



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
Facultad de Ciencias Veterinarias

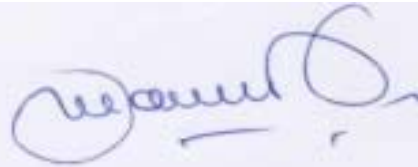
INSTITUTO DE MICROBIOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS

**Determinación del contenido de Yodo en productos comerciales para
Dipping utilizados a nivel predial para el control de Mastitis**

Tesis de grado presentada como
parte de los requisitos para optar al
Grado de LICENCIADO EN
MEDICINA VETERINARIA.

Paula Cáceres Soto
Valdivia Chile 1998

PROFESOR PATROCINANTE:



JUAN KRUZE VIRTONICH.
Instituto de Microbiología.
Facultad de Ciencias.

PROFESOR COPATROCINANTE:



ALDO AGUILERA MATAMALA.
Instituto de Química.
Facultad de Ciencias.

PROFESORES CALIFICADORES:



FREDERICK AHUMADA M.
Instituto de Farmacología.
Facultad de Ciencias Veterinarias.



BRUNO TWELE W.
Instituto de Zootecnia.
Facultad de Ciencias Veterinarias.

FECHA DE APROBACION:

24 de Diciembre de 1998

*" Cuando sientas tu herida
sangrar Cuando sientas tu voz
sollozar Cuenta conmigo....."*

*Con todo el amor para
mis padres y hermanos.*

ÍNDICE

	Página
1. RESUMEN	1
2. SUMMARY	2
3. INTRODUCCIÓN	3
4. MATERIAL Y MÉTODOS	11
1 PRODUCTORES	11
2 MUESTRAS DE PRODUCTOS DESINFECTANTES PARA DIPPING	11
3 MUESTRAS DE AGUA	11
4 TITULACIÓN DE LOS YODÓFOROS	12
4.1 Yodo libre (I ₂)	
4.2 Yodo disponible	
5 DETERMINACIÓN DEL pH DE LAS SOLUCIONES YODADAS	14
6 ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA	14
6.1 Valor de pH	
6.2 Dureza total	
7 RECOLECCIÓN DE ANTECEDENTES SOBRE USO Y MANEJO DE SOLUCIONES YODADAS PARA DIPPING	16
8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	16
5. RESULTADOS	17
1 USO DE DIPPING Y TIPOS DE PRODUCTOS	17
2 CONCENTRACIÓN DE YODO EN PRODUCTOS PARA DIPPING	19
2.1 Yodo disponible	
2.2 Yodo libre	
3 DETERMINACIÓN DEL pH EN LAS MUESTRAS DE PRODUCTOS YODADOS	26
4 ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS MUESTRAS DE AGUA	27
4.1 Dureza	
4.2 Determinación de pH	

	Página
5 ANTECEDENTES SOBRE USO Y MANEJO DE LAS SOLUCIONES YODADAS	28
5.1 Diferencias de hábitos en el uso de productos comerciales	
5.2 Condiciones de almacenamiento de los productos para <i>dipping</i> en el predio	
5.3 Volumen de desinfectante usado para el <i>dipping</i> y cobertura del pezón	
5.4 Vencimiento de los productos	
5.5 Métodos de aplicación de los desinfectantes para <i>dipping</i>	
5.6 Higiene de las soluciones desinfectantes	
5.7 Dilución de las soluciones desinfectantes	
6. DISCUSIÓN	34
7. CONCLUSIONES	47
8. BIBLIOGRAFÍA	49
9. ANEXOS	57
Anexo 1: PRODUCTOS COMERCIALES PARA DIPPING DISPONIBLES EN CHILE (1997 - 1998)	58
Anexo 2: NÚMERO TOTAL DE PRODUCTORES CON ESTANQUE DE FRÍO DISTRIBUIDOS POR REGIONES Y EMPRESA LÁCTEA	59
Anexo 3: ENCUESTA PARA EVALUAR EL USO Y MANEJO DE SOLUCIONES YODADAS PARA DIPPING	60
10. AGRADECIMIENTOS	61

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1 Uso de <i>dipping</i> en productores de leche de las IX y X regiones de Chile.	17
Cuadro 2 Desinfectantes para <i>dipping</i> utilizados por los productores en el sur de Chile.	17
Cuadro 3 Yodóforos comerciales para <i>dipping</i> de mayor uso en el sur de Chile.	18
Cuadro 4 Concentración de yodo disponible en productos comerciales para <i>dipping</i> .	19
Cuadro 5 Yodóforos comerciales para <i>dipping</i> con concentraciones de yodo disponible inferiores a la original indicada por el fabricante.	20
Cuadro 6 Concentración de yodo disponible en muestras de productos comerciales usados sin diluir.	20
Cuadro 7 Frecuencia de yodóforos comerciales diluidos en el predio previo a su uso.	21
Cuadro 8 Concentración de yodo disponible en productos diluidos.	21
Cuadro 9 Relación entre la dilución recomendada por el fabricante y dilución realizada en el predio de yodóforos comerciales para <i>dipping</i> .	22
Cuadro 10 Medianas y rangos de yodo libre en muestras de 20 productos comerciales obtenidas de los envases originales.	23
Cuadro 11 Concentración de yodo libre en las distintas muestras de los productos comerciales usados sin diluir.	24
Cuadro 12 Medianas de yodo libre en muestras de diferentes productos comerciales formulados con igual concentración de yodo disponible.	24
Cuadro 13 Concentración de yodo libre en muestras de productos diluidos en el predio.	25
Cuadro 14 Concentración de yodo libre según el tipo de dilución realizada.	25
Cuadro 15 Efecto de la dilución sobre la concentración de yodo libre en diferentes productos comerciales.	26
Cuadro 16 Valores de pH en muestras de aguas provenientes de 210 lecherías de la IX y X regiones.	27
Cuadro 17 Hábitos de uso de productos comerciales para <i>dipping</i> en productores de las IX y X regiones.	28
Cuadro 18 Almacenamiento de los productos para <i>dipping</i> .	29
Cuadro 19 Cobertura del pezón con la solución desinfectante para <i>dipping</i> .	29
Cuadro 20 Clasificación de productos comerciales para <i>dipping</i> de acuerdo al registro de vencimiento en la etiqueta.	30
Cuadro 21 Vigencia de yodóforos comerciales para <i>dipping</i> con fecha de vencimiento de fábrica utilizados en las lecherías de las IX y X regiones.	31
Cuadro 22 Periodo durante el cual los productos yodados comerciales para <i>dipping</i> permanecen diluidos.	33

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

	Página
Gráfico 1 Dureza del agua, expresada como ppm de CaCO ₃ , en muestras de agua de 210 lecherías de las IX y X regiones	27
Gráfico 2 Distribución de los productores de acuerdo al método de aplicación del <i>dipping</i> y aplicadores más frecuentes en el sur de Chile	32
Gráfico 3 Personal responsable de realizar las diluciones de los productos desinfectantes para <i>dipping</i>	33
Figura 1 Diferentes diseños de aplicadores para <i>dipping</i> utilizados en el sur de Chile	31

1. RESUMEN

El objetivo principal del presente estudio fue conocer el uso y manejo de las soluciones yodadas para *dipping* post ordeña en rebaños lecheros de las IX y X regiones del país, específicamente determinando la concentración de yodo libre, yodo disponible y pH de productos comerciales para *dipping* obtenidos en el predio, además se realizó una encuesta sobre uso y manejo del *dipping*, y la calidad química del agua utilizada en todas las lecherías.

El estudio incluyó a un total de 247 productores de leche, correspondientes al 10% de los productores con estanque de refrigeración predial, según antecedentes proporcionados por las plantas lecheras. Se recolectaron y analizaron 191 muestras de desinfectantes obtenidas directamente de los envases originales y 96 muestras de los mismos productos pero posterior a su dilución en el predio. La concentración de yodo libre se determinó por medio de espectrofotometría mediante extracción con un solvente no polar (hexano) y el yodo disponible mediante titulación con tiosulfato de sodio 0,1 N y almidón como indicador; la dureza del agua se tituló con EDTA utilizando negro de Eriocromo T como indicador. El pH de las soluciones yodadas se determinó con cintas indicadoras de pH y en el caso de las muestras de agua mediante un pHmetro.

De los 247 productores visitados, 231 (93.5%) practicaban *dipping* post ordeña, de los cuales 210 (91.0%) utilizaban productos yodados. Se demostró que el 24.1% de las muestras obtenidas de los envases originales contenían concentraciones de yodo disponible inferiores a la indicada en la etiqueta del envase. La concentración de yodo libre varió entre muestras de un mismo producto comercial y entre productos formulados con igual concentración de yodo disponible. De las 96 muestras de productos diluidos en el predio, el 71.9% tenían menos de 5000 ppm de yodo disponible, y en el 39% de las muestras la concentración de yodo libre fue inferior comparado con la muestra original sin diluir, diferencia que fue más marcada cuando la dilución en agua era superior al 75%. Los valores de pH de todas las muestras estuvieron dentro del rango recomendado (4.0 a 6.0). El 99.5% de las muestras de aguas resultaron ser "blandas", en tanto que los valores de pH fluctuaron en su mayoría (89.1%) entre 6.0 y 7.9. Finalmente, se comprobó que el 38.6% de los productores almacenan el producto para *dipping* en forma incorrecta; el 41.4% de los productos comerciales no tenían fecha de vencimiento; el 69% de los ordeñadores no eliminaban los residuos de desinfectantes y no lavaban el aplicador entre las ordeñas; el 82% de los productores utilizaban menos desinfectante del recomendado internacionalmente y 61.9% de los ordeñadores no cubrían por completo el pezón con *dipping*.

En base a los resultados obtenidos se puede concluir que la práctica del *dipping* post ordeña es una medida de higiene ampliamente difundida en el sur de Chile para el control de mastitis y que los yodóforos son los productos desinfectantes más usados, sin embargo existen deficiencias en el uso y manejo de estos productos que pueden afectar su eficacia.

2. SUMMARY

The main objective of this study was to investigate the use and handling of iodine solutions for post milking teat disinfection in dairy herds of the IXth and Xth Regions of southern Chile. The concentration of both free and available iodine as well as the pH of commercial products used at the farm for teat dipping were determined in samples collected directly from the original container and in samples diluted by the farmer. Chemical analysis of water used for diluting iodine solutions was also carried out in samples taken from every milk producer. A questionnaire about use and handling of disinfectant solutions for dipping was also filled in during each farm visit.

A total of 247 milk producers with refrigerated milk tanks were selected which corresponded to approximately a 10% of producers with milk tank of the IXth and Xth Regions. One hundred-ninety one undiluted samples collected directly from the original containers and 96 diluted samples of the same products were analysed. Free iodine was determined by spectrophotometry by extraction with a non polar solvent (hexane); available iodine was determined with sodium thiosulfate 0,1 N using starch as indicator; water hardness was titrated with EDTA and black of Eriochrome T as indicator. The pH of iodine solutions was measured with pH indicator paper and, in the case of water samples, by means of a pHmeter.

Teat dipping was practised by 231 (93.5%) out of 247 producers visited of which 210 (91.0%) used iodine products. It was shown that 24.1% of undiluted samples had less available iodine concentration than that shown on the original container's label. Free iodine content varied between samples of the same product as well as among products formulated with equal concentration of available iodine. Of 96 samples of products diluted at the farm, 71.9% had less than 5000 ppm of available iodine, and in 39% of the samples the concentration of free iodine decreased compared to the original undiluted sample; the loss of free iodine was higher when dilutions in water was over 75%. The pH values of all samples analysed were within recommended ranges (4.0-6.0). In relation to water analysis, most samples (99.5%) had low content of salts (soft water) and the majority (89.1%) had pH values between 6.0-7.9. Finally, it was found that 38.6% of the farmers kept the iodine products in inappropriate conditions, 41.4% of commercial products had no expiring date; 69% of milkers did not eliminate the disinfectant residues of the applicator nor wash the applicator between milkings, 82% of farmers used less disinfectant than that recommended, and 61.9% of the milkers did not cover completely the teat surface with the disinfectant solution.

Based on these results it can be concluded that post milking teat disinfection is a hygienic measure widely practised in southern Chile for mastitis control, and that iodophors are the most commonly used disinfectants. However, there exist a number of deficiencies in the use and handling of these products which can affect their efficacy.

3. INTRODUCCION

La mastitis se define como la inflamación de la glándula mamaria, a consecuencia de una infección microbiana, caracterizada por cambios físico - químicos de la leche y por cambios patológicos del tejido glandular, cuya presentación puede ser de carácter agudo o crónico y clínico o subclínico (Blood y Radostis, 1989; Kruze, 1992a, Philpot y Nickerson, 1992).

La mastitis representa un serio problema para las explotaciones pecuarias y la industria láctea ya que es una enfermedad que produce cuantiosas pérdidas económicas debido a una menor producción de leche, muerte y reemplazo prematuro de vientres, costos de tratamientos y atención veterinaria, disminución de la calidad higiénica y nutritiva de la leche y alteración de los procesos de industrialización de la leche cruda (Zurita, 1988; Beck y col., 1992; Kruze, 1992c; Philpot y Nickerson, 1992).

La mastitis es una enfermedad multifactorial que está presente en todas las explotaciones lecheras y que, a diferencia de otras enfermedades infecciosas del bovino, no es posible erradicar. La infección intramamaria se inicia con el ingreso de los microorganismos a través del conducto del pezón, los que vencen los mecanismos defensivos de la glándula mamaria y se multiplican en el tejido glandular (Boddie y Nickerson, 1986; Nickerson, 1987, Chavarry, 1994). La infección intramamaria también se puede producir por la invasión de bacterias que residen o se encuentran colonizando el conducto del pezón, originando una fuente de bacterias dispuestas a desencadenar una infección.

En contraste con la mayoría de las enfermedades infecciosas que afectan al ganado bovino, cuyo origen es un agente infeccioso específico, en el desarrollo de la mastitis pueden intervenir numerosos agentes patógenos como bacterias, hongos y algas. Aunque más de cien microorganismos diferentes han sido aislados de infecciones intramamarias, alrededor del 95% de los casos de mastitis son causados principalmente por *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae* y *Streptococcus uberis*, el 5% restante corresponde a infecciones por bacterias coliformes, especialmente *Escherichia coli*, *Klebsiella spp*, *Aerobacter spp* y otros patógenos ocasionales como *Corynebacterium spp*, *Mycoplasma spp* y *Nocardia spp* (Zurita, 1988; Concha y col., 1992; Kruze, 1992c). Las infecciones micóticas incluyen especies de *Aspergillus* y *Trichosporon*, además de infecciones por levaduras, especialmente *Candida albicans* (Blood y Radostis, 1989).

Las diferentes características epidemiológicas de cada uno de estos patógenos ha traído como consecuencia un cambio en la prevalencia relativa de los diferentes patógenos mamarios dependiendo de las medidas de control en práctica en los diferentes países o regiones. Según el tipo de transmisión de estos patógenos mamarios, se distinguen dos tipos de mastitis: mastitis contagiosas y mastitis ambientales. Las mastitis contagiosas se caracterizan por transmitirse durante la ordeña a través de las manos del ordeñador, paños de lavado y pezoneras, y es causada principalmente por *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae* y, con menor frecuencia, por *Corynebacterium bovis*, *Staphylococcus* coagulasa negativo y *Mycoplasma spp.* En Chile, si bien es cierto se ha logrado reducir la tasa de neoinfecciones por *Streptococcus agalactiae* con la aplicación de las primeras medidas de control en la década del 70, no ha sido posible reducir la prevalencia de mastitis por *Staphylococcus aureus*, constituyendo en la actualidad el principal agente de mastitis bovina en el sur del país (Palavicino, 1988, Concha y col., 1992; Kruze, 1992b; Chávarry, 1994; León, 1994; León, 1997). Las mastitis ambientales han tenido un incremento importante en los últimos años debido a la mayor estabulación del ganado lechero. A diferencia de las mastitis contagiosas, se transmiten especialmente en los períodos de interordeña. Los agentes patógenos que intervienen son aquellos que se encuentran ampliamente distribuidos en el medio ambiente, tales como *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae* y bacterias coliformes como *Escherichia coli* y *Klebsiella spp.*

En los últimos años en nuestro país se ha observado un creciente interés por introducir diversas medidas de control a nivel predial con la finalidad de reducir las cuantiosas pérdidas económicas por mastitis tanto para el productor como para la industria lechera (Kruze, 1994). Las consideraciones económicas y de salud pública sobre la mastitis, justifican plenamente la atención que debe prestarse a esta enfermedad del ganado bovino lechero.

El control de la mastitis implica un conjunto de medidas, cuyo objetivo final es reducir la prevalencia de la enfermedad. Por ser la mastitis una enfermedad fundamentalmente de origen microbiano, resulta obvio que la estrategia a seguir en un plan de control es evitar que los microorganismos penetren a la glándula mamaria, lo que se logra con buenas medidas de higiene, tratamientos adecuados y eliminación de los casos crónicos (Kruze, 1992d).

Las neoinfecciones intramamarias pueden ocurrir tanto durante la lactancia como en el período seco de la vaca. La prevención de las infecciones durante el periodo seco se logra a través de una terapia adecuada de secado, en tanto que las infecciones durante la lactancia se pueden prevenir con medidas de higiene durante la ordeña, tratamiento inmediato y adecuado de todos los casos clínicos, eliminación de los casos crónicos y, fundamentalmente, con la desinfección de los pezones al término de la ordeña lo que se conoce como *dipping* (Schultze y Smith, 1972; Natzke, 1977; Farnsworth, 1980; Pankey y col., 1984, Kruze, 1992d; Philpot y Nickerson, 1992; Nickerson y Boddie, 1995).

La primera información relacionada con el *dipping* en rebaños lecheros se remonta al año 1916, cuando Moak empleó una solución de aceite de pino para prevenir la transmisión de *Streptococcus agalactiae* durante la ordeña. Sin embargo, los resultados no fueron exitosos y esta práctica se discontinuó (Farnsworth, 1980; Pankey y col., 1984). La idea de usar el *dipping* como una medida higiénica de control de mastitis fue considerada en la década del 60 cuando Newbould y Barnum (1960 a, b) demuestran que la desinfección de los pezones después de la ordeña era capaz de reducir la microflora, especialmente *Staphylococcus aureus*, presente en las unidades de ordeña.. Posteriormente, experimentos realizados en Inglaterra con un gran número de rebaños comerciales durante tres años consecutivos demuestran que, entre las medidas de higiene durante la ordeña para reducir las neoinfecciones intramamarias, el *dipping* post ordeña resultó ser la más efectiva (Dodd y col., 1969; Philpot, 1979), con lo cual esta práctica fue ampliamente recomendada y adoptada en la mayoría de los países (Schultze y Smith, 1972; Natzke, 1977; Farnsworth, 1980; Bramley, 1981; Pankey y col., 1984; IDF, 1991; Sarán, 1995).

