

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUARIA

JORNADA de LECHERIA

10 años de actividades del Laboratorio de Calidad de Leche

Programa Nacional de Lechería

Equipo Técnico

Ing. Agr. M.Sc. Henry Durán, Supervisor de Area de Producción Animal,
E-mail: hduran@inia.org.uy

Ing. Agr. M.Sc. Yamandú M. Acosta, Jefe del Programa Nacional de Lechería,
E-mail: yacosta@inia.org.uy

Ing. Agr. M.Sc. Juan M. Mieres, Alimentación y Manejo de Recría, Laboratorio de Nutrición Animal, E-mail: jmieres@inia.org.uy

Ing. Agr. Ph.D. Alejandro La Manna, Manejo Integrado de Nutrientes,
E-mail: alamanna@inia.org.uy

D.M.V. Ph.D. Daniel Cavestany, Reproducción,
E-mail: cavestan@inia.org.uy

Nut. M.Sc. Inés Delucchi, Laboratorio de Calidad de Leche,
E-mail: delucci@inia.org.uy

Presentación

En este año 2002 se cumplen los primeros diez años de actividades del Laboratorio de Calidad de Leche de INIA.

Esta herramienta tecnológica del Programa Nacional de Lechería fue conceptualmente concebida a fines de los '80 a la luz del fuerte impulso que el rubro había tomado, considerando que el país estaba adquiriendo un fuerte y definido perfil de país productor de lácteos, donde la calidad en aspectos higiénico sanitarios como el desarrollo de herramientas que permitiesen medir y manejar el contenido de sólidos de la leche producida, pasaban a ser temas prioritarios.

En un principio los objetivos del mismo se relacionaban a la profundización del estudio del efecto de variables tecnológicas sobre la calidad de la leche. Pronto se vió que la capacidad analítica del mismo atendía sobradamente la demanda interna generada por las actividades propias del Programa Nacional y se plantearon objetivos adicionales tendientes a mostrar y proponer al Laboratorio como una herramienta técnica de uso amplio para apoyar el trabajo de productores y asesores.

En este sentido el Laboratorio provee información precisa y objetiva que permite a productores y asesores en principio y a la industria procesadora en segundo lugar “clasificar” la leche de vacas con diferente condición sanitaria y productiva, de forma de mejorar el control sobre la calidad de la materia prima remitida, con consecuencias técnicas y económicas directas e indirectas para toda la cadena agroindustrial lechera.

Hoy el Laboratorio es una pieza central en un conjunto de actividades de generación, validación y aplicación de tecnología en disciplinas tan diversas como la alimentación, la reproducción, el manejo integrado de nutrientes o el mejoramiento genético lechero. Es el medio más activo de vinculación con el medio con que cuenta el Programa Nacional, generando además objetivos de investigación propios.

Actualmente, el Laboratorio de Calidad de Leche procesa muestras procedentes de experimentos de al menos tres instituciones diferentes, de instituciones de capacitación técnica y de productores lecheros que envían mensualmente muestras de leche de más de 30.000 vacas de todo el país. En todos los casos las mismas son procesadas con celeridad y precisión teniendo en cuenta el verdadero valor que cada muestra tiene, el cual es no solamente monetario, sino el de toda una cadena de esfuerzos y el del contenido de información que la misma porta. Pensando siempre que cada muestra es única e irrepetible y que como tal debe ser considerada, como un bien común único e irrepetible.

Ing. Agr. Yamandú M. Acosta (MSc)
Programa Nacional de Lechería
INIA La Estanzuela

Programa de la Jornada

Hora	Actividad	Disertante
9:00	Recepción/Apertura	Ing. Agr. Henry Durán
9:15	Presentación del Laboratorio de Calidad de Leche	Nut. Inés Delucchi
9:30	La lechería en el Censo General Agropecuario 2000	Ing. Agr. Alfredo Hernández
10:45	Structure of the Swedish Dairy Association and the Swedish udder health programme	Dr. Torkel Ekman
11:30	Café	
12:00	Situación de la mastitis en Uruguay, prevalencia, patógenos, resistencia a antibióticos y costos de la enfermedad	Dr. Ruben Giannechini
12:45	Almuerzo (de cargo de cada concurrente)	
14:00	Mejoramiento genético por sólidos de leche en Uruguay	Ing. Agr. Olga Ravagnolo Ing. Agr. Gabriel Rovere Ing. Agr. Ignacio Aguilar Ing. Agr. Yamandú Acosta
14:45	Manejo de la alimentación y rendimiento de sólidos	
15:30	Café	
16:00	Problemas de calidad de leche asociados a alimentación	Dr. Luis Barros
16:45	Alimentación y urea en leche. Aspectos nutricionales, reproductivos y ambientales	Ing. Agr. Alejandro La Manna
17:30	Cierre de la Jornada	Ing. Agr. Yamandú Acosta

Índice de Contenido

Página	Título	Autor(es)
ii	Equipo Técnico del Programa Nacional de Lechería	
iii	Presentación de la Jornada	
iv	Programa de la Jornada	
v	Índice de Contenido	
1	La lechería en el Censo General Agropecuario 2000	<i>Ing. Agr. Alfredo Hernández</i>
7	Structure of the Swedish Dairy Association and the Swedish udder health programme	<i>Dr. Torkel Ekman</i>
18	Ocurrencia de mastitis clínica y subclínica en rodeos lecheros de la Región Litoral Oeste en Uruguay	<i>Dr. Edgardo Gianneechini</i>
30	Evaluación de pérdidas económicas relacionadas a mastitis para establecimientos lecheros en Uruguay	<i>Dr. Edgardo Gianneechini</i>
35	Mejoramiento Genético por Sólidos de Leche en Uruguay	<i>Ing. Agr. Ignacio Aguilar Ing. Agr. Olga Ravagnolo Ing. Agr. Gabriel Rovere</i>
46	Calidad de leche: Alimentación y rendimiento de sólidos	<i>Ing. Agr. Yamandú Acosta</i>
58	Problemas de calidad de leche asociados a la alimentación	<i>Dr. Luis Barros</i>
69	Alimentación y urea en leche. Aspectos nutricionales, reproductivos y ambientales	<i>Ing. Agr. Alejandro La Manna</i>

La lechería en el Censo General Agropecuario 2000

Ing. Agr. Alfredo Hernández¹

1. La lechería del país en el 2000

Cuadro 1. Número de explotaciones que hacen lechería comercial y características básicas de las explotaciones lecheras.

Concepto	Total
Número de explotaciones (miles)	6,5
Superficie explotada (mil ha)	1.235
Total de ganado lechero (mil cabezas)	751
Vacas-masa	
Total (miles)	444
En ordeño (miles)	289
Secas (miles)	155
Producción de leche en el año censal (lt)	
Total (mil lt)	1.311.353
Por explotación (mil lt)	200
Por hectárea (mil lt)	1,1
Por vaca-masa (mil lt)	3,0
Tamaño promedio por explotación	
Superficie (ha)	189
Ganado lechero (cabezas)	115
Vacas masa (cabezas)	68

Fuente: Censo General Agropecuario 2000, Volumen 2

2. Su evolución en tres décadas

Cuadro 2. Evolución de los principales indicadores de la lechería a través de los censos

	1970	1980	1986	1990	2000
Número explotaciones (miles)	8,9	8,9	8,9	8,3	6,5
Superficie total (mil ha)	s/d	s/d	s/d	1.245	1.235
Animales lecheros (mil cab)	584	670	646	666	751
Producción de leche (millones lt)	400	505	637	822	1.311

Fuente: Censos Agropecuarios, DIEA-MGAP

¹ Director del Censo General Agropecuario 2000, Dirección Estadísticas Agropecuarias, MGAP
E-mail: ahernandez@mgap.gub.uy

3. Lo que no muestran los censos (cuadros 3 y 4)

Cuadro 3. Evolución del número de productores lecheros, superficie total, producción y tamaño medio

Año	Productores (N°)	Superficie Total (Miles ha)	Producción leche (Mill lt/año)	Tamaño promedio	
				Vacas en ordeño	Hás
1985	7.102	1.196	597	28	168
1986	7.335	1.233	691	28	168
1987	7.228	1.237	714	28	171
1988	6.559	1.070	687	29	163
1989	6.684	1.109	740	30	166
1991	6.516	1.064	790	32	163
1992	6.433	1.067	835	33	166
1993	6.327	1.091	903	34	172
1994	6.348	1.113	972	36	175
1995	6.033	1.058	1.073	39	175
1996	5.858	1.037	1.123	42	177
1997	5.709	1.039	1.154	43	182
1998	5.522	1.060	1.245	45	192
1999	5.286	1.116	1.349	50	211
2000	5.021	993	1.278	53	198
2001	5.125	1.000	1.523	54	195

Fuente: elaborado en base a datos de DICOSE

Referencias: VO= Vaca en ordeño; VS= vaca seca; VM= vaca masa (VO+VS)

Cuadro 4. Evolución del número de remitentes de leche

Año	Número	Indice	Promedio	Indice
	remitentes	1983=100	(Lt/día)	1983=100
1983	7.385	100	173	100
1984	6.852	93	172	100
1985	7.071	96	197	114
1986	7.278	99	190	110
1987	6.720	91	262	152
1988	6.385	86	287	166
1989	6.093	83	309	179
1990	6.103	83	318	184
1991	5.932	80	337	195
1992	5.998	81	365	211
1993	5.672	77	404	234
1994	5.508	75	447	259
1995	4.959	67	527	305
1996	4.733	64	576	334
1997	4.500	61	625	362
1998	4.138	56	753	437
1999	4.028	55	784	454
2000	3.874	52	740	429

Fuente: Cifras Estadísticas de Leche, DIEA-MGAP

4. Ubicación geográfica de la producción (cuadros 5 y 6)

Cuadro 5. Distribución de la producción de leche según departamento

Departamento	Censo 2000		Censo 1990		Variación <i>(1990= 100)</i>
	<i>Prod.leche (mil lt)</i>	Acumulado (%)	<i>Prod.leche (mil lt)</i>	Acumulado (%)	
TOTAL	1.311.353	100	821.949	100,0	160
San José	312.926	23,9	203.926	24,8	153
Florida	267.058	44,2	171.888	45,7	155
Colonia	261.373	64,2	151.481	64,2	173
Canelones	105.074	72,2	89.512	75,0	117
Río Negro	89.474	79,0	38.196	79,7	234
Soriano	89.203	85,8	48.408	85,6	184
Paysandú	55.126	90,0	41.723	90,7	132
Flores	24.539	91,9	12.861	92,2	191
Rocha	16.839	93,2	7.948	93,2	212
Maldonado	16.110	94,4	15.202	95,0	106
Salto	15.613	95,6	7.541	96,0	207
Cerro Largo	14.897	96,7	6.802	96,8	219
Rivera	9.399	97,4	4.546	97,3	207
Durazno	8.980	98,1	7.172	98,2	125
Lavalleja	8.602	98,8	4.119	98,7	209
Tacuarembó	7.033	99,3	3.647	99,2	193
Artigas	5.165	99,7	3.213	99,5	161
Treinta y Tres	3.551	100,0	2.093	99,8	170
Montevideo	389	100,0	1.671	100,0	23

Fuente: Censo General Agropecuario 2000, Volumen 2

Cuadro 6. Número de explotaciones por canal de comercialización de la leche, según departamento

Departamento	N° de explotaciones por canal comercial		
	<i>Remiten a plantas</i>	<i>Elaboran quesos</i>	<i>Venta directa</i>
TOTAL	3.731	2.161	1.566
San José	921	784	261
Colonia	619	569	128
Florida	555	113	69
Canelones	469	103	139
Soriano	220	162	80
Paysandú	209	64	55
Río Negro	175	16	60
Flores	80	50	70
Rocha	71	43	100
Cerro Largo	66	39	111
Salto	66	15	26
Maldonado	64	23	20
Lavalleja	45	31	66
Durazno	44	29	61
Rivera	44	45	85
Tacuarembó	36	26	76
Treinta y Tres	24	10	52
Artigas	21	34	101
Montevideo	2	5	6

Fuente: Censo General Agropecuario 2000, Volumen 2

5. Destino comercial de la producción

Cuadro 7. Número de explotaciones que hacen lechería comercial y producción de leche en el año censal, según destino de la producción.

Destino de la producción	Número de explotaciones	Producción de leche		Tamaño medio (Lt/día)
		Mil litros	Porcentaje	
Total	6.548	1.311.353	100,0	549
Sólo remisión	3.453	1.125.717	85,9	893
Sólo elaboración predial	1.411	97.128	7,4	189
Sólo venta directa	798	15.053	1,1	52
Remisión + elaboración	118	22.414	1,7	520
Remisión + venta directa	136	19.952	1,5	402
Elaboración + venta directa	608	28.833	2,2	130
Remisión + elab. + v. directa	24	2.257	0,2	258

Fuente: Censo General Agropecuario 2000, Volumen 2

6. La lechería como fuente de ingreso de las explotaciones (cuadros 8, 9 y 10)

Cuadro 8. Explotaciones con *vacunos de leche* como principal ingresos: Número de explotaciones, superficie, animales lecheros, producción y mano de obra, según número de vacas masa.

Vacas masa (cabezas)	Número de explotaciones	Superficie total (mil ha)	Rodeo Lechero (mil cab)	Producción leche		Número de trabajadores permanentes		M. Obra zafral (jornales totales)
				Total (mill lt)	Por V.Masa (lt/año)	Asalariados	No asalariados	
Total	6.037	1.010	710	1.259	3.000	8.381	13.606	91.664
		-	-	-				
Menos de 10	793	27	7	10	2.238	112	1.528	3.116
De 10 a 49	3.026	191	134	180	2.314	805	7.160	17.121
De 50 a 199	1.742	358	278	491	3.002	3.150	4.135	38.346
De 200 a 999	464	394	260	515	3.301	3.913	770	31.761
Más de 1000	12	40	31	63	3.524	401	13	1.320
Total Nacional⁽¹⁾	6.548	1.235	751	1.311	2.953	9.551	14.834	112.710

⁽¹⁾Incluye la información de todas las explotaciones con vacunos de leche.

Fuente: Censo General Agropecuario 2000, Volumen 2

Cuadro 9. Explotaciones con vacunos de leche como principal ingreso. Número de explotaciones y superficie de mejoramientos forrajeros y campo natural, según número de vacas masa.

