problema no Brasil. Os resultados desta fase mostraram que o produto obtido pelo emprego de leite normal lembrava o queijo tipo Minas. Submetido a um painel de provadores, o "Queijo Branco" elaborado com leite de acidez normal foi bem cotado.

Na fase seguinte pesquisamos o aproveitamento de leite ácido na faixa de 20-30°D e os resultados foram satisfatórios, sendo que o "Queijo Branco" assim obtido, apesar de apresentar uma qualidade ligeiramente inferior

ao obtido com leite normal, foi igualmente bem aceito pela equipe de provadores.

A fabricação do "Queijo Branco" utilizando leite ácido revelou-se promissora e de valor econômico relevante, tendo em vista que 5 a 10 por cento dos leites chegam às usinas com acidez acima de 20ºD, mormente nos meses de verão.

"WHITE CHEESE" MANUFACTURE AIMING A BETTER UTILIZATION
OF ACID MILK

SUMMARY

"White cheese" is a product known in several Latin American countries and produced by direct milk acidification at a temperature of approximately 82°C. Glacial acetic acid is generally used as acidifying agent.

As a large volume of acid milk is delivered at the Brazilian dairy plants, this work had the main objective of researching the utilization of this milk in the manufacture of "White cheese".

In a preliminary phase, we made a series of experiments to define the "White cheese" technology, since a few technological data are found in literature and there is nothing related to the problem in Brazil. The results showed that the product from normal milk was similar to Minas type cheese. The "White cheese" processed with milk at the normal range of acidity was well accepted by the tasting panel.

In a second phase, we researched the utilization of acid milk in the range of 20-30°D and the results seemed to be satisfactory. The "White cheese" produced in that phase was well accepted by the tasting panel, but had a slightly inferior quality when compared to the cheese processed with normal milk.

The utilization of acid milk to produce "White cheese" seemed to be promising and of relevant economic value, considering that a volume of 5 to 10 per cent of whole milk delivered at the dairy plants arrives with a titratable acidity above 200D, mainly in the summer months.

1 - INTRODUÇÃO

Parece-nos bem evidente a importância de se produzir, em países em desenvolvimento e de escassos recursos, alimentos de boa qualidade e de alto teor protéico como é o caso do queijo. Nestas condições e levando-se em conta as inúmeras variedades de queijos existentes, o primeiro requisito para a escolha de um tipo particular de queijo deve ser a simplicidade do processo de fabricação. Além disso o processo deverá apresentar alguma vantagem do ponto de vista tecnológico e econômico, como por exemplo permitir um maior aproveitamento dos componentes do leite bem como a utilização de matéria-prima habitualmente descartada ou mal aproveitada.

O "Queijo Branco" foi escolhido como objeto da presente pesquisa pois o seu processo de fabricação preenche estas três condições básicas, ou seja, simplicidade tecnológica, maior aproveitamento do teor protéico do leite e finalmente a possibilidade de aproveitamento, em sua elaboração, de leite que chega naturalmente ácido às indústrias.

O "Queijo Branco" é obtido por acidificação direta do leite aquecido e não utiliza enzimas ou culturas lácticas. Desta forma, apresenta um processamento mais simples e com maior rendimento relativamente a outros tipos de queijos. Este processo permite maior aproveitamento das proteínas do leite, pois a alta temperatura utilizada na sua elaboração, aproximadamente 82°C, desnatura a maior parte das proteínas séricas que precipitam

juntamente com a caseína quando da adição de ácidos ao leite obtendo-se, desta forma, um produto de conteúdo proteico superior aos queijos tradicionais.

O soro de queijo constitui um importante sub-produto da indústria queijeira, tendo em vista seu volume e sua composição. Sua fração protéica, apesar de constituir apenas 15 a 20% do total das proteínas do leite, apresenta excelente matéria-prima de elevado valor nutricional, razão pela qual se tem pesquisado, cada vez mais, novas técnicas para o seu aproveitamento.

Um dos processos de maior viabilidade prática para o aproveitamento das proteínas séricas é constituído pelo emprego do calor como agente de desnaturação seguido de acidificação direta com a finalidade de precipitar as proteínas desnaturadas. A seguir estas proteínas são separadas por decantação ou centrifugação, sendo utilizadas na alimentação animal ou como ingrediente em produtos para alimentação infantil ou dietéticos, podendo mesmo ser reincorporadas a certos tipos de queijos.

Uma outra consideração a ser feita, refere-se ao problema representado pelo grande volume de leite naturalmente acidificado que chega frequentemente às plataformas das indústrias brasileiras de laticínios. Como no Brasil o verão coincide com o período de maior safra de leite é nesta época, principalmente, que uma significativa porcentagem da produção deixa de seguir as linhas normais de processamento por excesso de acidez. Na maioria das vezes aproveita-se apenas o creme para a fabricação de manteiga,

desprezando-se o leite ácido. Isto acarreta grandes prejuízos tanto ao industrial como ao produtor de leite, o que, em última análise, se reflete sobre o custo do produto colocado no mercado e que prejudica diretamente o consumidor.

Uma das possíveis alternativas para melhor uso do leite ácido seria a fabricação do "Queijo Branco", que é fabricado em muitos países da América Latina. A comprovada importância econômica e nutricional deste produto evidencia a necessidade de aplicação de princípios científicos mais corretos ao processamento eliminando-se, desta forma, o empirismo que ainda o caracteriza atualmente.

Isto só será possível através a realização de pesquisas básicas para o aperfeiçoamento de sua tecnologia de fabricação, visando melhorar, sobretudo, o rendimento, o sabor, a textura e o tempo de conservação deste queijo. As modificações tecnológicas advindas destes estudos permitirão imprimir qualidades uniformes ao queijo, caracterizando-o, desta forma, perante o consumidor.

Este queijo de características ainda não bem definidas entre nós, apresenta bom potencial de mercado para consumo "in natura", ou então como ingrediente de vários outros produtos alimentícios.

Nos países em que este queijo já é de uso comum, ele é utilizado em pratos quentes ou acompanhando compotas e doces de frutas e pode ser ralado para ser usado em pizzas substituindo parcialmente a mussarela. Além disso, apresenta economia substancial quando utilizado em processamento de queijo fundido, devido ao maior rendimento e

ã eliminação dos custos de maturação. Por outro lado, pode ser aromatizado com cebola e alho, cominho ou pimentas, o que aumenta a sua apetecibilidade tornando-o adequado para ser cortado em cubos e servido como aperitivo, frito ou não, ou em saladas.

Segundo as fontes por nós pesquisadas, no Brasil não se consome nem se fabrica ainda o "Queijo Branco" não obstante poder ser, até certo ponto, comparado com o queijo tipo Minas.

Considerando-se os aspectos mencionados, o presente trabalho visa, como objetivos principais:

- a) estudar a viabilidade do aproveitamento do leite naturalmente ácido na produção do "Queijo Branco";
- b) estudar a padronização do processo e caracterização deste tipo de queijo;
- c) comprovar a aceitação do produto pelo consumidor brasileiro, e
- d) adequar o processo de fabricação às condições da indústria brasileira de laticínios.

Desta forma se pretende obter, através de um processamento simples e barato, um produto que, por certo, poderá ter boa aceitação no mercado brasileiro.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1- COAGULAÇÃO DO LEITE PARA FABRICAÇÃO DE QUEIJOS

O queijo é um dos melhores alimentos do homem não somente devido ao seu alto valor nutritivo (proteínas, matéria graxa, cálcio e fósforo), como também à grande variedade de tipos existentes. Os queijos representam uma forma de conservação dos componentes insolúveis do leite, sendo obtidos pela coagulação deste seguida de dessoragem, que consiste em separar o lacto-soro da coalhada formada. Este soro contém a maior parte da água de constituição e dos compostos solúveis do leite, ao passo que a coalhada retém apenas uma pequena parte destes componentes (2).

O método de coagulação pode influir nas características físicas, químicas e organolépticas do coágulo obtido, interferindo também na composição do lacto-soro. Assim é que o tipo de coagulação empregado no processamento de queijos, constitui um dos parâmetros passíveis de serem controlados visando a obtenção de diferentes características no produto final.

A coagulação do leite pode ocorrer principalmente de três maneiras distintas:

2.1.1- Coagulação enzimática utilizando normalmente renina, e que origina um gel de fosfoparacaseinato.

2.1.2- Acidificação do leite até o ponto isoelétrico da caseína (pH 4,6), obtida através de fermentação

lática; de adição de ácidos ao leite; ou de hi
drólise de lactídeos ou de lactonas.

2.1.3- Acidificação direta do leite aquecido a 80-90°C.

2.1.1- Coagulação enzimica

De acordo com PHELAN (66) a coagulação enzimica do leite é resultante do agrupamento, na presença de íons cálcio, das micelas de caseína instabilizadas pela renina.

ALAIS (2) observa duas diferenças básicas quanto ao tipo de coágulo formado após adição de renina ao lei
te. Por um lado, forma-se um coágulo homogêneo, engloban
do toda a fase aquosa do leite, desde que este permaneça em repouso e em temperatura de 20 a 40°C. Por outro lado, se o leite for agitado, a coagulação se efetua em flocos.

Segundo WHITAKER (89) nem todas as enzimas pro
teolíticas são apropriadas para coagular o leite na produ
ção de queijos, visto como a maioria das enzimas proteo
líticas continua a hidrolisar as ligações peptídicas em
todas as caseínas, mesmo após a coagulação. Esta proteól
se origina peptídeos de gosto amargo além de enfraquecer
o coágulo ou mesmo dissolvê-lo se a reação for continuada.
Os fatores a serem considerados na escolha da enzima uti
lizada para produzir queijos são, principalmente, a rela
ção entre suas atividades coagulante e proteolítica e sua
incapacidade de produzir peptídeos do gosto amargo, mesmo
após meses de estocagem. Quanto mais elevada for a

relação entre as atividades coagulante e proteolítica, melhor será a enzima. Poucas enzimas se equiparam em termos de aceitabilidade à renina, podendo-se citar, todavia, a pepsina suína e duas proteinases fúngicas produzidas por *Endothia parasitica* e *Mucor pusillus*, como passíveis de utilização.

De acordo com JOLLÈS (38) os dois principais fatores no processo de coagulação enzimica do leite são a κ -caseína (substrato) e a renina (enzima). Segundo o mesmo autor, a caseína isoelétrica não é uma proteína simples, mas sim um grupo heterogêneo de fosfoproteínas precipitadas do leite desnatado a pH 4,6 e a 20°C. As frações maiores foram designadas por MELANDER (58) por ordem de crescente de suas mobilidades eletroforéticas como α , β e γ -caseínas. Para THOMPSON et al. (85), a α -caseína constitui um complexo contendo α_s , κ e λ -caseínas. Além disto, ALAIS e JOLLÈS (2, 38) consideram os componentes da caseína divididos em dois grupos - um insolúvel e outro solúvel na presença de Ca^{+2} . As caseínas α_s e β são insolúveis na presença de 0,03M Ca^{+2} à temperatura ambiente, ao passo que a κ -caseína é solúvel. Além de constituir o substrato específico para a renina, a κ -caseína também estabiliza as outras caseínas frente ao cálcio incluindo-as em um complexo solúvel.

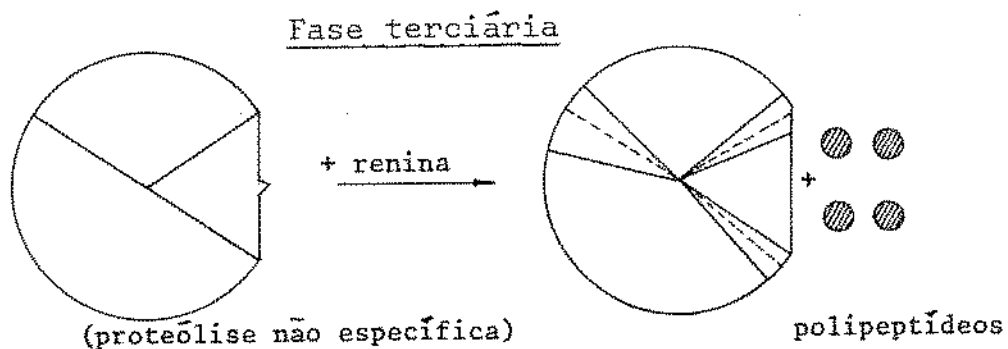
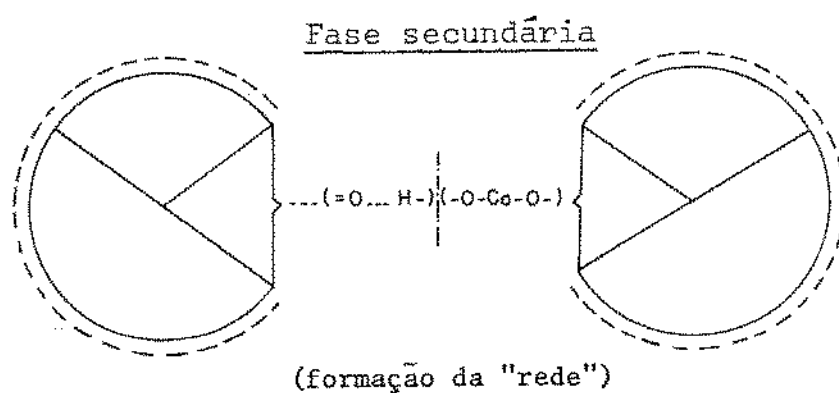
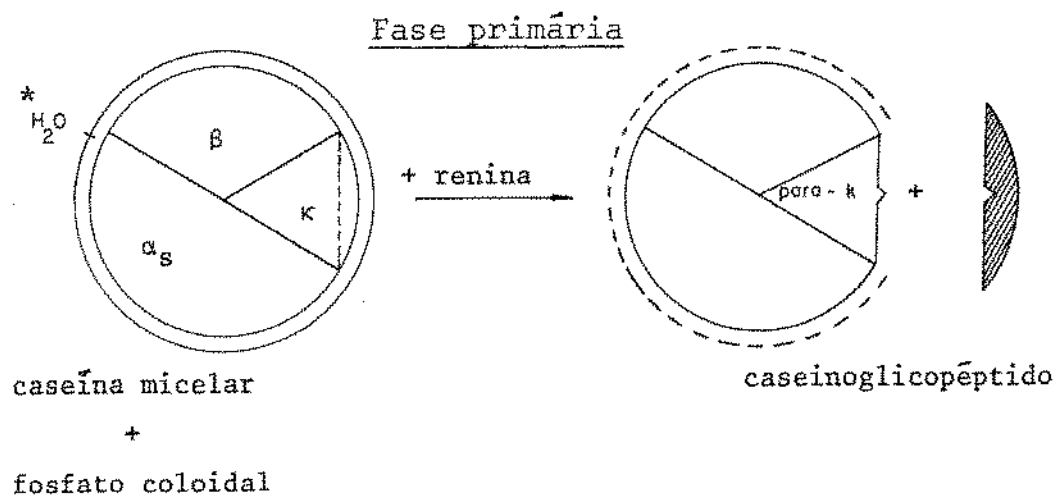
De acordo com ALAIS, JOLLÈS e WEBB & JOHNSON (2, 38, 87) o processo de coagulação enzimica ocorre em três fases. Durante a fase primária ocorre uma proteólise limitada e específica com o rompimento da ligação peptídica,

bastante lábil, entre fenil-alanina e metionina da κ -caseína, originando peptídeos e para- κ -caseína. Já na fase secundária forma-se um coágulo fibrilar, pois a hidrólise anterior destrói a capacidade que tem a κ -caseína de estabilizar as micelãs de caseína frente ao cálcio. As micelas instabilizadas juntam-se, e a seguir, aparece a sinérese do soro. A presença de lactose, proteínas séricas e gordura é devida ao mecanismo de oclusão mecânica pelo coágulo. Finalmente, na fase terciária todos os componentes da caseína sofrem hidrólise lenta.

Para ilustrar este processo ALAIS (3) apresenta um esquema um tanto simples, porém esclarecedor, das três fases da coagulação do leite pela renina (A).

A presença de cálcio não é requerida na reação enzimática (primária), e a velocidade da reação aumenta com o aumento da temperatura até 42,5°C (2) e decresce quando o pH aumenta de 5,5 a 6,7 (62). BERRIDGE (9) menciona que as duas reações, fase primária e secundária, podem ser separadas devido ao coeficiente de temperatura relativamente alto desta última. A fase secundária ocorre quase imediatamente após a fase primária desde que a temperatura do meio seja maior ou igual a 30°C. Em temperaturas bem mais baixas (de 15 até 0°C), a fase primária ainda se dá em velocidade apreciável, ao passo que a fase secundária pode ser detida indefinidamente. Esse fato tem sido utilizado como fundamento em muitos processos de fabricação de queijos.

A - Esquema proposto por ALAIS (3) da coagulação enzimática do leite.



* H_2O = água ligada às proteínas

2.1.2- Acidificação do leite até o ponto isoelétrico da caseína

2.1.2.1- Fermentação láctica

A acidificação do leite através de fermentação láctica é causada pelo ácido láctico resultante do metabolismo da lactose, que pode ser efetuado por microrganismos da flora habitual do leite ou então por fermentos lácticos selecionados que se lhe adicionam. Esse desenvolvimento de acidez provoca ruptura das micelas, sem contudo hidrolisar as ligações peptídicas das caseínas, que precipitam totalmente no seu ponto isoelétrico. Quando a fermentação láctica se desenvolve progressivamente no leite, tem-se a formação de um coágulo homogêneo em forma de gel. Segundo ALAIS (2) isto ocorre quando o pH do leite atinge um valor de 4,7. Para WEBB & JOHNSON (87), todavia, o ponto isoelétrico das caseínas é definido eletroforeticamente como sendo 4,6.

O mecanismo da coagulação ácida proposto por ALAIS (2), implica em decomposição dupla do fosfocaseinato de cálcio presente no leite, com solubilização progressiva do cálcio coloidal. Deste modo, a caseína isoelétrica se apresenta completamente desprovida de cálcio contendo somente fósforo protéico (fosfoserina). A seguir transcrevemos aquilo que ALAIS (2) apresenta como sendo o mecanismo da coagulação do leite, pela fermentação láctica:

glucônico por hidrólise, cuja velocidade é proporcional à temperatura do meio. A hidrólise e consequente liberação de ácido devem ocorrer em uma velocidade comparável à formação de ácido por culturas de microrganismos, promovendo acidificação lenta do leite (2, 52, 57, 69).