La práctica del *dipping* consiste en aplicar una solución desinfectante a todos los pezones inmediatamente después de retiradas las pezoneras, con el objetivo de matar a los microorganismos que quedan en la piel y punta del pezón al término de la ordeña, evitando así que penetren y se multipliquen en el canal del pezón, reduciendo el riesgo de infecciones intramamarias. El *dipping* además, deja un residuo de desinfectante en la superficie del pezón durante el periodo de interordeño, periodo en que el orificio del pezón permanece abierto, por lo menos durante 30 minutos, evitando así la colonización bacteriana del conducto del pezón y favoreciendo la recuperación de las lesiones en la punta, esfínter y canal del pezón. Actualmente, se acepta que un producto para *dipping* efectivo y usado correctamente, debe reducir la tasa de neoinfecciones intramamarias entre un 50% y un 90% (Pankey y Philpot, 1974; Farnsworth, 1980; Bushnell, 1984, Pankey y col., 1984; Chaffaux y Steffan, 1985; Kruze, 1992d; Nickerson, 1998).

La práctica del *dipping* presenta una serie de limitaciones en su empleo; si bien ha demostrado ser una práctica de higiene eficaz para el control de las neoinfecciones intramamarias, no es un tratamiento contra las infecciones intramamarias ya existentes. Una segunda limitante reside en la protección desigual contra diferentes gérmenes. Muchos ensayos han demostrado que el *dipping* es capaz de reducir las neoinfecciones causadas por organismos que se transmiten durante la ordeña, como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Corynebacterium bovis*, sin embargo, no es igualmente eficaz para reducir las infecciones intramamarias por patógenos ambientales, especialmente *Streptococcus uberis* y bacterias coliformes, las cuales se transmiten fundamentalmente durante los periodos de interordeño, cuando el efecto bactericida del antiséptico aplicado sobre el pezón ha desaparecido (Pankey y col., 1984; Philpot y Nickerson, 1992; Hogan y Smith; 1995). Por otra parte, una limitante importante del *dipping* es el efecto adverso que se puede obtener con determinados productos con formulaciones inapropiadas, las que pueden producir irritación y lesión de la piel de los pezones, generalmente asociados al principio activo y al pH de la solución (Farnsworth, 1980; Pankey y col., 1984). También es necesario mencionar que bajo

condiciones climáticas de temperatura ambiental excesivamente bajas, la práctica del *dipping* puede ejercer un efecto adverso sobre la condición de la piel de los pezones (Farnsworth, 1980); en estos casos puede ser recomendable suspender el *dipping* o desinfectar sólo la punta del pezón. Para evitar o reducir estos inconvenientes, la mayoría de los productos comerciales para *dipping* tienen incorporado alguna sustancia emoliente (ej. lanolina, glicerina) cuya concentración final no debería superar un 10-12% para evitar el riesgo de inactivación del principio activo. Finalmente, una atención particular debe ser puesta en los residuos de antisépticos susceptibles de pasar a la leche (Chaffaux y Steffan, 1985; Galton y col., 1986; Pennington, 1990).

Los productos para *dipping* se pueden aplicar mediante *inmersión* o *aspersión* de la solución desinfectante. La *inmersión* es la forma convencional que existe para aplicar el producto y consiste en sumergir los pezones en un recipiente o aplicador apropiado que contenga la solución desinfectante, método que tiene la ventaja que permite cubrir la mayor parte del pezón, especialmente cuando existen heridas en él (Hogan y Smith, 1995). Sin embargo, el uso inadecuado del *dipping* por *inmersión* reviste el riesgo de contaminación de la solución desinfectante con materia orgánica y la eventual inactivación del agente germicida (Westfall y col., 1987); en consecuencia, es necesario tener la precaución de eliminar los residuos de desinfectante del aplicador al final de cada ordeña, lavar el recipiente y guardarlo limpio y seco hasta la ordeña siguiente; además es importante señalar que los remanentes de producto utilizados en una ordeña nunca deben devolverse al envase original (Pankey y col., 1984; Chaffaux y Steffan, 1985)

En los últimos años, debido al incremento en el número de vacas en los rebaños lecheros, se ha introducido una nueva modalidad de aplicación del *dipping* mediante *aspersión* por medio de rociadores, manuales o automáticos, ubicados en sitios estratégicos de la sala de ordeño. Esta modalidad permite acelerar la rutina del *dipping* y acortar el tiempo de ordeña, y reduce los riesgos de inactivación del desinfectante por contaminación de materia orgánica y por contacto con las manos del ordeñador (Chaffaux y Steffan, 1985; Westfall y col., 1987). Lamentablemente, el *dipping* por *aspersión* tiene el inconveniente del alto costo de inversión en instalaciones automáticas y resulta ser menos eficiente que el método por inmersión, debido a que muchas veces es aplicado de frente a los pezones rociando solamente una cara y dejando gran parte de la superficie del pezón sin cubrir y, además, consume mayor cantidad de desinfectante (Pankey y col., 1984, Chaffaux y Steffan, 1985; Hogan y Smith, 1995).

Los desinfectantes para pezones se clasifican en dos grandes grupos: *soluciones germicidas* y *selladores de barreras*. Los *desinfectantes germicidas* destruyen los microorganismos por acción química o biológica, eliminando a las bacterias de la piel del pezón de manera rápida y eficaz después de su aplicación; sin embargo, en la mayoría de los casos la persistencia de la actividad germicida es limitada y se reduce con la presencia de materia orgánica como leche y estiércol, dependiendo de la concentración y del principio

activo (Pankey y col., 1984; Chaffaux y Steffan, 1985; Hogan y Smith, 1995). Entre los principales productos germicidas utilizados en las soluciones desinfectantes para *dipping* se encuentran;

a) **Yodóforos:** son agentes fuertemente oxidantes que destruyen a los microorganismos por un mecanismo de óxido - reducción. Se caracterizan por ser buenos germicidas, siendo efectivos contra bacterias vegetativas y algunas esporas bacterianas, virus y hongos (Favero y Bond, 1991), aunque son menos efectivos para reducir las infecciones por gérmenes del medio ambiente debido a la corta persistencia del principio activo sobre la piel del pezón (Chaffaux y Steffan, 1985; Gottardi, 1991). Junto con destruir a los patógenos presentes en la piel del pezón, los yodóforos previenen la colonización del orificio del pezón y remueven la colonización existente, evitan la contaminación de las heridas y favorecen la cicatrización de las lesiones presentes en el pezón (Bramley, 1981). La mayoría de los yodóforos contienen emolientes como glicerina y lanolina para mejorar la tolerancia por los pezones. El poder tintorial del yodo permite hacer visibles los pezones que han sido tratados. Lamentablemente, la eficacia de los yodóforos se puede alterar en presencia de materia orgánica, cuando se almacena a temperaturas extremas, con un pH muy alcalino o cuando se diluyen en aguas con un alto contenido de sales (Pankey y col., 1984; Favero y Bond, 1991; Fang y Pyörälä, 1995).

b) **Clorhexidina:** es una biguanidina que actúa por adsorción a la pared celular de las bacterias produciendo una rápida e irreversible pérdida del material citoplasmático. Es un producto incoloro e inodoro y se utiliza como gluconato de clorhexidina, una sal de moderada a alta solubilidad en agua (Chaffaux y Steffan, 1985). La concentración más frecuente en las soluciones para *dipping* es al 0.5% las que normalmente contienen emolientes (5 - 6% de glicerina o lanolina) y un colorante para teñir la piel de los pezones tratados (Plicks y col., 1981; Chaffaux y Steffan, 1985; Boddie y col., 1990; Boddie y col., 1997). A diferencia del yodo, es más efectiva a pH alcalino (Fang y Pyörälä, 1995; Sarán, 1995) y tiene las ventajas de poseer un amplio espectro antimicrobiano (Gram positivo y Gram negativo); su actividad no es afectada por materia orgánica como sangre, pus o leche y es el producto para *dipping* con mayor persistencia en la piel de los pezones, pudiendo permanecer activo hasta 8 horas después de su aplicación (Russell y col., 1982; Pankey y col., 1983; Chaffaux y Steffan, 1985; Boddie y col., 1990; Sarán, 1995), siendo especialmente importante para el control de los patógenos ambientales. Numerosas investigaciones han demostrado su efectividad (Hicks y col., 1981; Boddie y col., 1990; Oliver y col., 1990; Fox, 1992; Murdough y Pankey, 1993; Hogan y col., 1995, Boddie y col., 1997).

c) **Hipoclorito:** normalmente utilizado como hipoclorito de sodio, es un agente germicida muy efectivo; la molécula germicida (ion hipocloroso), actúa oxidando las proteínas estructurales y enzimáticas de la célula bacteriana que dependen de los grupos sulfhidrilos (-SH) libres (no oxidados) (Pankey y col., 1984). La estabilidad de las soluciones de hipoclorito es influenciada por la luz, temperatura y pH (Russell y col., 1982). Los productos comerciales para *dipping* contienen entre 0.1- 4.0% de cloro activo y un pH que varía entre

8.5 - 11.0 y tienen la gran ventaja de tener un bajo costo y de ser eficientes germicidas. Sin embargo, su olor desagradable, la acción blanqueadora sobre la ropa, la irritación de los pezones y la inactivación con materia orgánica especialmente a concentraciones bajas, son factores que limitan su empleo (Bramley, 1981; Pankey y col., 1983; Chaffaux y Steffan, 1985).

d) **Compuestos de amonio cuaternario:** son agentes catiónicos surfactantes a base de sales cuaternarias de amonio (ej. alquil - dimetil- bencil cloruro de amonio; alquil- dimetil bromuro de amonio) que alteran la tensión superficial de los líquidos actuando como detergentes suaves (Russell y col., 1982). Aunque no se conoce exactamente el modo de acción sobre los microorganismos, se acepta como mecanismo más probable la alteración de la permeabilidad de la membrana celular de las bacterias (Pankey y col., 1984). Las formulaciones para *dipping* generalmente contienen un colorante para hacer visible los pezones tratados, sustancias emolientes (lanolina o glicerina) y algún agente para aumentar la viscosidad del producto y favorecer la retención del colorante. Estos compuestos tienen las ventajas de tener un amplio espectro de acción contra bacterias Gram positivo, son muy estables en condiciones normales de almacenamientos, no se volatilizan, tienen un prolongado efecto residual y no son irritantes para los tejidos (Russell y col., 1982; Pankey y col., 1983; Chaffaux y Steffan, 1985). Sin embargo, su actividad es limitada contra gérmenes gram negativos y virus (Russell y col., 1982; Chaffaux y Steffan, 1985).

Los *selladores de barrera* son productos a base de látex natural o látex acrílico que pueden ser usados con o sin desinfectantes; estos productos al tomar contacto con el aire, después de su aplicación, forman una película persistente sobre la superficie del pezón creando una barrera física entre el pezón y el medio ambiente, con lo cual evitan la penetración de gérmenes y materia orgánica a través del conducto del pezón en los períodos de interordeña. Si los gérmenes están ya presentes sobre la piel, el látex al secarse los inmoviliza y los retiene dentro de la película así formada. Estos productos fueron originalmente desarrollados para prevenir las infecciones por patógenos ambientales que se producen en los períodos de interordeña cuando el efecto germicida de los *dipping* tradicionales ha desaparecido y han demostrando ser efectivos para reducir las infecciones por bacterias coliformes, sin embargo, no son efectivos contra los principales agentes patógenos transmisibles durante el ordeño (McArthur y col., 1984; Pankey y col., 1984; Hogan y Smith, 1995).

Los *selladores de barrera* son poco irritantes y de baja toxicidad para los pezones, sin embargo, en algunos productos es necesario remover manualmente el sellador que se encuentra firmemente adherido a la piel, ocasionando daño especialmente al orificio del pezón (Farnsworth y col., 1980). Además, el tener que retirar el film protector de la piel obliga a un alargamiento del tiempo de ordeña. La contaminación de la leche por estas sustancias de látex no reviste problemas gracias a los filtros de leche que retienen estas partículas, sin embargo, se ha reportado el aislamiento de bacterias en productos formulados sin desinfectantes. Finalmente, la adición de desinfectantes no es siempre compatible (Chaffaux y Steffan, 1985).

En Chile, al igual que en la mayoría de los países, el producto germicida de mayor aplicación en las soluciones desinfectantes para *dipping* es el yodo (Anexo 1), debido a sus propiedades tinturantes las cuales permiten hacer visibles los pezones tratados y a su amplio espectro de acción que ha sido largamente reconocido (Philpot y Pankey, 1974 a, b; Pankey y col., 1983; Nickerson y col., 1986; Favero y Bond, 1991; Gottardi, 1991; Murdough y Pankey, 1993). Sin embargo, el yodo posee una serie de propiedades que no permiten su uso al estado puro, como por ejemplo, su baja solubilidad y estabilidad, alto grado de volatización, fuerte poder corrosivo, ser irritante para los tejidos y poseer un fuerte olor desagradable (Fischer y Peter, 1971; Day y Underwood, 1989; Skoog y col., 1995). Por estas razones, el yodo se debe usar combinado con un compuesto estabilizante dando lugar a la formación de un yodóforo, con lo cual desaparecen las propiedades adversas del yodo puro. Entre los compuestos químicos más utilizados para estabilizar el yodo en las soluciones desinfectantes están el óxido de propileno, polímeros de óxido de etileno, compuestos de amonio cuaternario y polivinil pirrolidona (povidona) (Gottardi, 1991). En los yodóforos los compuestos estabilizantes se asocian estrechamente con las moléculas de yodo libre (I_2) y los iones yoduro (I^-), formando lo que se conocen como yodo combinado. En las soluciones de yodóforos, una parte del yodo está en equilibrio pero no unido al agente estabilizante; estas moléculas corresponden al yodo libre (I_2) y es la forma activa del germicida. El yodo combinado más el yodo libre constituyen el yodo disponible del yodóforo. A medida que el yodo libre es utilizado o inactivado, se van liberando nuevas moléculas de yodo del estado combinado para transformarse en yodo libre.

La eficacia de los yodóforos para reducir la neoinfecciones intramamarias ha sido extensamente demostrada, especialmente las causadas por *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*, los dos patógenos más frecuentes de mastitis contagiosa (Philpot y Pankey, 1974 a, b; Philpot y Pankey, 1978; Philpot y col., 1978; Pankey y col., 1983; Pankey y col., 1984; Boddie y Nickerson, 1990; Boddie y Nickerson, 1997). Sin embargo, la protección contra los patógenos del medio ambiente ha sido cuestionada (Pankey y col., 1984; Fang y Pyörälä, 1995). Se entiende por eficacia de un desinfectante la capacidad de un producto para *dipping* para reducir la tasa de neoinfecciones en al menos un 50% (Pankey y col., 1984). La eficacia de los productos para *dipping* depende por lo tanto, del principio activo, de la concentración del germicida, del pH de la solución y del uso y manejo del producto.

En las soluciones yodadas el pH juega un rol muy importante en la estabilidad y actividad germicida del producto, observándose una mayor actividad bactericida entre pH 3 y pH 5, y nula a partir de pH 7 debido a la formación de yodatos que disminuyen la estabilidad del producto (Chaffaux y Steffan, 1985; Favero y Bond, 1991; Sarán, 1995).

La mayoría de los productos yodados para *dipping* que existen en el mercado nacional (Anexo 1) se utilizan en forma diluida por recomendación del fabricante, existiendo el riesgo de inactivación del yodo por efecto de aguas excesivamente duras o alcalinas (Fang y Pyörälä, 1995). En los yodóforos es recomendable el uso de agentes tenso activos no iónicos, ya que

son menos afectados por la dureza del agua y las variaciones de pH (Chaffaux y Steffan, 1985). Además, la práctica de diluir las soluciones desinfectantes puede inducir a errores en la dilución resultando un producto excesivamente diluido y poco efectivo para el control de la mastitis. Otro factor negativo de las soluciones yodadas es la pérdida de la actividad germicida del producto activo cuando se almacena por largos períodos de tiempo, especialmente cuando se guarda diluido o en lugares expuestos a temperaturas extremas (congelación o sobre 30° C) (Farnsworth, 1980; Chaffaux y Steffan, 1985).

Según lo expuesto, se plantea como hipótesis alterna que en Chile existe un inadecuado uso de los distintos productos yodados para la desinfección de pezones (*dipping*) y que la concentración de yodo disponible no siempre corresponde a lo indicado por el fabricante en la etiqueta, lo que se evaluará en distintas lecherías de la IX y X regiones de Chile.

Teniendo en consideración los antecedentes presentados y debido a la gran variedad de productos para *dipping* disponibles hoy en día en el mercado nacional sin restricción de venta, se consideró importante investigar como objetivo principal el uso y manejo de las soluciones yodadas para *dipping* post ordeña en rebaños lecheros de las IX y X regiones del país.

La presente investigación tiene como objetivos específicos:

1. Determinar la concentración de yodo (libre y disponible) en muestras de soluciones desinfectantes yodadas para *dipping* provenientes de los envases originales almacenados en el predio.
2. Investigar si la concentración de yodo disponible de los productos comerciales corresponde a la concentración indicada en las etiquetas de los envases originales de los productos comerciales.
3. Determinar la concentración de yodo (libre y disponible) en las muestras de yodóforos diluidas en el predio previo a su uso.
4. Determinar la calidad química del agua (dureza y pH) a nivel predial, utilizada para diluir los productos yodados para *dipping*.
5. Determinar el pH de las distintas muestras de las soluciones yodadas para *dipping*, tanto de la solución desinfectante original como diluida.
6. Recopilar antecedentes generales relacionados con el uso y manejo de soluciones yodadas para *dipping* a nivel predial

4. MATERIAL Y METODOS

1 PRODUCTORES

Para la realización de esta investigación se seleccionaron 247 productores de leche de la IX y X regiones del país, correspondientes a aproximadamente al 10% de los productores con estanque de frío predial, según antecedentes proporcionados previamente por las distintas plantas lecheras y queserías de ambas regiones¹ (Anexo 2).

2 MUESTRAS DE PRODUCTOS DESINFECTANTES PARA DIPPING

Se recolectaron un total de 191 muestras de productos yodados comerciales concentrados tomadas directamente de los envases originales almacenados en los predios y un total de 96 muestras de productos yodados diluidos en el predio previo a su uso.