Vacas masa (cabezas)	Superficie total (ha)	Total de mejoramientos		Praderas permanentes		Forrajeras anuales		Otros	
		(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Total	1.010	469	46	269	27	143	14	57	6
Menos de 10	27	6	23	3	12	2	7	1	4
De 10 a 49	191	66	35	35	18	24	13	7	4
De 50 a 199	358	177	49	95	27	58	16	24	7
De 200 a 999	394	194	49	118	30	54	14	22	6
Más de 1000	40	26	64	18	44	5	13	3	7
Total Nacional⁽¹⁾	1.235	535	-	306	-	158	-	71	-

⁽¹⁾Incluye la información de todas las explotaciones con vacunos de leche.

Fuente: Censo General Agropecuario 2000, Volumen 2

Cuadro 10. Explotaciones con vacunos de leche como principal fuente de ingresos: Número de explotaciones que disponen de equipos o contratan servicio de maquinaria, según número de vacas masa.

Vacas masa (cabezas)	Número de explotaciones	Tractor propio	Enfardadora	Picadora de forraje	Encintadora o empaquetadora	Embolsadora de forraje	Toman servicio de:	
							laboreo	reserva forraje
Total	6.037	4.324	862	1047	79	45	2.913	2231
Menos de 10	793	232	6	11		2	352	106
De 10 a 49	3.026	1.991	195	329	2	1	1.581	1008
De 50 a 199	1.742	1.631	433	468	40	21	792	852
De 200 a 999	464	458	220	231	34	21	184	259
Más de 1000	12	12	8	8	3		4	6
Total Nacional⁽¹⁾	6.548	4707	939	1.095	84	51	3.098	2.349

⁽¹⁾Incluye la información de todas las explotaciones con vacunos de leche.

Fuente: Censo General Agropecuario 2000, Volumen 2

Structure of the Swedish Dairy Association

and

The Swedish Udder Health Programme

Dr. Torkel Ekman, DVM, PhD²

**Structure of the Swedish Dairy Association
and
the Swedish Udder Health Programme**

*Torkel Ekman, DVM, PhD
Swedish Dairy Association R&D*

A1 



The **Swedish Dairy Association** is the joint organisation for Swedish dairy farmers and dairy companies. We possess and develop expert knowledge in the entire chain from cow to consumer.

The foremost goal of the Swedish Dairy Association is to increase the long-term competitiveness of our owners.

A2 

² Swedish Dairy Association R &D
E-mail: Torkel.Ekman@og.slu.se

svensk mjölk SWEDISH DAIRY ASSOCIATION provides expert knowledge on:

- Food and Nutrition
- Gastronomy
- Dairy policy
- Environment
- Milk quality
- Dairy economy
- Feeding and management
- Animal health
- Breeding
- Milk-recording



A3



10,800 Milk Producers

Dairy Co-operatives

Livestock Co-operatives



A4



Dairy Co-operatives

7 dairy co-operatives, incorporating 42 dairy processing plants, are members of the Swedish Dairy Association. January, 2002



A5



The purpose of the **Swedish Dairies' Processors Board** is to promote the development of the Swedish dairy industry, and to safeguard common interests of the dairy companies.

Affiliated Dairy Companies:

Arla Foods, Falköpings Mejeri, Gefleortens Mejeriförening, Gäsene Mejeriförening, Milko, Norrmejerier, and Skånemejerier

AB

Structure of the Dairy Industry

January, 2001

Number of processing plants with production of:

Liquid milk	28
Spreads	6
Cheese	26
Milk powder	9
Milk producers	10,800
Delivery to dairies, 2001 (Mkg)	3,290
Dairy cows, June 2001	418,000

A7

Livestock Co-operatives, Semen Producing Companies and Herd Book Societies

11 livestock co-operatives,
2 semen producing companies, and
9 herd book societies are members of the Swedish Dairy Association.
January, 2002



AB

The **Swedish Livestock Societies' Interest Group** works on behalf of the livestock societies, in order to initiate and support common operative questions promoting the dissemination of knowledge to the dairy farmers.

Such questions involve e.g. the development, operation, and marketing of data processing systems, computer programmes, and other aids in the advisory

Herd Book Societies and Trade Association

- Herd Book Society for Swedish Red and White Cattle
- Herd Book Society for Swedish Friesian Cattle
- Herd Book Society for Swedish Polled Cattle
- Swedish Mountain Cattle Association
- Swedish Jersey Association
- Swedish Ayrshire Association
- Herd Book Society for Swedish Red Polled Cattle
- Nordic Herd Book Society for Beef Cattle
- Swedish Beef Producers' Association



The Swedish Farmers' Disease Control Programme

- Responsible authorities are the Swedish Dairy Association and the Swedish Animal Health Service.
- The programme supplements the import regulations stipulated by the Swedish Board of Agriculture.
- According to a trade agreement, importers and breeders must comply with the programme regulations in order to be approved as a supplier of animals or milk.

Products and Services

svensk mjölk
SWEDISH DAIRY ASSOCIATION

 **INDIVID RAM** Monitoring production and results in dairy farming.

 **PC-Stalljournal** Handles national transfer via the Internet. Manages data from milking machines. Effects animal counting of optional categories at any chosen dates.

 **FRISK KO** Custom-made animal health care for dairy cattle.

A12 **svensk mjölk**
SWEDISH DAIRY ASSOCIATION

The Dairy Nutrition Council and the Swedish Butter Council

 **Mjölkfrämjandet** Boosting consumption of Swedish milk and dairy products by influencing attitudes and awareness.

 **Smör** Investigating and spreading knowledge about the function of butter in cooking and baking.

A13 **svensk mjölk**
SWEDISH DAIRY ASSOCIATION

The Swedish Cheese Council and the Chef of the Year Association

 **Ostfrämjandet** Providing information about Swedish cheese and nurturing our collective cheese brand names.

 **Årets Kock**™ Promoting consumption of Swedish dairy products through education and inspiration.

A14 **svensk mjölk**
SWEDISH DAIRY ASSOCIATION

The Media Concept of the Swedish Dairy Association

Comprises creation of public opinion, news, and dissemination of expert knowledge, all adjusted to the relevant target group.

A15

svensk mjölk
SWEDISH DAIRY ASSOCIATION

The Dairy Gateway Our virtual milking stool on the net

www.svenskmjolk.se



A16

svensk mjölk
SWEDISH DAIRY ASSOCIATION

Publications and News Bullentins



Kärnfullt, Husdjur, and Mjölkspegeln can also be reached from our website, www.svenskmjolk.se

A17

svensk mjölk
SWEDISH DAIRY ASSOCIATION

Structure of the Swedish Dairy Association and the Swedish Udder Health Programme

*Torkel Ekman, DVM, PhD
Swedish Dairy Association R&D*

D1

svensk mjölk
SWEDISH DAIRY ASSOCIATION

Livestock Co-operatives, Semen Producing Companies and Herd Book Societies

11 livestock co-operatives,
2 semen producing
companies, and
9 herd book societies are
members of the Swedish
Dairy Association.
January, 2002



D2

svensk mjölk
SWEDISH DAIRY ASSOCIATION

Structure of the large animal veterinary services in Sweden

-  300 government employed large animal vets - "official"
-  200 private large animal practitioners
-  55 animal health vets employed by farmer co-ops



D3

svensk mjölk
SWEDISH DAIRY ASSOCIATION

Laws, directives etc guiding Swedish veterinary work

Swedish (and Nordic) vets are NOT allowed to earn money by selling antibiotics

Swedish vets should register all actions and treatments and report to the Swedish board of Agriculture

Swedish vets treat systemically - sometimes support with intramammaries

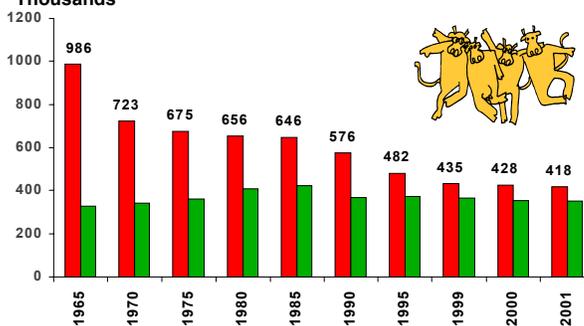


D4

svensk mjölk
SWEDISH DAIRY ASSOCIATION

Number of Dairy Cows in Sweden and affiliation to the milk-recording scheme

Thousands

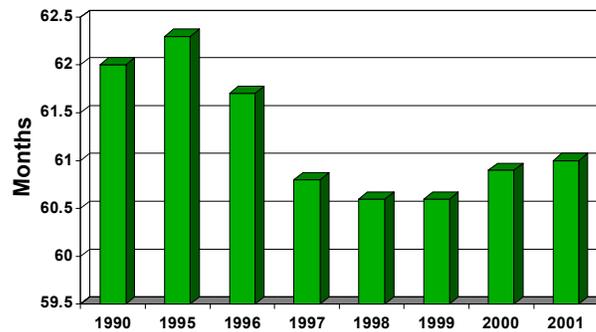


D5

svensk mjölk
SWEDISH DAIRY ASSOCIATION

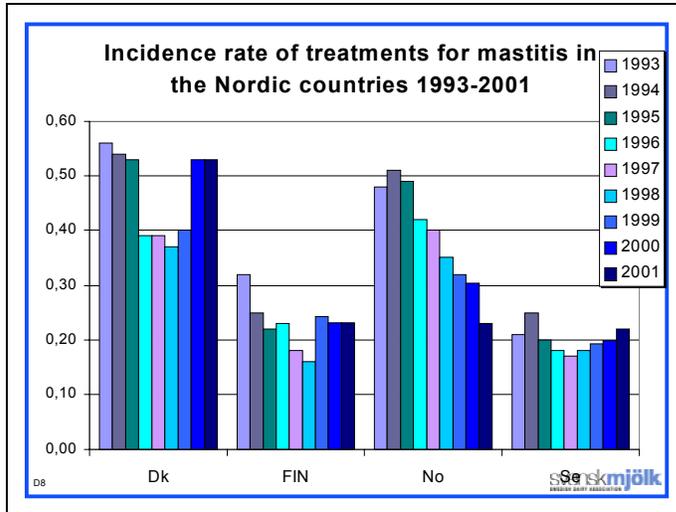
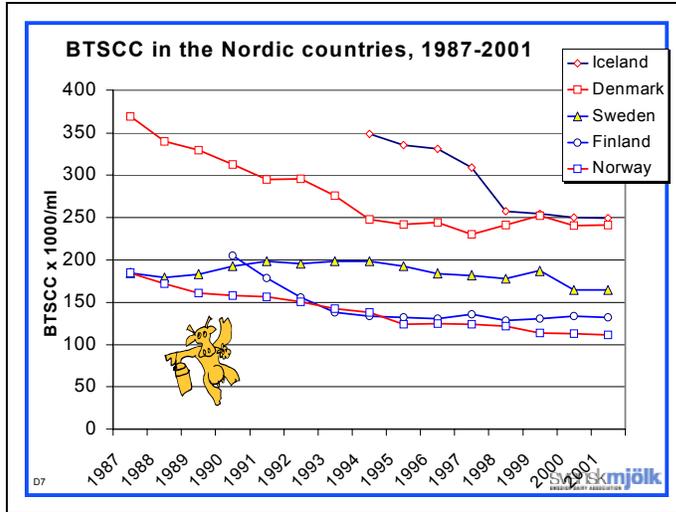
Culling Age, Months

Milk-recorded cows



D6

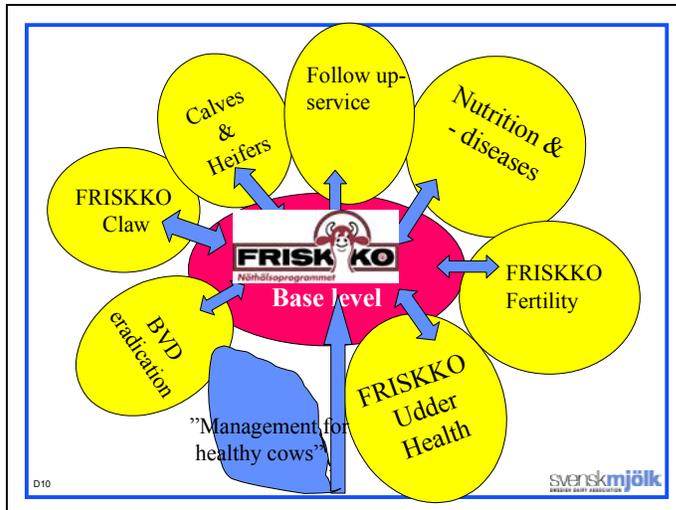
svensk mjölk
SWEDISH DAIRY ASSOCIATION



FRISK KO®
Nöthälsprogrammet

**FRISKKO = Healthy Cow
the new
Milk Cow Health Program**

D9 svensk mjölk



FRISK KO
Nöthälsprogrammet

Focus on improved management instead of treatments with antibiotics or hormones

- save money on healthier cows!

D11 svenskmjölk

FRISK KO
Nöthälsprogrammet

Swedish Policy for the use of antibiotics -

- A General Restrictivity**
- Selectivity with cases - good prognosis**
- Bacterial diagnosis should support therapy**
- Selective dry cow therapy**
- Follow up of effect on treated cases**

D12 svenskmjölk



Swedish suggestions to alternate actions to

treatment with antibiotics

- infected cows last in milking order
- frequent milking out of recurring cases
- dry the chronically infected teat
- cull the chronically infected 3-teated cows
- **BREED for mastitis resistance!**

D13

svensk mjölk

The Swedish Farmers' Disease Control Programme

- Responsible authorities are the Swedish Dairy Association and the Swedish Animal Health Service.
- The programme supplements the import regulations stipulated by the Swedish Board of Agriculture.
- According to a trade agreement, importers and breeders must comply with the programme regulations in order to be approved as a supplier of animals or milk.

D14

svensk mjölk

Ocurrencia de mastitis clínica y subclínica en rodeos lecheros de la Región Litoral Oeste en Uruguay

Giannechini, R.¹; Concha², C.; Rivero, R.³; Delucci, I.⁴ and Moreno Lopez, J¹.

¹ Department of Veterinary Microbiology, Faculty of Veterinary Medicine, Swedish University of Agricultural Sciences,
Box 585, S-751 23, Uppsala, Sweden.

² Department of Mastitis, National Veterinary Institute,
S-751 89, Uppsala, Sweden.

³ Dirección de Laboratorios Veterinarios "Miguel C. Rubino",
CC 57037 – CP 60000, Paysandú, Uruguay

⁴ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA),
CC 39173 – CP 70000, Colonia, Uruguay.