Antes de encerrarmos a discussão sobre os processos de coagulação enzimica e acidificação do leite até o ponto isoelétrico da caseína, parece-nos conveniente tecer algumas considerações sobre os efeitos práticos dos dois processos sobre o coágulo formado. Assim é que o coágulo produzido pela renina apresenta considerável elasticidade, contrai-se eliminando o soro presente e a retração da massa aumenta com o desenvolvimento da acidez. Já o coágulo formado somente pela ação do ácido não é elástico, apresentando-se gelatinoso e frágil e tende a fragmentar-se mais e contrair-se menos do que o enzimico (87). Segundo OGILVY ainda (63), o coágulo ácido dessora rapidamente apresentando acidez elevada e textura granulosa.

De acordo com ALAIS (2), o coágulo enzimico engloba a maior parte da gordura e dos sais insolúveis do leite, ao passo que, no coágulo formado por acidificação do leite por fermentação láctica, estes sais são solubilizados pelo ácido e se perdem no soro. Para o autor, esta desmineralização é a principal diferença entre a caseína precipitada por acidificação natural e o paracaseinato de cálcio formado na coagulação enzimica. Sendo assim, quando se dispersa o coágulo em um líquido, não se encontram as micelas esféricas que são observadas no coágulo enzimico, pois a estrutura micelar foi destruída.

2.1.3- Precipitação por acidificação direta do leite aquecido

De acordo com ALAIS (2), os efeitos da acidez e do calor sobre as proteínas do leite se somam, ocorrendo um aumento do ponto isoelétrico das caseínas com a elevação da temperatura do leite, resultando em um valor denominado ponto isoelétrico aparente. Este efeito pode ser observado, por exemplo, com a precipitação das proteínas do leite às temperaturas de esterilização quando se diminui, de apenas alguns décimos, o valor do pH do leite. De acordo com SIAPANTAS e KOSIKOWSKI (45, 81), a coagulação completa das proteínas do leite aquecido, depende das forças ativas de coesão, adesão e hidratação aplicadas às partículas protéicas, o que é bastante influenciado pela quantidade de ácido adicionada. Por outro lado, com a elevação da temperatura, a carga elétrica líquida da proteína é reduzida e o sistema atinge o equilíbrio final quando as proteínas do leite precipitam. Além disto, quando a temperatura do leite é alta, ocorre um aumento na taxa de colisão das partículas, o que facilita a precipitação do coágulo.

ALAIS (2) considera que o aumento do ponto isoelétrico das caseínas com o aquecimento do leite é presumivelmente devido à associação das caseínas com as proteínas do soro. Assim é que a acidificação do leite aquecido, processo por nós estudado na elaboração de "Queijo Branco", resulta num precipitado de caseínas e proteínas desnaturadas

do soro com formação de flocos ou grãos, ao invés do gel homogêneo formado por fermentação láctica ou pela ação da renina.

Quando as proteínas séricas são desnaturadas pelo calor, sua solubilidade nos valores de pH correspondentes à região isoelétrica, é grandemente diminuída (84). Não se observa, no entanto, a sua floculação no leite aquecido, devido ao efeito estabilizador exercido por interações entre as proteínas solúveis e as caseínas (2). No entanto, quando o leite que foi aquecido até desnaturação das proteínas do soro é acidificado até o ponto isoelétrico, ocorre uma precipitação conjunta destas proteínas e da caseína (84), o mesmo acontecendo se tal leite for coagulado pela renina (2).

As proteínas do soro, ou proteínas solúveis do leite, constituem cerca de 0,6% do leite ou quase 20% do total de suas proteínas. O aproveitamento destas mediante sua incorporação ao chamado "Queijo Branco" constitui uma grande vantagem, tanto do ponto de vista econômico como do ponto de vista de nutrição. Isto porque esta fração proteica engloba em sua composição lactoglobulina, lactoalbumina e é rica em cistina, aminoácido limitante da caseína.

A composição da fração proteica do soro, determinada através de análises eletroforéticas, é constituída por cerca de 55% de β -lactoglobulina, 12% de α -lactalbumina e 10% de proteose-peptona. A composição destas proteínas é sujeita a variação mais marcante do que aquela da caseína, particularmente no que respeita às fases do ciclo de lactação (87).

As proteínas do soro são solúveis em todos os valores de pH, e não se apresentam associadas às caseínas. A ocorrência de mudanças nestas duas propriedades indica sua desnaturação (60). O calor é um dos principais agentes de desnaturação destas proteínas, sendo que o aquecimento do leite a temperaturas iguais ou superiores a 70°C provoca variação nas suas principais propriedades (31). As proteínas do soro diferem quanto à sensibilidade térmica e LARSON e ROLLERI (48), em estudos realizados com leite desnatado, constataram que as imunoglobulinas são as primeiras a serem completamente desnaturadas a 70°C, e que a α -lactoalbumina é a mais resistente não sendo completamente desnaturada em temperaturas abaixo de 91°C.

O aquecimento do leite a 70°C por 30 minutos desnatura 89% das imunoglobulinas, 52% das soro-albuminas, 32% de β -lactoglobulina e 6% da α -lactoalbumina. A proteose-peptona não sofre desnaturação térmica até os 100°C (2, 47).

Pela ação do calor, são rompidos os enlaces que asseguram as estruturas secundária e terciária das moléculas, sendo que o rearranjo das moléculas desnaturadas provoca a insolubilização das proteínas. Deste modo, o lacto-soro se empobrece em proteína na razão direta do grau de desnaturação térmica (19, 31, 60). Como as proteínas do soro são ricas em cistina (1,9 a 6,5%), a deficiência das caseínas neste aminoácido é corrigida com o fenômeno da coprecipitação (1, 2).

2.2- FABRICAÇÃO DE ALGUNS TIPOS DE QUEIJOS POR ACIDIFICAÇÃO DIRETA DO LEITE

2.2.1- Generalidades

Muitos pesquisadores já consideraram as vantagens que a acidificação direta do leite pode oferecer, comparativamente aos métodos tradicionais de fermentação bacteriana, na fabricação de produtos lácteos acidificados. Dentre estas vantagens pode mencionar-se a eliminação dos gastos com manutenção e reprodução das culturas, maior uniformidade de produção, bem como melhores características de conservação do produto. Além destas vantagens, pode citar-se ainda a eliminação dos riscos de contaminação do fermento por bacteriófagos, bem como dos problemas devidos à frequente presença de antibióticos no próprio leite. O uso de métodos de acidificação direta possibilita ainda automatizar o processo de fabricação, convertendo-o em operação contínua, o que não deixa de ser uma grande vantagem. Por estas razões, tem-se notado interesse tanto por parte de Centros de Pesquisa, como por diversos pesquisadores, no desenvolvimento de alternativas químicas e/ou bioquímicas para o processo de fermentação de produtos lácteos (52, 69).

Segundo KOSIKOWSKI (45), a acidificação direta é tradicionalmente utilizada na obtenção de diversos queijos do tipo frescal, como é o caso da ricota, que é feita a partir de leite integral, semi-desnatado ou

desnatado aquecido a 88°C e acidificado até pH 5,0 com ácido lático, acético ou cítrico. O coágulo resultante incorpora ar, ocorrendo a flotação da massa no soro, de onde esta é retirada com peneira sendo, a seguir, moldada.

É bem compreensível que o interesse pela acidificação direta tenha se manifestado primeiramente para tipos de queijos simples e não maturados. O uso de ácido clorídrico para produção de queijo "Cottage", por exemplo, parece ter se iniciado em 1909, sendo seguido por uma série de estudos com resultados geralmente pouco satisfatórios (12, 22, 54). No entanto, o primeiro estudo em base científica sobre o uso de acidificação direta foi feito com queijo "Cheddar" (54), visando determinar o desenvolvimento de sabor em queijos obtidos sem a utilização de culturas lácticas.

2.2.2- Tipos de queijos

2.2.2.1- Queijo "Cheddar"

A fabricação do queijo "Cheddar" apresenta uma série de dificuldades mesmo quando realizada pelo método tradicional de acidificação biológica, pois o corpo e a textura da massa são quase tão importantes quanto o sabor. Por outro lado, o desenvolvimento do sabor característico exige longo período de maturação, o que pode facilitar o aparecimento de sabores estranhos. Sendo assim, é necessário controlar a formação do ácido lático a fim de que

a massa resultante apresente as características requeridas para que a maturação ocorra normalmente (44, 64).

MABBITT e col. (54), estudando métodos de acidificação direta na fabricação de queijo "Cheddar", acharam que a utilização de ácido clorídrico ou acético pode ser melhor adequada quando o leite apresenta o pH reduzido a 5,5 e, a seguir, é adicionado de D-glucono-delta-lactona (GDL). Isto permite continuar o processo de redução até pH 5,2, visto como a GDL produz ácido glucônico por hidrólise em meio aquoso. O coágulo de melhor qualidade foi obtido quando o pH do leite era primeiramente reduzido para 6,4 com ácido clorídrico 12% (1,4ml/l leite) e, a seguir, para 6,0 com 7,0g de GDL/l leite. Após a coagulação, e durante a salga, eram adicionados mais 25g GDL/Kg de coágulo, reduzindo-se assim o pH até 5,2. Para estes autores, a produção de ácido dentro das partículas de coágulo, provocada pelo uso de GDL, é indispensável para se obter sinérese adequada e massa de boa qualidade. O queijo assim obtido apresentava corpo e textura adequados, mas sem o sabor típico do queijo "Cheddar", que não se desenvolveu mesmo com a adição de microrganismos selecionados (*L. casei* ou *L. casei* + *L. brevis*). Deste modo, os autores concluíram da necessidade de se dar maior ênfase à maiores pesquisas sobre a naturação do queijo "Cheddar".

Diversos autores utilizaram o método de MABBITT e col. (54) em seus estudos sobre acidificação direta, adicionando diversos tipos de culturas de microrganismos para auxiliar a maturação (51, 55, 56, 71, 72).

O'KEEFFE e col. (64) modificaram o processo de MABBITT e col. (54), primeiramente acidificando o leite até pH 6,5 com ácido lático concentrado, e adicionando ácido clorídrico à mistura de soro e coágulo logo após o corte, de modo a simular a queda de pH pelo método padrão. Após a dessoragem completa eram adicionados 18g de GDL/450g de coágulo, para reduzir o pH a 5,3. Além disto, adicionavam-se mais 3g de GDL/450g de coágulo durante a salga, para cada 0,1 unidades de pH que se desejava diminuir.

BRENE, PRICE e ERNSTROM (12) estudaram as variações da composição do queijo "Cheddar" fabricado pelo método tradicional, utilizando os resultados da pesquisa para desenvolver um método de acidificação direta. Neste processo, o leite era acidificado a pH 5,4 ou 5,6 com ácido lático, adicionando-se renina e deixando-se em repouso para coagular. Após o corte aquecia-se a 39-42°C. Em virtude do desenvolvimento de sabores estranhos no queijo, adicionava-se 0,5; 1,0 ou 2,0% de cultura láctica ao leite antes da coagulação, para baixar o pH a 5,2, controlar o desenvolvimento de microrganismos e contribuir para o sabor. Os melhores resultados foram obtidos porém com 2% de cultura láctica, pH 5,6 na coagulação e aquecimento a 39°C. Os autores consideram o método particularmente adequado para a produção, em escala industrial, do coágulo utilizado como matéria-prima na fabricação de queijo fundido.

2.2.2.2- Queijo "Azul"

Todos os queijos classificados como "Azuis" apresentam características bem definidas de sabor e odor, apresentando, portanto, um processo difícil de ser simulado. No entanto, encontram-se na literatura diversos trabalhos citando o emprego de meios químicos para coagular o leite na fabricação de queijos "Azuis". SHEHATA e OLSON (78) estudaram a influência de vários parâmetros tecnológicos (tipo de ácido ou agente acidulante, pH e temperatura de coagulação, temperatura de aquecimento), sobre as propriedades finais do queijo "Azul". O processo mais adequado consistiu em acidificar o leite a 4,49°C até pH 5,6 com ácido clorídrico, aquecer a 30°C, adicionar 0,5% de cultura láctica e 50ml de coalho/454 Kg de leite. A seguir, era feito o corte da massa e aquecia-se a 36,5°C, deixando-se em repouso por 45 minutos. A partir daí, o processo empregado seguia o método tradicional. O objetivo da adição do fermento não foi o desenvolvimento de ácido, mas sim evitar fermentações indesejáveis e, posteriormente, desenvolver sabor durante o período de cura. Segundo estes autores, o queijo assim obtido apresentava características de sabor, corpo e textura semelhantes ao produto tradicional.

Em publicação posterior, SHEHATA e col. (79) recomendam o uso de ácido fosfórico ao invés de ácido clorídrico, para produção de queijo "Azul" e mussarela, pois desta forma se obtém um coágulo menos úmido e, portanto, mais firme e com maior teor de cálcio. A relação entre

firmeza do coágulo e teor de umidade do queijo indica que as espécies aniônicas de ácido influenciam o nível de solvatação da proteína, o qual fixa o grau de firmeza do queijo. O maior teor de cálcio é provavelmente devido à coprecipitação do fosfato de cálcio com a proteína do leite. Já os ácidos láctico e cítrico não são considerados apropriados para fabricar estes dois tipos de queijos.

2.2.2.3- Queijo "Cottage"

DEANE e HAMMOND (22) investigaram diversos agentes acidulantes para a fabricação do queijo "Cottage", e encontraram dois compostos satisfatórios para a coagulação e produção de ácido no leite: o meso-lactídeo (ML) e a D-glucono-delta-lactona (GDL). Tais compostos produzem um coágulo uniforme e adequado para a fabricação do queijo "Cottage". Segundo estes autores, quando se utiliza o ML, deve-se adicionar 0,02% de cloreto de cálcio para que a dessoragem não seja prejudicada. Quando se utiliza cerca de 8,8% de ML e 12,3% de GDL em relação ao peso dos sólidos desengordurados do leite, obtém-se pH de aproximadamente 4,6. O queijo "Cottage" assim elaborado, tem aparência similar ao produzido por fermentos lácticos, apresentando sabor agradável e suave. Os autores sugerem o uso de creme fermentado por bactérias lácticas ou a adição de fermento destilado, para melhor acentuar o sabor do produto.

McNURLIN e ERNSTROM (57) descrevem sucintamente um método de obtenção de queijo "Cottage" por acidificação direta, em que se adiciona ácido clorídrico ou lático ao leite desnatado mantido a 5°C, para reduzir o pH ao valor ótimo de 4,5. A seguir, aquece-se o leite a 21°C, sem agitação, utilizando-se resistência elétrica. Em publicação posterior o método foi descrito mais detalhadamente por ERNSTROM (24, 25).

ERNSTROM e KALE (26) citam o registro de várias patentes para a fabricação de queijo "Cottage" por acidificação direta:

- a) Coagulação com renina, do leite frio acidificado (4,4°C/pH 4,5) seguida de corte e aquecimento como no método tradicional.
- b) Acidificação do leite quente até pH 5,1, com "ácido padrão alimentar", seguida de acidificação final até pH 4,5 com GDL.
- c) Acidificação até pH 4,6 a 4°C, seguida de aquecimento sem agitação, por meio de resistência elétrica ou por fluxo sem turbulência em tubulação com camisa de água quente (46).

Além disso, esses autores fornecem o fluxograma para produção industrial de queijo "Cottage", por meio de acidificação direta com produção de aproximadamente 935Kg de queijo/h, a partir de leite com 9% de sólidos, com tempo médio de 35 minutos por processamento.

Um outro método utilizado industrialmente para produção do queijo "Cottage" por acidificação direta se encontra detalhado por ANONYMOUS (4). Segundo este, o pH do leite desnatado e resfriado a 5°C é ajustado a 5,0-5,05 com ácido láctico ou fosfórico, aquecendo-se, a seguir, a 31°C em tanque com camisa de vapor. A coagulação é conseguida pela adição de solução de GDL até que o pH atinja 4,7. O leite assim tratado permanece em repouso por 60-70 min. e o gel resultante é processado de maneira convencional. Pode-se obter um queijo com pH 5,0-5,1, adicionando-se ao coágulo, creme acidificado artificialmente até pH 5,5. Segundo os dados da literatura, o produto assim obtido apresenta melhores propriedades de conservação, além de ter as mesmas características organolépticas do queijo "Cottage" tradicional.

De acordo com BORN e MUCK (11), o queijo "Cottage" obtido por acidificação direta apresenta aceitabilidade ligeiramente menor do que o produto convencional, quando submetido a testes de aceitação pelo consumidor. ERNSTROM e KALE (26) sugerem que a aceitabilidade pode ser umentada fazendo-se a pré-maturação do leite com cultura lácica até pH 5,5. Isto seria feito antes do uso de ácido clorídrico para reduzir o pH do leite resfriado a 4°C, para 4,6. Entretanto, este procedimento parece anular as vantagens da acidificação direta.

Segundo GERSON (30), a indústria de laticínios tem sido bastante receptiva ao uso da acidificação direta na fabricação do queijo "Cottage", o que representa boas

perspectivas para o futuro, já que esta indústria é uma das mais conservadoras na área de alimentos. Para este autor, a qualidade do produto final e sua boa aceitação por parte dos consumidores, são os principais responsáveis pelo êxito alcançado pelo método de acidificação direta.

2.2.2.4- Mussarela

A mussarela é normalmente um tipo de queijo não maturado, com sabor ácido e boas características de elasticidade e de filatura. KOSIKOWSKI (41, 45) descreve o método tradicional de fabricação da mussarela, que por ser um tipo de queijo não maturado e suave, presta-se bem à introdução de acidificação direta em seu processamento. BREENE, PRICE e ERNSTROM (13) estenderam seus estudos preliminares com queijo "Cheddar" para a mussarela, acidificando leite integral ou semi-desnatado, resfriado a 5°C e usualmente homogeneizado com ácido acético, clorídrico ou lático, até pH 5,6. A seguir, o leite era aquecido a 37°C e adicionado de aproximadamente 1ml de renina/45,45Kg de matéria-prima. Após o corte, a massa permanecia por 80 min. a 37°C, sendo então aquecida a 49°C em 4 min., dessorada, moldada e os queijos colocados em salmoura. O produto assim obtido era satisfatório, sendo que o pH muito embora ligeiramente mais elevado que aquele do produto tradicional não acarretou problemas. O processo não utiliza culturas lácticas.

LARSON e col. (49, 50) utilizaram agitação contínua durante a coagulação do leite acidificado a fim de obter partículas irregulares de coágulo. Esta modificação no processo de acidificação direta também resultou em um produto com características satisfatórias, o que sugere boas possibilidades de introduzir métodos de produção contínua e mecanizada.

Segundo SHEHATA e col. (79), o ácido láctico produz queijo muito úmido, ao passo que com os ácidos clorídrico e fosfórico, os queijos obtidos apresentam características satisfatórias e semelhantes. Acresce ainda que o ácido fosfórico promove maior retenção de cálcio na massa, aumentando assim o rendimento do processo, o que é confirmado por QUARNE e col. (68). KELLER e col. (39) realizaram um estudo levando em conta várias características do queijo, confirmando também as vantagens do ácido fosfórico, além de concluírem que os ácidos orgânicos polivalentes geralmente dão piores resultados.