En ambos casos, la toma de muestras se realizó en botellas de plástico con tapa rosca de 250 mL de capacidad, debidamente rotuladas y mantenidas a resguardo de la luz directa hasta el momento de su análisis en el laboratorio.

3 MUESTRAS DE AGUA

Se recolectaron 210 muestras de agua para análisis de calidad química (dureza y pH), correspondiente a cada uno de los productores que utilizaban productos yodados para *dipping*, independientemente si utilizaban productos concentrados o diluidos.

Se utilizaron envases de plástico con tapa rosca de 250 mL de capacidad, debidamente rotulados y previamente lavados con ácido nítrico diluido (1:1) y enjuagados con agua destilada.

¹ Cifras entregadas en Agosto de 1997.

4 TITULACIÓN DE LOS YODÓFOROS

En todas las muestras de yodóforos recolectadas (concentradas y diluidas) se determinó el contenido de yodo libre y yodo disponible de acuerdo a la siguiente metodología:

4.1 Yodo libre (I₂)

La determinación de yodo libre se realizó mediante el método espectrofotométrico de acuerdo a la técnica descrita por Cuéllar (1997).

4.1.1 Reactivos: solución patrón de yoduro de potasio al 0.327% (0.327g de KI en 100 mL de agua destilada), solución de H₂SO₄ diluida 1:1 en agua destilada (50 mL H₂SO₄ concentrado en 50 mL de agua destilada), hexano y KIO₃.

4.1.1.1 Solución patrón de I₂ (240 ppm): este patrón se preparara transfiriendo 2 mL de la solución de yoduro al 0.327 % a un matraz de aforo de 100 mL con tapa, completando a un volumen total de 10 mL con agua destilada, y posteriormente se agrega 25 mL de hexano, tres gotas de H₂SO₄1:1 y una punta de espátula de KIO₃; previa agitación por 1 minuto, se deja reposar hasta lograr separar la fase orgánica la cual se transfiere un tubo de ensayo con tapa, limpio y seco, antes de proceder a leer la absorbancia a una longitud de onda de 521nm frente a un blanco (hexano).

4.1.2 Procedimiento: pesar 6 g de cada solución problema en un matraz con tapa de 100 mL, adicionar 25 mL de hexano; agitar por 1 minuto y dejar reposar durante unos minutos, hasta lograr separar la fase orgánica la cual se transfiere a un tubo de ensayo con tapa antes de proceder a leer la absorbancia a 521 nm en un espectrofotómetro (Spectronic 21). Para disminuir el factor de error en la lectura de la absorbancia, se realizaron tres réplicas de cada muestra y se utilizó el promedio de éstas.

4.1.3 Cálculo del contenido de I₂:

$$I_2 \text{ libre (ppm)} = \frac{\text{Abs. Sol. Problema} \times 240 \times V \text{ hexano} \times D}{\text{Abs patrón} \times M}$$

Donde:

Abs. Sol. Problema:	Absorbancia de la solución problema.
Abs. Sol. Patrón:	Absorbancia del patrón de I ₂ (240 ppm).
V hexano:	Volumen de hexano (25 mL).
D:	Densidad de la solución problema (g/mL).
M:	Masa de la solución problema (g).

4.2 Yodo disponible

El yodo disponible se determinó mediante el método de titulación mediante tiosulfato de sodio 0.1 N (Vogel, 1960; Fischer y Peters, 1971; Day y Underwood, 1989; Skoog y col., 1995).

4.2.1 Reactivos: tiosulfato de sodio 0.1 N; yoduro de potasio; ácido clorhídrico 3N, solución de almidón.

4.2.1.1 Solución de tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 0,1 N: en un matraz Erlenmeyer disolver 12.5 g de tiosulfato de sodio en 500 mL de agua destilada, agregar 0.1 g de carbonato de sodio, esta solución se conserva en un frasco tapado y aislado de la luz que se valora con yodato de potasio.

4.2.1.2 Valoración de la solución de tiosulfato de sodio con yodato de potasio: preparar una solución estándar disolviendo 1.2 g de yodato potásico seco en un matraz volumétrico de 500 mL, transferir 50 mL de la solución estándar de yodato potásico a tres matraces Erlenmeyer de 250 mL. Tratar cada alícuota por separado hasta el final del procedimiento; al primer matraz agregar 3 g de yoduro potásico sólido y agitar hasta disolver el sólido, adicionar 2 mL de ácido clorhídrico 3N y volver a agitar valorando inmediatamente con la solución de tiosulfato de sodio. Proseguir la valoración hasta que apenas sea visible el color amarillo del triyoduro y entonces se agregan 5 mL del indicador de almidón, y se termina la valoración por adición del tiosulfato de sodio en gotas, hasta que desaparece el color del complejo almidón - yodo. Repetir la valoración con la segunda y luego con la tercera alícuota de la solución de yodato potásico y a partir de estos datos se calcula la concentración media de la solución de tiosulfato.

4.2.1.3 Solución de almidón: disolver 1 g de almidón en 500 mL de agua destilada, haciéndolo hervir hasta obtener una solución transparente la que es guardada en un frasco con tapa.

4.2.2 Procedimiento: pesar 30 g de cada solución problema en un matraz Erlenmeyer de 250 mL, agregar 100 mL de agua destilada en agitación permanente; agregar 2 g de KI y 1 mL de ácido clorhídrico 3N, titular inmediatamente con el tiosulfato de sodio. Cuando el color de la solución empiece a ser débilmente amarilla agregar 2 mL de solución de almidón y continuar agregando tiosulfato de sodio gota a gota hasta que la solución se torne incolora, registrar el gasto de la solución de tiosulfato de sodio). Para disminuir el factor de error en la lectura de la titulación, se realizaron dos réplicas de cada muestra y se utilizó el promedio de éstas.

4.2.3 Cálculo del contenido de yodo disponible:

$$\text{ppm yodo disponible} = \frac{G \times N \times 126.9 \times 1000}{V}$$

Donde:

G : gasto de la solución de tiosulfato de sodio (mL)
 N : normalidad de la solución de tiosulfato de sodio
 V : volumen de la muestra
 126.9 : peso equivalente del yodo

5 DETERMINACIÓN DEL pH DE LAS SOLUCIONES YODADAS

El pH de las soluciones yodadas para *dipping*, tanto de la solución desinfectante original como de la diluida, se determinó utilizando cintas de pH (Merck) de rangos 4 a 7, con el fin de evitar manchar el electrodo del pHmetro.

6 ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA

6.1 Valor pH

Se determinó en un pHmetro digital Mesón con electrodo y termocompensador ATC HANNA.

6.2 Dureza total

Se empleó el método de titulación con EDTA (Vogel, 1960; Skoog y col., 1995), utilizando los siguientes reactivos y procedimientos:

6.2.1 Reactivos: indicador de negro de Eriocromo T, solución buffer con pH 10; solución de cloruro de calcio estándar y solución estándar de EDTA.

6.2.1.1 Indicador: disolver 0.5 g de Negro de Eriocromo T y 4.5 g de clorhidrato de hidroxilamina en 100 mL de alcohol.

6.2.1.2 Solución buffer: disolver 16.9 g de NH_4Cl en 143 mL de NH_4OH agregar 1.179 g de sal disódica EDTA y 0.44 g de $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ y diluir agitando. Se debe descartar la solución buffer cuando al agregar 1 a 2 mL a la titulación ésta no se mantiene en un pH de 10.0 ± 0.1 en el punto final.

6.2.1.3 Solución de cloruro de calcio estándar: 1 gr de CaCO_3 se disuelve en HCl 6N los que se diluyen en 200 mL de agua destilada. Se neutraliza hasta alcanzar una leve alcalinidad con NH_4OH 3N y se diluye hasta alcanzar 1 L.

6.2.1.4 Solución de EDTA: diluir 4 g de sal disódica EDTA en agua que contenga 0.1g de cloruro de magnesio y diluir a 1 L. Para valorar esta solución, se utilizan 50 mL de la solución de calcio estándar a la que se agrega 1 -2 mL de la solución buffer y 1 -2 gotas del indicador y se titula con el EDTA. El gasto de la solución de EDTA debe ser equivalente a la cantidad de mL agregados de la solución de calcio estándar.

6.2.2 Procedimiento: diluir 25 mL de la muestra problema de agua dura con 25 mL de agua destilada en un vaso de precipitado sobre una base blanca para observar el cambio de color. Agregar 1-2 mL de solución buffer y 1-2 gotas de indicador. Titular con la solución de EDTA lentamente agitando hasta la desaparición del color rojo y viraje al color azul suave.

6.2.3 Cálculo del contenido de dureza total del agua:

Dureza (EDTA) como ppm = $\frac{A \times B \times 1\,000}{\text{mL de muestra}}$	
de Ca CO_3	

Donde:

A= mL de titulación por muestra.

B= mg de Ca CO_3 equivalente a 1 mL de EDTA.

Si no se obtiene un punto final bien definido podría deberse a excesivas cantidades de cobre, hierro o manganeso. En este caso se debe agregar alrededor de 0.25 g de cianuro de sodio o de potasio, después de la adición del buffer.

6.2.4 Interpretación: Los resultados obtenidos se expresan en ppm de Ca CO₃ y deben ser interpretados de acuerdo a la siguiente categoría:

- 0,0 - 76,0= Muy blanda.
- 76,0 - 143,2= Blanda.
- 143,2 - 213,6= Semidura.
- 213,6 - 322,2= Dura.
- 322,2 - 537,0= Bastante dura.
- > 537,0= Muy dura.

7 RECOLECCIÓN DE ANTECEDENTES SOBRE USO Y MANEJO DE SOLUCIONES YODADAS PARA DIPPING

En cada uno de los predios involucrados en el proyecto, se realizó una encuesta (Anexo 3) para obtener información general del uso y manejo de los productos yodados para *dipping*.

8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados fueron tabulados a través de tablas y gráficos, aplicando una estadística de tipo descriptiva.

5. RESULTADOS

1 USO DE DIPPING Y TIPOS DE PRODUCTOS

Se demostró que la desinfección de pezones post ordeña es una medida de higiene ampliamente difundida en el sur de Chile, comprobándose que el 95.5% (236) de los productores seleccionados de las IX y X regiones del país practicaban *dipping*, aunque en 5 casos esta medida había sido discontinuada por falta del producto desinfectante (Cuadro 1).

Cuadro 1 Uso de *dipping* en productores de leche de las IX y X regiones de Chile

PRODUCTORES	REGIÓN		TOTAL	
	IX	X	Nº	%
Con <i>dipping</i>	51	180	231	93.5
Discontinuado	0	5	5	2.0
Sin <i>dipping</i>	3	8	11	4.5
TOTAL	54	193	247	100.0

Los desinfectantes más utilizados por los 231 productores que practicaban *dipping* fueron los yodóforos y el ácido cloroso / dióxido de cloro con el 91.0% (210) y 7.8% (18) respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2 Desinfectantes para *dipping* utilizados por los productores en el sur de Chile

DESINFECTANTES PARA DIPPING	PRODUCTORES	
	Nº	%
Yodóforos	210	91.0
Acido cloroso / dióxido de cloro	18	7.8
Ambicin N	1	0.4
<i>Tecsa</i> ® <i>Ubres Residual</i>	1	0.4
Vinagre de Manzana	1	0.4
TOTAL	231	100.0

Entre los 210 productores que practicaban *dipping* con soluciones yodadas, se encontró un total de 21 productos comerciales diferentes, de los cuales *DIP 7000* (TPI) y *YODIGEN* (Veterquímica) fueron los más utilizados con el 21.0% (44) y 18.6% (39) respectivamente; el resto correspondió a 19 productos comerciales diferentes, aunque 2 de ellos no eran formulados para *dipping* (*TINTURA DE YODO* y *YODOSPAR 0.3*) (Cuadro 3).

Cuadro 3 Yodóforos comerciales para *dipping* de mayor uso en el sur de Chile

Producto comercial	Concentración ¹	Fabricante	Productores	
			Nº	%
DIP 7000	7000	TPI	44	21.0
YODIGEN	7000	Veterquímica	39	18.6
ALFA DIP 8	8000	Favolite Chile	21	10.0
SOL.YODADA AL 0,57%	5700	Biotec	20	9.5
BAC STOP 5000	5000	Diverseylever	17	8.1
S PARTAN 8000	8000	Spartan	11	5.3
BAC STOP 8000	8000	Diverseylever	11	5.3
SPARTAN BARRERA	4000	Spartan	7	3.3
BIODIP	8000	Biotec	7	3.3
OPTIMA	5000	Ecolab	5	2.4
CLINDIP 8000	8000	Soc. Quím. Clinsol Ltda	5	2.4
FULLDIP 9000	9000	TPI	6	2.9
SPARTAN 5000 GEL	5000	Spartan	5	2.4
ALFA DIP 5	5000	Favolite Chile	3	1.5
TEAT KOTE	5000	Surge	2	1.0
AHYFI BIO DIP 8000	8000	Ahyfi	1	0.5
CLINDIP 5000	5000	Soc. Quím. Clinsol Ltda	1	0.5
SPARTAN 5000	5000	Spartan	1	0.5
CUTISAN	10000	Elf atochem	1	0.5
TINTURA DE YODO	25000	Veterquímica	1	0.5
YODOSPAR 0,3	30000	Spartan	1	0.5
TOTAL			210	100.0

¹ Yodo disponible (ppm), según fabricante.

2 CONCENTRACIÓN DE YODO EN PRODUCTOS PARA DIPPING

De los 210 productores que practicaban *dipping* con soluciones yodadas se recolectó un total de 287 muestras de productos desinfectantes de las cuales 191 fueron obtenidas directamente de los envases originales y 96 correspondieron a productos que habían sido diluidos en el predio previo a su uso.

2.1 Yodo disponible

2.1.1 Muestras de productos sin diluir: del total de productores que utilizaban yodóforos sólo 191 (91%) tenían el producto en el envase de fábrica en el predio. El análisis de estas muestras demostró que el 24.1% (46) tenían concentraciones de yodo disponible inferiores a la indicada en la etiqueta del envase de fábrica; estas muestras correspondieron a 9 productos comerciales diferentes, de los cuales los que presentaron una mayor cantidad de muestras con concentraciones menores a la original fueron *SOLUCIÓN YODADA AL 0.57%* (Biotec) con un 37.0% (17) seguida de *YODIGEN* (Veterquímica) con un 19.5% (9); el resto se distribuyó entre 7 productos comerciales diferentes (Cuadro 4).

Cuadro 4 Concentración de yodo disponible en productos comerciales para *dipping*

Producto comercial	Concentración original	N° de muestras	Concentración menor a la original	
			N°	%
DIP 7000	7000	40	3	6.5
YODIGEN	7000	33	9	19.5
SOL. YOD ADA al 0,57%	5700	20	17	37.0
ALFA DIP 8	8000	19	1	2.2
BAC STOP 5000	5000	17	6	13.0
SPARTAN 8000	8000	12	----	----
BAC STOP 8000	8000	11	7	15.2
SPARTAN BARRERA	4000	7	1	2.2
BIODIP	8000	6	----	----
CLINDIP 8000	8000	5	----	----
FULLDIP 9000	9000	5	----	----
SPARTAN 5000 GEL	5000	5	----	----
ALFA DIP 5	5000	3	----	----
TEAT KOTE	5000	2	----	----
AHYFI BIO DIP 8000	8000	1	----	----
CLINDIP 5000	5000	1	----	----
SPARTAN 5000	5000	1	----	----
CUTISAN	10000	1	1	2.2
TINTURA DE YODO	25000	1	1	2.2
YODOSPAR 0,3	30000	1	----	----
TOTAL		191 (100%)	46 (24.1%)	100.0

De los 9 productos comerciales con concentraciones de yodo disponible inferiores a la indicada en la etiqueta, 2 productos (*SOLUCIÓN YODADA AL 0.57%* y *BAC - STOP 8000*) tenían más del 50% de sus muestras con concentraciones de yodo disponible inferiores a la original (Cuadro 5).

Cuadro 5 Yodóforos comerciales para *dipping* con concentraciones de yodo disponible inferiores a la original indicada por el fabricante

Producto comercial	Concentración original	Muestras analizadas	Muestras con concentración menor a la	
			Nº	%
TINTURA DE YODO	25000	1	1	*
CUTISAN	10000	1	1	*
SOL. YODADA AL 0.57%	5700	20	17	85.0
BAC STOP 8000	8000	11	7	63.6
BAC STOP 5000	5000	17	6	35.3
YODIGEN	7000	33	9	27.3
SPARTAN BARRERA	4000	7	1	14.3
DIP 7000	7000	40	3	7.5
ALFA DIP 8	8000	19	1	5.3

* No se consideran porcentajes cuando el número de casos es muy reducido.

De las 191 muestras recolectadas de productos originales sólo 100 (52.4%) eran utilizadas en forma pura sin diluir, de las cuales el 78% tenían concentraciones superiores a 5000 ppm de yodo disponible (Cuadro 6).

Cuadro 6 Concentración de yodo disponible en muestras de productos comerciales usados sin diluir

Yodo disponible (ppm)	Muestras analizadas		Concentración		
	Nº	%	Ppm	Nº	%
1575 a 4000	8	8	<5000	22	22.0
4000 a 4999	14	14			
5000 a 5999	27	27	>5000	78	78.0
6000 a 6999	8	8			
7000 a 7999	17	17			
8000 a 8999	18	18			
9000 a 9541	8	8			
TOTAL	100	100		100	100.0

2.1.2 Muestras de productos diluidos en el predio: de los 210 productores que utilizaban soluciones yodadas para *dipping*, 96 (45.7%) diluían el producto original con agua, en su mayoría (92.7%), por recomendación del fabricante; el resto correspondió a productos formulados listos para usar y a productos no formulados para *dipping* (Cuadro 7).

Cuadro 7 Frecuencia de yodóforos comerciales diluidos en el predio previo a su uso

Tipo de producto	Muestras diluidas	
	Nº	%
Diluidos por recomendación del fabricante	89	92.7
Listos para usar	5	5.3
No formulados para <i>dipping</i>	2	2.0
TOTAL	96	100.0

La concentración de yodo disponible en las soluciones diluidas fluctuó entre 992 y 8896 ppm y en 69 (71.9%) muestras la concentración resultó ser inferior a 5000 ppm, contenido mínimo recomendado internacionalmente para *dipping* post ordeña (Cuadro 8).