Sumario

Veintinueve establecimientos lecheros fueron seleccionados para determinar la incidencia de mastitis clínica, la prevalencia de las mastitis subclínicas y etiología bacteriana en la Región Litoral Oeste de Uruguay. El índice de incidencia de mastitis clínica fue de 1.2 casos por cada 100 vacas en riesgo al mes. *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) fue el patógeno más común y fue aislado en un 37.5% de las 40 muestras de leche de casos clínicos. Una submuestra incluyendo 1077 vacas lecheras de los establecimientos seleccionados fue utilizada para determinar la prevalencia de las mastitis subclínica. La prevalencia es la proporción de animales o cuartos afectados en un momento dado. Los resultados fueron del 52.4% de los animales y el 26.7% de los cuartos, estaban afectados. Los patógenos aislados de casos subclínicos y sus frecuencias relativas fueron: *S. aureus* 62.8%, *Streptococcus agalactiae* (*Str. agalactiae*) 11.3%, *Enterococcus sp.* 8%, estafilococos coagulas negativos (SCN) 7.4%, *Streptococcus uberis* (*Str. uberis*) 6.4%, *Streptococcus dysgalactiae* (*Str. dysgalactiae*) 1.8%, *Escherichia coli* 1.5% y *Staphylococcus hyicus* (*S. hyicus*) coagulasa-positivos 0.6%.

Palabras claves: vacas, mastitis, incidencia, prevalencia, Uruguay.

Introducción

Mastitis es una inflamación de la glándula mamaria, la cual junto con cambios físicos, químicos y microbiológicos es caracterizada por un incremento en el número de las células somáticas en la leche y por cambios patológicos en los tejidos mamaros (*International Dairy Federation*, 1987). Las consecuencias debidas a la reducción de la producción de leche, cambios en la composición y el descarte de leche son serias pérdidas económicas para los productores y la industria lechera (*Godkin et al.*, 1990). Mastitis clínica son aquellas en las cuales anomalías en la leche son fácilmente detectables, y mastitis subclínica, en las cuales los cambios en la leche no son aparentes, pudiendo ambos reducir la producción de leche. La reducción en producción de leche atribuidas a mastitis subclínica podrían representar entre el 70% - 80% de el total de pérdidas (*Philpot y Nickerson*, 1991).

La producción lechera de Uruguay esta entre las más importantes en América del Sur. Un total de 410 000 vacas lecheras (90% Holstein-Friesian) son ordeñadas con una producción anual

de 1462 millones de litros (OPYPA, 2000). Uruguay es el principal país exportador de lácteos en la región a pesar de esto, un escaso monto de trabajos de investigación han sido realizados. En 1976 *Del Baglivi et al.* encontraron una prevalencia del 51.2% de las vacas con mastitis subclínica y en 1981 *Laborde et al.* reportaron una prevalencia del 49.11% de la enfermedad en vacas ordeñadas a mano y 57.38% en vacas ordeñadas con máquina. En ambos trabajos *S. aureus* y *Str. agalactiae* fueron los patógenos más frecuentemente aislados.

Recientemente, *González (1999)*, utilizando el método de Fossomatic para analizar el promedio geométrico anual del recuento de células somáticas (RCS) en muestras de leche de tanque de el 80% de los establecimientos lecheros en Uruguay (2 veces por mes), determinó valores de 517 408; 480 716; 458 142 células/ml en 1997, 1998 y 1999, respectivamente. Estos valores indican que al menos 51% de las vacas están afectadas por mastitis subclínicas, considerando los rangos estimados por *Philpot y Nickerson (1991)*.

En los países Nórdicos (*Plym-Forshell et al, 1995*) valores equivalentes de RCS fueron determinados, 198 000, 143 000, 276 000 y 133 000 células/ml para Suecia, Noruega, Dinamarca y Finlandia respectivamente, lo cual significa que la prevalencia de mastitis subclínica en la región es de un 25 a 30%. La incidencia de mastitis clínica para estos países fue de 21, 30, 56 y 32 casos por 100 vacas en riesgo en el año. En Uruguay no hay información disponible sobre la incidencia de mastitis clínica y sus agentes etiológicos.

El establecimiento de un eficiente programa de control de mastitis requiere de la organización de un efectivo diagnóstico y un sistema de monitoreo para todos los rodeos lecheros en un país. Consecuentemente, el propósito de este trabajo fue determinar la prevalencia de mastitis subclínica y el índice de incidencia de los casos clínicos, y estudiar la etiología bacteriana en rodeos lecheros de los departamentos de Paysandú y Río Negro en Uruguay.

Materiales y métodos

Selección de la muestra

Una lista con la información de 345 establecimientos lecheros pertenecientes a 3 plantas lecheras de los departamentos de Paysandú y Río Negro que representan un 80% del total de los establecimientos lecheros de esta zona fue utilizada para seleccionar la muestra.

Un esquema de muestreo en dos etapas (*Farver, 1987*) fue utilizado para determinar la prevalencia de las mastitis subclínicas. Fue asumido para calcular el tamaño de la muestra un intervalo de confianza del 95%, con un 3% como máximo error permitido en la estimación de la prevalencia, y una prevalencia esperada del 50% de mastitis subclínica. Sobre la base de lo asumido, una muestra de 29 establecimientos lecheros y una submuestra de 1077 vacas en ordeño fueron calculadas. Según este esquema, por ejemplo 80%, 50% y 29% de las vacas de un rodeo con 10, 100 y 300, fueron testadas. El propósito de este esquema de muestreo fue asegurar que la habilidad para detectar cuartos subclínicamente afectados podría ser aproximadamente la misma para rodeos de todos los tamaños.

Para obtener una estimación no sesgada de el índice de incidencia de mastitis clínica fueron usados los mismos 29 establecimientos seleccionados en forma aleatoria simple para determinar la prevalencia.

Incidencia de mastitis clínica

La colección de muestras fue realizada durante un mes. Antes del comienzo de el muestreo los propios productores fueron entrenados en la forma de tomar las muestras y en la identificación de los casos clínicos. Se les requirió además congelar las muestras. La mastitis fue identi

cada sobre la base de los síntomas clínicos, incluyendo leche anormal y/o induración o edema de la ubre. Información acerca de la identificación correcta de la vaca, número de lactaciones y la etapa de la lactación fueron registradas. El caso de mastitis clínica fue definido cuando una vaca tiene al menos un cuarto afectado durante un período de 14 días (*Miltenburg et al.*, 1996), para asegurar que las muestras no fueron obtenidas más que una vez de el mismo caso clínico. Todos los casos clínicos recibidos en este trabajo pertenecen a diferentes vacas.

El índice de incidencia de las mastitis clínica fue expresado como el número de casos clínicos cada 100 vacas en riesgo en el mes. Este fue calculado como el número de casos durante el período de tiempo tomado/ número de vacas en el día en riesgo durante el mismo período x 100 (*Kelton et al.*, 1998). El RCS no fue determinado en los casos clínicos

Prevalencia de mastitis sub-clínicas

Para determinar la prevalencia de mastitis subclínicas cada establecimiento seleccionado fue visitado una vez entre Setiembre y Diciembre de 1998 e muestras individuales de leche de cada cuarto fueron colectadas de las vacas seleccionadas para cultivos microbiológicos y el RCS. Un cuarto fue considerado estar afectado subclínicamente cuando no encontramos presentes signos clínicos y el nivel del RCS fue más elevado que el valor umbral establecido de 300 000 células/ml con o sin aislamiento positivo de patógenos de la ubre. Esto fue según el valor umbral estándar aplicado en los países Nórdicos (*Klastrup*, 1975). La fecha de parición fue también colectada junto con las muestras de leche para completar el diagnóstico.

Bacteriología

Las muestras de leche fueron colectadas antes del ordeño para los cultivos microbiológicos, según los procedimientos de el National Mastitis Council (*NMC*, 1999). Los tubos fueron etiquetados e identificados antes de sacar la muestra (fecha, establecimiento, vaca, cuarto). Las tetas fueron lavadas y secadas vigorosamente antes de proceder con la extracción de la muestra. Inmediatamente, los primeros chorros de leche fueron descartados de las tetas y se observó en la leche y la glándula la presencia de signos de mastitis clínica. Comenzando con las tetas del lado de la ubre más distante a nosotros, las puntas de los pezones fueron desinfectadas con alcohol 70% por medio de pequeñas esferas de algodón., las muestras de leche individuales fueron colectadas en orden inverso a el de limpieza, obteniendo 5 ml de leche en tubos estériles en forma separada para cada cuarto. Las muestras de los casos clínicos fueron congeladas a -20°C y enviadas al laboratorio Regional Noroeste “Miguel C. Rubino” de Paysandú, mientras que las muestras para la determinación de mastitis subclínica fueron transportadas inmediatamente de obtenidas al laboratorio en cajas isotérmicas en forma refrigerada a 4°C y sembradas dentro de las 24 horas. Las muestras de casos clínicos fueron descongeladas después de una semana de obtenidas y analizadas. Muestras de leche de ambas entidades, casos clínicos y subclínicos (10 μl) fueron sembrados sobre placas de agar sangre bovina, e incubadas bajo condiciones aeróbicas a 37°C y observadas a las 24 y 48 horas. Los microorganismos aislados fueron analizados e identificados primariamente por morfología de la colonia, tipo de hemólisis, tinción de Gram, test de catalasa y test de hidróxido de potasio (KOH 3%) (*National Veterinary Institute - SVA*, 1998). Las cepas de patógenos de la ubre aisladas fueron almacenadas a una temperatura de -20°C en caldo de soja tripticasa conteniendo un 10% de glicerol. Las cepas fueron transportadas sobre triptosa agar en pico de flauta a 4°C hacia el Laboratorio de Mastitis del SVA, Uppsala, Suecia y se congelaron y almacenaron nuevamente bajo las mismas condiciones como en Uruguay hasta su identificación final.

Estafilococos

El test de coagulasa fue realizado siguiendo la metodología utilizada por el SVA. Las muestras fueron chequeadas para ver reacción positiva después de las 2 horas, 4 horas, 10 horas y 24 horas. La diferenciación de los *Staphylococcus* coagulasa positivos (SCP) fue llevada a cabo según *Capurro et al.* (1999). La inoculación de la placa de peptona agar (P agar) suplementado con 7 µg de acriflavina por ml fue conducido según *Wallace et al.* (1998). *Staphylococcus* coagulasa negativos (SCN) fueron identificados según *Thorberg y Brändström* (2000) con dos modificaciones en el método: (1) Tabletas de substrato disponibles comercialmente (Rosco, Taastrup, Denmark) fueron utilizadas para testar la actividad de la β-galactosidasa; y (2) el test de acetona fue realizado como lo describieron *Roberson et al.* (1992).

Estreptococos

Bacterias de los grupos de estreptococos y enterococos fueron identificadas según los procedimientos usados en el SVA. El test de CAMP fue realizado con una cepa de *S. aureus* β-hemolítica sobre una placa de agar sangre bovina. El Streptex ZL50 kit (Murex Biotech Ltd, Central Road, Dartford, Kent, UK), fue utilizado para identificar el grupo de Lancefield. Doce reacciones bioquímicas diferentes fueron realizadas usando un sistema de microplaca para la identificación bioquímica de estreptococos (SVA-strept, SVA, Uppsala, Suecia). Cepas esculina positivas no identificadas fueron inoculadas sobre placas de Slanetz-Bartley (SlaBa) agar (Oxoid Limited, Basingstoke Hants, Inglaterra) (*Slanetz y Bartley*, 1957). Para diferenciar enterococos, cada cepa sospechosa fue sembrada sobre una placa de SlaBa agar e incubada a 44°C por 2 días. Las cepas *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 y *Str. dysgalactiae* CCUG 39323 fueron utilizadas como controles positivos y negativos, respectivamente.

Coliformes

Los coliformes fueron diferenciados según los tests realizados en el SVA. El PI test (SVA, Uppsala, Suecia) determina si la cepa bacteriana produce la enzima β-D-glucuronidasa (p-nitrophenyl-β-D- ácido glucopyranosiduronico – PGUA) y tryptophanasa (amino ácido tryptophano-indol test). El Bactidrop™ Oxidase test (Remel, Lenexa, KS, EUA) fue utilizado para detectar la presencia de citocromo oxidasa. Las cepas fueron incluidas en un sistema de identificación miniaturizado para enterobacterias y otras bacterias Gram-negativas tales como API 20E para cepas oxidasa-negativas y API 20NE para cepas oxidasa-positivas (API Bio Merieux S.A., 69280 Marcy-l'Etoile, Francia).

Recuento de Células Somáticas

El RCS en mastitis subclínicas fue realizado en el Laboratorio de Calidad de Leche en la estación experimental, “La Estanzuela”, del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) en Colonia, Uruguay. Todas las muestras fueron colectadas y transportadas en tubos de plástico de 10ml con una tableta de bronopol (Broad Spectrum Microtabs II, D & F Control Systems Inc. USA) y analizadas dentro de las 48 horas de extraídas. El contenido de células somáticas fue determinado por el método de fluoro-opto-electronic cell counting (Somacount 300 Bentley Instrument Inc., Chaska, MN, USA).

Resultados

Incidencia de mastitis clínica

Muestras de leche de 40 casos clínicos de mastitis fueron colectados de una población en riesgo de 3351 vacas. La incidencia de casos de mastitis clínica fue 1.2 casos cada 100 vacas en riesgo en un mes.

Prevalencia de mastitis subclínica

El análisis para determinar la prevalencia de las mastitis subclínicas fue llevado a cabo sobre 4308 muestras individuales de leche de cuartos colectadas de 1077 vacas, las cuales se utilizaron para cultivos microbiológicos y RCSs. En total 564 vacas fueron diagnosticadas con 1138 cuartos afectados subclínicamente, dando una prevalencia del 52.4% de los animales y 26.4% de los cuartos (Tabla 1).

Bacteriología

Un total de 548 cepas fueron aisladas de casos clínicos y subclínicos de mastitis. El patógeno aislado más prevalente en casos clínicos fueron *S. aureus* (37.5%) y *E. coli* (12.5%), mientras el 32.5% de las muestras fueron bacteriológicamente negativas. Los resultados de los hallazgos bacteriológicos de casos clínicos fueron resumidos en la Tabla 1.

En mastitis subclínica los patógenos más frecuentemente involucrados fueron *S. aureus* (62.8%) y *Str. agalactiae* (11.3%). Los números de patógenos aislados de casos subclínicos son descriptos en la Tabla 3.

Una alta proporción de cuartos (55.1%) con RCS por encima de 300 000 células/ml fueron diagnosticados como afectados por mastitis subclínica no infecciosa. Solamente 12 cuartos con aislamiento positivo con RCS por debajo de el valor umbral (300 000 células/ml) fueron obtenidos en nuestro trabajo (Tabla 2).