Para KOSIKOWSKI (45), a acidificação direta do leite para fabricação da mussarela tem sido utilizada há muito tempo, sendo que, em 1956, foi aprovado legalmente o uso de fermentos ou ácidos comestíveis no Estado de Nova Iorque. Os ácidos mais comumente utilizados são os acético, láctico, cítrico e clorídrico, obtendo-se na coagulação, pH ótimo de 5,5 a 5,6. De acordo com este autor, algumas fábricas utilizam mais frequentemente o ácido acético ou mesmo vinagre em substituição ao desenvolvimento do ácido láctico por fermentação, devido à maior facilidade de

alcançar o pH ótimo e de controlar a filatura da massa. Algumas fábricas utilizam ainda o sistema misto combinando ácido acético e fermento láctico para coagular o leite. Ainda segundo KOSIKOWSKI, a textura e a umidade do queijo obtido por acidificação direta variam com os acidulantes utilizados e o ácido fosfórico produz queijo com corpo mais firme e seco, enquanto que o ácido láctico leva à obtenção do queijo mais macio e úmido, confirmando o que já foi citado na literatura (39, 68, 79). As características intermediárias são obtidas com o uso dos ácidos clorídrico e cítrico (45).

Já MICKETTS e OLSON (59) concluíram que o aparecimento de amargor em queijos com baixos valores de pH pode ser evitado pelo uso de quantidades menores de renina.

2.2.2.5- Outros queijos

Apesar das inúmeras possibilidades de aplicação da acidificação direta, são poucas as pesquisas realizadas com outras variedades de queijos, mesmo daquelas não maturadas e de sabor suave. De um modo geral, as dificuldades de se obter, por meio de acidificação direta, um produto semelhante ao tradicional aumentam com a complexidade do processo de fabricação e das características do queijo, tais como, sabor, textura e presença de "olhaduras".

No Brasil já existe algum interesse nesta área de pesquisa, principalmente no que se refere aos queijos do tipo "frescal". Assim é, que CAMPOS e col. (15), em estudo

recente, opinam ser perfeitamente viável acidificar-se diretamente o leite para a fabricação de queijos não curados, como requeijão, mussarela e "Minas Frescal", utilizando-se ácido láctico ao invés da tradicional fermentação bacteriana da lactose. Segundo estes autores, os queijos obtidos por acidificação direta apresentaram as mesmas características físicas e organolépticas do queijo padrão, sendo que o processo modificado revelou maior repetibilidade de resultados permitindo, deste modo, maior facilidade de padronização. Este processo não requer equipamentos especiais, sendo mais rápido e econômico por apresentar maior rendimento em relação ao método padrão. Além disto, a flora microbiana dos queijos não curados, obtidos com ácido láctico, foi qualitativamente igual à do queijo padrão, podendo ser controlada do ponto de vista quantitativo, através do controle do nível de acidez, o que confere maior durabilidade ao produto.

WOLFSCHOON e col. (92) referem o uso de acidificação direta para fabricar o queijo tipo "Minas Frescal", informando ainda que diversas fábricas do sul do Estado de Minas Gerais já utilizam o ácido láctico comercial ao invés do fermento láctico, comumente empregado na fabricação deste tipo de queijo. Face ao exposto, os autores estudaram este processo não convencional, tendo observado um aumento de rendimento, bem como maior durabilidade do produto em relação ao queijo padrão que apresentou maior acidez e textura mais frágil. Por outro lado, estes autores consideram a acidificação direta mais vantajosa do

ponto de vista higiênico e operacional, visto como são eliminadas as operações para o preparo do fermento, há diminuição da mão-de-obra, e praticamente se elimina o risco de contaminação por coliformes, através do próprio fermento.

Outros tipos de queijos que tem despertado grande interesse no mundo científico são aqueles que utilizam o princípio da precipitação ácida das proteínas do leite aquecido, sem o uso da renina. A combinação dos dois fatores, acidificação do meio (pH 6,0-5,4) e alta temperatura (80-90°C), permite um maior rendimento do processo devido à coprecipitação das proteínas séricas com a caseína, como também à maior retenção de umidade no queijo. Neste tipo de processamento estão incluídos, principalmente, os "Queijos Brancos Latino-Americanos", o queijo "Impastata" e a ricota feita a partir de leite integral ou semi-desnatado. A fabricação destes queijos ainda se constitui numa arte, devido principalmente às características particulares do coágulo a ser obtido. A estrutura do coágulo, especialmente para ricota, deve ser frágil e macia, portanto o pH do leite deve ser tal que permita acelerar a precipitação e, ao mesmo tempo, obter um coágulo macio. Para tanto o precipitado deve ter pH aproximadamente igual a 5,4 (18, 40, 41, 42, 45, 75, 80, 81, 84, 91).

Outra tecnologia pela associação de calor e ácido foi sugerida por FERNANDES e col. (27), que desenvolveram um processo de fabricação de requeijão cremoso utilizando como matéria-prima a massa obtida pela precipitação

ácida do leite a 82°C. O processo de obtenção do coágulo foi considerado adequado, visto como apresentava maior rendimento, menor tempo de operação e economia de mão-de-obra se comparado ao método de fermentação láctica. Além disto, o consumo de vapor para aquecer o leite a 82°C era compensado, pois esse aquecimento substituiu a etapa de pasteurização.

2.3- CARACTERIZAÇÃO E FABRICAÇÃO DO "QUEIJO BRANCO LATINO AMERICANO"

2.3.1- Caracterização do "Queijo Branco"

De um modo geral, os queijos elaborados a partir de leite de vaca não são realmente brancos, devido à presença de β -caroteno que os torna levemente amarelados. Apesar disto, vários queijos são tradicionalmente conhecidos como queijos brancos, tendo-se como exemplo, o "Cottage", "Quarg", "Bakers", "Israel" e "Latino-Americano" (45).

Os queijos brancos latino-americanos, muito importantes em diversos países da América Central e do Sul, são normalmente do tipo "frescal", de textura macia, sendo conhecidos por diferentes nomes de acordo com sua origem, face às pequenas variações apresentadas em sua elaboração. Em sua maioria, estes queijos são fabricados em fazendas e pequenas fábricas de laticínios, visando o aproveitamento do leite não consumido "in natura". Sabe-se, todavia,

que atualmente estes queijos também tem sido fabricados em laticínios de médio e grande porte (20, 45, 75).

A tecnologia empregada na fabricação deste tipo de queijo varia de acordo com o país ou a região em que é produzido, sendo que as principais diferenças se referem à matéria-prima utilizada, ao tipo de coagulação e ao tempo de maturação do produto final. Sendo assim, estes queijos recebem nomes diferentes, de acordo com a tecnologia utilizada, ou com o país ou região em que são fabricados, mesmo que o processo de fabricação seja idêntico. Assim é que o queijo fresco, fabricado a partir de leite desnatado, recebe o nome de "Queso de Puna" em Porto Rico, e "Queso Fresco" em El Salvador e Venezuela. Além disso, na Venezuela a denominação pode variar de acordo com a localidade, tendo-se, portanto, uma série de nomes para o mesmo produto. Dentre estes, os mais conhecidos são "Queso de Llanero", "de Maracay" e "de Perija". Outro tipo de queijo fresco pode ser fabricado a partir de leite integral ou parcialmente desnatado, e recebe o nome de "Panela" no México. Na Costa Rica, encontram-se diversos tipos de queijos brancos, também classificados como Latino-Americanos, com pequenas diferenças de processamento, e, portanto, com nomes diferentes. Por exemplo, o queijo fabricado com leite desnatado, prensado mas não curado, denomina-se "Queso Descremado" ou "Queso Huloso". O "Queso de Bagaces", feito com leite integral, é fortemente salgado, prensado, curado por 1 ou 2 meses, sendo usado para ralar. Já o "Queso de Crema" se caracteriza por ser feito a partir de

leite integral, salgado e prensado ligeiramente, sendo maturado por um período que varia de 2 semanas a 2 meses (20, 45, 75).

Dentre todos os "Queijos Brancos Latino-Americanos", o mais difundido e, portanto, aquele de maior expressão econômica, é mais frequentemente denominado "Queso del País", "de la Tierra" ou "de Prensa", sendo popular na Venezuela e em Porto Rico. Este é branco, cremoso, fortemente salgado, de sabor ácido (pH 5,3) e com textura e corpo semelhantes ao "Cheddar" de alto teor de umidade, ou ã mussarela, sendo fabricado a partir de leite contendo geralmente 3% de gordura. Trata-se de um queijo prensado, semi-duro, com textura fechada, de boas propriedades de corte e que não se funde por aquecimento a temperaturas elevadas. É normalmente consumido fresco, com doces de frutas, podendo às vezes ser maturado e, neste caso, apresenta-se duro e ligeiramente picante (20, 21, 44, 45, 75).

Para WEILGOLD (88), entretanto, este queijo é branco com manchas amareladas devido ao β -caroteno da gordura, o que também é esposado por KOSIKOWSKI (45), quando afirma que não se pode fabricar queijo totalmente branco a partir de leite de vaca.

O "Queijo Branco" é obtido por precipitação ácida em temperaturas altas e não utiliza enzimas ou culturas lácticas. Portanto, é adequado para ser introduzido em países em desenvolvimento e de escassos recursos porque, além de prescindir o uso de enzimas ou culturas lácticas, é produto de excelente qualidade nutricional, sendo obtido

através de um processamento mais simples e com maior rendimento, quando comparado a outros tipos de queijos. Além disto, torna-se viável mecanizar a sua produção que consiste em uma simples precipitação dos componentes do leite sob ação do calor e de ácido (44, 80, 81, 94).

A composição do "Queijo Branco" varia com a quantidade de ácido acético utilizada, a temperatura de precipitação e as propriedades físico-químicas do leite, tais como pH, % de gordura, teor protéico, sólidos totais e balanço dos sais (45).

O Quadro seguinte indica a composição típica do "Queijo Branco".

QUADRO I - Composição típica do "Queijo Branco", segundo KOSIKOWSKI (44).

Determinações %	"Queijo Branco" comercial; leite com 2,2% de gordura (Porto Rico)	"Queijo Branco" experi- mental; leite com 3% de gordura (doméstico)
Gordura	15,0	19,2
Água	51,0	49,8
NaCl	3,9	2,0
Lactose	1,8	2,0
Proteína	22,9	25,3

Este queijo de características bem definidas apresenta bom potencial de mercado para consumo "in natura", ou então como ingrediente em vários outros produtos alimentícios. Sendo assim, além de ser utilizado em pratos quentes ou acompanhando compotas e doces de frutas, este queijo pode ser ralado para ser usado em pizzas substituindo parcialmente a mussarela. Além disso, apresenta economia substancial quando utilizado em processamento de queijo fundido, devido ao maior rendimento e à eliminação dos custos de maturação. Por outro lado, pode ser aromatizado com cebola e alho, cominho ou pimentas, o que aumenta sua apetecibilidade e o torna adequado para ser cortado em cubos e servido como aperitivo, frito ou não, ou em saladas (16, 17, 44, 81).

Devido à comprovada importância nutritiva e econômica deste produto (16, 17, 18, 53), diversos autores tem salientado a necessidade da realização de pesquisas para o aperfeiçoamento de sua tecnologia de fabricação, visando melhorar, principalmente, o rendimento, o sabor, a textura e o tempo de conservação. Para tanto, há necessidade de aplicação de princípios científicos ao processamento, eliminando o empirismo que o caracteriza. Entretanto, existem poucos trabalhos na literatura internacional considerando-se a importância do "Queijo Branco" (44, 45, 81, 94).

O primeiro estudo visando padronizar e melhorar a qualidade do "Queijo Branco", foi realizado em Porto Rico por WEILGOLD em 1958 (88). As modificações tecnológicas

propostas por WEILGOLD tinham por objetivo assegurar qualidade constante ao queijo, caracterizando-o perante o consumidor, e com isto aumentar a demanda, muito embora se tratasse de um produto já apresentando boa aceitação no mercado.

Posteriormente, SIAPANTAS e KOSIKOWSKI realizaram estudos preliminares sobre as variáveis que poderiam influir no processamento do "Queijo Branco Latino-Americano" (80), tendo variado a quantidade de ácido acético glacial e observado as mudanças ocorridas no sabor, corpo, rendimento e composição. O objetivo do trabalho foi determinar as quantidades ótimas de ácido acético, e os efeitos provocados pelo uso de volumes inferiores ou superiores ao ótimo.

Em um trabalho posterior (81), os mesmos pesquisadores realizaram um estudo completo sobre a influência do volume de ácido acético adicionado, da homogeneização do leite e do tempo de agitação do coágulo, sobre a qualidade do "Queijo Branco", e as perdas de proteína e gordura no soro. Concluíram estes autores, que o volume ótimo de ácido acético glacial era cerca de 120ml/45,5Kg de leite. O uso de quantidades maiores ou menores resultava em queijos de qualidade inferior e com maior perda de gordura no soro. O tempo excessivo de agitação da massa também provocou maior perda de gordura. Finalmente, concluíram que não se devia utilizar leite homogeneizado que produz um queijo muito mole, sem boas características de corte, apesar de haver um decréscimo da perda de gordura no soro.

Três outras alternativas de processamento foram introduzidas ainda por SIAPANTAS e KOSIKOWSKI (82), através de ligeiras modificações na tecnologia de fabricação:

- a) O "Queijo Branco Cremoso" que apresenta composição média de 60% de umidade, 18,5% de proteína e 8,5% de gordura, e em cujo processamento se emprega uma cultura de *Leuconostoc* adicionada ao creme de cobertura, o que lhe confere sabor próprio.
- b) Outra modificação foi o uso de salmoura ao invés da convencional salga na massa. A composição média deste tipo de queijo é de 40% de umidade, 24,5% de proteína e 20% de gordura.
- c) Finalmente foi desenvolvido um "Queijo Branco" com características semelhantes às de mussarela, utilizando-se leite acidificado e aquecido a 49°C. O queijo resultante revelou, segundo estes autores, excelentes propriedades de fusão e apresentou composição média de 40% de umidade, 20% de proteína e 20% de gordura.

2.3.2- Fabricação do "Queijo Branco"

2.3.2.1- Preparo do leite

Alguns autores recomendam que o leite, para a fabricação do "Queijo Branco", seja prê-aquecido a cerca de

30°C, clarificado e, em seguida, bombeado para o tanque de processamento. Neste, a temperatura do leite é aumentada até cerca de 82°C, sendo mantida por aproximadamente vinte minutos antes da adição do ácido (53, 88). Para KOSIKOWSKI e ZEHREN (44, 45, 94), o aquecimento do leite até a temperatura de 82°C, deve ser feito, preferencialmente, em um pré-aquecedor de placas ou tubular pois, além de ser mais rápido, evita acúmulo de proteínas precipitadas nas paredes do tanque e elimina a formação de espuma quando o leite entra no tanque. Além disso, para estes autores, a adição do ácido deve ser feita logo que o leite seja depositado no tanque. CHANDAN e MARIN (16, 17) todavia recomendam aquecer o leite a 89°C, transferindo-o em seguida para um tanque com camisa de vapor à temperatura de 82°C.

2.3.2.2- Teor de gordura, acidez e qualidade do leite

Deve-se utilizar o leite integral ou padronizado a 3% de gordura, pois o uso de leite com 2%, por exemplo, resulta em um queijo duro e menos aceitável (44, 45, 53, 80, 81, 88).

WEILGOLD (88) recomenda que o leite a ser utilizado seja da melhor qualidade possível, com acidez de 0,16 a 0,18% e nunca acima de 0,21%, devido à possibilidade de coagulação em temperatura alta. Ainda segundo este autor, os lotes processados com leite de acidez inicial entre 0,23 e 0,40% foram todos descartados, porque o coágulo resultante se apresentou frágil, floculento e com bolhas de ar, não possuindo boas características para utilização em culinária.

SIAPANTAS e KOSIKOWSKI (82), estudando diferentes ácidos para coagular o leite, observaram que o queijo adquiriria as piores características quando se usava concentração aproximadamente 10% maior do que aquela recomendada para cada ácido. Devido a este fato, estes autores estabeleceram uma relação entre a acidez titulável do leite e a quantidade de ácido adicionada. Assim é que com o leite de acidez titulável acima de 0,25%, não obstante a relação acidez/ácido tenha sido mantida constante, houve um aumento de perdas de gordura e proteína no soro, devido à formação de um coágulo fino durante o aquecimento. Concluíram, portanto, que o leite com acidez titulável superior a 0,25% não era adequado para a fabricação de "Queijo Branco".

Por outro lado, RAKSHY e RASHED (70) referem a possibilidade de utilização de leite ácido no processamento de um tipo de queijo similar ao "Queso Blanco".

Tradicionalmente, o "Queso Blanco" é feito exclusivamente a partir de leite integral, muito embora nos períodos de entre-safra, este possa ser elaborado com adição de leite desnatado, de leite em pó reconstituído ou mesmo do chamado leite "filled" (65, 88, 90). O uso exclusivo de leite reconstituído é insatisfatório para produção deste tipo de queijo, considerando-se a preferência do consumidor, visto como o coágulo resultante apresenta características completamente diferentes. Tampouco se pode adicionar mais do que 2% de leite em pó integral ou desnatado em relação do peso do leite original, para que não se desenvolva um sabor de leite em pó no produto final (88).

2.3.2.3- Precipitação tradicional

Quanto ao processo de coagulação, os agentes precipitantes mais comuns segundo SANDERS (75), são a renina, os extratos caseiros de enzimas ou ácido acético e calor, ao passo que para SIAPANTAS e KOSIKOWSKI (44, 45, 81) a precipitação ácida é ainda usada com maior frequência, sendo que o ácido mais comum é o acético glacial.

O ácido é normalmente adicionado em solução aquosa 1:10 (18, 44, 45, 53, 81, 94) ao leite previamente aquecido ou, segundo WEILGOLD (88) em solução 1:35. Em geral, a adição de ácido é feita, ao leite sob agitação, em três etapas seguidas (44, 53). ZEHREN (94), todavia, recomenda que o ácido diluído seja adicionado lenta e ininterruptamente ao leite quente sob agitação. Ainda segundo CHANDAN e MARIN (16, 17, 18) adiciona-se o ácido agitando-se três vezes a massa.