Cuadro 8 Concentración de yodo disponible en productos diluidos

Yodo disponible (ppm)	Muestras analizadas		Concentración		
	Nº	%	ppm	Nº	%
992a 1500	6	6.3	<5000	69	71.9
1500 a 2999	21	21.9			
3000 a 3999	29	30.2	>5000	27	28.1
4000 a 4999	13	13.5			
5000 a 5999	16	16.7			
6000 a 8896	11	11.5			
TOTAL	96	100.0		96	100.0

De las 89 muestras de productos diluidos por recomendación del fabricante, el 50.6% (45) resultaron con diluciones mayores a las recomendadas, especialmente de los productos comerciales *YODIGEN* (20/33); *DIP 7000* (12/26) y *ALFA DIP 8* (7/10); el resto correspondió a muestras con diluciones iguales o menores a las recomendadas por el fabricante (Cuadro 9). En la mayoría de las marcas el fabricante recomienda diluir el producto en una proporción de 1:1 (agua/producto), sin embargo en los productos TPI el fabricante no especifica el tipo de dilución que se debe utilizar, pero para calcular si el productor diluye en forma adecuada, se decidió tomar la dilución antes señalada. El producto comercial *OPTIMA* utiliza una dilución automática por medio de una máquina que entrega el producto diluido en una proporción de 9/1 (agua/producto), entregando una solución de 5000 ppm.

Cuadro 9 Relación entre la dilución recomendada por el fabricante y dilución realizada en el predio de yodóforos comerciales para *dipping*

Producto comercial	Muestras Analizadas	Dilución recomendada	
		Igual/Menor	Mayor
YODIGEN	33	13	20
DIP 7000 ¹	26	14	12
ALFA DIP 8 ²	10	3	7
SPARTAN 8000 ²	7	5	2
OPTIMA	5	4	1
BIODIP ³	4	3	1
FULLDIP 9000 ¹	3	1	2
CLINDIP 8000	1	1	----
TOTAL	89	44	45
%	100.0	49.4	50.6

¹ El fabricante recomienda usarlo puro o diluido, sin embargo no especifica la dilución.

² El fabricante da la posibilidad de usarlo puro o diluido.

³ El fabricante recomienda usarlo diluido 1:1 o según lo que indique el Médico Veterinario.

2.2. Yodo libre

2.2.1 Muestras de productos sin diluir: En aquellos productos comerciales en que se analizó más de una muestra, la concentración de yodo libre (I₂) varió en un mismo producto comercial (Cuadro 10).

Cuadro 10 Medianas y rangos de yodo libre en muestras de 20 productos comerciales obtenidas de los envases originales

Producto comercial	N° de muestras	Yodo libre (ppm)	
		Mediana	Rangos ¹
SOL. YODADA AL 0.57%	20	42	13-144
SPARTAN 5000 GEL	5	54	23 - 168
SPARTAN 5000	1	68	----
TINTURA DE YODO	1	88	----
BIODIP	6	92	74- 136
AHYFI BIO DIP 8000	1	95	----
SPARTAN 8000	12	106	70-358
TEAT KOTE	2	120	115-124
SPARTAN BARRERA	7	239	202 - 380
ALFA DIP 8	19	272	147-393
BAC STOP 5000	17	310	135-631
ALFA DIP 5	3	320	307-386
BAC STOP 8000	11	380	151->1000
YODIGEN	33	384	230 - 523
FULLDIP 9000	5	400	226-461
CUTISAN	1	426	----
DIP 7000	40	438	128-662
CLINDIP 5000	1	715	----
YODOSPAR 0,3	1	>1000 ²	----
CLINDIP 8000	5	>1000 ²	>1000

¹Valores mínimo y máximo encontrados en una misma marca comercial.

² Ambos productos superaron el patrón establecido por el método.

Los valores de yodo libre en las muestras de productos utilizados en forma pura sin diluir fluctuaron entre 13 ppm y valores mayores a 1000 ppm, y en la mayoría de las muestras (48.0%), este valor estuvo en el rango de 101 a 400 ppm (Cuadro 11).

Cuadro 11 Concentración de yodo libre en las distintas muestras de los productos comerciales usados sin diluir

Yodo libre (ppm)	Muestras analizadas	
	N°	%
13a 50	16	16.0
51 a 100	8	8.0
101 a 250	21	21.0
251 a 400	27	27.0
401 a 550	13	13.0
55 la 700	7	7.0
701 a 850	1	1.0
851 a 1000	0	0.0
> 1000	7	7.0
TOTAL	100	100.0

Al mismo tiempo, se encontró variación entre las diferentes muestras de los distintos productos comerciales formulados con igual concentración de yodo disponible (Cuadro 12).

Cuadro 12 Medianas de yodo libre en muestras de diferentes productos comerciales formulados con igual concentración de yodo disponible

Concentración de yodo disponible (ppm)	N° de productos comerciales	Rangos de medianas de yodo libre
4000	2	120-239
5000	5	54-715
5700	1	42
7000	2	384-438
8000	6	92->1000
9000	1	400
> 10000	3	88->1000

2.2.2 **Muestras de productos diluidos en el predio:** el contenido de yodo libre en las muestras de productos diluidos fue mayor que los valores correspondientes para los productos sin diluir, con 66 (68.8%) de las muestras ubicadas en el rango de 251 a 550 ppm (Cuadro 13).

Cuadro 13 Concentración de yodo libre en muestras de productos diluidos en el predio

Yodo libre (ppm)	Muestras analizadas	
	N°	%
13a 50	0	0.0
51 a 100	1	1.0
101 a 250	26	27.1
251 a 400	35	36.5
401 a 550	31	32.3
55 la 700	1	1.0
701 a 850	0	0.0
851 a 1000	1	1.0
> 1000	1	1.0
TOTAL	96	100.0

Se encontró que en las diluciones con más de un 75% de agua, el yodo libre disminuyó en un 66.7% de las muestras analizadas; sin embargo, el yodo libre no presentó el mismo patrón de comportamiento cuando la dilución en agua era menor (Cuadro 14).

Cuadro 14 Concentración de yodo libre según el tipo de dilución realizada

Proporción de agua	Muestras analizadas	Aumento del I ₂		Disminución del I ₂	
		N°	%	N°	%
< 50%	40	26	65.0	14	35.0
50% -75%	22	16	72.7	6	27.3
> 75%	15	5	33.3	10	66.7
TOTAL	77 (100%)	47 (61%)		30 (39%)	

De todos los productos comerciales usados en forma diluida, independiente del tipo de dilución, sólo en 4 de ellos se observó una disminución del contenido de yodo libre posterior a la dilución, concentrándose la mayoría de las muestras en el producto *DIP 7000* (Cuadro 15).

Cuadro 15 Efecto de la dilución sobre la concentración de yodo libre en diferentes productos comerciales

Productos comerciales diluidos	Muestras analizadas	Concentración de yodo libre	
		Muestras en que disminuyó el I ₂	%
DIP 7000	22	19	63.4
YODIGEN	27	9	30.0
ALFA DIP 8	8	----	----
SPARTAN 8000	7	----	----
BIODIP	3	----	----
SOL. YODADA AL 0.57%	2	----	----
FULLDIP 9000	2	1	3.3
BAC STOP 8	2	----	----
YODOSPAR 0,3	1	----	----
TINTURA DE YODO	1	----	----
CLINDIP 8000	1	1	3.3
BAC STOP 5	1	----	----
TOTAL	77 (100%)	30 (39%)	100

3 DETERMINACIÓN DEL pH EN LAS MUESTRAS DE PRODUCTOS YODADOS

Todas las muestras analizadas tanto de los productos concentrados como diluidos (287) tuvieron un rango de pH que fluctuó entre 4.0 y 6.0.

4 ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS MUESTRAS DE AGUA

4.1 Dureza

El análisis químico de las muestras de agua provenientes de las 210 lecherías examinadas demostró que no existen "aguas duras", ya que 192 (91.4%) de las muestras contenían menos de 76 ppm de CaCO_3 , equivalente a la categoría de "agua muy blanda"; las muestras restantes fueron clasificadas como "blandas" y "semiduras" (Gráfico 1).

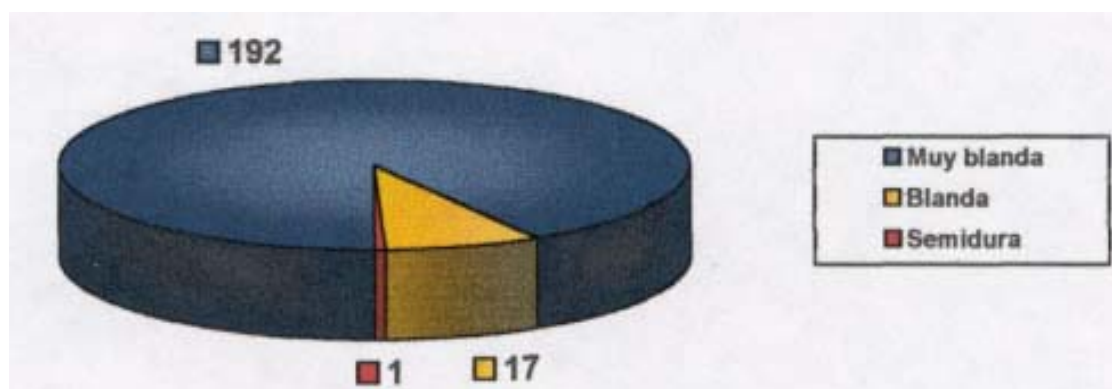


Gráfico 1 Dureza del agua, expresada como ppm de CaCO_3 , en muestras de agua de 210 lecherías de las IX y X regiones

4.2 Determinación de pH

Salvo un bajo número de muestras (22), que resultaron con valores de pH muy ácidos o muy alcalinos, todas las restantes muestras de aguas analizadas tuvieron un valor de pH dentro del rango de 6.0 - 7.9 (Cuadro 16).

Cuadro 16 Valores de pH en muestras de aguas provenientes de 210 lecherías de la IX y X regiones

Rangos de pH	Muestras analizadas	
	Nº	%
5.5 a 5.9	7	3.4
6.0 a 6.9	46	21.9
7.0 a 7.9	141	67.2
8.0 a 8.9	15	7.2
TOTAL	210	100.0

5 ANTECEDENTES SOBRE USO Y MANEJO DE LAS SOLUCIONES YODADAS

El análisis de la encuesta realizada a los productores (Anexo 3) durante la recolección de muestras permitió obtener los siguientes resultados respecto a los aspectos más relevantes relacionados con el uso de *dipping*.

5.1 Diferencias de hábitos en el uso de productos comerciales

El 68.6% (144) de los productores encuestados afirmaron utilizar siempre el mismo producto comercial, mientras que el 19% (40) y el 12.4% (26) reconocieron que utilizaban diferentes productos comerciales de acuerdo a la oferta del mercado o a la estación del año, respectivamente (Cuadro 17).

Cuadro 17 Hábitos de uso de productos comerciales para *dipping* en productores de las IX y X regiones

Hábito de uso	Productores	
	Nº	%
Usan siempre el mismo producto	144	68.6
Cambian según oferta del mercado	40	19.0
Cambian según época del año (invierno/verano)	26	12.4
TOTAL	210	100.0

5.2 Condiciones de almacenamiento de los productos para *dipping* en el predio

Durante la visita a los productores se comprobó que la mayoría de los productores (61.4%), almacenan los productos para *dipping* correctamente en alguna dependencia anexa a la sala de ordeño, permitiendo que el producto se mantenga protegido de temperaturas extremas. El 38.6% restante almacenan los envases en forma incorrecta, ya sea en salas de ordeño que no presentan una construcción adecuada para el resguardo de los envases (29.1%); y/o quienes mantienen los envases expuestos directamente a la luz solar (fuera de la sala de ordeño) o sin sus correspondientes tapas (9.5%) (Cuadro 18).

Cuadro 18 Almacenamiento de los productos para *dipping*

Almacenamiento de los envases	Productores	
	N°	%
Dependencia anexa a sala de ordeño	129	61.4
Sala de ordeña expuestos al clima	61	29.1
En el campo y/o abiertos	20	9.5
TOTAL	210	100.0

5.3 Volumen de desinfectante usado para el *dipping* y cobertura del pezón

Los antecedentes obtenidos de los 100 productores que usaban soluciones desinfectantes sin diluir, permitieron demostrar que la mayoría de ellos (82%), gastan menos producto desinfectante por vaca, utilizando menos de 600 mL/vaca/mes, cantidad mínima necesaria para obtener una buena cobertura del pezón con el desinfectante. Se comprobó, además, que el 61.9% (130) de los ordeñadores o encargados de realizar el *dipping*, cubren menos del 50% de la superficie del pezón (Cuadro 19).

Cuadro 19 Cobertura del pezón con la solución desinfectante para *dipping*

Cobertura del pezón	Productores	
	N°	%
< 25%	28	13.3
25 - 50%	102	48.6
> 50%	80	38.1
TOTAL	210	100.0

5.4 Vencimiento de los productos

Del total de productos comerciales utilizados para *dipping* (21), 10 no indicaban en la etiqueta del envase original la fecha de vencimiento del producto, representando al 41.4% (87) de las muestras analizadas (Cuadro 20).

Cuadro 20 Clasificación de productos comerciales para *dipping* de acuerdo al registro de vencimiento en la etiqueta

	Producto comercial	Muestras	
		Nº	%
CON FECHA DE VENCIMIENTO	DIP 7000	44	21.0
	YODIGEN	39	18.5
	SPARTAN 8000	12	5.7
	SPARTAN BARRERA	7	3.3
	FULLDIP 9000	6	2.9
	SPARTAN 5000 GEL	5	2.4
	CLINDIP 8000	5	2.4
	TEAT KOTE	2	1.0
	CLINDIP 5000	1	0.5
	TINTURA DE YODO	1	0.5
	SPARTAN 5000	1	0.5
	TOTAL	123	58.6
SIN FECHA DE VENCIMIENTO	ALFA DIP 8	21	10.0
	SOL. YODADA AL 0.57%	20	9.5
	BAC STOP 5000	19	9.0
	BAC STOP 8000	9	4.3
	BIODIP	7	3.3
	OPTIMA	5	2.4
	ALFA DIP 5	3	1.4
	YODOSPAR 0.3	1	0.5
	CUTISAN	1	0.5
	AHYFI BIO DEP	1	0.5
	TOTAL	87	41.4

De los 11 productos comerciales con fecha de vencimiento se recolectaron 123 muestras de las cuales 69 (56.1%) estaban dentro de la fecha de vencimiento; de las restantes muestras, 47 (38.2%) provenían de envases con fecha de vencimiento ilegible y 7 (5.7%) de productos vencidos (Cuadro 21).

Cuadro 21 Vigencia de yodóforos comerciales para *dipping* con fecha de vencimiento de fábrica utilizados en las lecherías de las IX y X regiones

Fecha de vencimiento de fábrica	Muestras	
	N°	%
Vigente	69	56.1
Ilegibles	47	38.2
Vencidos	7	5.7
TOTAL	123	100.0

5.5 Métodos de aplicación de los desinfectantes para *dipping*

El 98.1% (206) de los productores encuestados utilizaban el método tradicional de aplicación por inmersión de los pezones en la solución desinfectante, empleando para ello diferentes diseños de aplicadores manuales (Figura 1a, b, c), de los cuales el más frecuente fue el tipo de doble cámara (Gráfico 2). Sólo 4 (1.9%) productores aplicaban las soluciones desinfectantes por el método de aspersion empleando rociadores de tipo manual (Figura 1d, Gráfico 2).

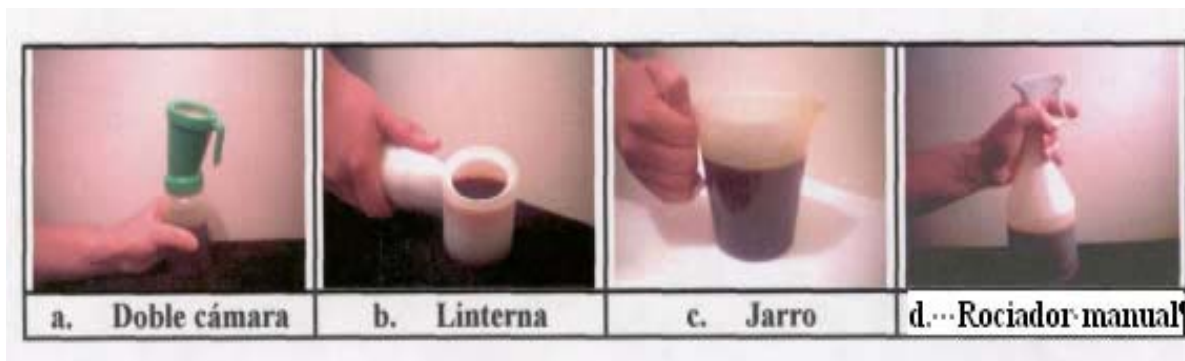


Figura 1 Diferentes diseños de aplicadores para *dipping* utilizados en el sur de Chile

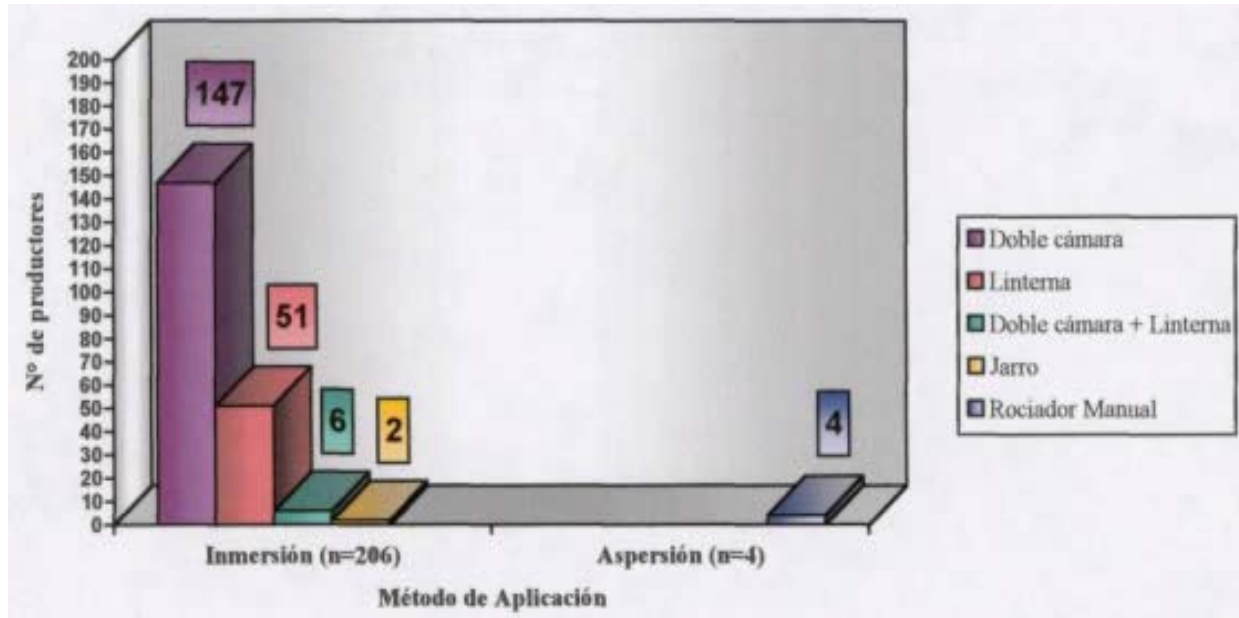


Gráfico 2 Distribución de los productores de acuerdo al método de aplicación del *dipping* y aplicadores más frecuentes en el sur de Chile

5.6 Higiene de las soluciones desinfectantes

Aunque el 100% de los productores encuestados afirmó que ante una eventual contaminación del desinfectante contenido en el aplicador, éste era eliminado y reemplazado por una solución nueva y que nunca se devolvían restos de la solución sobrante al envase original, se comprobó, sin embargo, una importante deficiencia respecto a la higiene de los aplicadores. Al respecto, sólo el 31% (65) de los productores realizaban una higiene apropiada de los aplicadores, en tanto que el resto (69%) no eliminaban los residuos de desinfectante entre ordeñas o no lavaban los aplicadores después de cada ordeña.