Discusión

En este trabajo el índice de incidencia de mastitis clínica fue 1.2 casos cada 100 vacas en riesgo en el mes, mientras que la incidencia anual fue estimada en 14.4 casos cada 100 vacas año en riesgo. Esta fue la primera estimación del índice de incidencia de los casos clínicos de mastitis en Uruguay. En Suecia la incidencia de 21 casos cada 100 vacas año en riesgo reportada por *Plym-Forshell et al.* (1995), y 18 casos cada 100 vacas-año, reportados por *Hallen-Sandgren* (2000), es mas grande que en Uruguay. Los índices de incidencia reportados en otros paises desarrollados son también considerablemente más altos. *Bartlett et al.* (1992) informa de 38.4 casos cada 100 vacas-año en riesgo en Ohio, Estados Unidos; y *Plym-Forshell et al.* (1995) reportan 30, 56, y 32 casos de mastitis clínica cada 100 vacas-año en riesgo en Noruega, Dinamarca, y Finlandia, respectivamente. Una más baja incidencia, de 12.7 casos cada 100 vacas-año en riesgo, fue reportado por *Miltenburg et al.* (1996) en el sur de Holanda. No obstante según *Bartlett et al.* (1992) los índices de incidencia observados en estudios en rodeos de diferentes localizaciones geográficas podrían ser comparados con precaución, ya que las diferencias en el índice de incidencia de mastitis clínica en rodeos lecheros son asociadas con factores tales como clima, razas, nivel de producción y manejo. En nuestro caso podría ser pertinente llevar a cabo un estudio durante un año y de esta manera evitar la influencia estacional sobre el índice de incidencia obtenido.

Uruguay tiene un alto nivel (458 000 células/ml) de RCS en leche de tanque (*Gonzalez* 1999) y una baja incidencia de mastitis clínica comparado con la mayoría de los paises desarro

llados. Esto esta de acuerdo con los resultados obtenidos por *Erskine et al.* (1988) quien reporta una incidencia de 4.23 casos de mastitis clínica cada 100 vacas-mes en establecimientos con bajo RCSs ($\leq 150\ 000$ células/ml) y 2.91 casos cada 100 vacas-mes en establecimientos con altos RCSs ($\geq 700\ 000$ células/ml). *Schukken et al.* (1989) demostraron también que establecimientos con muy bajos niveles de RCS han mostrado un incremento de mastitis clínica en el establecimiento, con alta prevalencia de infecciones a *E. coli*. Esto sugiere que un muy bajo RCS podría indicar una baja capacidad inmune en la glándula mamaria. Según *Suriyasathaporn et al.* (2000) elevados niveles de RCS indican que más leucocitos están presentes en leche, los cuales podrían estar disponibles para matar microorganismos e iniciar una respuesta inflamatoria en mejores condiciones que con bajo RCS. El mismo autor reportó que en una mastitis inducida con *E. coli* fue correlacionado el RCS con una estimulación de la expresión CD18 y ambas medidas se correlacionan inversamente con el índice de crecimiento bacteriano.

La prevalencia de mastitis subclínica en nuestro estudio fue de 52.4% (tomando en cuenta vacas afectadas) y 26.7% (medida sobre cuartos afectados). Estos resultados son más grandes que aquellos reportados en Suecia, 30% de las vacas afectadas (*Swedish Dairy Association*, 2000) y en Finlandia, un 37% de vacas afectadas (*Myllys et al.*, 1998). Estas diferencias pueden probablemente ser atribuidas a que Uruguay no tiene un programa de salud de la ubre.

Según *Brolund* (1985) el diagnóstico de mastitis subclínica es basado sobre una muestra de leche de cuarto para la determinación del RCS, junto con los hallazgos bacteriológicos. Algunas veces, la salud de la ubre es clasificada solamente sobre la base de hallazgos bacteriológicos como fue descrito por *Bartlett et al.* (1992). Este método tiene limitaciones, ya que solamente son observadas las causas (infección) pero no los efectos (reacción inflamatoria) (*Brolund*, 1985).

En nuestro trabajo fueron incluidos ambos parámetros. El valor umbral utilizado para realizar el diagnóstico en cada muestra de leche de cuartos fue 300 000 células/ml según el estándar aplicado en los países Nórdicos (*Klastrup*, 1975).

Las cepas bacterianas aisladas de mastitis clínicas fueron principalmente *S. aureus* (37.5%) y *E. coli* (12.5%). Los porcentajes de otros patógenos aislados fueron: SCN 7.5%, *Str. agalactiae* 5% y estreptococos medioambientales 5%, con 32.5% de los cultivos negativos (Tabla 3). Estos resultados fueron sustancialmente diferentes con respecto a los hallazgos bacteriológicos en Suecia (*Hallen-Sandgren*, 2000) donde *S. aureus* (25%) fue el principal patógeno en casos clínicos y los patógenos medioambientales más prevalentes fueron: coliformes (23%), *Str. uberis* (18%), *Str. dysgalactiae* (16%) y *Archanobacterium pyogenes* (*A. pyogenes*, 11%). *Str. agalactiae* fueron aislados por debajo del 1% y los SCN 4%. Otros estudios presentan altos porcentajes de patógenos medioambientales y bajos porcentajes de patógenos contagiosos aislados de casos clínicos. En Estados Unidos *Bartlett et al.* (1992) obtuvieron un 26% de estreptococos medioambientales, 22% de coliformes, 15% SCN y solamente, 6% de *S. aureus* y 5% de *Str. agalactiae*, mientras que en el sur de Holanda *Miltenburg et al.* (1996) aislados de casos clínicos 17% *E.coli*, 14% *S. aureus*, 12% *Str. uberis*, 9% *Str. dysgalactiae*, 4.2% SCN y 2% *Str. agalactiae*.

Patógenos contagiosos son aquellos que pueden ser difundidos de vaca a vaca durante el momento del ordeño, y la principal fuente de infección son las glándulas mamarias infectadas en el rodeo, tal es el caso de *S. aureus* y *Str. agalactiae*. Mientras que, los patógenos medioambientales, es un grupo complejo compuesto por diferentes tipos de bacterias donde las más importantes son los coliformes, estreptococos medioambientales y en algunas ocasiones también el *A. pyogenes*. *Smith y Hogan* (1995) establecieron que la fuente principal de infección para este

grupo de microorganismos es el medioambiente alrededor de la vaca, y que los animales pueden ser infectados en cualquier etapa tanto dentro del período seco y la lactancia. Medidas de control para mastitis tales como sellado de pezón y terapia al secado son adecuadas para el control de patógenos contagiosos (*S. aureus* y *Str. agalactiae*), pero no son efectivas contra coliformes. No obstante, la terapia al secado podría ser de algún valor en el control de estreptococos medioambientales. Esto podría servir como una razón para explicar la diferencia de la prevalencia entre patógenos contagiosos y medioambientales en casos clínicos. En Uruguay, la aplicación de estas medidas ha sido discontinuas, mientras en Suecia y otros países desarrollados están incluidas en programas de control. Los sistemas de manejo de los animales podrían ser otra razón, *Goldberg et al.* (1992) reportaron una más baja incidencia de patógenos medioambientales sobre las puntas de los pezones de vacas en pastoreo que en vacas estabuladas. Esto sugiere un riesgo mayor de exposición a patógenos medioambientales en rodeos estabulados mientras en sistemas pastoriles la contaminación bacteriana de las tetas esta minimizada. No obstante, condiciones de barro sobre las pasturas o en áreas donde los animales son congregados, por ejemplo en las instalaciones alrededor de la sala de ordeño a la hora del ordeño, pueden contribuir significativamente en el incremento de las mastitis medioambientales durante la temporada de lluvias (*Smith y Hogan, 1995*). El sistema de producción en Uruguay es pastoril y durante todo el año.

Como mencionamos, en nuestro estudio 32.5% de las muestras fueron negativas en los cultivos bacteriológicos para los casos clínicos. Este resultado no fue marcadamente diferente de el 38% y 27% de muestras negativas obtenidas por *Giovannini et al.* (2000) y *Miltenburg et al.* (1996), respectivamente, pero es más elevado que el 18% de muestras negativas reportadas por *Bartlett et al.* (1992). *Zorah et al.* (1993) establecen que en sus estudios entre el 18% y 38% de las muestras de leche de casos de mastitis clínicas no presentaron desarrollo sobre los cultivos. Los mismos autores, en una revisión sobre las fallas para aislar patógenos, dice que fueron debidas a (1) una cura bacteriológica espontánea, (2) la presencia de bacterias poco viables, (3) inhibición de las bacterias por los antibióticos, y (4) después de tomada la muestra de leche continua la mortandad de las bacterias antes de ser cultivadas. Analizando el mismo problema *Sears et al.* (1990) encontró que *S. aureus* era excretado en forma cíclica de las glándulas mamarias y la sensibilidad de el cultivo bacteriológico de una muestra simple de leche de un cuarto para determinar si está infectado en algún momento durante la afección fue del 75%. Las glándulas que muestran un ciclo de bajo nivel de excreción son de alto riesgo en la obtención de resultados falsos negativos, cuando una muestra simple de leche de un cuarto es utilizada para detectar si el mismo esta infectado.

Además, la congelación de muestras de leche tienen un efecto sobre la posibilidad de que una bacteria específica sea aislada. El incremento en el tiempo de almacenado de las muestras congeladas resulta en la disminución del número de muestras que conteniendo *E. coli* y un incremento en el número de muestras con SCN sin un efecto sobre el número de muestras positivas para estreptococos o *S. aureus* (*Schukken et al.*, 1989). Nuestras muestras fueron congeladas y mantenidas durante un período de una semana.

En nuestro trabajo, *S. aureus* fue el patógeno más frecuentemente aislado de casos de mastitis subclínica (62.2%), seguidas por *Str. agalactiae* (11.3%), *Enterococcus sp.* (8.2%), SCN (7.5%), *Str. uberis* (6.4%), *Str. dysgalactiae* (1.8%), *E. coli* (1.5%) y cepas de *S. hyicus* coagulasa-positivos (0.6%) (Tabla 4).

Según *Hallén-Sandgren* (2000), en Suecia los más importantes aislamientos de casos subclínicos fueron *S. aureus* (37%), SCN (31%) y *Str. uberis* (14%), mientras que *Myllys et al.*

(1995) reportaron a los SCN (53.5%) como los más comunes en Finlandia. Estas diferencias están en acuerdo con aquellas reportadas por *Erskine et al.* (1988), donde en rodeos con bajo RCS de $\leq 150\ 000$ células/ml SCN fueron los patógenos más comunes, mientras que en rodeos con RCS de $> 700\ 000$ las cepas aisladas más importantes fueron *Str. agalactiae* y *S. aureus*.

El bajo RCS de 180 000 células/ml (media geométrica) en Suecia y 130 000 células/ml en Finlandia (*Hallén-Sandgren*, 2000) está asociado con un buen control de patógenos contagiosos de la ubre (*Str. agalactiae* y *S. aureus*) usando sellado de pezón después del ordeño y terapia al secado. Estas medidas, no obstante, no son eficientes en la prevención de infecciones causadas por patógenos medioambientales y oportunistas tales como los SCN (*Smith y Hogan*, 1995). Uruguay tiene una elevada media geométrica del RCS 458 000 células/ml (*González*, 1999), lo cual es atribuido a un pobre control sobre las mastitis.

También, en este estudio han sido aisladas tres cepas de *S. hyicus* coagulasa-positivos, representando 0.6 % de todos los patógenos aislados de casos subclínicos (Tabla 3). Los hallazgos de un número muy bajo de cepas coagulasa-positivas diferentes a *S. aureus* concuerda con los resultados obtenidos por *Capurro et al.* (1999) en Suecia. No obstante, los grupos de SCN aislados en nuestro trabajo fueron similares a aquellos aislados de muestras de leche en Suecia (*Birgersson et al.* 1992).

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a Inés Parietti, Pablo de María, Shirley Kautz y Alfredo García por la extracción de una gran parte de las muestras de leche de los establecimientos y por la coordinación para la colecta de los datos. Los autores también agradecen la asistencia brindada por el equipo técnico del Laboratorio de Mastitis, del Departamento de Mastitis del National Veterinary Institute (SVA), Uppsala, Suecia, donde fue llevado a cabo el trabajo. R. E. Giannechini le fue concedido una beca de la Swedish Foundation for International Co-operation in Research and Higher Education (STINT) y un fondo de financiación de el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Uruguay, a los cuales estamos gratamente agradecidos.

Referencias

- Bartlett PC, Miller GY, Lance SE, Heider LE*: Clinical mastitis and intramammary infections on Ohio dairy farms. *Prev. Vet. Med.* 1992, *12*, 59-71.
- Birgersson A, Jonsson P, Holmberg O*: Species identification and some characteristics of coagulase-negative staphylococci isolated from bovine udders. *Vet. Microbiol.* 1992, *31*, 181-189.
- Brolund L*: Cell counts in bovine milk. Causes of Variation and applicability for diagnosis of subclinical mastitis. *Acta vet. Scand.* 1985, supplementum *80*, 1-123.
- Capurro A, Concha C, Nilsson L, Östensson K*: Identification of coagulase-positive staphylococci isolated from bovine milk. *Acta vet. Scand.* 1999, *40* (4), 315-321.
- Del Baglivi L, Bonilla M, Laborde M*: Investigaciones sobre mastitis subclínica en rodeos lecheros del Uruguay. *Veterinaria-Uruguay.* 1976, *61*, 69-77.
- Erskine RJ, Eberhart RJ, Hutchinson LJ, Spencer SB, Campbell MA*: Incidence and types of clinical mastitis in dairy herds with high and low somatic cell counts. *J Am. Vet. Med. Assoc.* 1988, *192*(6), 761-765.
- Farver TB*: Disease prevalence estimation in animal populations using two-stage sampling designs. *Prev. Vet. Med.* 1987, *5*, 1-20.

Giovannini G, Piccinini R, Zeconi A: Epidemiology of clinical mastitis in Italy. 39th Annual Meeting, National Mastitis Council, Inc. Madison, WI 53704, U.S.A. pp. 176-178.

Godkin A, Leslie K, Martin W: Mastitis in bulk tank milk culture in Ontario. Highlights. 1990, 13(2), 13-16.

Goldberg JJ, Wildman EE, Pankey JW, Kunkel JR, Howard DB, Murphy BM: The influence of intensively managed rotational grazing, traditional continuous grazing, and confinement housing on bulk tank milk quality and udder health. J. Dairy Sci. 1992, 75, 96-104.

Gonzalez O: Células somáticas en Uruguay la necesidad de un programa. Jornadas de Salud de Ubre, Nva. Helvecia, Uruguay. 1999, 51-58.