Após a adição do ácido, mantém-se a agitação da massa por 3 a 5 minutos, visto como, tempo excessivo de agitação causa aumento da perda de gordura no soro (44, 45, 81). A seguir, a massa é deixada em repouso no soro quente, para que esta se acumule no fundo do tanque, seja cozida e desenvolva uma consistência apropriada e firme (44, 45, 53, 81, 88, 94). O tempo de repouso recomendado pela maioria dos autores é de 5 a 15 minutos (44, 45, 53, 88), sendo que ZEHREN (94) recomenda 40 minutos.

A formação do coágulo ocorre imediatamente ou um minuto após a adição do ácido ao leite. O leite precipita em flocos grandes, tendo uma aparência semelhante à

pipocas (45, 94). Segundo CHANDAN e colaboradores (18), os flocos devem ter 2 a 3cm de comprimento para que o queijo tenha as características de corpo e textura adequadas.

2.3.2.3.1- Outros precipitantes do leite

KOSIKOWSKI, HIRSCHL e SIAPANTAS (32, 44, 45, 81) citam ainda como agentes coagulantes na fabricação do "Queijo Branco", suco de limão, vinagre, leite fermentado incluindo iogurte e soro ácido concentrado. Além destes, mencionam vários ácidos "padrão alimentar", tais como os ácidos lático, tartárico, cítrico, fosfórico e clorídrico.

A cultura láctica normalmente utilizada como agente acidificante no processamento de ricota não é recomendada para o "Queijo Branco", visto como o seu uso provoca o aparecimento de partículas endurecidas no produto final. Além disso, a composição do queijo é muito alterada devido à grande quantidade de cultura láctica necessária para levar o pH até aproximadamente 5,2, a fim de precipitar à quente as proteínas do leite (44, 45).

HIRSCHL e KOSIKOWSKI (32, 43), utilizando cerca de 4% de soro ácido em pó como agente acidulante, obtiveram um "Queijo Branco" com 50% de umidade e excelente sabor e textura a partir de leite com 3% de gordura. O rendimento foi de 14,5%, sendo necessária a redução da porcentagem de cloreto de sódio, devido à quantidade já presente no soro em pó.

Outro agente precipitante utilizado com sucesso pelos mesmos autores, foi o concentrado líquido obtido pela ultrafiltração do soro ácido, cujo rendimento foi de 13,6% em comparação com os 12% do ácido acético, e com a vantagem de sabor e textura ainda melhores. De um modo geral, os concentrados de soro são mais fáceis de serem transportados, são menos corrosivos do que o ácido acético glacial e apresentam ainda uma vantagem adicional, porque não sendo despejados nos esgotos, constituem-se em um agente de poluição a menos.

SIAPANTAS e KOSIKOWSKI (82) utilizando renina para precipitar leite acidificado e aquecido a 49°C, conseguiram obter um queijo semelhante à mussarela, com excelentes propriedades de fusão.

PEEPLES e ROBERSON (65) também descrevem um processo de fabricação do "Queso Blanco" utilizando renina, fermentos lácticos e temperaturas moderadas de fabricação (40°C), concluindo que o produto obtido apresenta características físico-químicas semelhantes ao "Queijo do México". Esse mesmo produto, submetido a julgamento por um painel de provadores latino-americanos, foi considerado similar ao queijo nativo usado como padrão.

SELMAN e PEEPLES (77) após realizarem provas de caracterização sensorial e ensaios físico-químicos do "Queso Fresco", muito comum no México, desenvolveram processos de fabricação de um queijo similar, utilizando leite integral, semi-desnatado e desnatado. A tecnologia empregada consistiu, basicamente, de precipitação do coágulo

com renina e ácido, seguida de corte, dessoragem, salga e leve prensagem da massa. Os autores realizaram testes de conservação, composição e sabor, obtendo resultados satisfatórios. Uma pesquisa preliminar de mercado indicou boa aceitação deste queijo entre os consumidores latino-americanos.

Além do ácido acético glacial, SIAPANTAS e KOSIKOWSKI (45, 83) utilizaram outros ácidos como agentes coagulantes na fabricação do "Queijo Branco", obtendo produto final com características satisfatórias. Foram utilizados os ácidos lático, cítrico, tartárico e fosfórico e as quantidades de cada ácido foram, respectivamente: 112,5; 87,5; 75,0; e 87,5g por 45,5Kg de leite. O uso de ácido clorídrico também é mencionado por KOSIKOWSKI (45) que no entanto, não menciona a quantidade utilizada.

CHANDAN e colaboradores (16, 18) também estudaram o uso dos ácidos clorídrico, cítrico, lático, acético glacial e tartárico para coagular o leite aquecido, a fim de reduzir o pH até a faixa de 4,6-5,2. Estes autores obtiveram "Queijo Branco" de composição típica com os ácidos cítrico, tartárico e acético glacial, ao passo que com os ácidos clorídrico, acético glacial e lático obtiveram queijos com umidade maior do que 53%, prejudicando, deste modo, as propriedades de corte, de textura e de "corpo". Em trabalho mais recente, os mesmos autores optaram pelo ácido cítrico na fabricação de "Queijo Branco" pois, segundo suas mais recentes pesquisas, o ácido acético conferia sabor de vinagre ao queijo ao passo que o ácido tartárico era relativamente mais caro.

Por outro lado, TORRES e CHANDAN (86) adicionaram cultura láctica, cultura de iogurte e lipases à massa do "Queijo Branco" antes da prensagem, para verificar as mudanças por estes provocadas no sabor e textura do produto embalado à vácuo e maturado a 10°C. Os queijos assim preparados não apresentaram porém diferença significativa de firmeza e composição durante um período de 12 semanas. Todavia, a análise sensorial mostrou diferença significativa quanto à preferência, entre estes queijos comparativamente ao padrão. Após 4 semanas de maturação, os queijos contendo culturas lácticas, foram melhor cotados do que o padrão ou aqueles adicionados de lipases. Assim sendo, os autores concluíram que a adição de culturas lácticas e de iogurte melhora as propriedades organolépticas do "Queijo Branco".

2.3.2.3.2- Ácido acético glacial - sua quantificação

Não obstante ser o ácido acético glacial o coagulante mais comumente mencionado na literatura, ainda se notam muitas divergências quanto ao seu uso. Assim é que a literatura consultada nos fornece algumas diferenças quanto à quantidade deste ácido a ser utilizada na coagulação do leite. WEILGOLD (88) obteve melhores resultados usando cerca de 49,5g de ácido acético diluído 1:35, para 45,5Kg de leite, ao passo que KOSIKOWSKI e SIAPANTAS (44, 80, 81), mencionam a faixa de 110 a 130mℓ de ácido acético glacial diluído 1:10 para 45,5Kg de leite como aquela que

favorece a produção de queijos com melhor sabor e textura. Estes autores afirmam ainda que o uso de quantidades maiores ou menores de ácido acético glacial, resulta em queijos inferiores e com maior perda de gordura no soro. O volume ótimo seria 125ml (1:10) de ácido para cerca de 45,5Kg de leite, fato confirmado por RAKSHY & RASHED e ZEHREN (70, 94).

Ainda segundo KOSIKOWSKI, em publicação mais recente, a quantidade ótima de ácido acético glacial seria de 60-100ml (ótimo = 65ml) para 45,5Kg de leite (45), todavia, CHANDAN e MARIN (16, 17) recomendam apenas a adição de ácido acético glacial diluído 1:10 até pH 4,6-4,7. Os mesmos autores e alguns colaboradores, em trabalho posterior recomendam que o pH seja mantido na faixa de 4,7-4,8, para melhor retenção de gordura e umidade da massa (18).

Para maior clareza deste assunto apresentamos, a seguir o Quadro de nº II no qual estão resumidos os trabalhos dos vários pesquisadores a respeito deste problema.

QUADRO II - Quantidade de ácido acético glacial, pH de coagulação e fator de diluição do ácido, utilizado por diversos autores para precipitar 45,5Kg de leite a 82°C para produção do "Queijo Branco".

Referências Bibliográficas	Quantidade de ácido acético glacial para coagular 45,5Kg de leite	pH de coagulação	diluição (solução ácido/água)
Weilgold (88)	49,5g	—	1:35
Kosikowski; Siapantas (44, 80, 81)	110-130ml (125ml)	5,1-4,8	1:10
Zehren e Rakshy & Rashed (94, 70)	125ml	—	1:10
Kosikowski (45)	60-100ml (65ml)	—	1:10
Chandan e Marin (16, 17)	—	4,6-4,7	1:10
Chandan e col. (18)	—	4,7-4,8	1:10

2.3.2.4- Dessora e Salga

Ao contrário do que é citado por SANDERS e WEIL GOLD (75, 88), o uso de bicarbonato de sódio para neutralizar o soro quente após a precipitação, não é recomendado por KOSIKOWSKI (44, 45), pois a elevação do pH do queijo em decorrência desta prática, dificultaria sua conservação.

Além da neutralização, a literatura não apresenta diferença significativa nas técnicas de drenagem do soro. De um modo geral, recomenda-se a colocação de uma peneira na saída do tanque de coagulação para reter a coalhada bem como a agitação enérgica da massa no final da dessoregem, para evitar aglomeração dos flocos. Além disto, recomenda-se não lavar o coágulo e abrir valas na massa para facilitar a dessora (18, 44, 88, 94). WEILGOLD (88) recomenda que a dessora da massa seja feita no prazo de 15 minutos. Para KOSIKOWSKI e ZEHREN (44, 94), o pH da coalhada no momento da dessora deve ser de 5,3 a 5,4.

No que respeita a salga, a quantidade de sal varia entre 2 a 5% relativamente à quantidade de massa obtida, sendo que, de um modo geral, os autores concordam quanto à maneira de se efetuar esta operação (18, 44, 45, 75, 81, 88, 94). Assim é que o sal grosso é uniformemente distribuído sobre a massa, de um modo semelhante àquele empregado para o queijo tipo "Colby" (94), ou para o tipo "Cheddar" (44, 45). A seguir, agita-se por 15 a 20 minutos até incorporação, a mais uniforme possível, do sal. Alguns

autores recomendam ainda que se proceda a drenagem do soro remanescente abrindo-se valas na massa já salgada (17, 94).

Em Porto Rico é comum o uso de quantidade mais elevada de sal, o que talvez tenha sido estabelecido inicialmente devido à inexistência ou à insuficiência de frio industrial para estocagem (81). SANDERS (75) observou que o alto conteúdo de sal, usualmente 5%, retarda ou evita a cura deste queijo, no entanto, quando estocado, ocorre sua desidratação e o desenvolvimento de forte sabor e odor, sendo que o produto pode ser usado mesmo para ralar. Já SIAPANTAS e KOSIKOWSKI (81), obtiveram resultados satisfatórios utilizando apenas 2% de sal nos queijos destinados a estudos de maturação. Por outro lado, os mesmos autores observaram que o uso de 3-3,5% de sal promovia uma intensificação do sabor do queijo, bem como uma elevação no rendimento.

2.3.2.5- Moldagem e Prensagem

Para a moldagem do queijo WEILGOLD e CHANDAN e col. (16, 18, 88) recomendam o uso de fôrmas quadrangulares de aço inoxidável de 4,5 ou 9,0Kg de capacidade com fundo perfurado. Por sua vez KOSIKOWSKI e ZEHREN (45, 94) utilizaram fôrmas semelhantes às anteriormente citadas, porém com capacidade de aproximadamente 18Kg. Já SIAPANTAS e KOSIKOWSKI (81) recomendam fôrmas de somente 9Kg de capacidade.

No que respeita ao processo de prensagem do "Queijo Branco", WEILGOLD (88) introduziu algumas modificações levando em conta, principalmente, a alta temperatura ambiente (29,4°C) de Porto Rico, país onde se realizou seus trabalhos. As mudanças se deveram também ao tipo de processamento do queijo, no qual não se desenvolve normalmente acidez natural ou por fermentação láctica. Segundo o autor, a temperatura de prensagem deve ser aproximadamente de 49°C, a pressão de 5,8-7,3Kg/cm² e o tempo reduzido para 10-12 horas. Segundo WEILGOLD esta modificação tem ainda a vantagem de não requerer a manutenção dos queijos em temperaturas baixas antes do corte e embalagem.

Para KOSIKOWSKI (44, 45), no entanto, o queijo deve ser prensado à temperatura ambiente ao invés de se utilizar temperatura de refrigeração. Isto porque a taxa de remoção do soro é retardada em baixas temperaturas, não se obtendo a textura compacta e uniforme necessária para que o queijo apresente boas propriedades de corte. Este autor recomenda o uso de 1,7Kg/cm² de pressão por cerca de 17 horas, o que é também mencionado por ZEHREN (94). CHANDAN e MARIN (16, 17, 18) recomendam todavia, prensagem de 2,8Kg/cm² durante toda a noite (aproximadamente 17 h.).

Devido ao uso de temperatura mais baixa, a pressão recomendada por WEILGOLD (88) é bem maior do que aquela citada pelos outros autores (16, 17, 18, 44, 45, 94).

2.3.2.6- Embalagem e tempo de conservação

A significação da embalagem em produtos alimentícios

é da maior importância e segundo SIAPANTAS e KOSIKOWSKI (81), o tratamento térmico do leite utilizando altas temperaturas e condições ácidas, reduz grandemente a flora microbiana presente no leite, e o queijo resultante apresenta mais longo tempo de conservação sendo livre do crescimento de mofo, quando embalado à vácuo, fato confirmado por CHANDAN e MARIN (16).

WEILGOLD (88) utilizou celofane-alumínio ("cellofoil") impregnado de ácido sórbico tendo constatado sua eficiência contra o crescimento de mofo. Devido a problemas de aparecimento de odores estranhos, WEILGOLD testou embalagens termo-retráteis fechadas à vácuo, também com bons resultados de conservação. O produto assim tratado conservou-se por 2 meses em condições normais, todavia, apresentou crescimento de mofo após 3 meses de estocagem. Ambos os tipos de embalagem foram considerados satisfatórios, sendo, porém, o primeiro menos dispendioso.

KOSIKOWSKI (45), utilizando blocos de 225-500g de queijo, conseguiu evitar o crescimento de mofo embalando-os com uma empacotadora "Standard Flex-Vac", ou máquina similar (termo-soldagem) usando folha de polietileno-celofane ou outro material adequado (não termo-retrátil) em vácuo de 29,5 pol. Verificou também que a estocagem em tais embalagens, em temperatura de aproximadamente 4°C, conferia proteção quase indefinida ao queijo com respeito ao crescimento de mofo. Outra vantagem da embalagem à vácuo refere-se à textura do queijo que se torna mais coesa e compacta, melhorando assim suas qualidades de corte.

ZEHREN e LOPEZ (53, 94) também recomendam o uso de embalagens à vácuo.

KOSIKOWSKI (44) conduziu alguns estudos visando comprovar a inibição do crescimento de mofo em embalagem tipo cryovac, sem contudo chegar a resultados conclusivos. Já CHANDAN e colaboradores (16, 17, 18), em trabalhos mais recentes, recomendam o emprego deste processo de embalagem à vácuo caracterizado pelo uso de material termo-retrátil fechado com grampos de alumínio.

CHANDAN e MARIN (16, 17), pela adição de 0,1% de ácido sórbico ao cloreto de sódio, conseguiram conservar o queijo em embalagem "Saran" (policloreto de vinilideno - PVdC) e estocado a temperatura de 5°C, por 8 a 12 semanas.

Ainda o mesmo CHANDAN e colaboradores (18) modificaram as condições de armazenamento, estocando os queijos embalados à vácuo, em câmaras a 15,5°C por 3 semanas e conservando-os, a seguir, em temperatura de 5°C até o seu consumo. Segundo os autores, estas mudanças provocaram grandes melhoras na textura dos queijos. Foram utilizadas embalagens termo-retráteis do tipo "Barrier", obtidas pela co-extrusão de dois polímeros (uma camada de PVdC entre duas camadas de etil vinil acetato - EVA) que apresentam maior resistência mecânica do que o "Saran", além de menor permeabilidade ao oxigênio.

2.3.2.7- Rendimento

De acordo com SIAPANTAS e KOSIKOWSKI (80, 81), o rendimento do queijo com 50% de umidade, quando se utiliza

leite com 3% de gordura, é de aproximadamente 11,5% (peso/peso). O rendimento ótimo corresponde ao uso de 110 a 130ml de ácido acético para 45,5Kg de leite com 3% de gordura, pois nestas condições há maior retenção de gordura, pelo precipitado. Isto corresponde à menor perda de gordura no soro - cerca de 0,8%. O "Queijo Branco" resultante do procedimento acima citado se assemelha ao queijo tipo "Cheddar" fresco, porém com rendimento maior, devido à umidade mais elevada e à incorporação de lactoalbumina e lactoglobulina. Resultados semelhantes foram obtidos por CHANDAN e colaboradores (16, 17, 18), utilizando ácido acético como agente precipitante. A fabricação do queijo com 52,9-53,7% de umidade e cerca de 22% de gordura, apresentou rendimento de 12,0 a 12,2% (peso/peso). LOPEZ (53) obteve rendimento mais elevado, precipitando o leite aquecido a 79,5°C e não 82°C preconizado por outros pesquisadores. O mesmo também obteve um aumento na quantidade de queijo pelo emprego de leite com maior teor de gordura.

2.3.3- Importância do "Queijo Branco" na América Latina

De acordo com os dados da literatura, o "Queso del País" ou "Queso de la Tierra" é o queijo mais importante do ponto de vista de comercialização, principalmente na Venezuela e Porto Rico. Segundo LOPEZ (53), em seu estudo sobre a indústria de leite e queijos em Porto Rico, o "Queso del País" constituiu-se durante o ano de 1969, em

um dos produtos mais importantes entre os derivados do leite não consumidos "in natura". Foram produzidas e consumidas naquele país cerca de 770 ton. de queijo correspondentes a mais do que qualquer um dos outros produtos derivados do leite, o que mostra a preferência do consumidor pelo "Queso del País" (Tabela 1). O mesmo autor salienta ainda a possibilidade de se incorporarem preparações de frutas tropicais ao queijo, criando, deste modo, maiores opções de mercado.

TABELA 1 - Produção de derivados do leite por "INDULAC" durante 1969, segundo LOPEZ (53)

PRODUTO	PRODUÇÃO (X 1000)
Leite con chocolate	1324,40L
Sorvetes e misturas para sorvetes	1513,60L
Leite em pó desnatado	407,33Kg
Manteiga	226,80Kg
"Queso del País"	771,12Kg

O "Queijo Branco" é um produto tradicional entre os latino-americanos, tanto para o consumo direto como no preparo de receitas típicas. Este hábito aparece também entre os seus descendentes que residem em outros países, e é responsável, por exemplo, pela importação deste queijo para ser vendido a cerca de 800.000 pessoas de origem espanhola, na cidade de Nova Iorque (45, 65).