5.7 Dilución de las soluciones desinfectantes

En el 60% (66) de los casos en que se usaban productos diluidos, la dilución era realizada por los propios ordeñadores y en el 18.2% (20) por los jefes de sala; el resto de los casos corresponde a diluciones realizadas indistintamente por productores o administradores y en 5 casos a una máquina provista por el fabricante que diluye automáticamente el producto (Gráfico 3).

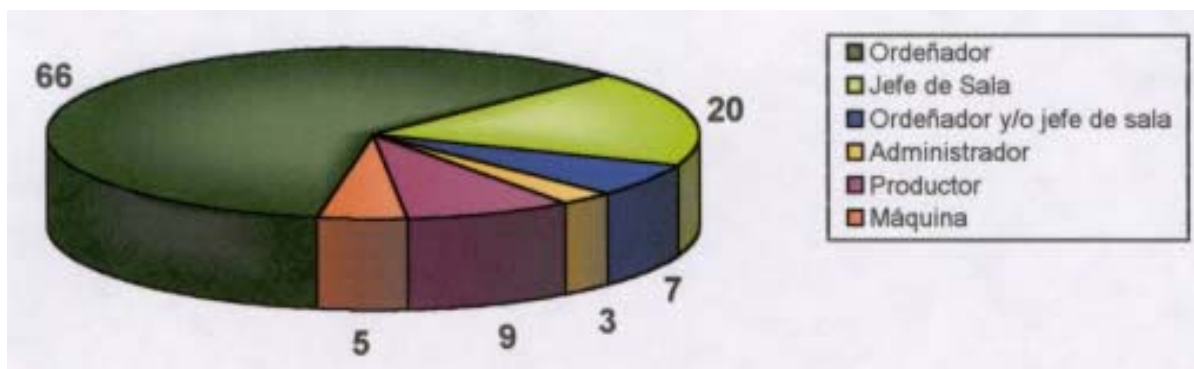


Gráfico 3 Personal responsable de realizar las diluciones de los productos desinfectantes para *dipping* (n= 110¹)

Un resultado importante de destacar, debido a la mayor volatilidad del yodo en soluciones diluidas, es el hecho de que en la mayoría de los casos las soluciones desinfectantes se diluyen con mucha antelación a su uso, ya que sólo el 36.3% (40) de los productores diluían correctamente el producto inmediatamente antes de su uso (Cuadro 22).

Cuadro 22 Periodo durante el cual los productos yodados comerciales para *dipping* permanecen diluidos

Preparación de la dilución	Muestras	
	Nº	%
Inmediatamente antes de usar	40	36.3
Una vez al día	9	8.2
Cada 2-7 días	36	32.7
Cada 8-30 días	13	11.8
Más de 30 días	12	10.9
TOTAL	110	100.0

¹ Se consideran los 96 productores que presentan productos para *dipping* diluidos más 14 que no tenían el producto diluido al momento de la encuesta.

6. DISCUSION

La desinfección de pezones después de la ordeña (**dipping**) es reconocida, entre las medidas de control y prevención de mastitis bovina, como una de las prácticas de higiene más importantes y difundidas en la mayoría de los países del mundo (Natzke, 1977; Farnsworth, 1980; Bramley, 1981; Pankey y col, 1984; IDF, 1991; Sarán, 1995). El presente estudio demostró que Chile no es una excepción, ya que el 95.5% (236) de los productores seleccionados utilizaban el **dipping** como una de las prácticas rutinarias para el control de mastitis aunque, al momento del muestreo, un 2.0% (5) de estos productores habían discontinuado esta rutina por falta del producto desinfectante (Cuadro 1).

En el mercado nacional existe una gran variedad de productos comerciales desinfectantes para **dipping**, con diferentes principios activos entre los cuales el más común es el yodo (Anexo 1); esta oferta del mercado coincide con la preferencia de los usuarios ya que el 91.0% (210) de los productores incluidos en este estudio utilizaban algún yodóforo comercial como solución desinfectante para **dipping** (Cuadro 2). Los resultados encontrados concuerdan con otros autores, que reconocen al yodo como el producto germicida de mayor uso y de más probada eficacia entre las soluciones desinfectantes para **dipping** (Philpot y Pankey, 1974 a, b; Pankey y col, 1983; Nickerson y col, 1986; Boddie y Nickerson, 1990; Favero y Bond, 1991; Gottardi, 1991; IDF, 1991; Murdough y Pankey, 1993, Boddie y Nickerson, 1997; National Mastitis Council, 1997). Entre las razones por las cuales el yodo es el producto comercial para **dipping** más utilizado por las distintas empresas fabricantes del país, se pueden mencionar el hecho que Chile es el mayor productor de yodo en el mundo (Gottardi, 1991), lo que lleva a un bajo costo de la materia prima; además, de su eficacia comprobada y, al mismo tiempo, la ventaja de su color que permite identificar los pezones que han sido tratados (Pankey y col, 1984; Chauffaux y Steffan, 1985). El segundo agente germicida más utilizado (7.8%) correspondió a la combinación ácido cloroso / dióxido de cloro, representado en Chile por los productos *4XLA* y *UDDERGOLD* (Alcide), germicidas que actúan mediante un mecanismo de oxidación de las proteínas de la célula bacteriana y cuya eficacia contra bacterias tales como *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* ha sido vastamente probada (Oliver y col, 1989; Drechsler y col, 1990; Poutrel y col, 1990; Boddie y col, 1998). Sin embargo, estos productos tienen la desventaja de su elevado costo comparado con otros productos existentes en el mercado nacional y, además, el producto requiere de dos soluciones (clorito de sodio y ácido láctico) que deben mezclarse en partes iguales inmediatamente antes de usar, creando una dificultad adicional de su manejo y un riesgo de mal uso. En el mercado nacional existen otras alternativas para la desinfección de pezones, tales como productos naturales a base de bacteriocinas (Nisina), que actúan contra las bacterias perforando la membrana celular de éstas (García, 1988; Sears y col, 1991, Nickerson y Boddie, 1995). En el presente estudio sólo se encontró un productor que utilizaba este

desinfectante (Ambicin N), posiblemente porque este producto se discontinuó del mercado nacional a partir del año 1997. Por otra parte, también se pudo encontrar productos comerciales que no especifican en su etiqueta el principio activo, tal es el caso de *TECSA*® *UBRES RESIDUAL*, que era utilizado por un productor en este estudio (Cuadro 2).

La importancia del *dipping* en los programas de control de mastitis queda demostrado por el creciente interés de los fabricantes, tanto nacionales como extranjeros, de introducir en el mercado nacional nuevos productos desinfectantes (Anexo 1). Sin embargo, por desconocimiento, mal asesoramiento o por economía, algunos productores utilizan productos no recomendados para *dipping* con el riesgo de causar reacciones adversas en la piel del pezón por tratarse de productos que no han sido sometidos a pruebas de toxicidad y menos aún a pruebas de eficacia para reducir la incidencia de neoinfecciones intramamarias. En este estudio se demostró que dos de los productos utilizados no son desinfectantes formulados para *dipping*. Es así como, mientras un productor utilizaba un producto natural (vinagre de manzana), otros dos utilizaban soluciones desinfectantes con una elevada concentración de yodo originalmente formuladas para el uso tópico en el tratamiento de heridas en los animales (ej. *TINTURA DE YODO*), o para la desinfección de superficies en industrias pecuarias como lecherías, avícolas, mataderos, frigoríficos, etc. (ej. *YODOSPAR 0.3*) (Cuadro 2 y Cuadro 3).

A pesar de la gran variedad de productos yodados existentes en el mercado nacional, los productos comerciales para *dipping* usados con mayor frecuencia por los productores resultaron ser dos yodóforos de fabricación nacional (*YODIGEN* y *DIP 7000*) (Cuadro 3). Esta mayor preferencia podría explicarse, entre otras razones, porque ambos productos llevan largo tiempo en el mercado nacional; son fabricados en Chile, lo que permite disminuir el costo del producto y, además, los respectivos fabricantes presentan la estrategia de formular productos con concentraciones de yodo mayores a las requeridas y, por lo tanto, recomiendan su uso en forma diluida con lo cual el costo por litro de producto es menor comparado con aquellos productos formulados "listos para usar". Un factor importante de considerar al momento de escoger un yodóforo para *dipping* es el respaldo científico sobre la eficacia del producto, entendiéndose por tal, la capacidad de un desinfectante para reducir efectivamente la tasa de infecciones intramamarias evaluada en experimentos "in vivo" (Farnsworth, 1980; Hogan y col, 1990; Hogan y Smith, 1995) ensayos que, lamentablemente, por razones de costo los fabricantes nacionales no realizan y que las autoridades sanitarias del país tampoco exigen.

En Chile y en distintos lugares del mundo, el término "yodo disponible" ha sido mal utilizado para indicar la potencia germicida de los productos yodados para *dipping*, debido a que el yodo disponible (yodo combinado + yodo libre) corresponde al total de yodo que contiene la muestra. La verdadera especie germicida en una solución yodada corresponde al yodo libre (*I₂*) y éste representa sólo una pequeña fracción dentro del total de yodo disponible de un yodóforo (Favero y Bond, 1991; Gottardi, 1991). El yodo al ser muy poco soluble en agua (0.00134 mol/litro a 25°C), necesita agentes solubilizantes, como los yoduros (*I⁻*), para aumentar su solubilidad y disminuir su volatilidad (Day y Underwood, 1989; Skoog y col,

1995); sin embargo, los yoduros no tienen efecto germicida, y representan un alto porcentaje dentro del total de yodo disponible, por lo cual no es correcto expresar la potencia germicida de un yodóforo basado en el contenido de yodo disponible. Probablemente, el uso erróneo del término "yodo disponible" se deba a la analogía con el cloro, ya que en este caso tanto el cloro libre como el cloro disponible tienen efecto germicida (Gottardi, 1991). Lamentablemente, como la metodología para determinar el contenido de yodo libre (I_2) es más compleja, los fabricantes de desinfectantes yodados en la mayoría de los países del mundo han generalizado el uso de yodo disponible para expresar la potencia germicida del yodóforo en las etiquetas de los productos comerciales (Favero y Bond, 1991), situación que también se presenta con los productos elaborados en Chile, al comprobarse que todos los yodóforos comerciales analizados en este estudio, presentaban en su etiqueta sólo la concentración de yodo disponible del producto (Cuadro 3 y Anexo 1)

Los yodóforos son compuestos relativamente inestables, que bajo ciertas condiciones tales como mal almacenamiento, exposición a temperaturas extremas, variaciones de pH, etc., pueden perder sus características germicidas. Este hecho permitiría explicar por qué el 24.1% de las muestras analizadas obtenidas directamente de los envases originales en los diferentes predios, contenían concentraciones de yodo disponible menores a las indicadas en las etiquetas (Cuadro 4). Una investigación realizada en Argentina, en la cual sólo se determinó la concentración de yodo disponible de productos "listos para usar", también demostró que un elevado porcentaje de productos comerciales (44.53%) tenían concentraciones de yodo disponible inferiores a la indicada en la etiqueta (Tirante y col, 1996). Es probable que la pérdida de yodo disponible sufrida por estos productos se deba al inadecuado almacenamiento de los productos en el predio, a un almacenamiento prolongado más allá de la fecha de vencimiento, o simplemente a la calidad del producto. Por definición un yodóforo es una solución que se le ha adicionado un compuesto orgánico (molécula estabilizante) para complejar el yodo, cuya finalidad es no sólo disminuir la toxicidad del yodo al estado puro sino, además, aumentar su solubilidad y estabilidad. Existen diversos productos químicos para estabilizar el yodo, generalmente polivinilos, antecedente que nunca se especifica en las etiquetas de los productos comerciales por considerarse secreto de fábrica. En consecuencia, a igual concentración de yodo pero con diferentes agentes estabilizantes, es posible obtener un producto con diferentes características de estabilidad. Esta podría ser una razón que explique que sólo 9 de los 20 productos comerciales analizados en este estudio tenían una menor concentración de yodo en los envases de fábrica que la original (Cuadro 4); más aún, si se analiza el número de muestras correspondiente a un mismo producto comercial se puede comprobar que, básicamente, dos productos comerciales tienen más del 50% de sus muestras con menor concentración de yodo que la que debería tener según el fabricante, lo que estaría indicando algún problema con el producto en sí (Cuadro 5).

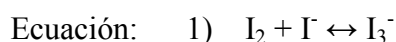
De acuerdo con numerosas investigaciones, las concentraciones de yodo disponible en los productos comerciales para *dipping* fluctúan entre 5000 a 10000 ppm (Philpot y Pankey, 1974 a, b; Pankey y col, 1983; Nickerson y col, 1986; Boddie y Nickerson, 1990; Murdough y Pankey, 1993; Boddie y Nickerson, 1997, National Mastitis Council, 1997). Concentraciones

inferiores a 5000 ppm de yodo disponible, podrían originar cierto grado de inestabilidad en el producto desinfectante (Day y Underwood, 1989; Tirante y col, 1996; Hemling, 1998). En este estudio, el 22% de las muestras utilizadas en forma pura sin diluir y el 71.9% de las muestras de productos diluidos en el predio, tenían concentraciones de yodo disponible inferiores a 5000 ppm (Cuadro 6 y Cuadro 8), con lo cual se demuestra que el 46.4% (91) de los productores que utilizan soluciones yodadas para **dipping** están empleando concentraciones inferiores a 5000 ppm de yodo disponible para la desinfección de pezones post ordeña. Resultados encontrados por Tirante y col., (1996), demuestran un porcentaje mucho mayor (92.2%) de productos que presentan concentraciones de yodo disponible inferiores a 5000 ppm. La diversidad de factores que influyen la mayor o menor prevalencia de mastitis en un rebaño lechero no permiten evaluar con certeza en qué medida este hecho podría estar afectando el éxito del control de mastitis, pero sin duda que representa un factor importante de considerar.

La dilución de yodóforos es una práctica habitual en el sur de Chile, generalmente, por recomendación de los propios fabricantes (Cuadro 7). Como los productos para **dipping** no requieren prescripción médica veterinaria, cualquier persona puede comprar y aplicar un producto desinfectante para **dipping** sin respetar las especificaciones técnicas o recomendaciones de los fabricantes. Esto muchas veces induce a los ordeñadores, por desconocimiento o mal asesoramiento, a diluir en exceso un determinado producto o diluir un producto que viene "listo para usar", es decir, con la concentración apropiada para ser aplicado sin diluir. Esta situación es mucho más crítica en el caso de productos comerciales que no especifican la forma de uso o no son explícitos en las diluciones a usar quedando a criterio de los usuarios. De aquí la importancia que los fabricantes proporcionen una información clara y precisa de las indicaciones de uso de cada producto comercial en las etiquetas de sus envases. Entre los productos comerciales analizados en el presente estudio se observó que, en algunos casos, las recomendaciones sugeridas por los fabricantes respecto a la dilución del producto eran vagas o confusas; es así como en algunos productos se recomienda diluir sin especificar el grado de dilución, o se recomienda "diluir según las condiciones del medio", sin aclarar cuales son estas condiciones las que quedan a criterio del usuario (ej. *DIP 7000* y *FULLDIP 9000*), otro grupo de productos recomiendan usarlo puro o diluidos sin especificar cuando se debe aplicar de una u otra forma (ej. *ALFA DIP 8* y *SPARTAN 8000*), o bien recomiendan su uso en forma diluida o según lo que indique el médico veterinario (ej. *BIODIP*), pudiendo discrepar con las recomendaciones del fabricante. En consecuencia, para que la práctica del **dipping** cumpla realmente su función se requiere una mayor rigurosidad en las exigencias por parte de las autoridades competentes respecto a cómo deberían presentarse este tipo de productos para su comercialización en el mercado nacional. Factores como temperatura ambiental, tipo de patógeno mamario, calidad química del agua, entre otros, pueden influenciar la eficacia de un determinado producto para **dipping** y hacen necesario escoger el producto adecuado en situaciones particulares. En este sentido, el rol del médico veterinario es de vital importancia para asegurar el uso apropiado de estos productos, como también crear el hábito a los usuarios de leer las instrucciones de uso de cada producto para evitar, por ejemplo, el error de aplicar productos no formulados para **dipping** como se demostró en dos ocasiones en este estudio (*TINTURA DE YODO* y *YODOSPAR 0.3*) (Cuadro 7).

El uso de los productos diluidos tiene el inconveniente, sin considerar la posibilidad de inactivación del yodo en presencia de "aguas duras", que se corre el riesgo de un exceso de dilución, voluntaria o involuntaria, como se comprobó en el 50.6% (45) de las muestras diluidas analizadas en el presente estudio (Cuadro 9). Estos resultados fueron calculados sobre la base que en la mayoría de los productos comerciales el fabricante recomienda diluir el producto en una proporción de 1:1 (agua/producto), salvo en el producto *OPTIMA* que se comercializa con un sistema de dilución automática (9/1), que entrega un producto final de 5000 ppm de yodo disponible. En aquellos casos en que el fabricante no especifica la dilución que se debe utilizar, los datos se calcularon considerando una proporción de 1:1 (agua/producto). Una de las principales razones encontradas para justificar el porqué se utilizan productos excesivamente diluidos para *dipping*, se relacionan con el abaratamiento de costos, además, debido a que muchos productos comerciales poseen una alta viscosidad, existe la tendencia a diluirlos para facilitar el ascenso de la solución desinfectante en los aplicadores cuando se utilizan dispositivos de "doble cámara" (Fig. 1a). Aquellos que diluían incorrectamente los productos "listos para usar", correspondieron a ordeñadores que no estaban informados de las características del producto, o bien, el productor había cambiado de un producto que requería dilución a otro "listo para usar" y los ordeñadores no se adaptaron al cambio.