Hallén-Sandgren CH: Mjölkkor. (Dairy Cow) Natur och Kultur/LTs förlag, Helsingborg, Sweden. 2000, 179-200.

International Dairy Federation: Bovine Mastitis. Definitions and guidelines for diagnosis. Bull. Int. Dairy Fed. 1987, 211, 3-8.

Kelton DF, Lissemore KD, Rochelle EM: Recommendation for recording and calculating the incidence of selected clinical diseases of dairy cattle. J. Dairy Sci. 1998, 81, 2502-2509.

Klastrup, O: Scandinavian recommendations on examination of quarter milk samples. Proc. Int. Dairy Fed. Ann. Bull. 1975, Doc. 85, 49-52.

Laborde M, Barriola J, Bermudez J, Bonilla M: Mastitis Subclinica - etiología distribución de la infección en cuartos mamarios de vacas ordeñadas manual y mecanizadamente. Veterinaria-Uruguay. 1981, 76, 75-80.

Miltenburg JD, Lange D de, Crauwels APP, Bongers JH, Tielen MJM, Schukken YH, Elbers ARW: Incidence of clinical mastitis in a random sample of dairy herds in the southern Netherlands. Vet. Rec. 1996, 139, 204-207.

Myllys V, Asplund K, Brofeldt E, Hirvelä-Koski V, Honkanen-Buzalske T, Junttila J, Kulkas L, Myllykangas O, Niskanen M, Saloniemä H, Sandholm M, Saranpää T: Bovine mastitis in Finland in 1988 and 1995 - Changes in prevalence and antimicrobial resistance. Acta vet. Scand. 1998, 39, 119-126.

National Veterinary Institute: Department of Mastitis, Accreditation Certificate 1998, Methods File no.3, 1-29, Uppsala, Sweden.

National Mastitis Council: Laboratory handbook on bovine mastitis. National Mastitis Council inc. Madison, WI 53704-6797, U.S.A. Revised Edition 1999.

OPYPA: Base de datos. Oficina de Planeamiento y Políticas Agropecuarias. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. 2000, Montevideo-Uruguay.

Philpot WN, Nickerson SC: Mastitis attack. Surge International – Babson Bros. Co. Naperville, Illinois, U.S.A. 1991.

Plym-Forshell K, Østerås O, Aagaard K, Kulkas L: Disease recording and cellcount data in 1993, in Sweden, Norway, Denmark and Finland. Proceedings of the 3rd International Mastitis Seminar, Tel Aviv, Israel. 1995, session 4, 50-54.

Roberson JR, Fox LK, Hancock DD, Besser TE: Evaluation of methods for differentiation of coagulase-positive staphylococci. J. Clin. Microbiol. 1992, 30 (12), 3217-3219.

Sears PM, Smith BS, English PB, Herer PS, Gonzalez RN: Shedding pattern of *Staphylococcus aureus* from bovine intramammary infections. J Dairy Sci. 1990, 73, 2785-2789.

Shukken YH, Smit JAH, Grommers FJ, van de Geer D, Brand A: Incidence of clinical mastitis on farms with low somatic cell counts in bulk milk. Vet. Rec. 1989, 125, 60-63.

Shukken YH, Smit JAH, Grommers FJ, van de Geer D, Brand A: Effect of freezing on bacteriological culturing of mastitis milk samples. J. Dairy Sci. 1989, 72(7), 1900-1906.

Slanetz LW, Bartley CH: Numbers of enterococci in water, sewage, and feces determined by the membrane filter technique with an improved medium. *J. of Bacteriol.* 1957, *74*, 591-595.

Smith KL, Hogan JS: Epidemiology of mastitis. Proceedings of the 3rd International Mastitis Seminar, Tel Aviv, Israel. 1995, session 6, 3-10.

Suriyasathaporn W, Schukken YH, Nielsen M, Brands A: Low somatic cell count: a risk factor for subsequent clinical mastitis in a dairy herd. *J. Dairy Sci.* 2000, *83*, 1248-1255.

Swedish Dairy Association: Djurhälsovård 1999/2000. Svenkmjolk, Eskilstuna, Sweden. 2000.

Thorberg B-M, Brändström B: Evaluation of two commercial systems and a new identification scheme based on solid substrates for identifying coagulase-negative staphylococci from bovine mastitis. *J. Vet. Med. B.* 2000, *47*, 683-691.

Wallace RL, Queen WG, Hoblet KH, Hogan JS: Evaluation of an acriflavine disk assay for differentiating *Staphylococcus aureus* from other staphylococci isolated from bovine milk. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1998, *213*(3), 394-398.

Zorah KT, Daniel RCW, Frost AJ: Detection of bacterial antigens in milk samples from clinical cases of bovine mastitis in which culture is negative. *Vet. Rec.* 1993, *132*, 208-210.

Tabla 1 – Frecuencia de microorganismos aislados de muestras de leche obtenidas de casos clínicos en la cuenca litoral oeste de Uruguay.

MICROORGANISMOS	NUMERO DE AISLAMIENTOS	PORCENTAJES
<i>Staphylococcus aureus</i>	15	37.5
<i>E.coli</i>	5	12.5
Coagulase Negative Staphylococci	3	7.5
<i>Staphylococcus hyicus</i>	2	
<i>Staphylococcus chromogenes</i>	1	
<i>Streptococcus agalactiae</i>	2	5
<i>Streptococcus uberis</i>	1	2.5
<i>Enterococcus sp.</i>	1	2.5
Negativos	13	32.5
TOTAL	41	100

Tabla 2 – Clasificación de cuartos sobre la base de los recuentos de células somáticas y los hallazgos bacteriológicos en el estudio de las mastitis subclínicas.

RECuento CELULAR (METODO DIRECTO)	CUARTOS MUESTREADOS	
	Hallazgos bacteriológicos negativos	Hallazgos bacteriológicos positivos
< 300 000 células/ml ¹	3158 (99.6%) sanos	12 (0.4 %) infección latente
≥ 300 000 células/ml ¹	627(55.1%) mastitis no infecciosas	511(44.9%) mastitis infecciosas

¹ Valor umbral o límite

Tabla 3 – Frecuencias relativas de patógenos de la ubre aislados de muestras de leche de casos de mastitis subclínica en la cuenca litoral oeste de Uruguay.

MICROORGANISMOS	NUMERO DE CEPAS	PORCENTAJE
<i>Staphylococcus aureus</i>	321	62.8
<i>Streptococcus agalactiae</i>	58	11.3
<i>Enterococcus</i> sp.	42	8.2
Coagulase Negative Staphylococci	38	7.4
<i>Staphylococcus hyicus</i>	13	
<i>Staphylococcus chromogenes</i>	12	
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	3	
Staphylococcus simulans	2	
<i>Staphylococcus warneri</i>	1	
<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	1	
SCN novobiocin resistant strains	6	
<i>Streptococcus uberis</i>	32	6.4
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	9	1.8
<i>Escherichia coli</i>	8	1.5
<i>Staphylococcus hyicus</i> (coagulase-positive)	3	0.6

Evaluación de pérdidas económicas relacionadas a mastitis para establecimientos lecheros en Uruguay

Giannechini, R.E.³, Parietti, I.⁴ y De María, P.⁵

Introducción

La mastitis bovina es definida como la inflamación de la glándula mamaria, la cual junto con cambios físicos, químicos y microbiológicos en leche es caracterizada por un aumento del recuento de células somáticas (RCS) y cambios patológicos en los tejidos mamaros (*International Dairy Federation*, 1987). Las consecuencias son serias pérdidas económicas para los productores y la industria lechera, debidas a la reducción de la producción de leche, a cambios en la composición de la leche y el descarte de la misma (*Godkin et al.*, 1990).

En Uruguay la producción anual de leche a llegado a los 1,423.5 millones de litros, siendo lo obtenido por los productos lácteos exportados en 1999 USD 156.481 millones (Anuario Estadístico Agropecuario, 2000). Recientemente, *González* (1999) analizó los datos obtenidos en el Laboratorio de Calidad de Leche de la mayor empresa lechera del país el cual recibe más del 80% de las muestras de leche de tanque de el Uruguay, determinando que los valores de la media geométrica del RCS en el tanque fueron de 517 408; 480 716; 458 142 células/ml en 1997, 1998 y 1999, respectivamente. Tomando en cuenta estos parámetros y según la escala de pérdidas de producción relacionadas con el RCS presentada por *Philpot y Nickerson* (1991), podríamos estimar las pérdidas para Uruguay debido a la prevalencia de mastitis subclínica en el país entre el 8 y 10% del total producido, lo cual representa un costo de USD 21.345.000.

Las pérdidas económicas a consecuencia de las mastitis no son las mismas en todos los países productores de leche, debido a diferencias en el precio de la leche, en los programas de penalización de los RCS, también a las diferencias de costo entre los animales refugados y los remplazos, en los costos de las drogas, en los honorarios de la actuación de los veterinarios, etc. (*Fetrow et al.*, 2000). Teniendo en cuenta estas consideraciones no podemos trasladar las pérdidas económicas estimadas en numerosos trabajos internacionales a nuestras condiciones de manejo.

El propósito en este artículo es el dar una estimación de las pérdidas económicas a nivel de establecimiento bajo nuestras condiciones de producción. Para la mejor comprensión de las pérdidas ocasionadas por la incidencia de la mastitis bovina por parte de veterinarios y productores. Y el impacto económico que tendrían las medidas de control de las mastitis

Metodología

Fetrow et al. (2000) han agrupado las pérdidas debidas a mastitis y su impacto económico dentro de las siguientes consideraciones:

- ◆ Pérdidas de producción debidas a mastitis subclínica

³ Laboratorio Regional Noroeste DILAVE "Miguel C. Rubino"

⁴ Técnico PILI S.A.

⁵ Técnico de PROLESA, Paysandú, Uruguay

- ◆ Pérdida de bonificaciones por alto RCS
- ◆ Impacto económico de las mastitis clínicas
- ◆ Costo de refugio.

Pérdidas en la producción lechera debido a mastitis subclínicas

Según Godkin et al. (1990) estas pérdidas en la producción de leche representan el 70% de el total de las pérdidas debidas a mastitis, aunque podría estar sobrestimada. Las pérdidas de producción de leche por mastitis han sido determinadas generalmente en relación al RCS que es usado como un indicador del nivel de mastitis en el rodeo. Por ejemplo, las pérdidas de producción para un rodeo con un RCS en el tanque de 500 000 células/ml fueron estimadas en un 9% de la producción total (Philpot y Nickerson, 1991). Las estimaciones en la caída de producción con respecto a cuartos de la ubre afectados varía ampliamente, entre un 9% y un 45% (Taponen y Myllys, 1995), mientras Woolford y Williamson (1990) argumentan que los cuartos sanos podrían compensar al menos en parte las pérdidas. Según Taponen y Myllys (1995), cuando el logaritmo natural del RCS individual de una vaca aumenta en una unidad, la producción de una lactación podría caer aproximadamente en 250 kg.

Penalización por el recuento de células somáticas

Una baja calidad de la leche afecta directamente los procedimientos para la elaboración de los diferentes productos derivados de la leche. Esto puede ser evaluado tomando como uno de los parámetros los niveles del RCS en el tanque en cada tambo. Límites para los RCS en tanque están siendo aplicados en nuestro país por las diferentes plantas lecheras para bonificar la leche de alta calidad, para aumentar el ingreso a planta de esta clase de leche. Se toma como límite base el dado por un decreto de gobierno fijado recientemente, el cual es de 800 000 células/ml (OPYPA, 2001). Encontramos también diferentes criterios según la planta para el pago de las bonificaciones. Por ejemplo CONAPROLE fija 3 categorías dentro del límite dado por el gobierno: AAA con un RCS menor a 400000 células/ml dando un 18% de bonificación sobre precio base, AA con un RCS entre 400 000 a 500 000 células/ml con un 15,5% de bonificación y finalmente A coincide con el límite fijado por el gobierno con un 10% de bonificación. Otras plantas toman en cuenta el límite del decreto solamente con una bonificación del 10%.

No obstante, esto significa que las penalizaciones o las pérdidas de bonificación representan pérdidas económicas significativas para los productores.

Impacto económico de las mastitis clínicas

Las incidencia de mastitis clínicas puede variar ampliamente entre los diferentes establecimientos lecheros. En el primer estudio de incidencia de mastitis clínica se determinó que la incidencia anual sería aproximadamente 14,4 casos cada 100 vacas en riesgo como media para la región litoral oeste de nuestro país.

Las pérdidas directas debidas a mastitis clínica incluyen pérdida en la producción láctea debida a una sostenida disminución de la misma y también a muertes prematuras, refugos y secado prematuro. Adicionado a esto encontramos pérdidas debidas a descarte de leche debido al tratamiento con antibióticos y el tiempo de espera de estos, el costo de la terapia en el mismo se incluyen los honorarios del veterinario, y el costo de el trabajo extra que demande la atención de una vaca con mastitis clínica (Fetrow et al., 2000).

Los promedios en pérdidas de producción láctea en una lactancia pueden ser estimadas en 300-400 kg (4-6%). En vacas primiparas los promedios de pérdidas son mas bajos que en vacas

multíparas, mientras que casos clínicos en etapas tempranas de la lactancia tienen un mayor impacto sobre el total de leche producida que lo ocurrido en casos en lactancias más avanzadas (Hortet y Seegers, 1998).

Costos para refugar

Es importante el refugo de vacas que se encuentran afectadas de mastitis incurables (crónicas) ya que son la causa de reducción de la calidad de la leche del tanque y representan una constante fuente de infección en el rodeo. El refugo tiene, no obstante, un considerable impacto económico. La diferencia en el costo entre el precio de faena obtenido y el costo del remplazo (por ejemplo el valor de compra de un nuevo animal) representa una pérdida económica.

Ejemplo teórico de pérdidas en un tambo con diferentes niveles de RCS

Estas pérdidas serán estimadas para un año sobre un establecimiento lechero en el cual el promedio anual de vacas en ordeño es de 100, con un promedio de producción de 15 lts. por vaca/día (remisión diaria 1500 lts.). Con una relación en la leche remitida 75 industria y 25 leche cuota. Se compararán resultados con diferentes promedios anuales de células somáticas en el tanque.