2.4- APROVEITAMENTO INDUSTRIAL DO LEITE ÁCIDO

As causas da acidificação do leite, as possíveis soluções para este problema e o aproveitamento do leite ácido tem sido objeto de estudo de diversos pesquisadores (7, 8, 23, 33, 61, 70, 73, 76, 93).

Segundo a maioria dos autores, as principais fontes e veículos de contaminação do leite que podem influenciar sua acidez são, entre outras, excrementos dos próprios animais, poeira, sujidades provindas dos animais mal cuidados, ordenha mal feita e sem os necessários cuidados de higiene, falta de asseio corporal dos ordenhadores, utilização de vasilhames sujos ou mal higienizados e, finalmente, exposição do leite em ambiente impróprio (8, 23, 76, 93).

Diante do exposto, os cuidados principais a serem observados durante a obtenção do leite são os seguintes (8):

- a) antes da ordenha: local limpo e arejado, animal asseado, rigorosa limpeza no material utilizado na ordenha, bem como higiene do ordenhador.
- b) durante a ordenha: rejeição dos primeiros jatos de leite, ordenha ininterrupta, completa e com horário regular, uso de baldes semi-fechados e separação do local da ordenha daquele em que permanecem os animais.
- c) após a ordenha: filtrar o leite em local apropriado, rejeitar colostro e leite alterado, limpar os vasilhames e, se possível, resfriar o leite.

A qualidade do leite está, portanto, condicionada à higiene de sua obtenção, ao tempo decorrido da ordenha ao beneficiamento, bem como à temperatura em que é mantido.

Além dos cuidados com os animais, com o próprio leite, utensílios, local de ordenha e ordenhadores, o grau de incidência de leite ácido no volume total disponível para comercialização, se apresenta estreitamente relacionado com o tempo decorrido no transporte do leite desde o produtor até o posto de recepção e a maneira como os recipientes são ou não protegidos dos raios solares. Esta fase do transporte e exposição inadequada dos latões à ação do sol é, provavelmente, a chave da durabilidade do leite e deve ser realizada no menor tempo possível. Na prática todavia, isto frequentemente não ocorre (8, 23), por razões várias entre as quais se pode dar destaque às pequenas dimensões das granjas leiteiras com produção insuficiente que possa justificar um transporte mais pronto e consentâneo com as necessidades deste alimento.

O leite constitui um dos alimentos mais completos e, também, um dos melhores meios de cultura, principalmente quando mantido na temperatura em que é ordenhado. Por outro lado, quando o leite é produzido sem os devidos preceitos de higiene, apresenta qualidade inferior, mesmo que posteriormente submetido aos tratamentos mais sofisticados e rigorosos. O objetivo do beneficiamento do leite nas indústrias é o de aumentar sua durabilidade, não sendo possível, no entanto, obter-se a sua completa regeneração. Isto justifica a necessidade de cuidados muito

rigorosos com este alimento a fim de minimizar e, se possível, eliminar as causas de contaminação desde sua fonte de produção até à plataforma das indústrias de beneficiamento.

A contaminação do leite por microrganismos provenientes das más condições de ordenha e de transporte provoca a acidificação deste através da fermentação láctica, podendo mesmo ocorrer a coagulação da caseína se a contaminação atingir níveis elevados. Assim é que se convencionou denominar de "normal" aquele leite cuja acidificação ocorreu devido ao elevado número de bactérias, ao longo tempo decorrido desde a ordenha até sua pesagem no posto de recepção, bem como à alta temperatura em que foi manipulado. "Anormal" seria o leite ácido proveniente de animais doentes, adicionado de colostro ou de leite de retenção, adulterado, ou então obtido sem a mínima higiene e, portanto, apresentando detritos e impurezas. Alguns autores verificaram que cerca de 90% do leite classificado como ácido, e portanto rejeitado pela recepção das indústrias, se enquadraria na classificação "leite ácido normal" (8, 23).

Alguns países utilizam a água oxigenada como meio de prevenção do crescimento bacteriano do leite desde a fazenda até a indústria de laticínios. Nos Estados Unidos, o interesse no uso de água oxigenada se restringe apenas à destruição de microrganismos no leite cru destinado exclusivamente à fabricação de queijos, antes da pasteurização. Após a destruição química das bactérias, o tratamento

térmico do leite pode ser efetuado à temperaturas mais baixas que as normais e, desta forma, as enzimas do leite importantes na maturação de queijos, não são destruídas. O emprego de água oxigenada é permitido e regulamentado nos EUA pela F.D.A. - Food and Drug Administration - (61), no entanto, a legislação brasileira não permite a adição deste produto ao leite.

Face à grande quantidade de leite com acidez superior ao limite (20ºD) frequentemente recebido pelas indústrias de laticínios e que deve ser normalmente recusado, tem-se pesquisado meios de aproveitamento deste leite na elaboração de alguns produtos lácteos.

Uma das alternativas de aproveitamento parcial do leite ácido consiste na padronização, desnate e uso somente do creme para fabricação de manteiga, mas mesmo assim, ocorrem consideráveis prejuízos no fim de cada mês (7, 33). Outra alternativa proposta e comprovada por BEHMER (7) seria a redução do teor de acidez do leite entre 20 e 30ºD para 18 a 20ºD mediante o emprego de substâncias alcalinas de sorte a permitir a sua pasteurização, tornando-o adequado à fabricação de queijos tipo Prato e Minas.

Em outra publicação ainda, BEHMER (8) refere alternativas para o aproveitamento de leite ácido, quais sejam a fabricação de requeijão cremoso ou tradicional, além de mussarela e de queijo tipo parmesão, já que do ponto de vista tecnológico não há inconvenientes em se aproveitar o leite ácido não coagulado.

Ainda segundo BEHMER (8), o aproveitamento de leite ácido não "anormal", ou seja, daquele acidificado naturalmente, favoreceria sobremaneira a economia da exploração de laticínios.

Na literatura internacional compulsada, são encontrados diversos tipos de queijos fabricados a partir de leite ácido. Dentre estes, os mais difundidos na América Latina são "Queso de Cincho" ou "Queso de Palma Metida" na Venezuela e Porto Rico, e o "Queso de Mano" na Venezuela. Outros países também apresentam queijos típicos fabricados com leite ácido como, por exemplo, os tipos "Brand", "Cooked", "Holstein Health", "Hand", "Mainzer Hand", "Topfen", "Topfkäse" e "Nieheimer" na Alemanha, o "Rinnen" na Polônia, o "Tworog" na Rússia, os "Chiavari", "Asin" e "Gray" na Itália, o "Hand" nos Estados Unidos, os "Montavoner", "Olmutzer" e "Quargel" na Áustria e o "Labneh" na Síria (20, 28, 75).

Pela relação acima, nota-se que vários países já aproveitam o leite ácido para elaboração de queijos típicos batizados com nomes próprios. Entre nós, todavia, não obstante os trabalhos de BEHMER (7, 8) não se tem menção de algum queijo elaborado com leite ácido e, muito menos, algum nome típico já consagrado. Diante da necessidade de dar-se solução a este problema, nos propusemos a realizar o estudo que segue visando, senão solucionar, ao menos levantar e ventilar o assunto que, desta forma, talvez venha a merecer estudo mais pormenorizado também por outros pesquisadores.

3 - MATERIAL E MÉTODOS*

3.1- MATERIAL

a) Leite tipo C apresentando as seguintes características físico-químicas médias:

densidade	-	1,030
gordura	-	3,0%
pH	-	6,4
acidez	-	17,0ºD
extrato seco total	-	11,23%
proteína	-	3,70%

b) Leite acidificado por cerca de 20 horas em câmara a 15ºC, e proveniente de um só fornecedor.

c) Leite que já chegava ácido à plataforma da Indústria de Laticínios "Cândido Tostes" com acidez entre 20 e 30ºD.

d) Acidulante: ácido acético

e) Cloreto de cálcio: solução 50%

f) Cloreto de sódio: sal moído industrial

* Os trabalhos práticos foram realizados em Juiz de Fora, no Instituto de Laticínios "Cândido Tostes" da Empresa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, aproveitando com o auxílio de colaboração técnico-científica desse Instituto com a Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola - UNICAMP.

g) Aparelhos e equipamentos:

- Potenciômetro Radio Meter (pH - Meter 26)
- Milko-Tester MK-III
- Aparatos para determinação do teor de nitrô
gênio total pelo método de Kjeldahl (diges
tor e destilador)
- Termolactodensímetro de Quevene
- Estufas de uso comum em laboratório, regula
das para 100 - 110°C.
- Prensa individual de alavanca, para queijos
- Fôrmas de plástico (1Kg) e de aço inoxidável
(5Kg e 8Kg)
- Tanque de aço inoxidável, de paredes duplas
- Máquina empacotadora à vácuo "Schause"
- Máquina empacotadora à vácuo "Cryovac"

3.2- MÉTODOS

3.2.1- Determinações analíticas

3.2.1.1- Amostragem

As amostras de leite e de soro eram retiradas di
retamente do tanque de fabricação de queijos, após uma pe
quena agitação para fins de homogeneização.

A amostragem dos queijos foi conduzida de acordo
com o método recomendado pelas Normas Britânicas (14). As
amostras foram retiradas em forma de cunha, obtendo-se cer
ca de 150g. A seguir, o material foi macerado em gral até
homogeneização.

3.2.1.2- pH

Utilizou-se um potenciômetro Radio Meter (pH - Meter 26) para se determinar o pH do leite, do soro e do queijo (29).

3.2.1.3- Acidez

A acidez do leite foi determinada em graus Dornic (37). A acidez do coágulo na precipitação, bem como aquela dos queijos já elaborados, foi determinada por titulometria, sendo expressa em porcentagem de ácido láctico (6).

3.2.1.4- Densidade do leite

A densidade do leite foi determinada a 15°C, por meio de termolactodensímetro de Quevene (37).

3.2.1.5- Gordura

O teor de gordura do leite e do soro foi determinado em aparelho Milko-Tester MK - III, ao passo que para os queijos foi utilizado o método volumétrico Gerber - van Gulik (29, 37, 67).

3.2.1.6- Umidade

O teor de água dos queijos foi determinado em estufa a 100-110°C, segundo o método de pesagem até peso constante (29, 67).

3.2.1.7- Extrato seco total

O resíduo seco total do leite foi calculado por meio do Disco de Ackermann, baseando-se nas determinações analíticas de gordura e densidade (37).

Para os queijos utilizou-se o método de diferença (29):

$$EST = 100 - \text{umidade}$$

3.2.1.8- Gordura na matéria seca

Calculou-se a gordura no extrato seco (GES) dos queijos através da fórmula (29):

$$GES = \frac{\% \text{ de gordura}}{\% EST} \times 100$$

3.2.1.9- Proteína

Para as determinações do teor de nitrogênio total do leite, soro e queijo foi utilizado o método de Kjeldahl (35, 36). O fator de 6,38 foi empregado para converter a porcentagem de nitrogênio encontrada, em proteína.

3.2.1.10- Cloreto de sódio

A porcentagem de sal no queijo foi obtida titulando-se o excesso de nitrato de prata adicionado com tiocianato de potássio, seguindo-se uma modificação do método de Volhard (29, 67).

3.2.1.11- Peroxidase

A presença de peroxidase no leite imediatamente antes da coagulação, foi determinada pelo guaiacol incolor a 1% de água oxigenada de 10 a 20 volumes (37).

3.2.2- Trabalhos práticos

Nosso trabalho foi realizado em quatro etapas, a saber:

3.2.2.1- Ensaaios preliminares, a nível de laboratório

3.2.2.2- Ensaaios a nível de planta piloto

3.2.2.2.1- Fabricação do "Queijo Branco" com leite normal (até 199D)

3.2.2.2.2- Fabricação do "Queijo Branco" com leite acidificado em condições controladas

3.2.2.2.3- Fabricação do "Queijo Branco" com leite recebido na plataforma já ácido (naturalmente ácido)

3.2.2.1- Ensaaios preliminares, a nível de laboratório

A primeira fase da pesquisa foi orientada no sentido de se determinar o pH ideal de coagulação do leite normal para fabricação do "Queijo Branco". Tal pH é definido como aquele que fornece maior rendimento e produto final com propriedades físico-químicas e organolépticas

do agrado do paladar do consumidor brasileiro. Procurou-se também, obter um queijo semelhante ao queijo tipo Minas com relação à textura, sabor e características físico-químicas.

Procedimento

Os trabalhos de laboratório foram realizados em duas etapas. Inicialmente, usou-se pH de coagulação entre 5,6 e 5,0 e baseando-se nos resultados obtidos, a faixa de variação foi diminuída para 5,6 a 5,3, na segunda etapa.

Processo de fabricação

O processo de fabricação do queijo obedeceu as seguintes etapas:

- 1) O leite foi colocado em bequer de 1000ml, aquecendo-se a seguir em banho-maria até 82°C.
- 2) Foi adicionado, lentamente, ao leite sob agitação, solução 1:10 de ácido acético em bureta de 50ml, ao mesmo tempo que se determinava o pH, até atingir-se a acidez desejada para a coagulação.
- 3) Procedeu-se a separação do soro utilizando-se um pano dessorador para queijo.

- 4) O coágulo obtido foi colocado em pequenas fôrmas de 150g, e a seguir submetido à pressão de $0,2\text{Kg/cm}^2$, por um período de 17 horas.
- 5) O queijo assim obtido era pesado e submetido às análises físico-químicas e testes organolépticos. Cada experimento foi repetido três vezes na 1ª etapa (pH 5,6 a 5,0) e duas vezes na 2ª (pH 5,6 a 5,3).

3.2.2.2- Ensaaios a nível de planta piloto

Estes trabalhos também foram divididos em três etapas:

3.2.2.2.1- Fabricação do "Queijo Branco" com leite normal (até 199D)

Procedimento

Foi estabelecido, inicialmente, um processamento básico para fabricação do "Queijo Branco", introduzindo-se algumas modificações no processo citado na literatura, visando adaptá-lo às nossas condições.

Processamento encontrado na literatura

- a) Preparo do leite para o processamento: o leite fresco integral é padronizado com leite fluido

desnatado, a 3% de gordura, pré-aquecido a 80°C e clarificado. A seguir, é bombeado diretamente para o tanque de processamento.

- b) Precipitação: ajusta-se a temperatura do leite a 82°C, no tanque de paredes duplas (camisa de vapor), e adicionam-se imediatamente 125ml de ácido acético glacial por 45,5Kg de leite integral. Dilui-se o ácido em água potável (solução 1:10) adicionando-se uniformemente ao leite sob agitação, em três aplicações. O coágulo precipita quase imediatamente. Após a adição do ácido, agita-se por três minutos e deixa-se o coágulo em repouso por quinze minutos.
- c) Dessoragem: é feita usando-se uma peneira metálica na saída do tanque. Ao final da dessoragem, agita-se bem a massa, manual ou mecanicamente. Os grãos não são lavados e a dessoragem se completa abrindo-se valas na massa. O pH do coágulo atinge 5,3-5,4 neste estágio.
- d) Salga: distribui-se 5Kg de sal para 100Kg de coágulo em três aplicações, com agitação manual ou mecânica, até que todo o sal seja incorporado uniformemente.
- e) Moldagem e prensagem: a massa é colocada em fôrmas quadrangulares de queijo "Cheddar" (9Kg) e submetida a $1,7\text{Kg/cm}^2$ em prensa hidráulica por 17 horas.

- f) Embalagem: após a prensagem, os blocos de queijo são cortados em unidades para consumo de cerca de 500g, embalados a vácuo e estocados em câmara a 4,59C ou menos.

Modificações do processamento realizadas inicialmente

- a) O leite cru é coado em pano de algodão diretamente no tanque de fabricação, padronizado para 3% de gordura e aquecido a 829C no próprio tanque.
- b) Precipitação: nesta etapa variamos o volume de ácido acético tendo em vista a possibilidade de melhorar a consistência do queijo.
- c) Salga: a quantidade de sal foi calculada em 2% sobre a massa, supondo-se o rendimento do processo em torno de 11-12%.
- d) Moldagem e prensagem: usou-se fôrma retangular de 1Kg, com pano dessorador de algodão e prensa individual de alavanca. O tempo de prensagem variou de 17-20 horas, utilizando-se cerca de 0,29Kg/cm² de pressão.
- e) Embalagem: após a prensagem, os queijos eram embalados em cryovac, em unidades de cerca de 1Kg, e armazenados em câmara fria com temperaturas de 129C e 69C.

Nesta fase dos trabalhos foram realizadas cinco séries de experimentos (I a V, Quadro III), introduzindo-se algumas modificações no processamento, com o objetivo de definir um padrão para o queijo feito a partir de leite normal.

Nas três primeiras séries, o volume de ácido acético foi mantido constante e igual a 111,4ml/45,5Kg de leite, variando-se a diluição e a velocidade de adição do mesmo. Na série I de experimentos, o ácido acético foi diluído 1:10 em um balde de aço inoxidável, e adicionado uniformemente ao leite a 82°C, em três aplicações. Na série II diluiu-se o ácido em 29 partes de água potável (1:30) e diminuiu-se sua velocidade de adição do leite. A modificação introduzida na série III foi o uso de regador para adicionar o ácido 1:30. A seguir o volume de ácido foi aumentado para 125ml por 45,5Kg de leite, diluindo-se em 9 partes de água, sendo que nos experimentos agrupados em IV o ácido voltou a ser adicionado em 3 aplicações, como na série I. A última modificação foi introduzida na série V, e consistiu em adicionar cloreto de cálcio ao leite, antes do início da fabricação. Foram usados 15 gramas de cloreto de cálcio para 50l de leite a 30°C, deixando-se em repouso no tanque por 30 minutos.

Todos os queijos obtidos nesta etapa foram embalados em cryovac após a prensagem, e armazenados em câmara a 12°C. Realizaram-se análises físico-químicas e organolépticas após dois dias e duas semanas de estocagem.

O Quadro III apresenta as principais características dos processamentos I a V.

QUADRO III - Principais características tecnológicas dos processamentos I a V.

Processamentos	Volume de ácido (ml)/45,5Kg de leite	Diluição do ácido	Adição do ácido	Cloreto de cálcio (g)/50% de leite
I	111,4	1:10	3 aplicações	—
II	111,4	1:30	lenta e contínua	—
III	111,4	1:30	lenta com uso de regador	—
IV	125,0	1:10	3 aplicações com uso de regador	—
V	125,0	1:10	3 aplicações com uso de regador	15

3.2.2.2.2- Fabricação do "Queijo Branco" com leite acidificado em condições controladas

Procedimento

Considerando-se os objetivos básicos principais deste trabalho, deu-se início à fase experimental visando estudar a viabilidade do uso de leite ácido na fabricação de um produto igual ou semelhante àquele obtido com leite normal.