La inestabilidad y alta toxicidad del yodo no permiten su uso al estado puro, siendo necesario la formación de un yodóforo, con lo cual se eliminan los efectos adversos. Un yodóforo es una solución en la cual existe yodo combinado + yodo libre (I_2). El yodo combinado representa una fuente de yodo libre (I_2) o de ion triyoduro (I_3^-) (Ecuación 1) más, un compuesto estabilizante de alto peso molecular (poliamidas, polisacáridos, polivinil pirrolidona, polietilenglicoles, polivinil alcoholes, etc.).



- $[estabilizante + I_2 + I^-]$ o $[estabilizante + I_3^-] = \text{yodo combinado}$
- $I_2 + \text{yodo combinado} = \text{yodóforo}$

(Gottardi, 1991)

En los yodóforos el yodo libre (I_2) se encuentra en equilibrio con el yodo combinado, pero no se encuentra unido al compuesto estabilizante, lo que permite que la especie de I_2 esté libre para actuar como agente germicida. A medida que estas moléculas de I_2 son ocupadas, el compuesto estabilizante permite la liberación de nuevas moléculas del estado combinado para transformarse en yodo libre y así mantener la concentración de equilibrio del I_2 . Por lo tanto, el compuesto estabilizante tendrá al menos tres funciones: aumentar la solubilidad del yodo, proporcionar un reservorio liberador del halógeno y simultáneamente, disminuir la concentración en el equilibrio del yodo libre (Hemling, 1998).

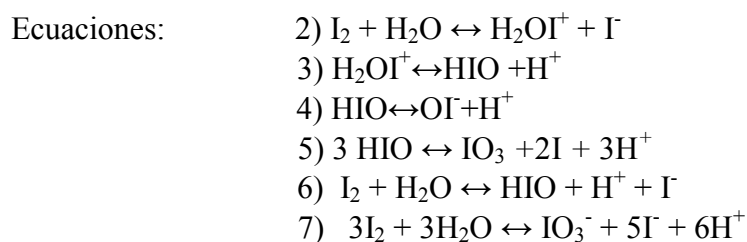
El verdadero agente germicida es el yodo libre molecular (I_2), ya que sólo en esta especie se ha demostrado una correlación directa entre la concentración y la actividad bactericida y no para el yodo total disponible (Gottardi, 1991). Por lo tanto, al determinar la concentración de yodo libre se obtiene un índice que expresa la verdadera potencia bactericida de la solución desinfectante. Sin embargo, la importancia de conocer la concentración de I_2 no debería ser sobre dimensionada porque algunos yodóforos comerciales frecuentemente contienen otros agentes germicidas además del yodo (ej.: alcoholes) y, por otra parte, pueden presentar otros ingredientes tales como detergentes, que pueden influenciar la susceptibilidad de un determinado germen al yodo, de modo que el poder germicida no siempre está correlacionado con la concentración de yodo libre (I_2). No obstante, para preparaciones de similar composición la determinación del I_2 resulta ser una alternativa confiable y simple para predecir las propiedades bactericidas (Hemling, 1998).

Como los yodóforos comerciales existentes en el mercado nacional (Anexo 1), no presentan en sus etiquetas la concentración de yodo libre no fue posible comparar los resultados obtenidos con la concentración original de fábrica. Las concentraciones de yodo libre de las muestras obtenidas de los envases originales variaron en un mismo producto comercial, por lo que fue necesario utilizar la mediana encontrada en cada una de las marcas comerciales analizadas, con la finalidad de obtener un valor para cada producto (Cuadro 10). Existen diversos factores que pueden hacer variar la concentración final de yodo libre (I_2) en un yodóforo como por ejemplo, la proporción entre yodo y yoduro y entre yodo y agente surfactante, tipo de surfactante, concentración de yodo, pH, temperatura, vida útil del producto. Además, la vida media de un producto yodado para *dipping* decrece debido a factores como reacción entre el yodo libre con los surfactantes o emolientes, descomposición de yoduro a yodato, pérdida a través de los contenedores de plástico, reacción con el sol, aire o con las bacterias del pezón (Skoog y col, 1995; Hemling, 1998). Todas estas razones permiten explicar las variaciones de yodo libre encontradas en diferentes muestras de un mismo producto para *dipping* (Cuadro 1,0). En dos productos (*CLINDIP 8000* y *YODOSPAR 0.3*), la concentración de yodo libre sobrepasó el rango de lectura del espectrofotómetro, por lo cual no fue posible determinar la cantidad exacta de yodo libre en estas muestras. La mayoría de las muestras analizadas en los productos que son usados en forma pura sin diluir presentaron rangos de yodo libre entre 101 a 400 ppm (Cuadro 11).

Todos los argumentos anteriormente expuestos también permitirían explicar las variaciones encontradas de yodo libre entre distintos productos comerciales pero con igual concentración de yodo disponible (Cuadro 12). Estos resultados concuerdan con lo expresado por Hemling, (1998), quien concluye basado en distintos estudios, que no existe una relación directa entre la concentración de yodo disponible y la efectividad del producto y que ésta se relaciona solamente con el contenido de yodo libre presente en cada producto comercial; por ejemplo, este autor demostró que productos con 500 ppm de yodo disponible y 75 ppm de yodo libre eran más efectivos comparados con aquellos que tenían 2.500 a 10.000 ppm de yodo disponible pero con niveles de yodo libre entre 2 - 2.5 ppm. Ensayos de eficacia realizados por Boddie y Nickerson, (1997), con dos productos yodados para *dipping*

conteniendo 5000 y 10.000 ppm de yodo disponible respectivamente, también demostraron que el producto con 5000 ppm era más efectivo que el de 10.000 ppm; esto podría deberse a que el producto con 5000 ppm de yodo disponible tenía mayor cantidad de yodo libre o presentaba algún compuesto estabilizante que permitía una mayor liberación de yodo libre.

El yodo al ser diluido en agua provoca una serie de reacciones químicas que han sido bien definidas e investigadas por Gottardi, (1991), como se puede apreciar en las siguientes ecuaciones.



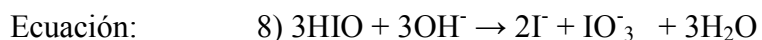
(Gottardi, 1991)

Dentro de estas reacciones están presentes por lo menos 7 iones o moléculas diferentes, de los cuales el yodo libre (I_2), ácido hipoyodoso (HIO) y el catión yodo (H_2OI^+) tienen actividad germicida. Sin embargo, la concentración del catión yodo es tan baja que virtualmente no juega ningún rol en los procesos de desinfección; lo mismo ocurre con el ácido hipoyodoso el cual tiene importancia sólo a $pH > 9$ y en ausencia de yoduro. De esta forma el yodo libre (I_2) queda como único responsable de la acción germicida (Gottardi, 1991)

La química de los yodóforos en soluciones acuosas resulta aún más compleja que en las soluciones de yodo puro, debido a que las moléculas de los agentes estabilizantes actúan con las especies de yodo creadas, causando un cambio considerable en sus concentraciones de equilibrio. Se sabe que un yodóforo presenta un comportamiento anómalo cuando se diluye en agua, ya que aumenta la concentración de yodo libre presente en la solución desinfectante como consecuencia de los diferentes equilibrios combinados; sin embargo, este aumento no es constante ya que, superado cierto nivel de dilución, el yodo libre comienza a disminuir bruscamente (Gottardi, 1991). Esto se comprobó experimentalmente en ensayos paralelos a la presente investigación, utilizando un producto comercial para *dipping* (*YODIGEN*) sometido a diversas diluciones experimentales; se demostró que a medida que se diluía el producto, éste liberaba mayor cantidad de yodo libre, hasta llegar a un punto de saturación donde empezaba a disminuir bruscamente. Esto podría explicar porqué, contrariamente a lo que se podría esperar, la concentración de yodo libre es mayor en los productos diluidos que en los productos concentrados (Cuadro 11 y Cuadro 13). Además, se analizó el comportamiento del yodo libre en muestras diluidas, según la proporción de agua utilizada y la marca del producto analizado (Cuadro 14 y Cuadro 15). Para poder comparar el aumento o disminución del yodo libre,

respecto a la muestra sin diluir, fue necesario descartar 19 muestras de productores que no tenían el producto original en el predio durante el muestreo (14 productores que diluían todo su producto una vez llegado al predio y 5 que usaban el producto comercial *OPTIMA* con dilución automática). Se demostró que, independientemente del tipo de dilución efectuada, en el 61.0% (47) de las muestras, la concentración de yodo libre aumentó con respecto a la misma muestra sin diluir; sin embargo, cuando la dilución era mayor a un 75%, el yodo libre disminuyó en el 66.7% de las muestras (Cuadro 14). De todos los productos comerciales diluidos, sólo 4 sufrieron una disminución del contenido de yodo libre, concentrándose la mayoría de las muestras en los productos *DIP 7000* y *YODIGEN* (Cuadro 15); estos resultados confirman que no todos los productos comerciales que se recomiendan diluir, deberían diluirse, y corresponde a los fabricantes realizar investigaciones más profundas antes de recomendar o no la dilución de un determinado producto.

Otro factor que juega un rol fundamental en la estabilidad de los agentes desinfectantes yodados, es el pH de las soluciones (Gottardi, 1991; Fang y Pyörälä, 1995; Sarán, 1995). El yodo tiende a hidrolizarse en presencia de agua formando los ácidos yodhídrico (HI) e hipoyodoso (HIO) (Ecuación 6), con el riesgo de que el ácido hipoyodoso en soluciones básicas se convierta en yodato (IO_3^-), produciendo una disminución de la actividad germicida del yodóforo (Ecuación 8).



(Day y Underwood, 1989)

La pérdida de la actividad germicida no ocurre cuando el pH de la solución es menor a 6, debido a que no se produce formación de yodato (ICV), mientras que a pH mayor a 7 aumenta la formación de yodatos (Day y Underwood, 1989; Gottardi, 1991). En las muestras analizadas el rango de pH fluctuó entre 4.0 a 6.0, lo que sugiere que todas las muestras de productos analizados presentan una buena estabilidad y no se afecta la actividad germicida por causa del pH.

El contenido de sales del agua ("dureza"), también puede afectar el poder germicida de los yodóforos (Fang y Pyörälä, 1995; Sarán, 1995). Históricamente, la "dureza" se ha definido como la capacidad de los cationes del agua para reemplazar a los iones de sodio o potasio de los jabones y formar productos pocos solubles, de este modo se puede distinguir un agua "blanda" si da espuma con una cantidad pequeña de jabón, y un agua "dura" si la espuma se obtiene sólo después de un agregado mayor. En las aguas naturales las concentraciones de iones de calcio y magnesio generalmente son superiores a las de cualquier otro ion metálico. Estos iones son los que se combinan con los aniones del jabón dando compuestos insolubles de calcio y de magnesio; de esta forma la dureza del agua se define como la concentración de carbonato de calcio que equivale a la concentración total de todos los cationes multivalentes

de la muestra (bicarbonatos, cloruros y sulfates de calcio y de magnesio). La dureza del agua se expresa en partes de CaCO_3 por 100.000 partes de agua, de modo que si una solución contiene n partes de CaCO_3 en 100.000 partes de agua posee n *grados de dureza*. Existen distintos métodos para la determinación de la dureza de agua, sin embargo, el método utilizado en este estudio empleando la sal disódica EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) permite que la determinación sea más fácil y exacta (Vogel, 1960; Skoog y col, 1995). La determinación de la dureza del agua es una prueba analítica útil que proporciona un índice de la calidad del agua para uso doméstico o industrial y, además, es un antecedente valioso de considerar cuando se utilizan desinfectantes yodados diluidos en agua, ya que existe el riesgo de inactivación del yodo por efecto de aguas excesivamente duras (Fang y Pyörälä, 1995). El análisis de la dureza del agua en las 210 lecherías visitadas durante el desarrollo de esta investigación, demostró que no existen aguas duras en el sur de Chile (Gráfico 1), lo que concuerda con otros resultados obtenidos previamente en la región (Aguilera, 1998; Mancilla y Manquián, 1998)¹. Por otra parte se demostró que el pH de la mayoría de las muestras de agua (89.1%) estuvo dentro del rango de 6.0 - 7.9 (Cuadro 16), lo cual tampoco constituye un factor de riesgo respecto al poder germicida de los yodóforos diluidos.

Además de los factores ya señalados, relacionados con el principio activo de los yodóforos, se consideró importante investigar, a través de una encuesta a los productores (Anexo 3), algunos aspectos relacionados con el uso y manejo de las soluciones yodadas para *dipping* a nivel predial.

Uno de los problemas detectados a través de la encuesta, fue la tendencia de parte de los productores de cambiar el tipo de producto para *dipping*, ya sea por la oferta del mercado o por la época del año (Cuadro 17). Éste hábito aumenta el riesgo de utilizar erróneamente un determinado producto por parte de los ordeñadores que son, en definitiva, los que tienen la responsabilidad de aplicar los productos desinfectantes (Gráfico 3). Generalmente, el cambio de productos desinfectantes se debe a la gran oferta que el mercado nacional ofrece (Anexo 1), lo que lleva a una gran variedad de precios y a una fuerte competencia entre las distintas marcas de productos desinfectantes. Un cambio justificado podría ser, por ejemplo, el uso de desinfectantes con selladores de barrera durante los períodos de invierno o en aquellos rebaños con serios problemas de mastitis ambientales causadas, principalmente por bacterias coliformes y *Streptococcus uberis*. Los productos para *dipping* con selladores de barrera fueron formulados, precisamente, para el control de este grupo de patógenos mamarios que contaminan el pezón en los períodos de interordeña, cuando los desinfectantes tradicionales para *dipping* han perdido su efecto germicida sobre la piel del pezón (Farnsworth y col, 1980; McArthur y col, 1984, Hogan y col, 1995; Nickerson y Boddie, 1995). Los productos comerciales desinfectantes con selladores de barrera disponibles en el mercado nacional, son todos productos que además son germicidas, y corresponden a *SPARTAN BARRERA*

¹Aguilera, A (1998). Instituto de Química, Univ. Austral de Chile, (com. pers.).

Mancilla, R. y Manquián, N. (1998). Instituto de Fitoquímica, Univ. Austral de Chile, (com. pers.).

(yodóforo), *CONCEPT BARRIER* (Ambicin N) y *UDDERGOLD* (ácido cloroso/dióxido de cloro) (Anexo 1).

La forma de conservar o almacenar los productos para *dipping* es otro aspecto que puede afectar la calidad del producto. En este estudio se comprobó que el 38.5% (81) de los productores almacenaban los productos para *dipping* en forma incorrecta, ya sea en la sala de ordeño, expuestos a la contaminación ambiental o directamente expuestos a la acción de luz solar (en el campo) y/o los mantenían permanentemente abiertos (Cuadro 18). El almacenamiento de los productos en forma inadecuada presenta muchas desventajas, ya que el producto podría alterarse con facilidad, causando irritación de los pezones, aumentar la volatilización natural del yodo, lo que lleva a una pérdida de la capacidad germicida y tendría el riesgo de contaminación con su subsecuente inactivación (Farnsworth, 1980; Pankey y col, 1984; Chaffaux y Steffan, 1985; Gottardi, 1991; Cuéllar, 1997). Por lo tanto, todos los desinfectantes para *dipping* deben ser conservados en condiciones óptimas de almacenamiento, especialmente los yodóforos, los cuales son muy inestables bajo condiciones extremas de temperatura, exposición a la luz y variaciones de pH, condiciones que incrementan el grado de hidrólisis del yodo (Day y Underwood, 1989; Gottardi, 1991).

Uno de los puntos críticos durante la ordeña es la correcta aplicación del producto desinfectante para *dipping*, permitiendo disminuir las neoinfecciones intramamarias en el rebaño (Pankey y col, 1984; Chaffaux y Steffan, 1985). Esto representa un conjunto de medidas que el agricultor y en especial el ordeñador, deben tener en cuenta al momento de la ordeña. Cuando se utiliza el método por inmersión para aplicar los desinfectantes, se ha estimado un uso mínimo de la solución desinfectante en 10 mL / vaca durante cada ordeña (600 mL/vaca/mes); esto se ha comprobado en distintos ensayos experimentales donde se han utilizado aplicadores para *dipping* con 10 cm de fondo y 5.5 cm de diámetro (Shearn, 1981; Sarán, 1995); por el contrario, si el producto desinfectante es aplicado mediante aspersion, esta cantidad debe ser reconsiderada, ya que se utiliza una mayor cantidad de desinfectante (Shearn, 1981; Pankey y col, 1984; Sarán, 1995). Para determinar si los productores utilizaban la cantidad recomendada del producto desinfectante, se relacionó el número de vacas en ordeña con la cantidad de litros de producto para *dipping* usado en forma mensual, tomando como referencia el mínimo de 600 mL/vaca/mensual, encontrándose que el 82% utilizaban cantidades de producto desinfectante inferiores a las recomendadas internacionalmente. Factores que pueden intervenir en estos resultados pueden ser: razones de costo, el uso discontinuado del producto, y por sobre todo, el hecho de que se utilice muy poco desinfectante por pezón, lo que concuerda con los datos obtenidos en este estudio, donde sólo un 38.1% de los ordeñadores afirmaron cubrir de manera correcta más de un 50% del pezón con el desinfectante (Cuadro 19).

El Reglamento de productos farmacéuticos de uso exclusivamente veterinario, del Ministerio de Agricultura (Chile, 1995) establece que las etiquetas de los envases de todos los productos veterinarios debe indicar la fecha de expiración del producto. Sin embargo, en este estudio se demostró que esta norma no se cumple con rigurosidad ya que el 41.4% (87) de los yodóforos analizados no presentaban fecha de expiración (Cuadro 20). Además, el 38.2% (47) de los productos que cumplían con esta norma, la fecha de vencimiento era ilegible, debido probablemente a que un alto porcentaje de los envases se mantienen en la misma sala de ordeña, expuestos a la humedad por el lavado de pisos y como la fecha de vencimiento está generalmente impresa con timbres de tinta, se borran con facilidad. Es importante destacar que la línea de productos *SPARTAN*, fueron los únicos cuya fecha de vencimiento está impresa en papel impermeable y en forma destacada dentro de la etiqueta. En aquellos casos en que se comprobó que el producto estaba vencido (5.7%), ninguno de los productores u ordeñadores tenía conocimiento de tal situación, lo que demuestra que, por lo general, no se leen las instrucciones de las etiquetas antes de usar o comprar un producto (Cuadro 21). Por la alta volatilización del yodo (Day y Underwood, 1989; Favero y Bond, 1991; Skoog y col, 1995), este producto es de duración definida; ahora bien, cuánto dure cada producto comercial va a depender de los componentes que éste contenga. Es posible realizar distintas pruebas (Hemling, 1998¹) para determinar como se inactiva el yodo a través del tiempo, las que deberían ser realizadas por las distintas empresas fabricantes para comprobar y establecer la duración de cada uno de sus productos comerciales.