Con más 800 000 células somáticas/ml

- Pérdidas de producción por mastitis subclínicas (15%)	USD 11 594
- Pérdidas por bonificación	USD 5 183
- Impacto de la mastitis clínicas (24 casos al año)	
Pérdidas de producción	USD 777
Descarte de leche en período de espera	USD 302
Terapia y honorarios veterinarios	USD 768
- Descarte de animales (8 vacas en el año)	USD 1 200
	TOTAL: USD 19 824

Con 500 000 células somáticas/ml

- Pérdidas de producción por mastitis subclínicas (9%)	USD 6 956
- Pérdidas por bonificación	USD 2 303
- Impacto de la mastitis clínicas (24 casos al año)	
Pérdidas de producción	USD 777
Descarte de leche en período de espera	USD 302
Terapia y honorarios veterinarios	USD 768
- Descarte de animales (6 vacas en el año)	USD 900
	TOTAL: USD 12 006

Con menos de 300 000 células somáticas/ml

- Pérdidas de producción por mastitis subclínicas (5%)	USD 3 864
- Pérdidas por bonificación	-----
- Impacto de la mastitis clínicas (18 casos al año)	
Pérdidas de producción	USD 583
Descarte de leche en período de espera	USD 227
Terapia y honorarios veterinarios	USD 576
- Descarte de animales (3 vacas en el año)	USD 450
	TOTAL: USD 5 700

Tenemos que tener en cuenta también el gasto extra que implicaría implementar un efectivo programa de control durante un año para bajar el RCS en el establecimiento (correcta rutina y buena higiene en el ordeño, sellado de pezones con antisépticos, chequeo periódico de la máquina de ordeño, detección temprana de casos clínicos con fondo oscuro y tratarlos, tratamiento al secado, refugio de los animales crónicamente afectados y segregación de los animales infectados).

- Asesoramiento Veterinario	USD 1 920
- Costo de RCS por vaca individuales	USD 30
- Costos de aislamientos y antibiogramas	USD 51
- Chequeo de máquina de ordeño	USD 120
- Costo del sellador	USD 828
- Costos de pomos de antibióticos para el secado	USD 560
	TOTAL: USD 3 509

Conclusiones

Nosotros somos conscientes que en nuestras condiciones actuales que un adecuado control no es fácil implementarlo y un excelente control no es común en Uruguay. Pero tenemos que tomar conciencia de que para obtener nuevo mercados para los lácteos nos van a exigir calidad no teniendo el precio a que se encuentre la leche. Pero como podemos ver en ciertas dimensiones de establecimiento lecheros tendrían un impacto económico importante las mastitis. No obstante podemos decir que las pérdidas tienen que ser evaluadas en cada establecimiento en particular, por lo que necesitaríamos hacer el seguimiento de cada establecimiento durante un año para hacer una evaluación ahora si más exacta. El aporte de este artículo es para tener una visión de las pérdidas en nuestras condiciones de trabajo y precios.

Referencias

Godkin A, Leslie K, Martin W: Mastitis in bulk tank milk culture in Ontario. Highlights. 1990, 13(2), 13-16.

Gonzalez O: Células somáticas en Uruguay la necesidad de un programa. Jornadas de Salud de Ubre, Nva. Helvecia, Uruguay. 1999, 51-58.

Fetrow J, Stewart S, Eicker S, Farnsworth R and Bey R: 2000. Mastitis: an economic consideration. 39th Annual Meeting, National Mastitis Council, Inc. Madison, WI 53704, U.S.A. pp. 3-47.

Hortet P and Seegers H: 1998. Loss in milk yield and related composition change resulting from clinical mastitis in dairy cows. *Prev. Vet. Med.* **37**: 1-20.

International Dairy Federation: Bovine Mastitis. Definitions and guidelines for diagnosis. *Bull. Int. Dairy Fed.* 1987, *211*, 3-8.

OPYPA: Base de datos. Oficina de Planeamiento y Políticas Agropecuarias. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. 2000, Montevideo-Uruguay.

Philpot WN, Nickerson SC: Mastitis attack. Surge International – Babson Bros. Co. Naperville, Illinois, U.S.A. 1991.

Taponen J and Myllys V: 1995. The economic impact of mastitis. *In*: The bovine udder and mastitis. University of Helsinki, Faculty of Veterinary Medicine, pp. 261-264.

Woolford MW and Williamson JH: 1990. Production effects of bovine mastitis. *Proceedings of the 6th Int. Symposium of Bovine Mastitis*, pp. 363-367.

Mejoramiento Genético por Sólidos de Leche en Uruguay

Ing. Agr. Ignacio Aguilar⁶
Ing. Sist. (MSc) Daniel Labuonora²
Ing. Agr. (PhD) Olga Ravagnolo³
Ing. Agr. Gabriel Rovere⁴

1.- INTRODUCCION

La competitividad del sector lechero nacional depende en forma importante del ajuste de todos los factores que inciden sobre los ingresos y egresos de los establecimientos. La cantidad y calidad de leche es obviamente el factor de mas peso en los ingresos de los productores. Tanto la cantidad como la calidad de la leche se basan en la adecuada combinación de medidas de manejo, nutricionales, sanitarias y del potencial genético de los animales para producir en esas condiciones dadas.

Todo plan de desarrollo a mediano y largo plazo debe considerar la mejora genética como la vía por excelencia de mejora permanente y acumulable de la eficiencia de producción de la población animal.

Esta mejora de la eficiencia de producción del rodeo lechero puede seguir varias estrategias genéticas complementarias. La elección de la raza a utilizar, el uso de cruzamientos entre razas, la selección dentro de una raza o el uso de la biotecnología, son herramientas que deben ser consideradas y evaluado su aporte en un plan de mejora que tenga como objetivo el aumentar la eficiencia del rodeo lechero nacional en forma integral.

Actualmente el Uruguay cuenta con un Acuerdo de Trabajo que reúne los esfuerzos de todas las instituciones vinculadas a la mejora genética del rodeo lechero nacional (Convenio ARU-INML-FA-INIA-SCHU). Este acuerdo ha posibilitado comenzar a trabajar sobre las bases de un banco de datos nacional que actualmente permite la realización de las evaluaciones genéticas nacionales para producción de leche y características lineales para la raza Holando, ampliamente mayoritaria en el rodeo nacional. El desarrollo de esta base nacional de datos, incrementando los niveles de registración para otras características de interés económico, así como su, ampliación a otras razas lecheras presentes en el país, permitirá desarrollar los estudios necesarios para el diseño de planes de mejora genética eficientes y apropiados a los sistemas nacionales de producción de leche.

⁶ Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero

² Investigador Asociado – FPTA No. 139

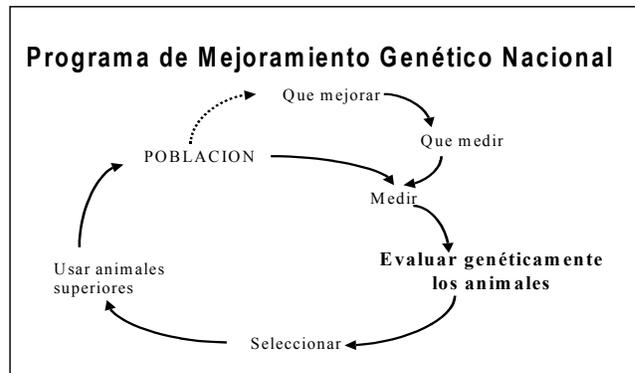
³ Programa Nacional de Lechería, INIA Las Brujas

⁴ Facultad de Agronomía – Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero

2.- ANTECEDENTES

Actualmente el país cuenta con una evaluación genética para producción de leche y características lineales para la raza Holando. Sin embargo, es importante destacar que un plan de mejora implica mas que esto. En el Figura No.1 se muestran los distintos pasos que deben seguirse en un plan de mejora.

Figura No. 1 Programa Nacional de Mejoramiento Genético

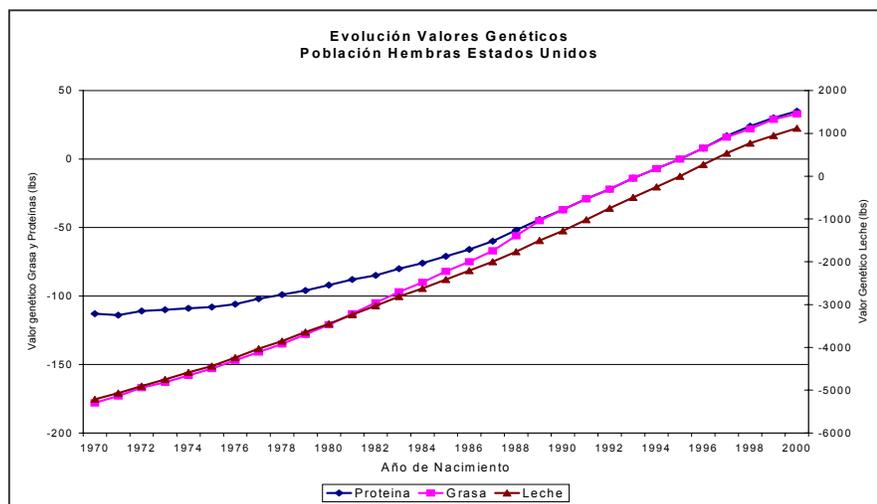


Un plan de mejora debe definir que características o rasgos biológicos mejorar. Todo plan de mejora genética comercial debe tener en cuenta en las características a mejorar, a aquellas que de una forma u otra incidan en el resultado económico de los predios lecheros, o sea, que incidan en sus ingresos y/o costos de producción.

La definición de los objetivos de selección es un proceso que debe considerar los valores económicos, las varianzas y covarianzas genéticas de y entre las características que inciden en la rentabilidad de la producción de los establecimientos. Definidas las características de importancia económica, es necesario entonces, diseñar sistemas de toma de medidas (producción de leche, proteína, calificaciones, etc.) que estén altamente asociadas en forma genética con nuestros objetivos de selección. Estos sistemas de registros son los que nos permitirán la realización de evaluaciones genéticas que permitan estimar a partir de dichos registros fenotípicos, los valores genéticos aditivos de los animales. Estos valores de cría de los animales son la mejor información para discernir el potencial genético para las distintas características de cada animal y es en base a ellos, que debiéramos seleccionar los animales padres de nuestra próxima generación. El apareamiento de estos animales nos producirá nuestra próxima generación de reemplazos y si todos los pasos de este proceso (toma de registros, evaluación genética, selección y uso de los animales seleccionados) se han realizado correctamente, es que debemos esperar que la media genética de nuestra población aumente año a año. Sintéticamente, la estrategia consiste en seleccionar continuamente los mejores animales para que se reproduzcan y así incrementar la concentración de genes deseables en la población.

Las evidencias a nivel internacional acerca de los resultados de la selección en la mejora de los niveles de producción, utilizando la selección como herramienta, son contundentes. En la Gráfica No. 1 se presentan los progresos constatados en la población de vacas de Estados Unidos para Kg. de leche, Kg. de grasa y Kg. de proteína en el periodo comprendido entre 1988 y 1998 (AIPL, 2002).

Gráfica No. 1 Tendencias Genéticas para Producción de Leche, Grasa y Proteína en E.E.U.U.



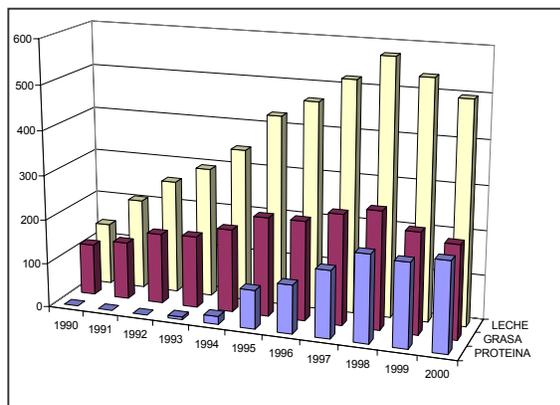
Se observa un incremento de aproximadamente 100 Kg. de leche, 3 Kg. de grasa y 3 Kg. de proteína por año y por lactancia. Este progreso genético es consecuencia de las decisiones tomadas por los productores americanos a la hora de definir los apareamientos de sus vacas, considerando el sistema de producción y el sistema de pago en el cual producen.

3. - SITUACION URUGUAYA

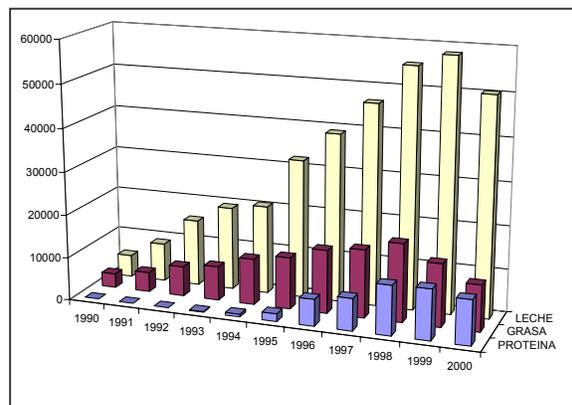
La base nacional de datos involucrada en el acuerdo ARU-INML-FA-INIA-SCHU recibe y procesa los registros periódicos de alrededor de 150 000 vacas masa (30% de la vaca masa del Uruguay) provenientes de algo mas de 600 tambos. Desde el punto de vista de producción, esta base esta integrada por más de 600 000 lactancias, de las cuales unas 100 000 contienen información de producción de grasa y 40 000 contienen información de producción de proteína.

En las Gráfica No. 2 y Gráfica No. 3 se puede observar la evolución del número de tambos y lactancias registradas según año de parto de los animales con información de leche, grasa y proteína. La evolución del sistema de registración ha sido favorable, viéndose incrementado año a año el número de rodeos y lactancias registradas. El descenso presentado en el año 2000 se debe a que solo se han considerado las lactancias con información completa al momento del análisis.

Gráfica No. 2 Número de tambos registrados



Gráfica No. 3 Número de lactancias registradas



Si bien desde el año 1992 el país cuenta con evaluaciones genéticas para la raza Holando, en 1998 se editó el primer catálogo de padres fruto de la evaluación genética de todos los datos productivos disponibles a nivel nacional. El potencial del presente Acuerdo de Trabajo multi-institucional se expresa en los resultados de la Evaluación Genética Nacional de Ganado Holando 2002, con la publicación de 681 toros nacionales e importados y con la evaluación genética para producción de leche de algo más de 300 000 hembras (vacas en producción y reemplazos). Sin embargo, es importante precisar que desde el punto de vista técnico el no contar con evaluaciones genéticas para la producción de sólidos (grasa y proteína), limita en forma importante el diseño de todo plan de mejora que realmente optimice el progreso económico a obtener.