Procurámos definir qual a faixa de acidez inicial do leite em condições de ser utilizada, e quais as quantidades de ácido acético necessárias em cada caso.

Em linhas gerais, seguimos o processo definido na série V da etapa anterior dos trabalhos (Quadro III), com as seguintes alterações:

- uso de leite cru integral, de um só fornecedor, após acidificação natural;
- variação do volume de ácido acético de acordo com a acidez do leite.

Nesta fase preliminar foram efetuadas as análises no leite, soro e coágulo (Quadro X), visando determinar os futuros passos no processamento. Nesta fase do trabalho, os queijos foram avaliados apenas sensorialmente, para se ter uma idéia da qualidade do produto obtido em função da acidez inicial do leite e da tecnologia aplicada.

3.2.2.2.3- Fabricação do "Queijo Branco" com leite recebido na plataforma já ácido (naturalmente ácido)

Procedimento

Esta etapa final foi conduzida em função dos resultados obtidos nas fases anteriores desta pesquisa. As partidas de queijo em estudo foram elaboradas com leite cru integral, com acidez de 20 a 30ºD exceto o de nº 01, apresentando 17ºD, pelo processamento padrão definido na série V do Quadro III. A quantidade de ácido acético foi

calculada em porcentagem relativamente ao volume de leite (0,25 a 0,16%), o que permitiu simplificar o cálculo. Esta porcentagem foi definida com base no pH do soro após a coagulação, e na técnica desenvolvida para leite normal e para aquele acidificado em condições controladas. Os queijos obtidos na partida 01 (Quadro XI), utilizando leite normal (179D), foram usados como padrão.

Levando-se em conta as alterações ocorridas em função do uso de leite ácido, foram realizadas análises físico-químicas do leite, do soro no momento da precipitação e também dos queijos armazenados por 2 semanas a 69°C. Tais análises visaram padronizar a umidade (cerca de 50%), teor de sal (cerca de 2,0%) e pH (5,3-5,4). Além disto, investigou-se a presença da enzima peroxidase no leite à 829C retirado do tanque antes da adição do ácido acético, visando controlar a correção do tratamento térmico.

Paralelamente, foi estudada a influência de alguns fatores sobre o processamento e as características do produto final. Quanto ao leite, estudou-se a influência do pH, do teor de gordura e da neutralização da acidez com bicarbonato de sódio. No que respeita ao processamento propriamente dito, foram comparados dois tipos de fôrmas e de prensas, bem como a embalagem à vácuo em máquina Schause e em Cryovac.

3.2.3- Análise sensorial

Esta foi realizada por 25 provadores, entre técnicos, alunos e funcionários do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes".

A avaliação sensorial foi feita para o queijo padrão (amostra nº 1) elaborado a partir de leite de acidez normal, bem como para o queijo feito a partir de leite ácido (amostra nº 2). O mesmo modelo de ficha de avaliação foi empregado para ambas as amostras.

O objetivo principal da análise sensorial foi avaliar a aceitação do novo produto pelo consumidor brasileiro. Além disto, procuramos obter dados sobre as possíveis diferenças existentes entre o queijo padrão e aquele feito com leite ácido, avaliando-se em ambos os casos, as mesmas características organolépticas.

O modelo da ficha de avaliação utilizadas nos testes, é apresentado a seguir:

Ficha de avaliação sensorial

Classificação	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
Característica				
Teor de sal				
Acidez				
Aroma				
Consistência				
Granulação				
Cor				
Comentários:				
Nº da amostra:				

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1- ENSAIOS PRELIMINARES, A NÍVEL DE LABORATÓRIO

Os resultados médios das diversas determinações feitas na primeira etapa deste trabalho (pH 5,6 a 5,0) constam do Quadro IV. Segundo estes dados, houve uma grande diferença entre as quantidades de ácido acético necessárias para variar o pH de 5,6 a 5,0. No entanto, a coagulação, ao que parece, se processou de maneira semelhante, levando-se em conta a pequena variação de rendimento encontrada para os diversos valores de pH. Muito embora o trabalho tenha sido realizado em pequena escala e os resultados tenham variado bastante, foi-nos possível verificar alguma identidade com aqueles da literatura (81). Obteve-se também uma razoável indicação no que respeita a textura do produto, permitindo relacioná-la com aquela do queijo tipo Minas.

Tendo em vista a consistência quebradiça do queijo em pH mais baixos selecionamos a faixa de pH mais alto (5,6-5,3), a fim de ser explorada na 2ª etapa dos trabalhos em laboratório. O pH de 5,8 não foi utilizado para obtenção deste queijo, pois a precipitação do leite aquecido a 82°C, se inicia em torno de pH 5,9, e, portanto, o rendimento do processo seria muito baixo.

Os resultados da variação do pH constam do Quadro V e a análise destes permite-nos deduzir:

- o pH de coagulação não deveria ser maior do que

5,4, pois o queijo resultante da coagulação em pH mais elevado apresenta teor de umidade demasiadamente alto além de pH maior do que 5,4 influenciando, deste modo, a conservação do produto. A umidade elevada não é desejável, por também aumentar a plasticidade da massa, o que redundaria em características mais de requeijão do que de "Queijo Branco".

- o rendimento mais elevado (13 a 15%) é devido, ao que tudo indica, ao aumento da porcentagem de água retida no queijo, não sendo, portanto, relacionado com a precipitação protéica.
- o produto que se pretendia obter deveria apresentar aproximadamente a seguinte composição: 50% de umidade, 2% de sal e pH final de 5,3. Além dessas características físico-químicas, o queijo deveria ter boas propriedades de corte, isto é, não esfarelar ao ser cortado.

De acordo com os dados do Quadro V, considerou-se como melhor, o queijo em que foram utilizados 111,4ml de ácido acético/45,5Kg de leite com 3% de gordura, e 2% de sal. Este queijo apresentou textura coesa, ligeiramente granulosa ao corte e sabor agradável.

Levando-se em conta a dificuldade de obtenção de resultados precisos e repetitivos em escala de laboratório, decidimo-nos por ensaios de planta piloto, utilizando como ponto de partida os dados preliminares acima expostos com pequenas alterações.

QUADRO IV - Resultados médios das diversas determinações variando o pH de coagulação do leite (a nível de laboratório)

pH de coagulação Determinações	5,6	5,4	5,3	5,2	5,1	5,0
ml de ácido acético/45,5Kg de leite	34,30	59,16	74,46	100,27	116,30	162,12
Perda de gordura no soro (%)	0,45	0,95	0,60	0,86	0,44	0,90
Perda de proteína no soro (%)	0,26	0,36	0,34	0,35	—	—
Rendimento em Kg de queijo/100% de leite	13,80	10,23	12,27	10,32	12,33	12,00
Unidade do queijo	52,03	52,59	49,50	51,29	45,15	48,47
% de extrato seco total do queijo	47,97	47,41	50,50	48,71	54,85	51,53
% de gordura no queijo	18,75	19,25	18,25	19,50	20,00	19,00
pH do queijo	5,8	5,6	5,4	5,2	5,2	5,1
Acidez do queijo (% ácido láctico)	0,054	0,112	0,111	0,144	0,216	0,211
% de gordura no extrato seco	39,08	40,60	36,14	40,03	36,46	36,87
Textura do queijo (ao corte)	bastante coesa	coesa	pouco coesa	pouco quebradiça	quebradiça	bastante quebradiça

QUADRO V - Resultados das diversas determinações variando o pH de coagulação do leite (a nível de laboratório).

<div>pH de coagulação</div> <div>Determinações</div>	5,6	5,4	5,3
- volume em ml de ácido acético/45,5Kg de leite	90,86	111,40	127,43
- perda de gordura no soro (%)	0,65	0,48	0,46
- perda de proteína no soro (%)	0,26	0,31	0,36
- rendimento em Kg de queijo/100% de leite	15,63	13,50	12,81
- umidade do queijo	61,84	53,17	52,71
- % de extrato seco total do queijo	38,16	46,83	47,29
- % de gordura do queijo	12,00	17,75	19,75
- pH do queijo	5,9	5,8	5,8
- acidez do queijo (% ácido do lático)	0,108	0,117	0,099
- % de gordura no extrato seco	31,44	37,90	41,76
- textura do queijo (ao corte)	muito quabradiça	coesa (granulosa)	coesa

4.2- ENSAIOS A NÍVEL DE PLANTA PILOTO

Conforme já mencionado, e para conferir ao trabalho maior autenticidade, passamos a trabalhar em planta piloto tomando por base os resultados já obtidos a nível de laboratório, modificados em função das necessidades surgidas.

4.2.1- Fabricação de "Queijo Branco" com leite normal

Nesta fase dos ensaios realizamos cinco séries de experimentos (I a V, Quadro III) introduzindo algumas modificações no processamento, visando definir um padrão para o queijo elaborado a partir de leite com acidez normal, ou seja, até 19ºD.

Assim é que no Quadro VI apresentamos os resultados das análises do soro e do coágulo no momento da precipitação, nas diversas séries de experimentos feitos com a utilização de leite de acidez normal. Estes dados, juntamente com as características organolépticas do produto obtido, revestem-se da maior importância pois que podem fornecer elementos válidos para a definição da tecnologia adequada à fabricação do "Queijo Branco". Dentre os elementos de avaliação tecnológica de queijos, salientam-se por sua importância econômica e nutricional, a perda de gordura e de proteína no soro, e que se constituem em parâmetros de comparação de eficiência de processos de elaboração. Se considerarmos o fator gordura, verifica-se que

a série II do Quadro VI apresenta melhor resultado (0,45%). No entanto, considerando a perda de proteína, a série III do mesmo Quadro se apresenta em vantagem (0,22%). Todavia não se podem considerar, no produto final, estes dois parâmetros separadamente de suas características organolépticas gerais, que, no caso, foram melhores para a série V, conforme se poderá verificar ainda no Quadro IX. Por outro lado, a pequena faixa de variação apresentada pelo pH do soro (4,84 a 5,10) pode ter eventualmente alguma aplicação prática que possibilite simplificar o processamento. Uma das possibilidades consistiria em fixar uma faixa de pH que correspondesse ao processamento mais adequado, determinando-se a quantidade média percentual de ácido acético correspondente.

De um modo geral, os valores por nós obtidos foram comparáveis àqueles da literatura (81), segundo a qual o pH do soro varia de 5,1 a 4,8 quando se utilizam de 110 a 130ml de ácido acético por 45,5Kg de leite. No entanto, os resultados que obtivemos para o pH do coágulo na precipitação foram ligeiramente superiores àqueles citados na literatura (5,4-5,2), provavelmente devido à diferença entre os métodos de determinação, visto como utilizamos diluir com água destilada 1:10, cuja acidez também é variável, conforme é de conhecimento geral.

QUADRO VI - Resultados das análises do soro e do coágulo no momento da precipitação, nas partidas de queijos utilizando leite normal.

Séries	Volume de ácido acético (ml)/45,5Kg de leite	Soro após a precipitação				pH do coágulo após a precipitação
		pH	Acidez 9D	Perda de gordura %	Perda de proteína %	
I	111,4	5,00	38,0	0,53	0,33	5,60
II	111,4	5,10	40,0	0,45	0,25	5,90
III	111,4	5,00	38,5	0,46	0,22	5,40
IV	125,0	4,90	45,0	0,56	0,37	5,32
V	125,0	4,84	46,5	0,51	0,33	5,40

No Quadro VII figuram os resultados médios das análises dos queijos embalados à vácuo e estocados por dois dias e duas semanas a 12°C, variando-se a diluição e a velocidade de adição do ácido acético.

Nota-se que na série I, a precipitação não foi homogênea e o queijo apresentou-se muito quebradiço, o que levou à introdução das modificações da série II.

Os dados referentes aos experimentos da série II indicam ter havido pequena melhora na textura do queijo pelo aumento da diluição do ácido acético (1:30) que passou a ser adicionado mais lentamente ao leite. No entanto, a coagulação processou-se em grumos de diversos tamanhos, o que dificultou a salga e prensagem posteriores.

Na série III, todavia, usamos adicionar o ácido acético da mesma diluição e com a mesma velocidade da série II, porém com o emprego de regador. Nestas condições, obtivemos precipitação mais homogênea e flocos de tamanho regular, além de melhores características de corte. Entretanto, persistiu uma umidade ainda considerada elevada e indesejável (53,78% a 54,10%).

QUADRO VII - Resultados médios das análises dos queijos embalados à vácuo e estocados por dois dias e duas semanas a 12°C, variando-se a diluição e a velocidade* de adição de ácido acético

Determinações	I		II		III	
	2 dias	duas semanas	2 dias	duas semanas	2 dias	duas semanas
pH	5,53	5,40	5,50	5,58	5,42	5,48
Acidez (% áci- do láctico)	0,167	0,288	0,180	0,198	0,153	0,180
Gordura (%)	16,87	17,00	19,00	19,25	18,50	18,50
Umidade (%)	57,36	57,22	54,35	53,56	53,78	54,10
Extrato seco total (%)	42,64	42,78	45,65	46,43	46,22	45,90
Gordura no extrato se- co (%)	39,56	39,74	41,62	41,46	40,02	40,30
Rendimento (Kg queijo/ 100g leite)	12,70	12,70	12,74	12,74	12,41	12,41
Textura (ao corte)	muito quebra- diça	quebradiça	quebradiça	pouco quebra- diça	pouco coesa	coesa

* Vide Quadro III

Comparando-se ainda os queijos com dois dias e duas semanas de estocagem, observa-se que a embalagem a vácuo e o armazenamento a frio, melhoram a textura e as propriedades de corte do queijo estocado por maior período de tempo.

Na série IV do Quadro VIII, aumentamos o volume de ácido para 125ml por 45,5Kg de leite, diminuimos a diluição para 1:10 e a adição do ácido processou-se em três vezes intercaladas, visando diminuir a umidade final do produto.

QUADRO VIII - Resultados médios das análises dos queijos em embalagem cryovac, armazenados por dois dias a 12°C (3 amostras)

Determinações	Partida nº IV
pH	5,64
Acidez (% ácido láctico)	0,203
Gordura (%)	19,75
Umidade (%)	49,56
Extrato seco total (%)	50,44
Gordura no extrato seco (%)	39,15
Rendimento (Kg de queijo/ 100% de leite)	11,42
Textura (ao corte)	pouco quebradiça

Pelos dados do Quadro VIII verifica-se que o aumento do volume e da velocidade de adição do ácido acético novamente diluído 1:10, influíu na qualidade do produto final

pois que foram obtidos queijos com textura menos quebradiça e com menor umidade do que aqueles das séries anteriores, além de sabor ácido mais acentuado, aproximando-se assim, das características colimadas. No entanto, as propriedades de corte não foram ainda satisfatórias, visto como os queijos se esfarelavam apresentando textura um tanto quebradiça. Para tentar obviar este último problema, idealizamos a adição de cloreto de cálcio na série V, e os resultados das análises destes queijos figuram no Quadro IX.

QUADRO IX - Resultados médios das análises dos queijos contendo cloreto de cálcio, embalados em cryovac e armazenados por dois dias a 12°C (3 amostras)

Determinações	Partida nº V
pH	5,42
Acidez (% ácido láctico)	0,189
Gordura (%)	19,0
Umidade (%)	51,35
Extrato seco total (%)	48,65
Gordura no extrato seco (%)	39,05
Rendimento (Kg de queijo/ 100l de leite)	11,76
Textura (ao corte)	coesa

Neste, observa-se que os queijos apresentavam textura mais coesa, o que resultou em melhores propriedades de corte relativamente àqueles obtidos na série IV.

Paralelamente às análises de laboratório que acompanhavam todas as séries de experimentos em escala piloto, os queijos foram ainda submetidos à apreciação de um grupo de técnicos do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes" para avaliação das seguintes características: corte, sabor, cor e textura. Segundo a opinião desta equipe de técnicos, as características dos queijos obtidos nesta última série (V) satisfizeram melhor a preferência da maioria. A cor e a textura foram as melhores cotadas, e o sabor de cozido e ligeiramente ácido foi considerado agradável. Houve, entretanto, algumas divergências quanto ao teor de sal, com uma leve preferência para os queijos mais salgados.

Face aos resultados alcançados até o presente ponto nas séries já comentadas - I a V -, parecia-nos lícito definirmos nosso padrão para "Queijo Branco" como sendo aquele constante da série V. Este queijo foi produzido com leite tipo C padronizado com 3% de gordura, de acidez até 19ºD, adicionado intercaladamente de ácido acético 1:10 (125ml/45,5Kg leite) em três aplicações sob agitação contínua e de cloreto de cálcio (15g/50l leite).

4.2.2- Fabricação de "Queijo Branco" com leite acidificado em condições controladas

A parte experimental que segue constitui a justificativa máxima deste trabalho, pois dadas as condições peculiares de produção de leite entre nós, é comum a

chegada de leite naturalmente ácido devido às inadequadas condições de produção, transporte e manuseio deste alimento. É, portanto, de todo interesse oferecer uma melhor opção para este tipo de leite que, frequentemente, é jogado ao ralo com prejuízo total.

Visamos, portanto, tentar elaborar este tipo de queijo utilizando leite ácido e compará-lo àquele produzido com leite normal e, desta forma, estabelecer uma tecnologia consoante nossas condições gerais de operação industrial bem como da matéria-prima.

Iniciamos, pois, esta fase do trabalho tentando determinar a faixa de acidez inicial do leite que se viabiliza para este processamento, levando-se em conta o rendimento (Kg de queijo/100% de leite) e também as perdas em gordura e proteína no soro. Estes dados constam do Quadro X por onde se pode inferir da viabilidade de se aproveitar o leite ácido na fabricação do "Queijo Branco".

Foi constatado, por exemplo, que acidez inicial acima de 30ºD torna o aproveitamento do leite praticamente inviável, visto como a precipitação se inicia bem antes da temperatura desejada (cerca de 65ºD), o que diminui o rendimento do processo, além de ocasionar alterações na qualidade final do produto como sabor e consistência. Os demais parâmetros foram semelhantes àqueles obtidos com leite normal, inclusive quanto à qualidade do produto final, quando a faixa de acidez inicial era em torno de 20 a 30ºD. Estes ensaios nos indicaram a faixa de acidez passível de ser explorada, e que se revelou ser bastante

satisfatória pois, na prática, leite ácido recebido na plataforma das indústrias normalmente se apresenta abaixo de 309D. Finalmente podemos notar que não há grande necessidade de se efetuar um cálculo muito preciso da quantidade de ácido para cada grau de acidez do leite, porque não houve sensível variação no pH do soro e nos demais parâmetros estudados, quando se utilizaram diferentes volumes de ácido.