La forma de aplicación de los productos desinfectantes para *dipping* es un tema que ha sido ampliamente discutido (Shearn, 1981; Pankey y col, 1984; Chaffaux y Steffan, 1985; Westfall y col, 1987; Grindal y Priest, 1989; Hillerton y col, 1995; Hogan y Smith, 1995; Nickerson, 1998). El método tradicional de aplicación por inmersión demostró ser el más frecuente entre los productores encuestados (98.1%) (Gráfico 2), sin embargo, existen diferencias respecto al tipo de aplicador, siendo el más utilizado (147) el aplicador de "doble cámara" (Gráfico 2, Figura 1a). Entre las principales dificultades que presentan algunos aplicadores de doble cámara, y que pueden afectar la eficacia de un producto para *dipping*, están por ejemplo, el reflujó de la solución desinfectante desde la cámara o copa superior, en la cual se sumergen los pezones, hacia la cámara inferior donde está la solución de relleno, con lo cual se corre el riesgo de contaminar el producto con restos de leche o materia orgánica; el tamaño y profundidad de la cámara superior (Shearn, 1981; Sarán, 1995), que muchas veces no está acorde con el tamaño de los pezones impidiendo una cobertura total del pezón durante la inmersión; la flexibilidad del material plástico del aplicador, que debe ser lo más flexible posible, para permitir que el líquido desinfectante ascienda con rapidez y que el ordeñador no se canse al aplicar el producto. Otro tipo de aplicador encontrado es el tipo "linterna" (Gráfico 2, Figura 1b) que tiene las ventajas de ser de menor costo que el anterior y que permite cubrir la totalidad del pezón (si es aplicado correctamente); sin embargo, presenta la gran desventaja, que la copa y el contenedor se encuentran constantemente expuestos a la contaminación ya que entre ambos no existe ninguna separación. Entre las ventajas que presenta la aplicación convencional de la solución desinfectante mediante el método por inmersión, están el hecho de

¹ Hemling, T. (1998). West Agro, Inc. Kansas USA (com. pers.).

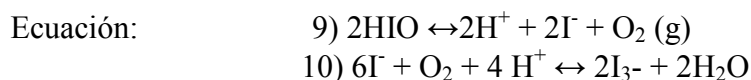
que sumergir los pezones permite cubrir la mayor parte del pezón y existe un gasto menor de desinfectante (comparado con el método por aspersión) (Pankey y col, 1984; Chaffaux y Steffan, 1985; Hogan y Smith, 1995). Sin embargo, presenta una serie de inconvenientes que deben ser tomados en cuenta al utilizar éste método, entre los cuales se pueden mencionar, el riesgo de contaminación de la solución desinfectante con materia orgánica y la subsecuente inactivación de la solución germicida, el traspaso de gérmenes con una solución contaminada de una vaca a otra y el riesgo de derramar el producto (Chaffaux y Steffan, 1985; Westfall y col, 1987, Hogan y Smith, 1995)

La aplicación del desinfectante para *dipping* por aspersión mediante el uso de rociadores manuales o automáticos, es una práctica que ha tenido gran aceptación en los últimos años, especialmente en las grandes lecherías, debido a que acelera la rutina de ordeño y disminuye el riesgo de contaminación del producto desinfectante (Shearn, 1981; Westfall y col y col, 1987, Hogan y Smith, 1995; Nickerson, 1998). Sin embargo, entre las lecherías visitadas este método era utilizado por sólo el 1.9% (4) de los productores (Gráfico 2) y sólo utilizaban rociadores de tipo manual tradicional (Figura Id). Entre las ventajas que presenta el método por aspersión se encuentran la aplicación fácil y rápida del producto y el hecho que disminuye la probabilidad de contaminación tanto del producto como de los animales tratados (Westfall, 1984; Hogan y Smith, 1995). Sin embargo, el método por aspersión presenta una serie de inconvenientes que han sido discutidos por distintos autores (Chaffaux y Steffan, 1985; Grindal y Priest, 1989; Hillerton y col, 1995; Nickerson, 1998) entre ellos el aumento de los costos, ya que hay un mayor gasto de la solución desinfectante y el costo de inversión es alto cuando la aplicación es automática; por otra parte, resulta ser menos eficiente que el método por inmersión, ya que se rocía, generalmente, sólo una cara del pezón.

Aunque el 100% de los productores encuestados afirmó que, ante una eventual contaminación de la solución desinfectante contenido en el aplicador durante la ordeña, ésta sería eliminada y reemplazada por una solución nueva y que nunca se devuelven al envase original restos de solución desinfectante sobrante en el aplicador, en la práctica esto no siempre ocurre así, como tampoco es frecuente que los ordeñadores realicen una adecuada higiene de los aplicadores. Inmediatamente finalizada la ordeña, el residuo de desinfectante tiene que ser eliminado y nunca ser devuelto al envase original, además el aplicador debe ser lavado y secado al aire (Hogan y Smith, 1995); sin embargo, se demostró que el 69% (145) de los productores no realizaban una limpieza correcta de los aplicadores, ya que no eliminaban los residuos desinfectantes o no lavaban ni secaban el aplicador al finalizar la ordeña.

Una deficiencia importante de destacar observada en la mayoría de los productores que diluyen sus productos para *dipping*, es el momento en que se realiza la dilución del producto. El yodo al igual que otros desinfectantes halógenos, cuando están presentes como sustancia pura, pierden gradualmente parte de su actividad germicida durante el almacenamiento (Day y Underwood, 1989; Gottardi, 1991). Un yodóforo al ser diluido en agua tiende a hidrolizarse

formando HIO el que se descompone con facilidad (Ecuación 9 y 10) o, como se mencionó anteriormente, puede convertirse en yodato (Ecuación 8).



(Fischer y Peters, 1971; Day y Underwood.1989)

Por lo tanto, cuando un yodóforo se diluye en agua, es recomendable hacerlo sólo inmediatamente antes de ser ocupado y no mantenerlo por largos períodos de tiempo en forma diluida, ya que la solución yodada perderá su efecto germicida por hidrólisis y por procesos oxidativos del yodo libre (Fischer y Peters, 1971; Day y Underwood, 1989; Skoog y col, 1995). No obstante, se encontró que sólo un 36.3% (40) de los productores diluían correctamente los productos inmediatamente antes de usarlos (Cuadro 22). Entre los productores que diluyen sus productos para *dipping* se encontró que en la mayoría (84.6%), los responsables de diluirlos son el personal encargado de la ordeña (ordeñadores y jefes de lechería) (Gráfico 3).

En consideración a todos los antecedentes presentados, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna planteada, que en el sur de Chile existe un uso inadecuado de los distintos productos yodados para la desinfección de pezones (*dipping*) y, que no todas las soluciones desinfectantes para *dipping* contienen la cantidad de yodo disponible que aparece en la etiqueta de sus envases.

7. CONCLUSIONES

1. La desinfección de pezones post ordeña (**dipping**), es una práctica de higiene ampliamente difundida entre los productores con estanque de frío predial del sur de Chile, siendo los productos yodados los de mayor preferencia entre los agricultores y los más comercializados entre las empresas fabricantes nacionales.
2. La concentración de yodo disponible en los productos comerciales para **dipping** no siempre corresponde a lo indicado por el fabricante en la etiqueta de los envases, lo que puede deberse a deficiencias del producto de fábrica, un ineficaz control de calidad o, a consecuencia de un mal almacenamiento por parte del productor.
3. Que un yodóforo comercial contenga una alta concentración de yodo disponible no necesariamente significa que tenga un alto contenido de yodo libre, ya que no existe una relación directa entre ambos.
4. La liberación de yodo libre de un yodóforo es mayor cuando el producto está diluido, sin embargo este comportamiento del yodo libre se presenta en algunos productos comerciales, ya que esta asociado a su formulación.
5. La calidad química de las aguas (dureza y pH), en las explotaciones lecheras del sur de Chile, no constituyen un riesgo para la dilución de los de productos yodados para **dipping**.
6. Algunas empresas fabricantes de productos para **dipping** entregan a través de la etiqueta de los envases, información insuficiente y/o incorrecta respecto al uso y manejo del producto desinfectante.
7. Muchos productores hacen uso inadecuado de los productos yodados para la desinfección de pezones, por ejemplo: inadecuado cambio frecuente del producto, mal almacenamiento, excesiva dilución, insuficiente aplicación de los desinfectantes e incorrecta higiene de los aplicadores para **dipping**.

8. En consideración a lo expuesto sería recomendable: que los fabricantes nacionales de productos para *dipping* realicen pruebas de eficacia previo a la introducción de un nuevo producto comercial indicando fecha de elaboración y de expiración en los envases, siendo preferible la formulación de productos listos para usar.

9. Debido al desconocimiento respecto al uso y manejo de los productos para *dipping*, sería recomendable disponer de un "manual" para los usuarios que permita obtener un mayor provecho del *dipping* en el control de mastitis.

8. BIBLIOGRAFIA

- BECK, H. S., W. S. WISE, F. H. DODD. 1992. Cost benefit analysis of bovine mastitis in the U.K. *J. Dairy Res.* 59: 449 - 460.
- BLOOD, D. C., O. M. RADOSTITS. 1989. *Veterinary Medicine*, 7th ed. Bailliere Tindall, Oxford. U.K. 1502p.
- BODDIE, R. L., S. C. NICKERSON. 1986. Dry cow therapy: effects of method of drug administration on occurrence of intramammary infection. *J. Dairy Sci.* 69: 253 - 257.
- BODDIE, R. L., S. C. NICKERSON. 1990. Efficacy of two iodophor postmilking teat germicides against *Streptococcus agalactiae*. *J. Dairy Sci.* 73: 2790 - 2793.
- BODDIE, R. L., S. C. NICKERSON. 1997. Evaluation of two iodophor teat germicides: activity against *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae*. *J. Dairy Sci.* 80: 1846-1850.
- BODDIE, R. L., J. L. WATTS, S. C. NICKERSON. 1990. In vitro and in vivo evaluation of a 0.5% chlorhexidine gluconate teat dip. *J. Amer. Vet. Med. Ass.* 196: 890 - 896.
- BODDIE, R. L., S. C. NICKERSON, R. W. ADKINSON. 1997. Efficacies of teat germicides containing 0.5% chlorhexidine and 1% iodine during experimental challenge with *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae*. *J. Dairy Sci.* 80: 2809 - 2814.
- BODDIE, R. L., S. C. NICKERSON, R. W. ADKINSON. 1998. Germicidal activity of a chlorous acid chlorine dioxide teat dip and a sodium chlorite teat dip during experimental challenge with *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae*. *J. Dairy Sci.* 81: 2293 - 2298.

- BRAMLEY, A. J. 1981. The role of the hygiene in preventing intramammary infection. En: Mastitis Control and Herd Management. *Tech. Bull.* 4. National Institute for Research in Dairyng, Shinfield, Reading, England. p. 53 - 66.
- BUSHNELL, R. B. 1984. The importance of hygienic procedures in controlling mastitis. *Vet. Clinics N. A.: Large Anim. Pract.* 6: 361 - 370.
- CONCHA, C., J. KRUIZE, O. HOLMBERG. 1992. Bovine mastitis diagnostic in Chile: Intercontinental transport of the milk samples. Proc. XIII Panamer. Congr. Vet. Sci., Santiago, Chile. 174 p.
- CUELLAR, A. M. 1997. Evaluación *in vitro* del poder germicida de soluciones yodadas para dipping post - ordeño. Método de los pezones extirpados. Tesis, M. Se., Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile . Valdivia .Chile. 69 p.
- CHAFFAUX, S., J. STEFFAN. 1985. Prophylaxie des infections mammaires: place de l'hygiène de la traite et du traitement. *Rec. Méd. Vét.* 161: 603 - 615.
- CHAVARRY, M. 1994. Terapia de secado. Efecto del método de administración del antibióticos sobre la eficiencia del tratamiento y la presencia de neoinfecciones intramamarias durante el periodo seco en vacas lecheras. Tesis, M. Se., Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile . Valdivia .Chile. 104 p.
- CHILE. 1995. Reglamento de productos farmacéuticos de uso exclusivamente veterinario. D.S. N° 139 de 1995, Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero, Departamento de Protección Pecuaria. Publicado en: D.O. N° 35.275. Septiembre 1995.
- DAY, R. A., A. L. UNDERWOOD. 1989. Química Analítica Cuantitativa. 5° Edición. Ed. Prentice- Hall. Hispanoamericana, S.A. México. 841 p.
- DODD, F. H.; D. R. WESTGARTH; F. K. NEAVE, R. G. KINGWILL. 1969. Mastitis - The strategy of control. *J. Dairy Sci.* 52: 689 - 695.
- DRECHSLER, P. A., E. E. WHJDMAN, J. W. PANKEY. 1990. Evaluation of a chlorous acid-chlorine dioxide teat dip under experimental and natural exposure conditions. *J. Dairy Sci.* 73: 2121 -2128.

- FANG, W., S. PYÖRÄLÄ. 1995. Teat dipping in mastitis control. En: *The Bovine Udder and Mastitis*. M. Sandholm; T. Honkanen-Buzalski; Lusa Kaartinen; S. Pyörälä. Eds. University of Helsinki, Fac. of Veterinary Medicine, Helsinki, Finland. p. 246 -251.
- FARNSWORTH, R. J. 1980. Role of teat dips in mastitis control. *J. Amer. Vet. Med. Ass.* 176: 1116- 1118.
- FARNSWORTH, R. J., L. WYMAN, R. HAWKINSON. 1980. Use of a teat sealer for prevention of intramammary infections in lactating cows. *J. Amer. Vet. Med. Ass.* 177: 441-444.
- FAVERO, W., W. BOND. 1991. Chemical Disinfection of Medical and Surgical Materials. En: *Disinfection, Sterilization and Preservation*. Fourth Edition. Ed. Lea & Febiger. Philadelphia, USA. p. 633 - 635.
- FISCHER, R., D. PETER. 1971. Compendio de análisis químico cuantitativo. Cap. 13°. Ed. Interamericana S.A., México. 480 p.
- FOX, L. X. 1992. Colonization by *Staphylococcus aureus* on chapped teat skin: effect of iodine and chlorhexidine postmilking disinfectants. *J. Dairy Sci.* 75: 66-71.
- GALTON, D. M., L. G. PETERSSON, H. N. ERB. 1986. Milk iodine residues in herds practicing premilking teat disinfection. *J. Dairy Sci.* 69: 267 - 271.
- GARCÍA, H. 1988. Bacteriocinogenia, un sistema de antagonismo bacteriano. *Adel. Microbiol. Enf. Infec.* 1: 19 - 36.
- GOTTARDI, W. 1991. Iodine and iodine compounds. En: *Disinfection, Sterilization and Preservation*. Fourth Edition. Ed. Lea & Febiger. Philadelphia, USA. p. 152 - 166.
- GRINDAL, R. J., D. J. PRIEST. 1989. Automatic application of teat disinfectant through the milking machine cluster. *J. Dairy Res.* 56: 579 - 585.
- HEMLING, T. 1998. The effect of free iodine on the germicidal activity of iodine teat dips. Proc. Panamer. Congress on Mastitis Control and Milk Quality. Mérida, México, p. 46 -50.

- HICKS, W. G., T. J. KENNEDY, D. M. KEISTER, M. L. MILLER. 1981. Evaluation of teat dip of chlorhexidine digluconate (.5%) with glycerin (6%). *J. Dairy Sci.* 64: 2266 - 2269.
- HILLERTON, J. E., R. T. STAKER, M F. H. SHEARN. 1995. Failure of exit-race teat spraying to control *Corynebacterium bovis* colonisation. *Vet. Rec.* 135: 633 - 635.
- HOGAN, J. S., K. L. SMITH. 1995. Aspectos prácticos de la desinfección de pezones. *Rev. Hoard's Dairy man (en español)* 3: 257-258.
- HOGAN, J. S., D M. GALTON, R J HARMON, S. C. NICKERSON, S. P. OLIVER, J. W. PANKEY. 1990. Protocols for evaluating efficacy of postmilking teat dips. *J. Dairy Sci.* 73: 2580.
- HOGAN, J. S., K. L. SMITH, D. A. TODHUNTER, P. S. SCHOENBERGER. 1995. Efficacy of a barrier teat dip containing 0.55% chlorhexidine for prevention of bovine mastitis. *J. Dairy Sci.* 78: 2502-2506.
- IDF, INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. 1991. Mastitis control (Results of questionnaire 18897A). Brussels, Belgium. *IDFBull.* 262: 15-31.
- KRUZE, J. 1992 a. Definición y clasificación de la mastitis. *Rev. Holstein Chile* 33: 22-23.
- KRUZE, J. 1992 b. Etiología y epidemiología de la mastitis. *Rev. Holstein Chile* 34: 14-15.
- KRUZE, J. 1992 c. Pérdidas económicas por mastitis. *Rev. Holstein Chile* 40: 22-28.
- KRUZE, J. 1992 d. Control de mastitis. *Rev. Holstein Chile* 42: 11 - 14.
- KRUZE, J. 1994. Consideraciones sobre el control de mastitis bovina con especial énfasis en la terapia de secado. En: Producción Animal . Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción Animal. L. Latrille ed. p. 217 - 231.