3.1.- INFORMACION PRIMARIA SOBRE COMPONENTES

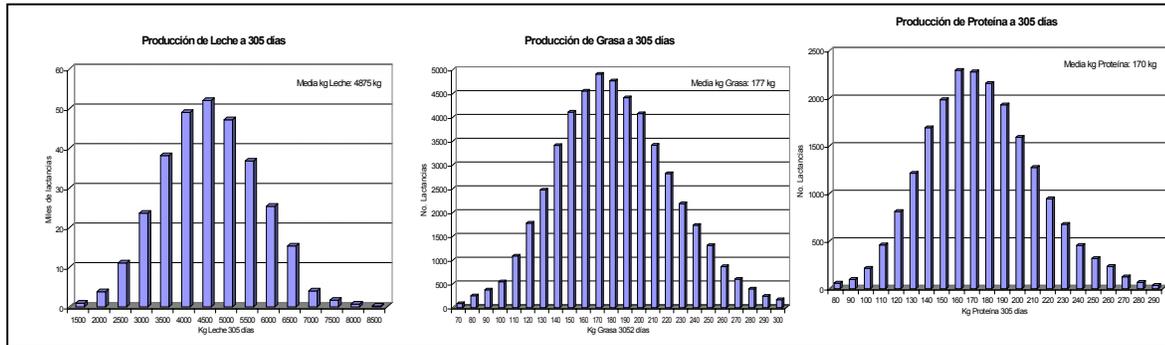
La realización de una evaluación genética implica simplificadaamente tres pasos. 1) Edición de los datos, aplicando criterios de validación de éstos para decidir cuales datos son analizables y cuales no. 2) Aplicación de un modelo estadístico cuya función es ajustar por todos los factores no genéticos de variación que inciden en la expresión de la característica bajo análisis. 3) Estimación del valor genético para cada animal. En este paso se toma en cuenta la información genealógica de los animales de forma de poder asignarle a cada uno la información productiva conectada genéticamente con el individuo.

De este proceso se destaca la importancia de la calidad y cantidad de información analizable. Es indispensable que exista una buena registración tanto de los niveles productivos de la vaca (ya sea leche, grasa o proteína), como de todos los factores ambientales bajo el cual el animal se encontraba al momento de generar el registro fenotípico (por ejemplo: grupo de manejo, número de lactancia, edad al parto, estación y año de parto, periodo seco previos, intervalo interparto, etc.) Además es necesario una correcta identificación de los padres y descendencia de cada uno de los animales.

La información disponible, luego de aplicar los criterios de edición requeridos para realizar una evaluación genética nacional, es de unas 320 000 lactancias para producción de leche, 50 000 para grasa y 20 000 para proteína. Esto significa que solamente el 15.6 % y el 6.3 % de las lac

tancias analizadas para producción de leche, cuentan con información potencialmente aceptable para una evaluación genética de producción de grasa y producción de proteína respectivamente. La Figura No. 2 presenta la distribución de los registros fenotípicos para las tres características.

Figura No. 2 Distribución fenotípica para Producción de Leche, Grasa y Proteína.

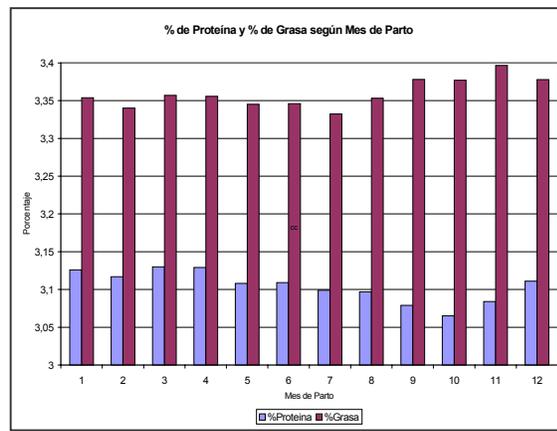
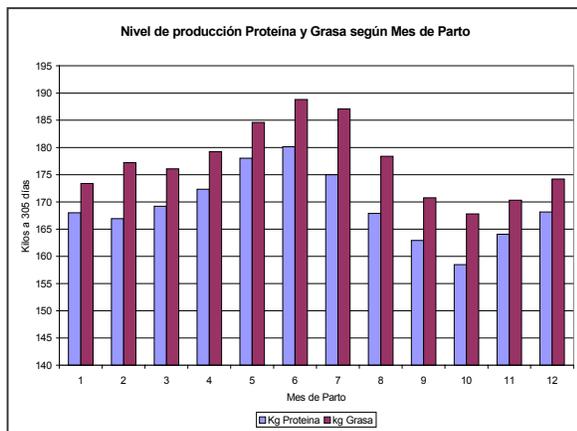


3.2.- COMPONENTES DE VARIANZA PARA PRODUCCION DE GRASA Y PROTEINA

De la variación observada, debemos tener en cuenta que buena parte de ella se debe a aspectos ambientales o de manejo. A modo de ejemplo se presenta en la Gráfica No. 4 y en la Gráfica No. 5 el efecto de mes de parto sobre la producción a 305 días de grasa y proteína y el mismo efecto para dichas características expresadas en porcentaje (porcentaje promedio para toda la lactancia).

Gráfica No. 4 Efecto de Mes de Parto sobre Kg. sobre de Grasa y Proteína.

Gráfica No. 5 Efecto de Mes de Parto Procentajes de Grasa y Proteína



Las curvas de producción según mes de parto son similares para ambas características y éstas a su vez similares a las curvas para producción de leche. Se puede observar un pico de producción para aquellas lactancias iniciadas en mayo-junio mientras que las menores producciones se presentan para aquellas lactancias que se inician en octubre-noviembre. Los porcentajes de grasa y proteína según mes de parto presentan muy poca variación, aproximadamente 0.05 % entre máximo y mínimo para ambas características. Esta baja variación se debe a que las variaciones que

ocurren a lo largo de la lactancia en porcentaje se pierde ya que se promedia los Kg. de grasa o Kg. de proteína sobre los Kg. de leche a lo largo de toda la lactancia.

De la misma forma se podría presentar la información para los efectos de número de lactancia, edad al parto, período seco, intervalo inter parto, todos ellos, efectos no genéticos que deben ser corregidos para lograr una adecuada estimación del valor genético.

La incorporación de estos efectos no genéticos en un modelo estadístico que incluya el efecto aleatorio del valor genético aditivo del cada animal, nos permite estimar cuanto de la variación total que presenta la característica se debe a efectos genéticos aditivos (heredabilidad), parámetro que nos indica preliminarmente nuestra capacidad de mejora para la característica bajo estudio por vía de la selección.

La bondad de estos modelos estadísticos y de la estimaciones de los efectos que se realizan a partir de ellos, se basan en forma importante en la calidad de la información que se está analizando, definiendo como calidad la adecuada registración de las circunstancias ambientales en las que se produjo cada registro (número de lactancia, edad al parto, mes de parto, número de controles, etc.) y de la correcta identificación del animal que la produjo y de su parentesco con otros animales (padre, madre, hijas).

Las estimaciones preliminares de componentes de varianza realizados sobre los datos nacionales, encuentran valores de heredabilidad para producción de grasa y proteína dentro de los rangos citados por la bibliografía.

En un informe preliminar realizado para el INML, Aguilar, I. y Rovere, G., 2000, parten de una base inicial de 45.000 lactancias provenientes de 102 establecimientos. Luego de los procesos de edición de los datos y considerando solamente primeras lactancias completas con registros de grasa y proteína, de vacas con padre y madre identificados, logran analizar solamente 1 777 lactancias, provenientes de 21 establecimientos. En el Informe Final de la Evaluación Genética 2002 (Ravagnolo et al., 2002), considerando todos los registros disponibles a nivel nacional de componentes de leche, para lactancias registradas a partir de 1990, parten de una base inicial de 71 308 lactancias completas para proteína y 176 266 para grasa. Luego del proceso de depuración de datos, considerando primeras a quintas lactancias analizan 21 166 lactancias para proteína provenientes de 143 tambos y 50 945 lactancias para grasa provenientes de 208 tambos. Los valores de heredabilidad de ambos estudios se presentan en el Cuadro No. 1.

Cuadro No.1 Valores estimados de heredabilidad para Producción de Grasa y Proteína.

Característica	Aguilar y Rovere, 2000	Ravagnolo et al., 2002	Bibliografía (1)
Grasa	0,22	0,25	0,14 – 0,40
Proteína	0,25	0,27	0,19 – 0,40

(1) –Van Vleck, 1978; Manfredi et al, 1984; Monardes et al, 1985; Teepker y Swalve, 1988; Carabaño et al. 1989; Keown, 1992; AIPL 2002.

A partir de esta base de datos analizada se desarrollaron índices genéticos intra-rodeo para aquellos tambos con registración de grasa y proteína que superaron los controles de calidad de sus registros. Esta información procura colaborar en forma primaria, a que cada productor (con información disponible de componentes para sus animales) pueda analizar los diferentes potenciales genéticos que tienen sus vacas para producir grasa y proteína. Estos análisis primarios son los

que, en la medida que se siga incrementando los análisis de muestras individuales, permitirán realizar una evaluación genética nacional para padres y hembras para esas características.

3.3.- IMPORTANCIA DE CONTAR CON VALORES GENETICOS PARA COMPONENTES

La cantidad y estructura de los datos resultan muy limitantes para realizar estimaciones adecuadas de las correlaciones genéticas entre las características. Esto impide realizar simulaciones certeras acerca de las ventajas económicas de un plan de mejora que incorpore las medidas de grasa y proteína. Sin embargo, es posible hacer algunas apreciaciones preliminares al respecto.

A pesar de que la bibliografía internacional es concluyente acerca de que las correlaciones genéticas entre la producción de leche y la producción de grasa y de proteína, son medias-altas, no debe perderse de vista que para la optimización de un plan de mejora, dependerá de la correcta identificación de aquellos animales con mayor potencial genético para las características de interés económico.

En este sentido debe tenerse en cuenta que la señal clara que recibe el productor es el precio que hoy obtiene al momento de comercializar su producción. Se podría afirmar que todo litro extra de leche producido por un productor será cotizado a precio de leche industria. Este pondera en forma más importante los kilos de proteína y castiga los litros de agua producidos.

De manera de visualizar mas claramente este punto se ha tomado un ejemplo de la base de datos analizada para la Evaluación Genética 2002. En el Cuadro No. 2 se presentan los datos de producción de leche de dos animales provenientes de uno de los establecimientos analizados para producción de grasa y proteína.

Cuadro No. 2 Datos de producción de dos vacas del sistema.

	Vaca 1 (id xxx04293)	Vaca 2 (id xxx04326)
Leche a 305 días-1ª Lactancia (Kg.)	5244	4920
Proteína a 305 días-1ª Lactancia (Kg)	156	165
Grasa a 305 días-1ª Lactancia (Kg)	161	171
Ingreso Bruto (\$u) (27,43 \$/kg.P+10,63\$/kg.G-0,15 \$/l.)	5203,9	5605,6
Diferencia de Ingreso Bruto (\$u)	401,7	
Diferencia de Ingreso Bruto (U\$S)*	23,6	

* 1U\$S = 17 \$u

Si solo hubiéramos contado con la información de producción de leche para estos dos animales, seguramente hubiéramos estado propensos a afirmar que la vaca más rentable es la Vaca 1, dado que es la vaca que tiene un mayor registro de producción de leche. Sin embargo, la mayor parte de la leche remitida a planta se cotiza a precio de leche industria, el cual considera los kilos de grasa y proteína y penaliza el volumen. La información para componentes, nos permite analizar en forma más certera el real ingreso económico para cada una de las dos vacas, resultando que el mayor ingreso económico es para la Vaca 2. En el Cuadro No. 3 se presentan los valores genéticos estimados para producción de leche, grasa y proteína para cada vaca.

Cuadro No. 3 Información Genética de dos vacas del sistema.

	Vaca 1(id xxx04293)	Vaca 2 (id xxx04326)
Índice genético Leche (Kg)	134,5	128
Índice genético Proteína (Kg)	5,98	6,96
Índice genético Grasa (Kg)	5,35	8,65
Ingreso Bruto esperado en las hijas (\$u)	201	264
Diferencia de Ingreso Bruto (\$u)		63
Diferencia de Ingreso Bruto (U\$S)*		3,7

La posibilidad de contar con una estimación del valor genético de los animales, nos permite saber cuanto de la superioridad demostrada por la vaca 1 será transferida a la siguiente generación, o sea, a sus hijas.

Si solo hubiéramos tenido el valor genético para producción de leche, hubiéramos seleccionado la Vaca 1. Nuevamente la posibilidad de contar con índices genéticos para producción de grasa y proteína, nos permite tomar mejores decisiones. Es de esperar que las hijas de la vaca 2, produzcan en promedio 6,5 litros de leche menos por lactancia a 305 días, pero éstas producirán con respecto a las hijas de la vaca 1, 0,98 Kg de proteína y 3,3 Kg de grasa más por lactancia a 305 días. Esto concretamente significa que promedialmente las hijas de la vaca 2 producirán \$u 63 adicionales por lactancia a 305 días comparadas con las hijas de la vaca 1. Esta cifra expresa solamente la diferencia económica constatada en una lactancia. Si consideráramos:

- 1) que ambos animales tuvieran cuatro lactancias de 305 días
- 2) que de los cuatro partos, dos (el segundo y el cuarto) produjeran hembras, fruto del apareamiento con padres promedios (valor genético cero expresado como desvío de la media poblacional) para todas las características
- 3) que se considera un costo de U\$S 0,20 (veinte centavos de dólar americano) por muestra de leche analizada y que los análisis se realizan todos los meses para cada una de las lactancias (10 meses/lactancia)
- 4) un horizonte de 10 años
- 5) que calculamos el VAN (valor actual neto) de los flujos considerando una tasa de descuento de 10% en dólares americanos.

La diferencia constatada entre la producción de las dos vaca (y parte de las de sus hijas) asciende a U\$S 78 (setenta y ocho dólares americanos).

Para simular cual sería el efecto de integrar los valores genéticos de grasa y proteína como criterios de selección, se consideraron algunos datos básicos de la población controlada, los cuales se muestran en el Cuadro No. 4.

A los efectos de visualizar las consecuencias los efectos de nuestras decisiones de selección, en el Cuadro No. 5 se presentan las ganancias genéticas a obtener cuando se adoptan distintos criterios de selección.

Cuadro No. 4 Supuestos considerados.

Precio del litro de leche extra	27.43 \$ kg. Proteína + 10.63 \$ kg. Grasa – 0.15 \$ lt. de leche
% de Parición	80%
% de Reposición	30%
Mortalidad en recria / adultos	7 % / 2%
Intervalo Generacional	5,5 años
Selección	Solo en hembras
Heredabilidad Leche	0,29
Heredabilidad Grasa	0,22
Heredabilidad Proteína	0,25
Correlaciones Genéticas	Leche/Proteína = 0,90 Leche/Grasa = 0,80

Cuadro No. 5 Ganancias genéticas para diferentes alternativas de selección.