QUADRO X - Determinações efetuadas nas partidas de "Queijo Branco" com leite acidificado em condições controladas visando determinar a faixa viável de acidez do leite

Partidas	acidez inicial do leite (9D)	ml de ácido acético/ 45,5Kg de leite	Soro			pH do coágulo após a preci- tação	rendimento (Kg de queijo/100% leite)
			pH	perda de gordura (%)	perda de proteína (%)		
01	20,0	120,0	4,90	0,10	0,32	5,55	12,30
02	20,0	125,0	4,80	0,11	0,34	5,56	11,48
03	21,0	110,0	4,90	0,62	0,36	5,40	11,00
04	22,0	110,0	4,79	0,35	0,45	5,60	12,88
05	22,0	110,0	4,87	0,17	0,36	5,45	12,20
06	22,0	110,0	4,90	0,18	0,38	5,40	12,00
07	23,0	110,0	4,70	0,45	0,35	5,50	12,12
08	24,0	100,0	4,92	0,97	0,37	5,26	11,00
09	24,0	100,0	4,70	0,53	0,54	5,50	11,65
10	26,5	100,0	4,80	0,52	0,49	5,71	12,60
11	29,0	100,0	4,90	1,26	0,44	5,40	11,90
12	32,5	88,2	4,70	1,53	0,48	5,40	11,20
13	36,0	84,0	4,60	2,20	—	5,40	6,90
14	36,0	84,0	4,70	—	—	5,40	—

4.2.4- Fabricação de "Queijo Branco" com leite recebido na plataforma já ácido (naturalmente ácido)

Tendo em vista os resultados alcançados pela utilização de leite acidificado para a elaboração do "Queijo Branco", passamos ao estudo da viabilidade do emprego de leites naturalmente ácidos com o mesmo fim. Com este propósito, elaboramos 15 partidas de queijo com leites de variados graus de acidez e os resultados destes ensaios se encontram alinhados nos Quadros XI, XII e XIII.

Antes de analisarmos os resultados destes últimos ensaios, torna-se necessário abrir um parêntesis para as seguintes considerações: o leite ácido representa ou traz alguns problemas de ordem tecnológica e legal. Tecnicamente falando, o leite ácido, quando submetido à pasteurização, floclula acarretando problemas ao equipamento, à cujas paredes os flocos aderem. Isto diminui o vasamento e a troca de calor, além de dificultar ou impossibilitar praticamente a limpeza e remoção do resíduo formado. Também a lei não permite o uso de leite ácido com mais de 209D bem como veda o consumo de queijos elaborados com leite cru, antes de maturação mínima de 90 dias.

No caso do "Queijo Branco" infringimos a legislação em um ponto apenas e, aparentemente, em outro. A primeira infração refere-se ao uso de leite com mais de 209D e a segunda, que é apenas aparente, refere-se ao consumo, em menos de 90 dias, do queijo elaborado com leite cru. Falamos em infração aparente pelas seguintes razões: o

leite usado foi realmente cru, todavia, durante a elaboração do queijo este foi submetido a tratamento térmico de 82°C, temperatura bem acima daquela da pasteurização. Para comprovar que o leite era higienicamente inatacável, realizamos a prova de peroxidase imediatamente após o aquecimento, comprovando, pela reação negativa, que a finalidade implícita nos regulamentos sanitários foi cumprida. Isto significa que o leite foi submetido a tratamento térmico ainda mais severo que aquele fixado para a pasteurização. Nestas condições, e considerando que o processamento deste tipo de queijo assegura ou se equivale à pasteurização, justifica-se o consumo deste queijo com menos de 90 dias de maturação, muito embora o leite não tenha sido pasteurizado na plena acepção do termo.

Voltando à apreciação de nossos ensaios experimentais, verificamos que o Quadro XI revela o resultado das análises do leite e do soro no momento da precipitação, nas partidas elaboradas com leite naturalmente ácido (partidas de 2 a 15) comparativamente àquela elaborada com leite de acidez normal (partida nº 1).

A principal diferença observada entre os diversos processamentos foi quanto ao tipo de coagulação do leite. Após adição do ácido acético ao leite, as partidas 5, 7, 11, 12, 13 e 15 apresentaram somente precipitação da massa, ao passo que nos outros casos a coagulação não foi normal, já que além da precipitação houve também flotação da massa. Analisando-se as partidas 1 e 15, por exemplo, pode-se deduzir que a flotação não depende da acidez do leite

utilizado, uma vez que houve precipitação das proteínas do leite com 309D (partida nº 15), e flotação quando a acidez era de apenas 179D (partida nº 1). Por outro lado, verificou-se que a flotação ocorreu quando o teor de gordura foi superior a 3,5%, o que nos permite relacioná-la com o teor de gordura do leite. Constatamos ainda que com o aumento da porcentagem de gordura, aumentou a flotação e a fragilidade da massa, dificultando a dessora e a pressagem, e o queijo se apresentava muito úmido e de consistência muito mole.

Através de experimentos complementares foi observado, entretanto, que os queijos fabricados com leites com menos de 2,5% de gordura apresentavam a textura prejudicada, tornando-se duros, secos e com acentuado sabor de caseína. Este fato sugere, portanto, que o leite deve ter de 2,5 a 3,5% de gordura, sendo a média de 3,0% adequada para evitar problemas durante a fabricação e obter-se o queijo característico. A maioria dos autores menciona o leite com 3% de gordura como o mais adequado para a elaboração deste tipo de queijo, o que confere com os nossos achados (44, 45, 53, 80, 81, 88).

O Quadro XII apresenta os resultados analíticos das 15 partidas de queijos armazenados por duas semanas a 69C.

O número de ensaios levados a efeito bem como a natureza da matéria-prima utilizada, cuja composição e características gerais variou muito, não nos permitem conclusões seguras no que respeita à interpretação dos

resultados obtidos quando da utilização do leite natural_{mente} ácido. Não obstante, e a despeito das dificuldades apontadas, podemos sugerir a continuação deste trabalho já que o queijo resultante mostrou características acei_{táveis} de cor, sabor, e consistência, muito embora dife_{risse} entre as partidas com respeito a diversos parâme_{tros}.

Os dados analíticos constantes do Quadro XII não apresentam correlação entre si a despeito das diferenças de acidez do leite e da quantidade de ácido acético empregada. O número de ensaios pode ter sido responsável pela dificuldade de interpretação destes dados, mas a diferen_{ça} da matéria-prima utilizada tampouco pode ser relegada a plano secundário. Este fato indica, seguramente, a ne_{cessidade} de maiores e mais profundos estudos a respeito deste problema que não é ainda bastante conclusivo. Este fato, no entanto, não invalida nosso trabalho visto como, a despeito das dificuldades materiais havidas, chegamos a provar a possibilidade de aproveitamento de leites ácidos para a fabricação do "Queijo Branco".

QUADRO XI - Resultados das análises do leite e do soro nas partidas de "Queijo Branco" elaborados com leite recebido ácido na plataforma da fábrica (2 a 15) comparativamente a queijo elaborado com leite de acidez normal (1)

Determinações Partidas	Análise do leite			Análises do soro na precipitação			Tipo de coagulação
	pH	Acidez 9D	Gordura* %	pH	Perda de gordura %	Perda de proteína %	
01	6,6	17,0	4,0	5,30	0,39	0,285	+
02	6,25	23,0	4,43	4,70	0,29	0,480	+
03	6,16	24,0	4,53	5,00	0,47	0,350	+
04	6,27	24,0	4,73	4,85	0,19	0,188	++
05	6,15	25,0	3,19	5,08	0,63	0,392	—
06	6,14	26,0	4,51	5,09	0,14	0,400	+
07	6,05	26,0	3,08	4,98	0,51	0,350	—
08	6,00	27,0	4,71	4,70	0,80	0,468	++
09	6,19	27,0	3,95	5,11	0,45	0,530	+
10	6,20	27,0	4,60	5,13	0,27	0,320	++
11	6,00	27,0	3,35	4,60	0,50	0,300	—
12	—	27,0	3,35	4,70	0,42	0,450	—
13	6,05	28,0	2,56	4,67	0,55	0,354	—
14	6,14	28,0	4,34	5,14	0,43	—	+
15	6,05	30,0	2,90	4,48	0,53	0,430	—

* leite com gordura integral

** - não houve flotação; + flotação moderada; ++ flotação mais intensa

QUADRO XII - Resultados das análises dos queijos elaborados com leite naturalmente ácido (2 a 15) e com leite de acidez normal (1) e armazenados por 2 semanas a 69C.

Partidas Determinações	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Acidez do leite (9D)	17,00	23,00	24,00	24,00	25,00	26,00	26,00	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00	28,00	28,00	30,00
Quantidade de ácido acético (%)	0,16	0,25	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,25	0,25	0,25	0,16	0,25
pH	5,55	5,25	5,70	5,40	5,50	5,75	5,55	5,65	5,60	5,40	5,20	5,60	5,60	5,30	5,30
Acidez (% ácido láctico)	0,630	0,774	0,432	0,576	0,702	0,468	0,540	0,594	0,450	0,774	0,702	0,468	0,504	0,630	0,720
Gordura (%)	23,00	18,50	26,00	33,00	20,00	29,50	30,00	28,00	24,50	32,00	15,50	14,50	19,50	21,00	15,50
Umidade (%)	48,40	55,61	47,00	46,68	47,80	46,80	53,05	45,60	47,40	44,80	56,06	54,02	55,24	51,13	54,46
Proteína total (%)	23,61	18,20	15,50	20,37	24,15	15,86	21,81	21,99	21,63	15,14	21,63	23,37	15,50	22,17	21,09
Teor de sal (%)	1,20	1,92	1,96	1,46	1,92	1,47	2,88	2,16	2,10	1,77	2,07	1,80	1,92	1,74	1,80
Extrato seco total (%)	51,60	44,39	53,00	53,32	52,20	53,20	46,95	54,40	52,60	55,20	43,94	45,98	44,76	48,87	45,54
Gordura no extrato seco (%)	44,57	41,67	49,05	61,89	38,31	55,45	63,89	51,47	46,57	57,97	35,27	31,53	43,56	42,97	34,03
Rendimento em Kg de queijo/100g de leite	12,80	10,60	10,80	13,00	10,00	12,10	10,40	9,80	—	11,40	11,70	10,62	10,60	11,80	9,80

Em experimentos paralelos relacionados com tipos de fôrma e de prensa, foi-nos dado constatar algumas possíveis vantagens da substituição das fôrmas de 1Kg por maiores (de 5 a 8Kg), além do aumento da pressão para mais de $0,25\text{Kg/cm}^2$. Através desta prática a coesão do queijo aumenta, facilitando deste modo o seu manuseio posterior.

Outro característico verificado durante o processamento pela utilização de leite ácido, constituiu-se de maior tendência de filagem da massa após a coagulação, fato esse que exige dessora mais rápida para evitar que o precipitado permaneça mais de 10 minutos no soro quente. Verificamos ainda que a tendência de filagem aumenta com a acidez inicial do leite, e quando esta atinge pH abaixo de 6,0, toda a massa precipita formando um só bloco. Tentamos contornar este problema utilizando bicarbonato de sódio para reduzir a acidez inicial do leite. No entanto, o produto obtido foi considerado impróprio para o consumo por apresentar teor de umidade demasiadamente elevado, consistência pastosa não característica e sabor desagradável. Uma outra alternativa para reduzir a acidez inicial do leite consistiria em adicionar-se pequena porcentagem de leite desnatado ao leite integral acidificado naturalmente. Tal procedimento poderá ser interessante ou mesmo justificável do ponto de vista econômico, desde que se disponha de razoável volume de leite ácido a ser aproveitado.

Sendo o "Queijo Branco" um produto relativamente úmido, este deverá ser embalado à vácuo, se possível, para

evitar-se o desenvolvimento de fungos. Além disto, quanto mais alto for o vácuo alcançado maior será a probabilidade de melhor conservação do produto. Confirmando esta observação, os resultados de planta piloto mostraram que o emprego de equipamento com vácuo de 27-28 pol. de mercúrio e embalagem plástica não termo-retrátil e fechada por termo-solda oferece melhores resultados visto eliminar manchas e crescimento de fungos na superfície do produto. O emprego de embalagens termo-retráteis fechadas com grampos de alumínio, comumente usadas pela indústria queijeira, mostrou-se menos adequado a este tipo de queijo por permitir crescimento de fungos e aparecimento de manchas na superfície dos queijos.

4.3- AVALIAÇÃO SENSORIAL

Os resultados da avaliação sensorial dos queijos apresentados no Quadro XIII, forneceram uma razoável indicação do comportamento de nosso consumidor em relação ao novo produto. Esses dados indicam que o "Queijo Branco" tem boas chances de ser aceito, considerando-se que a maior porcentagem dos provadores classificou-o entre regular e bom, para todas as características organolépticas analisadas, sendo 83,48% para o queijo 1 elaborado com leite de acidez normal e 79,70% para o 2 correspondente ao leite ácido. Além disso, obteve-se uma classificação global entre bom e ótimo de 68,10% para o queijo 1 e 53,61% para o queijo 2, o que constitui um resultado significativo, tendo em vista tratar-se de um tipo desconhecido de queijo.

Por outro lado, detectou-se pequena diferença na classificação das características organolépticas dos queijos feitos a partir de leite normal e leite ácido, sendo que o primeiro foi considerado ligeiramente superior.

Conclui-se que o aproveitamento de leite ácido para a produção do "Queijo Branco" é viável, desde que o leite não apresente outras alterações além do desenvolvimento de acidez. Assim é que o leite ácido não deve apresentar sabores e odores estranhos devido à degradações microbiológicas outras como proteólise ou lipólise acentuadas, visto como estes se transfeririam para o queijo, alterando suas características organolépticas.

De um modo geral, os provadores consideraram o "Queijo Branco" muito adequado para ser consumido com doces ou compotas de frutas, o que o torna, até certo ponto, comparável ao queijo tipo Minas.

QUADRO XIII - Resultados da avaliação sensorial dos queijos 1 e 2

Característica	Amostra*	Escala de avaliação**			
		Ruim	Regular	Bom	Ótimo
Teor de sal	1	—	21,73***	52,17	21,73
	2	—	39,13	43,47	17,39
Acidez	1	—	13,04	65,21	17,39
	2	4,34	30,43	47,82	17,39
Aroma	1	—	43,47	34,78	21,73
	2	8,69	39,13	47,82	4,34
Consistência	1	4,34	26,08	65,21	4,34
	2	8,69	47,82	34,78	8,69
Granulação	1	—	34,78	52,17	8,69
	2	13,04	43,47	30,43	13,04
Cor	1	—	34,78	56,52	8,69
	2	—	39,13	34,78	21,73
Média	1	4,34	29,14	54,34	13,76
	2	8,69	39,85	39,85	13,76

* as amostras 1 e 2 correspondem a queijos de leite de acidez normal e ácido respectivamente

** a equipe de provadores constou de 25 pessoas

*** porcentagem de provadores

4.4- ASPECTO NUTRICIONAL

Não poderíamos deixar de abordar, mesmo que su perficialmente, alguns aspectos referentes ao valor do "Queijo Branco" do ponto de vista nutritivo. Assim é que não nos parece demais repetir que quando o leite é tratado com ácido e calor, a caseína e as proteínas séricas precipitam, e o produto passa a denominar-se coprecipitado (84). As proteínas do lactosoro possuem alto valor nutritivo e, o que é muito importante, são ricas em cistina, aminoácido limitante da caseína. Desta forma, a incorporação desta ao precipitado melhora, em muito, o valor nutritivo da caseína e, portanto, do próprio queijo (2). Assim é que certos tipos de queijos são o resultado da coagulação da caseína apenas, como é o caso do queijo tipo Minas que, não sendo elaborado ã quente, perde a maior parte das seroproteínas lácticas no soro, contrariamente ao que ocorre com o "Queijo Branco".

Os dados referentes ao valor nutritivo de diferentes queijos e que constam da Tabela 2, permitem comparar o "Queijo Branco" com os queijos "Cheddar" e aquele tipo Minas industrializado.

O valor de P (74) da mesma Tabela 2 expressa a porcentagem de calorias provindas exclusivamente da fração protéica do queijo*.

TABELA 2 - Valor nutritivo de 100g dos queijos "Branco Latino-Americano", "Cheddar" e tipo Minas industrializado, segundo diversos autores

Tipos de Queijos Determinações	"Queijo Branco Latino-Americano" (a)	Queijo "Cheddar" (b)	Queijo Tipo Minas industrializado (d)
Umidade (%)	48,00	37,00	52,20
Calorias	296,00	398,00	299,00
Proteína (g)	24,76	25,02	17,50
Gordura (g)	21,00	32,20	24,70
Carboidrato (g)	2,00	2,11	1,80
Cálcio (g)	0,28	0,75	0,105
Fósforo (g)	0,24	0,48	0,184
Magnésio (mg)	13,80	45,00 (c)	—
P(e) (%)	33,45	25,14	23,41

P = % das calorias totais resultante exclusivamente da fração protéica do queijo.

(a) dados de CHANDAN et al. (18); (b) dados de ANON. (5); (c) dados de BORGSTROM e PROCTOR (10); (d) dados do IBGE (34); (e) dados de SANCHES (74).

* Cálculo do valor P:

$$P (\%) = \frac{N \times 6,38 \times 4}{\text{calorias totais}} \times 100 \quad \text{onde:}$$

N = nitrogênio, que multiplicado pelo coeficiente 6,38 resulta na concentração protéica

4 = coeficiente de Atwater (coeficiente calórico das proteínas)

A Tabela 2 revela que o "Queijo Branco" apresenta o maior valor de P (%), o que representa fator altamente interessante do ponto de vista nutricional (74). Em relação ao queijo "Cheddar", o "Queijo Branco" contém mais umidade, aproximadamente 11% menos gordura e 25% menos calorias, não obstante conter níveis comparáveis de proteínas e carboidratos. Por outro lado, o "Queijo Branco" contém cerca de 33-50% menos cálcio, fósforo e magnésio do que o "Cheddar", provavelmente devido às condições relativamente ácidas em que é fabricado (16, 17, 18).

Já em relação ao queijo tipo Minas industrializado, o "Queijo Branco" apresenta teores de água, gordura, carboidratos e calorias semelhantes, diferindo todavia no que respeita à proteína total, representada em 29,30% a mais.

5 - CONCLUSÕES

- leite ácido com 20 a 30ºD que não apresente sabores e odores estranhos devidos à degradações microbiológicas acentuadas presta-se, sem maiores inconvenientes, à fabricação de "Queijo Branco".
- o melhor "Queijo Branco" foi aquele elaborado com leite tipo C com até 19ºD de acidez, 3% de gordura e adicionado de 0,27% de ácido acético e 0,03% de cloreto de cálcio.