- LEÓN, B. 1994. Ensayos de campo con espiramicina (SUANOVIL) en el tratamiento de mastitis clínica en vacas lactantes. II: Evaluación bacteriológica. Tesis, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 45 p.
- LEÓN, B. 1997. Frecuencia de aislamiento de los principales agentes de mastitis en el sur de Chile. *Rev. COOPRIFORMA* 40: 1 - 6.
- McARTHUR, B. J., T. P. FAIRCHILD, J. J. MOORE. 1984. Efficacy of a Latex Teat Sealer. *J.DairySci.* 67: 1331-1335.
- MURDOUGH, P. A., J. W. PANKEY. 1993. Evaluation of 57 Teat Sanitizers Using Excised Cow Teats. *J. Dairy Sci.* 76: 2033 - 2038.
- NATIONAL MASTITIS COUNCIL. 1997. Summary of peer-reviewed publications on efficacy of premilking and postmilking teat disinfectants published since 1980. 36th Ann. Mtg. Proc. National Mastitis Council, Albuquerque, New México, p. 276 - 287.
- NATZKE, R. P. 1977. Role of teat dips and hygiene in mastitis control. *J. Amer. Vet. Med. Ass.* 170: 1196- 1198.
- NEWBOULD, F. H. S., D. A. BARNUM. 1960 a. The effect of dipping cows teats in a germicide on the number of micrococci on the teat dip cup liners. *J. Milk Food Technol.* 21: 348.
- NEWBOULD, F. H. S., D. A. BARNUM. 1960 b. The reduction of the microflora of milking machine inflations by teat dipping and teat cup pasteurization. *J. Milk Food Technol.* 23: 374.
- NICKERSON, S. C. 1987. Resistance mechanisms of the bovine udder; new implication for mastitis control at the teat end. *J. Amer. Vet. Med. Ass.* 191: 1484 - 1488.
- NICKERSON, S. C. 1998. Strategies for controlling mastitis. Proc. Panamer. Congress on Mastitis Control and Milk Quality. Mérida, México, p. 22-33.

- NICKERSON, S. C., R. L. BODDIE. 1995. Efficacy of Barrier - Type Postmilking Teat Germicides Against Intramammary Infection. *J. Dairy Sci.* 78: 2496 - 2501.
- NICKERSON, S. C, J. L. WATTS; R.L. BODDIE., W. PANKEY. 1986. Evaluation of 0.5% and 1% Iodophor Teat Dips Commercial Dairies. *J. Dairy Sci.* 69: 1693 - 1698.
- OLIVER, S P., S H. KING, P. M. TORRE, E. P. SHULL, H. H. DOWLEN, M. J LEWIS, L. M. SORDILLO. 1989. Prevention of bovine mastitis by a postmilking teat disinfectant containing chlorous acid and chlorine dioxide in a soluble polymer gel. *J. Dairy Sci.* 72: 3091-3097.
- OLIVER, S. P, S H. KING, M. J. LEWIS, P. M. TORRE, K. R. MATTHEWS, H H. DOWLEN. 1990. Efficacy of chlorhexidine as a postmilking teat disinfectant for the prevention of bovine mastitis during lactation. *J. Dairy Sci.* 73: 2230 - 2235.
- PALAVICINO, I. 1988. Mastitis por *Staphylococcus*. En: IV Curso de mastitis del bovino y su impacto económico. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Chile. Santiago. Chile, p. 103-113.
- PANKEY, J. W., W. N. PHILPOT. 1974. Hygiene in the prevention of udder infections. I. Comparative Efficacy of four Teat Dips. *J. Dairy Sci.* 58: 202 - 204.
- PANKEY, J. W., W. N. PHILPOT, R. L BODDIE, J. L. WATTS. 1983. Evaluation of Nine Teat Dip Formulation Under Experimental Challenge to *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae*. *J. Dairy Sci.* 66: 161 - 167.
- PANKEY, J.W., R.J. EBERHART, A.L., CUMING, R.D. DAGGETT, R. J. FARNSWORTH, C. K. MCDUFF. 1984. Update on postmilking teat antisepsis. *J. Dairy Sci.* 67: 1336 -1353.
- PENNINGTON, J. A. T. 1990. Iodine concentrations in U.S. milk: variation due to time, season, and región. *J. Dairy Sci.* 73: 3421 - 3427.
- PHILPOT, W. N.1979. Control of mastitis by hygiene and therapy. *J. Dairy Sci.* 62: 168-176.

- PHILPOT, W. N., J. W. PANKEY. 1974 a. Hygiene in the prevention of udder infections. II. Evaluation of oil - based teat-dips..*J. Dairy Sci.* 58: 205 - 208.
- PHILPOT, W. N., J. W. PANKEY. 1974 b. Hygiene in the prevention of udder infections. III. Effectiveness of 59 Teat Dips for Reducing Bacterial Populations on Teat Skin. *J. Dairy Sci.* 58:209-216.
- PHILPOT, W. N., J. W. PANKEY. 1978. Hygiene in the prevention of udder infections. V. Efficacy of Teat Dips under Experimental Exposure to Mastitis Pathogens. *J. Dairy Sci.* 61: 956-963.
- PHILPOT, W. N., S. C. NICKERSON. 1992. Mastitis: El Contra-Ataque. Babson Bros. Co. Naperville, Illinois, U.S.A.
- PHILPOT, W. N., R. L. BODDIE, J. W. PANKEY. 1978. Hygiene in the prevention of udder infections. IV. Evaluation of teats dips with excised cows teats. *J. Dairy Sci.* 61: 950 - 955.
- POUTREL, B., F. SERIEYS, M. DUCCELLIEZ. 1990. Efficacy of a germicidal post milking barrier — type teat dip in preventing intramammary infections. *Vet. Rec.* 126: 638 - 640.
- RUSSELL, A. D., W. B. HUGO, G. A. J. AYLIFFE. 1982. Principles and practice of disinfection, preservation and sterilisation. Ed. Blackwell Scientific Publications. Oxford, England. 653 p.
- SARAN, A. 1995. Disinfection in the dairy parlour. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 14: 207 - 224.
- SCHULTZE, W. D., J. W. SMITH. 1972. Effectiveness of postmilking teats dips. *J. Dairy Sci.* 55: 426-431.
- SEARS, P. M., D. M. GALTON, B. S. SMITH, S. D. RUBINO, S. A. GUSDC, E. KULISEK, S. PROJAN, P. BLACKBURN. 1991. An antimicrobial peptide teat dip for use in management of bovine mastitis. *J. Dairy Sci.* 74: Supplement 1, 204.

SHEARN, M. F. H. 1981. Methods of teat disinfection after milking. En: Mastitis Control and Herd Management. *Tech. Bull.* 4. National Institute for Research in Dairyng. Shinfield, Reading, England. p. 67 - 69.

SKOOG, D. A., D. M. WEST, F. J. HOLLER. 1995. Química Analítica. 6° Edición. McGraw - Hill / Interamericana de México S.A., México. 612 p.

TIRANTE L., R. CHERTCOFF, C. CHAVES, D. BAS. 1996. Análisis de productos iodóforos para baño antiséptico de pezones (teat dip). Congreso Nacional de Calidad de Leche y Mastitis. Río Cuarto, Argentina, p. 24 - 25.

VOGEL. A. 1960. Química Analítica Cuantitativa. Teórica y Práctica. Vol.I. Ed. Kapeluz. S.A. Buenos Aires, Argentina. 812 p.

WESTFALL, G., L. S. HINCKLEY, W. H. DANIELS, J. DeCLOUX. 1987. Controlling mastitis with an aerosol teat disinfectant. *Vet. Med.* 82: 752 - 755.

ZURITA, L. 1988. Mastitis bovina situación nacional. *Patol. Anim.* 2: 36-41.

9. ANEXOS

ANEXO 1 PRODUCTOS COMERCIALES PARA DIPPING DISPONIBLES EN CHILE (1997-1998)

Producto comercial	Uso (A)	Presentación (B)	Ingrediente germicida activo y concentración.	Dilución (agua/producto)	Empresa Fabricante
<i>AHYFIBIODIP</i>	<i>Post</i>	<i>Concentrado</i>	<i>Yodóforo 10000ppm</i>	<i>NO</i>	<i>AHYFI</i>
<i>ALFA DIP 5</i>	<i>Pre y post</i>	<i>L.P. U.</i>	<i>Yodóforo 5000 ppm</i>	<i>NO</i>	<i>FAVOLITE CHILE</i>
<i>ALFA DIP 8</i>	<i>Pre y post</i>	<i>Concentrado</i>	<i>Yodóforo 8000 ppm</i>	<i>Puro o 1:1</i>	<i>FAVOLITE CHILE</i>
<i>BACSTOP</i>	<i>Post</i>	<i>L.P.U.</i>	<i>Yodóforo 5000 ppm</i>	<i>NO</i>	<i>DIVERSEYLEVER</i>
<i>BACSTOP</i>	<i>Post</i>	<i>L.P.U.</i>	<i>Yodóforo 8000 ppm</i>	<i>NO</i>	<i>DIVERSEYLEVER</i>
<i>BIODIP.</i>	<i>Post</i>	<i>Concentrado</i>	<i>Yodóforo 8000 ppm</i>	<i>SI 1:1</i>	<i>BIOTEC</i>
<i>CLINDIP 5000</i>	<i>Post</i>	<i>L.P.U.</i>	<i>Yodóforo 5000 ppm</i>	<i>NO</i>	<i>CLINSOL CHILE</i>
<i>CLINDIP.</i>	<i>Post</i>	<i>Concentrado</i>	<i>Yodóforo 8000 ppm</i>	<i>SI 1:1</i>	<i>CLINSOL CHILE</i>
<i>COLTERECIN.</i>	<i>Post</i>	<i>L.P.U.</i>	<i>Clorhexidina digluc. 0.45%</i>	<i>NO</i>	<i>RECALCINE</i>
<i>CONCEPT BARRIER</i>	<i>Post</i>	<i>L.P.U.</i>	<i>Ambicin N 34ug/ml.</i>	<i>NO</i>	<i>SURGE U.S.A.</i>
<i>CUTISAN</i>	<i>Pre y post</i>	<i>Concentrado</i>	<i>Yodóforo 10000ppm</i>	<i>SI 1:1</i>	<i>ELFATOCHM</i>
<i>DIP 7000</i>	<i>Post</i>	<i>Concentrado</i>	<i>Yodóforo 7000 ppm</i>	<i>SI</i>	<i>TPI. S.A. CHILE</i>
<i>E-ZMIX250</i>	<i>Pre y post</i>	<i>Concentrado</i>	<i>Yodóforo 2500 ppm</i>	<i>SI</i>	<i>ECOLAB U.S.A.</i>
<i>FULLDIP 9000</i>	<i>Post</i>	<i>Concentrado</i>	<i>Yodóforo 9000 ppm</i>	<i>SI</i>	<i>TPIS.A. CHILE</i>
<i>IODOTEAT5Y</i>	<i>Post</i>	<i>L.P.U.</i>	<i>Yodóforo 5000 ppm</i>	<i>NO</i>	<i>SQM./INQUM</i>
<i>IO-SHIELD</i>	<i>Post</i>	<i>L.P.U.</i>	<i>Yodóforo 2500 ppm</i>	<i>NO</i>	<i>ECOLAB U.S.A.</i>
<i>OPTIMA</i>	<i>Pre y post</i>	<i>Concentrado</i>	<i>Yodóforo 5000 ppm</i>	<i>Automática 9:1</i>	<i>ECOLAB U.S.A.</i>
<i>SOL. YODADA 0,57%</i>	<i>Post</i>	<i>L.P.U.</i>	<i>Yodóforo 5700 ppm</i>	<i>NO</i>	<i>BIOTEC CHILE</i>
<i>SPARTAN 5000 GEL.</i>	<i>Post</i>	<i>L.P.U.</i>	<i>Yodóforo 5000 ppm</i>	<i>NO</i>	<i>SPARTAN CHILE</i>
<i>SPARTAN8000</i>	<i>Pre y post</i>	<i>Concentrado</i>	<i>Yodóforo 8000 ppm</i>	<i>Puro o 1:1</i>	<i>SPARTAN CHILE</i>
<i>SPARTAN BARRERA</i>	<i>Post</i>	<i>L.P. U.</i>	<i>Yodóforo 4000 ppm</i>	<i>NO</i>	<i>SPARTAN CHILE</i>
<i>TEAT-KOTE.</i>	<i>Pre y post</i>	<i>L.P. U.</i>	<i>Yodóforo 5000 ppm</i>	<i>NO</i>	<i>SURGE CHILE</i>
<i>TECSA ®PRE</i>	<i>Pre</i>	<i>Concentrado</i>	<i>Dióxido de cloro 500 ppm</i>	<i>SI 100:1</i>	<i>PROTECSA CHILE</i>
<i>TECSA ® UBRES</i>	<i>Pre y post</i>	<i>Concentrado</i>	<i>Yodóforo WOOOppm</i>	<i>1: 1 pre/puro post</i>	<i>PROTECSA CHILE</i>
<i>TECSA ©UBRES 500</i>	<i>Pre y post</i>	<i>Concentrado</i>	<i>Dióxido de cloro 500 ppm</i>	<i>SI de 1:1 a 10:1</i>	<i>PROTECSA CHILE</i>
<i>TECSA ©UBRES Residual</i>	<i>Pre y post</i>	<i>Concentrado</i>	<i>No especifica.</i>	<i>NO</i>	<i>PROTECSA CHILE</i>
<i>UBRESAN</i>	<i>Post</i>	<i>Concentrado</i>	<i>Yodóforo 6000 ppm</i>	<i>SI 1:1</i>	<i>COTACO</i>
<i>UDDERGOLD</i>	<i>Post</i>	<i>M.P. 2.64%ác.Láctico + 0.64% clorito de sodio</i>	<i>Acido cloroso/dióxido de cloro</i>	<i>NO</i>	<i>ALCIDE</i>
<i>YODIGEN.</i>	<i>Pre y post</i>	<i>Concentrado</i>	<i>Yodóforo 7000 ppm</i>	<i>2:1 pre / '1:1 post</i>	<i>WTERQUÍMICA</i>
<i>4XLA</i>	<i>Pre y post</i>	<i>M.P. 2.64% ác Láctico + 0.64% clorito de sodio</i>	<i>Acido cloroso/dióxido de cloro</i>	<i>NO</i>	<i>ALCIDE</i>

(A) Pre y Post: desinfección pre y post ordeño.

(B) Con: Producto concentrado (permite dilución). **L.P.U.**: Producto listo para usar (no requiere dilución). **M.P.**: Producto que requiere mezcla previa

**ANEXO 2 NUMERO TOTAL DE PRODUCTORES CON
ESTANQUE DE FRÍO DISTRIBUIDOS POR REGIONES Y EMPRESAS
LÁCTEAS**

IX REGIÓN	<i>Planta</i>	<i>N° de productores con estanque</i>	<i>Total de muestras a tomar</i>
<i>Industria</i>			
CALÁN LTDA	ANGOL	8	1
PARMALAT	VICTORIA	50	5
SOPROLE	TEMUCO	58	6
LB IND DE ALIMENTOS	TEMUCO	7	1
NESTLÉ CHILE	PITRUFQUEN	50	5
LONCOLECHE	LONCOCHE	182	18
X REGIÓN	<i>Planta</i>	<i>N° de productores con estanque</i>	<i>Total de muestras a tomar</i>
<i>Industria</i>			
NESTLÉ CHILE	OSORNO	290	29
	NUEVA BRAUNAU	190	19
	LLANQUIHUE	194	19
LONCOLECHE	OSORNO	173	17
	VALDIVIA	85	9
QUILLAYES PETEROA	FUTRONO	7	1
SOPROLE	OSORNO	226	23
CUMELÉN Mulpulmo	OSORNO	100	10
COLÚN	LA UNIÓN	230	23
CAFRA	FRUTILLAR	70	7
SOALVA	NUEVA BRAUNAU	60	6
CHILOLAC	ANCUD	10	1
	TOTAL	1990	200

ANEXO 3 ENCUESTA PARA EVALUAR EL USO Y MANEJO DE SOLUCIONES YODADAS PARA DIPPING

A.- ANTECEDENTES GENERALES:

1.- Productor:

2.- Nombre del predio:

3.-N° de Vacas masa:

En ordeño:

Secas:

4.- Planta:

B.- ANTECEDENTES DE DIPPING:

5.- Producto para *dipping*:

6.- Fecha de Vencimiento:

7.-¿ Cada cuánto tiempo cambia el producto ?:

8.- Cantidad de producto comprado al mes:

9.- ¿Cómo guarda el producto?:

10.- Concentración del producto:

Dilución:

11.- ¿Quién diluye? Ordeñador-

Jefe de sala-

Productor-

Veterinario-

12.-¿Cuándo diluye? Antes de usar:

Ordeña de la mañana:

Día anterior:

Otro:

13.- Aplicación de la solución desinfectante: Inmersión-

Rociador-

14.- Tipo de aplicador: Jarro-

Linterna-

Doble cámara-

Otro:

15.- Cobertura del pezón: Total-

Media-

Baja-

16.- ¿Rellenan el aplicador sin eliminar residuos? SI-

NO-

17.-¿Dejan residuos para la ordeña siguiente?: SI-

NO-

18.- ¿Lavan el aplicador al término de la ordeña? SI-

NO-

19.- Si sobra producto en el aplicador, lo devuelven al envase original? SI-

NO-

20.- Si se contamina el producto lo eliminan? SI-

NO-

AGRADECIMIENTOS

En especial mis sinceros agradecimientos al Dr. Juan Kruze V, patrocinante de esta tesis, porque gracias a su interés y permanente motivación ayudó a la realización de este estudio. Además por permitirme conocer, aprender y estimular mi interés en la investigación de un área de la Medicina Veterinaria.

Con mucho afecto, quiero agradecer al profesor Aldo Aguilera, copatrocinante de esta tesis, por todo el apoyo en el análisis químico que requirió esta investigación y porque fue con quien aprendí que *"la ciencia no se hace en un día"*.

A través del Dr. Germán Reinhardt, director del Instituto de Microbiología, quiero agradecer a todas las personas que trabajan en el Instituto, quienes me brindaron su constante apoyo, calidez humana y amistad durante toda mi permanencia en él.

Al Dr. Santiago Ernst por toda su colaboración y disposición para ayudarme en el análisis estadístico de los resultados.

A los señores Ramón Mancilla y Nimia Manquián, quienes permitieron mi capacitación en el análisis de aguas, en el Instituto de Fitoquímica de la Universidad Austral de Chile.

A la Sociedad Química y Minera de Chile (SOQUIMICH YODO) y a la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Austral de Chile (DID - UACH), por haber financiado esta investigación.

A las empresas lecheras NESTLÉ CHILE, SOPROLE, LONCOLECHE, COLÚN, PARMALAT, SOALVA, CUMELÉN Mulpulmo, CAFRA, CHILOLAC, QUILLAYES PETEROA, CALAN y LB INDUSTRIA DE ALIMENTOS por haber entregado todo el respaldo necesario para realizar las salidas a terreno que requirió esta tesis.

Quiero agradecer a Jorge Rojas Mata, por su constante amor, apoyo, paciencia y valiosa ayuda que me ha entregado durante todo este tiempo.

Finalmente, mi sincero agradecimiento a todas y cada una de las personas que de una u otra forma ayudaron en la realización de esta investigación.