- o pH do leite, no momento da coagulação, não deve ser superior a 5,4 a fim de não prejudicar o produto final devido ao excesso de umidade e dificuldades de conservação.
- o uso de leite com acidez situada na faixa de 20 a 30ºD, permite a elaboração de "Queijo Branco" em tudo similar àquele produzido com leite de acidez normal.
- leite com acidez inicial acima de 30ºD é praticamente inviável para a fabricação de "Queijo Branco".
- leites com acidez inicial elevada produziram coágulo com tendência de filagem. Este fenômeno pode ser contornado pela diminuição do tempo de permanência do coágulo no soro ou pela diminuição do leite ácido com pequena porcentagem de leite desnatado.
- para evitar o fenômeno de flotação do coágulo, o leite para fabricação de "Queijo Branco" não deve conter mais de 3,5% de gordura.
- "Queijo Branco" elaborado com leites com teor de gordura inferior a 2,5% são menos cotados devido à textura endurecida e ao sabor de caseína.

- 79,70% da equipe de provadores julgou o "Queijo Branco" elaborado com leite ácido como produto passível de ser bem aceito pelo público consumidor, contra 83,48% para o mesmo tipo de queijo elaborado com leite de acidez normal.
- a embalagem à vácuo e o armazenamento à frio (6 a 12°C) por aproximadamente duas semanas, melhoram a textura e as propriedades de corte do "Queijo Branco".

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADRIAN, J. - 1973 - Valeur Alimentaire du Lait. La Maison Rustique. Paris, France.
2. ALAIS, C. - 1970 - Ciencia de la leche: Principio de Técnica Lechera. Compañía Comercial e Editorial Continental S.A., Barcelona, Espanha.
3. ALAIS, C. - 1974 - Biochemie de la coagulation enzymatique du lait. Chimia 28 (10): 597-604.
4. ANONYMOUS - 1973 - Gold Spot Dairy boosts cottage cheese sales. Dairy and Ice Cream Field 156 (6): 46.
5. ANONYMOUS - 1975 - Nutritive value of American Foods. Agr. Handbook nº 456. page 53.
6. A.O.A.C. - 1975 - Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C. (12^a ed.).
7. BEHMER, M.L.A. - 1975 - Tecnologia do Leite. Nobel, São Paulo, (7^a ed.).
8. BEHMER, M.L.A. - 1977 - Como aproveitar bem o leite no sítio ou chácara. Nobel, São Paulo.
9. BERRIDGE, N.J. - 1942 - The second phase of rennet coagulation. Nature 149: 194-195.

10. BORGSTROM, G.A. and PROCTOR, J.F. - 1974 - Nutrition: food composition and nutrient aspects of food processing. In: Encyclopedia of food technology. A.H. Johnson and M.S. Peterson, ed. AVI Publishing Co., Westport, C.T. page 629.
11. BORN, B. and MUCK, G. - 1969 - Direct acid, continuous cottage cheese process. Cult. Dairy Products J. 4: 11.
12. BREENE, W.M.; PRICE, W.V. and ERNSTROM, C.A. - 1964 - Changes in composition of Cheddar curd during manufacture as a guide to cheese making by direct acidification. J. Dairy Sci. 47 (8): 840-848.
13. BREENE, W.M.; PRICE, W.V. and ERNSTROM, C.A. - 1964 - Manufacture of Pizza cheese without starter. J. Dairy Sci. 47 (11): 1173-1180.
14. BRITISH STANDARDS INSTITUTION - 1974 - Sampling of cheese. British Standards Institution BSI. 809: 12.
15. CAMPOS, J.E. e col. - 1971 - Estudo da fabricação de queijos não curados usando ácido láctico em lugar de culturas selecionadas (fermentos lácticos). Rev. do Inst. de Lat. "Cândido Tostes" n^os. 158-159: 1-7.
16. CHANDAN, R.C. and MARIN, H. - 1978 - Latin American White Cheese - a potential product/ingredient. Food. Prod. Develop. 12 (4): 75-77.

17. CHANDAN, R.C. and MARIN, H. - 1978 - Manufacture and applications of Latin American White Cheese. Proc. 20th. Intern. Dairy Congr., Paris, page 988.
18. CHANDAN, R.C.; MARIN, H.; NAKRANI, K.R. and ZEHNER, M.D. - 1979 - Production and consumer acceptance of Latin American White Cheese. J. Dairy Sci. 62 (5): 691-696.
19. CHEESEMAN, G.C. - 1975 - Milk proteins: form and functions of milk proteins. J. Society of Dairy Technology 28 (4): 181.
20. COURTINE, ROBERT J. - 1973 - Larousse des Fromages. Librairie Larousse. Paris, France.
21. DAVIS, J.G. - 1976 - Cheese. Vol. III. Manufacturing methods. Elsevier, N.Y. page 909.
22. DEANE, D.D. and HAMMOND, E.G. - 1960 - Coagulation of milk for cheese making by ester hydrolysis. J. Dairy Sci. 43 (10): 1421-1429.
23. DIAS, Jr., V.L. - 1971 - Qualidade do Leite - Um longo caminho a percorrer. Rev. do Inst. de Lat. "Cândido Tostes". n^{os}. 158-159: 15-19.
24. ERNSTROM, C.A. - 1965 - Continuous Cottage cheese manufacture without culture. Milk Ind. 56 (1): 36.

25. ERNSTROM, C.A. - 1965 - Continuous process developed for making cottage cheese without culture. Can. Dairy and Ice Cream J. 44 (2): 32.
26. ERNSTROM, C.A. and KALE, C.G. - 1975 - Continuous manufacture of cottage and other uncured cheese varieties. J. Dairy Sci. 58 (7): 1008-1014.
27. FERNANDES, A.G.; MARTINS, J.F.P. e BALDINI, V.L.S. - 1979 - Desenvolvimento de parâmetros tecnológicos para o processamento de requeijão cremoso com leite de búfala (*Bubalus bubalis*), da raça Murrah. Anais do Encontro sobre Bubalinos. Soc. Bras. Zootecnia e Fac. Med. Vet. e Zootecnia (UNESP) - Aracatuba, SP: 114-144.
28. FRANDSEN, J.H. - 1958 - Dairy handbook and dictionary. Nittany Printing and Publishing Company. State College, Pennsylvania - U.S.A.
29. FURTADO, J.P. - 1975 - Análises Bromatológicas. Universidade Federal de Juiz de Fora - MG. Brasil, 97p.
30. GERSON, M.F. - 1977 - Trends in direct acidification of Cottage Cheese. Cultured Dairy Prod. J. 12 (2): 20-21.
31. GODINA, A.L. - 1974 - Proteínas de origem lácteo em preparados alimentícios. Via Lactea 24 (6): 19.

32. HIRSCHL, R. and KOSIKOWSKI, F.V. - 1975 - Manufacture of Queso Blanco using whey concentrate as coagulants. J. Dairy Sci. 58 (5): 793 (Abstr.).
33. HOLLAND, R.F. - 1963 - Recovering fat from acid milk. American Milk Review 25 (12): 58-59.
34. IBGE - 1977 - Tabelas de Composição dos Alimentos. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro.
35. INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION - 1962 - Determination of the protein content of Processed cheese products. FIL-IDF 25: 1-3.
36. INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION - 1962 - Determination of the total nitrogen content of milk by the Kjeldahl method. FIL-IDF 20: 1-3.
37. INSTITUTO ADOLFO LUTZ - 1976 - Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Vol. I. Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. IAL - SP. (2^a ed.).
38. JOLLÈS, P. - 1975 - Structural aspects of the milk-clotting process. Comparative features with the blood clotting process. Mol. Cell. Biochem. 7 (2): 73-85.
39. KELLER, B.; OLSON, N.F. and RICHARDSON, T. - 1974 - Mineral retention and rheological properties of Mozzarella cheese made by direct acidification. J. Dairy Sci. 57 (2): 174-180.

40. KOSIKOWSKI, F.V. - 1972 - Precipitation phenomenon of Ricotta and related cheese. Dairy and Ice Cream Field 155 (9): 124-126.
41. KOSIKOWSKI, F.V. - 1958 - Problems in the Italian soft-cheese industry. J. Dairy Sci. 41 (3): 455-458.
42. KOSIKOWSKI, F.V. - 1960 - Italian soft-cheese on the New York market. J. Dairy Sci. 43 (5): 714-716.
43. KOSIKOWSKI, F.V. - 1967 - Greater utilization of Whey Powder for Human Consumption and Nutrition. J. Dairy Sci. 50 (8): 1343-1345.
44. KOSIKOWSKI, F.V. - 1970 - Cheese and fermented milk foods. Edwards Brothers, Inc. Ann Arbor, Michigan.
45. KOSIKOWSKI, F.V. - 1977 - Cheese and fermented milk foods. Edwards Brothers, Inc. Ann Arbor, Michigan (2^a ed.).
46. LAMPERT, L.M. - 1975 - Modern Dairy Products. Chemical Publishing Company, Inc. N.Y. Food Trade Press (3^a ed.).
47. LARSON, B.L. and ROLLERI, G.D. - 1954 - Heat denaturation of the specific serum proteins in milk. J. Dairy Sci. 37 (6): 633 (Abstr.).
48. LARSON, B.L. and ROLLERI, G.D. - 1955 - Heat denaturation of the specific serum proteins in milk. J. Dairy Sci. 38 (4): 351-360.

49. LARSON, W.A.; OLSON, N.F.; ERNSTROM, C.A. and BREENE, W.M. - 1966 - Comparison of continuous agitation and conventional cutting for Pizza cheese made by direct acidification procedures. J. Dairy Sci. 49 (6): 711 (Abstr.).
50. LARSON, W.A.; OLSON, N.F.; ERNSTROM, C.A. and BREENE, W.M. - 1967 - Curd-forming techniques for making Pizza cheese by direct acidification procedures. J. Dairy Sci. 50 (10): 1711-1712.
51. LAW, B.A.; SHARPE, M.E. and REITER, B. - 1974 - The release of intracellular dipeptidase from starter streptococci during Cheddar cheese ripening. J. Dairy Research 41: 137-146.
52. LITTLE, L. - 1967 - Techniques for acidified dairy products. J. Dairy Sci. 50 (3): 434-440.
53. LOPEZ, B.R. - 1971 - Milk processing and cheese industry in Puerto Rico. J. Dairy Sci. 54 (9): 1348-1351.
54. MABBITT, L.A.; CHAPMAN, H.R. and BERRIDGE, N.J. - 1955 - Experiments in cheese-making without starter. J. Dairy Research 22: 365.
55. MANNING, D.J. - 1974 - Sulphur compounds in relation to Cheddar cheese flavour. J. Dairy Research 41: 81-87.

56. MCGUGAN, W.A.; HOWSAM, S.G.; ELLIOTT, J.A.; EMMONS, D.B.; REITER, B. and SHARPE, M.E. - 1968 - Neutral volatiles in Cheddar cheese made aseptically with and without starter culture. J. Dairy Research 35: 237-245.
57. McNURLIN, T.F. and ERNSTROM, C.A. - 1962 - Formation of curd by direct addition of acid to skim milk. J. Dairy Sci. 45 (5): 647 (Abstr.).
58. MELANDER, O. - 1939 - Elektrophoretische Untersuchung von Casein. Biochem. Z. 300: 240.
59. MICKETTS, R. and OLSON, N.F. - 1974 - Manufacture of Mozzarella cheese by direct acidification with reduced amounts of rennet and pepsin. J. Dairy Sci. 57 (3): 273-278.
60. MORR, C.V. - 1975 - Milk proteins in dairy and food processing. J. Dairy Sci. 58 (7): 977-984.
61. NIELSEN, V.H. - 1961 - Use of hydrogen peroxide in milk. American Milk Review 23 (2): 86,90.
62. NITSCHMANN, Hs. and BOHREN, Hr. - 1955 - Das Lab und sein Wirkung auf das Casein X. Eine Methode zur direkten Bestimmung der Geschwindigkeit der Pri-marreaktion der Labgerinnung der Milch, Helv. Chim. Acta, 38: 1953-1963.

63. OGILVY, SUSAN. - 1977 - Making cheese. B.T. Batsford Ltd. London (2^d ed.).
64. O'KEEFFE, R.B.; FOX, P.F. and DALY, C. - 1975 - Proteolysis in Cheddar cheese: influence of the rate of acid production during manufacture. J. Dairy Research 42: 111-122.
65. PEEPLES, M.L. and ROBERSON, J.R. - 1969 - Manufacturing and marketing possibilities of Queso Blanco cheese. J. Dairy Sci. 52 (4): 551 (Abstr.).
66. PHELAN, J.A. - 1977 - Milk coagulants: a critical review. Dairy Ind. International 42 (2): 50-54.
67. PINTO, M.E. e HONBRAKEN, A. - 1976 - Analisis Químicas de Leche e Produtos Lacteos. Centro Regional de Capacitación en Lechería de FAO. Santiago, Chile.
68. QUARNE, E.L.; LARSON, W.A. and OLSON, N.F. - 1968 - Effect of acidulants and milk-clotting enzymes on yield, sensory quality and proteolysis of Pizza cheese made by direct acidification. J. Dairy Sci. 51 (6): 848-852.
69. RAHIMI, A.S. - 1971 - A review of the use of acidulants in the manufacture of dairy products. Dairy Industries 36 (10): 577-579.

70. RAKSHY, S.E.S.E. and RASHED, M.A. - 1970 - Utiliza
tion of Egyptian cow's and buffalo's milk in the
manufacture of an acid-high-heat-coagulation cheese
suitable for warm climatic conditions. XVIII Int.
Dairy Congr. 1E: 341 Faculty of Agric., Univ. Ale
xandria, UAR. (In: D. Sci. Abstr. 32 (11):691, 1970).
71. REITER, B.; FRYER, T.F.; PICKERING, A.; CHAPMAN, H.R.;
LAWRENCE, R.C. and SHARPE, M.E. - 1967 - The effect
of the microbial flora on the flavor and free fatty
acid composition of Cheddar cheese. J. Dairy Re
search 34: 257.
72. REITER, B.; SOROKIN, Y.; PICKERING, A. and HALL, J.A.
- 1969 - Hydrolysis of fat and protein in small
cheeses made under aseptic conditions. J.Dairy Re
search 36: 65-76.
73. ROGICK, F.A. e ROCHA, G.L. - 1954 - Contribuição ao
estudo dos leites ácidos esporadicamente observa
dos no Estado de São Paulo. Bol. Ind. Animal 14:
111-121.
74. SANCHES, S.A.C. - 1978 - Comparação entre os resulta
dos obtidos através de cálculos diferentes de
NDpCAL. Rev. ABIA/SAPRO (Assoc. Bras. das Indús
trias da Alimentação/Setor de Alimentos Calórico-
Protéicos), 34: 2-15.

75. SANDERS, G.P. - 1953 - Cheese varieties and descriptions. U.S. Dept. of Agr. Handbook nº 54.
76. SANTOS, E.C. dos. - 1971 - Aspectos Sanitários na produção do leite de consumo. Rev. do Inst. de Lat. "Cândido Tostes". nºs. 158-159: 9-13.
77. SELMAN, Jr., R.L. and PEEPLES, M.L. - 1971 - Manufacture of Mexican type cheese. J. Dairy Sci. 54 (3): 450 (Abstr.).
78. SHEHATA, A.E. and OLSON, N.F. - 1966 - Manufacture of Blue cheese by direct acidification methods. J. Dairy Sci. 49 (8): 1025-1031.
79. SHEHATA, A.E.; IYER, M.; OLSON, N.F. and RICHARDSON, T. - 1967 - Effect of type of acid used in direct acidification procedures on moisture, firmness and calcium levels of cheese. J. Dairy Sci. 50 (6): 824-827.
80. SIAPANTAS, L.G. and KOSIKOWSKI, F.V. - 1965 - Acetic acid precipitation phenomenon of whole milk for Queso Blanco cheese. J. Dairy Sci. 48 (6): 764 (Abstr.).
81. SIAPANTAS, L.G. and KOSIKOWSKI, F.V. - 1967 - Properties of Latin American White Cheese as influenced by glacial acetic acid. J. Dairy Sci. 50 (10): 1589-1591.

82. SIAPANTAS, L.G. and KOSIKOWSKI, F.V. - 1973 - Manufacture of creamed, brined and renneted Queso Blanco cheese. J. Dairy Sci. 56 (5): 631 (Abstr.).
83. SIAPANTAS, L.G. and KOSIKOWSKI, F.V. - 1973 - The chemical mode of action of four acids and milk acidity in the manufacture of Queso Blanco cheese. J. Dairy Sci. 56 (5): 631 (Abstr.).
84. SOUTHWARD, C.R. and GOLDMAN, A. - 1975 - Co-precipitates-A review. N.Z.J. Dairy Sci. and Technol. 10 (3): 101-112.
85. THOMPSON, M.P.; TARASSUK, N.P.; JENNESS, R.; LILLEVIK, H.A.; ASHWORTH, U.S. and ROSE, D. - 1965 - Nomenclature of the proteins of cow's milk - Second Revision. J. Dairy Sci. 48 (2): 159-169.
86. TORRES, N.; CHANDAN, R.C. - 1979 - Flavor and texture development in Latin American white cheese. J. Dairy Sci. 62 (Suppl. 1): 50 (Abstr.).
87. WEBB, B.H. and JOHNSON, A.H. - 1965 - Fundamentals of Dairy Chemistry. The AVI Publishing Co., Inc. Westport, Connecticut, USA.
88. WEILGOLD, G.W. - 1958 - Development of a factory method for the manufacture of Queso del Pais. The Milk Prod. J. 49 (10): 16-17,25.

89. WHITAKER, J.R. - 1972 - Principles of Enzymology for the Food Sciences. Marcel Dekker, Inc., New York, USA.
90. WILSTER, G.H. - 1964 - Practical cheesemaking. O.S.U. Bookstores, Inc. Oregon (10^a ed.).
91. WINDLAN, H.M. and KOSIKOWSKI, F.V. - 1955 - The manufacture of Ricotta cheese from whole milk. J. Dairy Sci. 38 (6): 588 (Abstr.).
92. WOLFSCHOON, A.F.; FURTADO, M.M. e MUNCK, A.V. - 1978 - Estudo da fabricação do queijo Minas Frescal com ácido láctico em substituição ao fermento láctico. Anais do V Congresso Internacional de Laticínios: 160. Realização EPAMIG-ABL-FIL, 17-21 de julho de 1978, Juiz de Fora, MG - Brasil.
93. ZAGAÏEVSKIÏ, I.S. - 1968 - Improvement of milk quality at the farm. D. Sci. Abstr. 31 (5): 262.
94. ZEHREN, V.L. - 1976 - Manual de Tecnologia Quesera. Laboratorio Tecnológico del Uruguay - LATU. Montevideo.