	Leche	Grasa	Proteína	% Grasa	% Proteína	\$u/año/lact.
Solo Leche	24	0,58	0,64	-0,12	-0,05	20,12
Solo Grasa	19	0,73	0,56	0,05	0,008	20,27
Solo Proteína	23	0,61	0,67	-0,03	0,01	21,66
%Proteína	- 3,57	0,037	0,067	0,09	0,15	2,73
% Grasa	- 8,34	0,124	- 0,074	0,3	0,045	0,45
Indice *	22	0,68	0,66	0,009	0,02	22,24

* Indice que pondera a las características por su valor económico (precio supuesto del litro de leche)

La selección únicamente por leche nos permitiría obtener ganancias de 24 litros de leche por lactancia por año, con ganancias asociadas (dada la correlación genética existente entre ellas) de 580 gr y 640 gr /vaca/lactancia/año para grasa y proteína respectivamente. Sin embargo, esta ganancia en los componentes iría asociada a un aumento mayor en la producción de agua que de sólidos, lo cual se expresa en el descenso observado cuando expresamos los componentes en términos de porcentaje.

Si seleccionáramos solamente por Kg. de grasa, obtendríamos ganancias de 730 gr para producción de grasa, 560 gr para proteína y 19.3 Kg. para leche y obtendríamos un ligero aumento en los porcentajes de grasa y proteína (0,05 % para grasa y 0,008 % para proteína). Situación intermedia ocurriría si se selecciona por proteína, obteniendo la mayor ganancia para esta característica (670 gr).

Si seleccionáramos solamente por porcentaje de proteína obtendríamos el mayor aumento para porcentaje de proteína, 0,15 %, un ligero aumento en el porcentaje de grasa (0,09%), sin embargo la producción de proteína aumentaría solo 67 gr /vaca/año/lactancia. Bajo este mismo supuesto obtendríamos un aumento de 37 gr de grasa/vaca/año/lactancia y un descenso de 3.57 Kg de leche/vaca/año/lactancia.

Desde el punto de vista del precio que el productor recibe por su leche, esta última no parece ser la situación más deseable. Si observamos el valor económico de la mejora obtenida, parece claro que el mejor resultado se obtiene por la aplicación de un índice que pondera a cada valor genético por el valor económico de cada componente. Es de destacar la caída económica importante cuando se utiliza como criterio de selección los porcentajes de grasa y/o proteína, consecuencia del pobre aumento en kilogramos de sólidos producidos.

La utilización de un índice o índices que ponderen acorde al valor de cada componente los valores de cría estimados, optimizará las ganancias a obtener. Dicha situación es la que se observa en el Índice I donde mediante la aplicación de un índice, si bien no se obtienen las máximas ganancias posibles para cada una de las características, se obtienen ganancias muy cercanas al tope, sin desmerecer ni la producción ni los porcentajes de componentes. O sea, se logra el máximo aumento de los componentes con el menor aumento de flúidos, que en términos de ingreso bruto implica aproximadamente un 10 % de incremento con respecto a la selección únicamente por producción de leche.

Estos valores económicos expresados por vaca/lactancia/año, extendidos a la población actual de vacas controladas, implicaría un ingreso extra por año del entorno de U\$S 196.000 (dólares americanos ciento noventa y seis mil), acumulables año a año. Considerando que los supuestos de intensidad de selección asumidos debieran ser superables a través de una adecuada selección de los padres, debe esperarse que los ingresos provenientes por ajustar los criterios de selección superen fácilmente esta cifra.

La disponibilidad de datos que nos permita calcular con precisión los parámetros de heredabilidades, correlaciones genéticas entre las características y finalmente los valores genéticos para los animales por cada una de ellas, es el primer paso que nos permitirá profundizar en el cálculo de índices de selección para maximizar la rentabilidad de nuestros programas de mejora.

4.- CONSIDERACIONES FINALES

El Uruguay cuenta con un proyecto multi-institucional que permite avizorar un desarrollo de los sistemas de registración y evaluación genética que permitan el diseño de planes de selección efectivos y económicamente rentables para el rodeo lechero nacional.

El aumento en el número de vacas controladas que realicen análisis de componentes es totalmente necesario para lograr evaluaciones genéticas para las características de producción de grasa y proteína. Este punto resulta esencial para establecer planes de mejora genética que redunden en mayores beneficios económicos para los productores lecheros y para toda la cadena agroindustrial nacional.

Alcanzado este punto, el estudio de nuevas características de incidencia económica en los sistemas de producción nacional serán necesarios. Para todo esto, el desarrollo de los sistemas de registración nacional, incorporando mejoras en las rutinas de control, así como integrándose a una base de datos nacional, resulta de importancia fundamental.

5.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Animal Improvement Program Laboratory, 2002. <http://aipl.arsusda.gov> Consultado 03/06/02.

Carabaño, M.J., L.D. Van Vleck, G.R. Wiggans and R. Alenda. 1989. Estimation of Genetic Parameters for Milk and Fat Yields of Dairy Cattle in Spain and the United States. *Journal of Dairy Science* 72: 3013-3022.

Falconer, D.S. and T.F.C. Mackay 1996. *Introduction to quantitative genetics*. 4ta Edición. Longman Scientific and Technical. Essex, England.

Keown, J.F. 1992. The National Database(1992). www.ndb/genetics/text2/gf206300.txt Consultado 03/06/02.

Kinghorn, B. 2000. Implementation of New Genetic Technologies. Year 2000 Mendel Lecture, Genetics Society of Malaysia. Malaysia.

Manfredi, E.J., R.W.Everett and S.R. Searle. 1984. Phenotypic and Genetic Statistics of Components of Milk and Two Measures of Somatic Cell Concentration. *Journal of Dairy Science* 67: 2028-2033.

Monardes, H.G. and J.F. Hayes. 1985. Genetic and Phenotypic Relationships Between Lactation Cell Counts and Milk Yield and Composition of Holstein Cows. *Journal of Dairy Science* 68: 1250-1256.

Teepker, Gl. And H.H. Swalve. 1988. Estimation of Genetic Parameters for Milk Production in the First Three Lactations. *Livestock Production Science* 20: 193-202.

Van Vleck, L.D. 1978. Breeding for increased Protein Content in Milk. *Journal of Dairy Science* 61: 815-824.

Calidad de leche: Alimentación y rendimiento de sólidos.

Ing Agr (MSc) Yamandú M. Acosta⁷
Nut. (MSc) Ma Inés Delucchi⁸
Ing Agr (MSc) Juan M. Mieres⁹
Ing Agr (PhD) Alejandro La Manna¹⁰

1. Introducción

El complejo lechero ha sido desde mediados de los '70 uno de los sectores más dinámicos de la agropecuaria nacional. Este crecimiento se ha basado principalmente en la creciente aplicación de un paquete tecnológico basado en la utilización de pasturas pluri anuales, mezcla de gramíneas y leguminosas, en rotación con cultivos anuales en sustitución del campo natural, el aumento de la dotación animal en general y de las vacas en producción en particular, lo que alentó una continuada mejora en la eficiencia del proceso productivo, direccionando una proporción creciente de los recursos de alimentación del predio a categorías más directamente involucradas en la generación de productos transables. En resumen por la aplicación de un esquema de "agricultura forrajera" y una mejora en la estructura del rodeo que la utiliza.

Etapas siguientes de desarrollo, incorporaron cultivos anuales específicos con destino a reservas forrajeras, así como una utilización racional y creciente de los concentrados, como herramientas técnicas para aumentar y mejorar la oferta total de alimentos del predio y de este modo mejorar los indicadores de producción animal en general, así como la productividad técnica y económica de los predios.

A partir de la década de los '80 el país alcanzó la autosuficiencia en lácteos y comenzó un proceso de creciente generación de saldos exportables. Esta nueva situación del país, ahora con un decidido perfil de productor y exportador de lácteos, puso de relevancia la importancia de los temas relacionados a la calidad del producto leche en general, donde el contenido de sólidos de valor comercial en particular muestra una particular relevancia, corroborado por el hecho de que hoy la gran mayoría de las industrias de procesamiento de leche han implementado sistemas de pago del producto que reconocen esta realidad.

En este marco, el presente trabajo muestra resultados en producción de leche y de sólidos de leche en función del manejo de la alimentación, principalmente como respuesta al manejo simultáneo de pasturas bajo pastoreo directo y nivel de suplementación con concentrados, utilizando forrajes conservados como la variable de ajuste de las dietas experimentales bajo evaluación, pretendiendo simular situaciones de alimentación frecuentes de la cuenca lechera tradicional del país.

⁷ Programa Nacional de Lechería, INIA La Estanzuela, E-mail: yacosta@inia.org.uy

⁸ Programa Nacional de Lechería, Laboratorio de Calidad de Leche, INIA La Estanzuela, E-mail: delucci@inia.org.uy

⁹ Programa Nacional de Lechería, Laboratorio de Nutrición Animal, INIA La Estanzuela, E-mail: jmieres@inia.org.uy

¹⁰ Programa Nacional de Lechería, INIA La Estanzuela, E-mail: alamanna@inia.org.uy

2. Antecedentes

Como es conocido, la performance animal desde el punto de vista de los alimentos resulta del producto del consumo, la digestibilidad de esos alimentos y de la eficiencia metabólica de producción de leche. De los tres, en dietas medias, el consumo total de alimentos por parte de la vaca es el factor individual de mayor impacto en producción de leche, con autores que han encontrado que en extensas revisiones de experimentos el 67% de la variación encontrada es atribuible al consumo (Sutton y Morant, 1989).

En condiciones de pastoreo rotativo o en asignaciones temporarias, el consumo de pasturas depende en forma muy importante de la asignación diaria de forraje, definida ésta como la cantidad de pastura disponible por día en relación a la cantidad de animales que pastorea o su inversa, la presión de pastoreo (Leaver, 1982).

La asignación de forraje por animal, en condiciones de disponibilidad no limitante, presenta una relación curvilínea y asintótica con consumo, a partir de aproximadamente 50 a 60 gramos (g) de materia orgánica (MO) por kg de peso vivo (PV), con consumos máximos en el orden de los 25 a 30 g de MO/kg de PV. Niveles superiores de asignación logran solo pequeños incrementos en el consumo a expensas de drásticas reducciones en la utilización del forraje, con marcadas caídas de productividad animal por hectárea (Mott, 1960).

Utilizaciones superiores al 50% del forraje ofrecido por restricciones en la asignación de forraje, resultan en reducciones en el consumo de pasturas debido a la creciente dificultad de los animales para alcanzar la porción basal del tapiz (Hodgson, et al., 1977; Le Du et al., 1979).

La suplementación de animales a pastoreo es una práctica frecuente y difundida en producción lechera y como toda suplementación tiene como propósito central equilibrar el potencial del animal con el potencial de la alimentación, persiguiendo una mejora del desempeño individual, de la capacidad de carga de una pastura dada, de la utilización de los alimentos, o de varios de estos objetivos en simultáneo, así como evitar el sobre y/o sub pastoreo (Lange, 1980; Orcasberro, 1991).

Desde el punto de vista de la composición de la leche, a igualdad de características propias del animal como estado fisiológico y otras características que afectan su predisposición a la producción, la cantidad de leche sintetizada por la glándula mamaria dependerá de la concentración de precursores provistos por el flujo sanguíneo, de la eficiencia de captación de los mismos y de las tasas de síntesis de los componentes principales (Rearte, 1992).

Lactosa y minerales son los componentes osmóticos más activos de la leche por lo que resultan en los principales responsables del volumen producido, y por ello muy estables en su concentración (Oldham y Sutton, 1983).

La grasa es probablemente el componente de mayor variación en concentración en la leche. Para su síntesis los precursores provienen de fuentes dietéticas y de reservas. Los ácidos grasos de cadena corta (<14 Carbonos), son mayoritariamente sintetizados por la glándula mamaria en base a acetato y B-hidroxibutirato de origen dietario, en tanto que los de 18 Carbonos y más derivan directamente del plasma sanguíneo. Los de cadena media (16 carbonos) tienen ambos orígenes (Rearte, 1992).

En cuanto a las proteínas, aproximadamente un 90% de las proteínas lácteas son sintetizadas por la glándula mamaria, a partir de amino ácidos disponibles en el plasma sanguíneo. En su gran mayoría éstas son caseínas, más pequeñas cantidades de proteínas que difunden directamente del plasma de la sangre (Rearte, 1992). Como en rumiantes la disponibilidad de glucosa suele ser limitante, a nivel metabólico se desarrolla una intensa competencia por sustratos glucogénicos,

que frecuentemente resulta en una limitada disponibilidad de amino ácidos en plasma, con reducciones de consideración en el tenor de proteína de la leche (Rearte, 1992).

En resumen las posibilidades de manipulación del contenido de grasa en leche son notoriamente más amplias que las de la proteína láctea, y en general la alta disponibilidad de material fermentecible en rumen tiende a promover mayores tenores de proteína en leche. Estas altas digestibilidades pueden reducir el tenor graso de la leche por vía directa mediante la disminución dietaria de precursores como por vía indirecta por reducción diferencial de la digestibilidad de materiales fuente de precursores de acetato y B-hidroxibutirato (Rearte, 1992).

La lactosa por su parte es sintetizada a partir de glucosa y galactosa en la glándula mamaria y dado que es el principal componente osmóticamente activo de la leche, su concentración es muy difícil de cambiar y en general se registran cambios de concentración por períodos limitados cuando se incurre en consumos de energía extremadamente bajos (Sutton, 1989).

3. Materiales y procedimientos experimentales

El presente trabajo se ejecutó en La Unidad de Lechería de INIA La Estanzuela entre el 4 de julio y el 12 de setiembre de 1994, donde la información colectada durante los últimos 56 días se utilizó como información experimental propiamente dicha.

En el trabajo se utilizaron 54 vacas Holando del rodeo general de la Unidad, cuyas características promedio al inicio del experimento eran:

- Producción de leche (l/v/d):	20,1 ± 3,3
- Tenor Graso de la Leche (%):	3,62 ± 0,31
- Tenor Proteico de la Leche (%)	3,10 ± 0,17
- Tenor de Lactosa de la Leche (%)	4,88 ± 0,18
- Tenor de Sólidos Desgrasados (%)	8,68 ± 0,26
- Tenor de Sólidos Totales (%)	12,30 ± 0,47
- Días Pos Parto (días)	98,5 ± 49,0
- Peso de los Animales (kg)	513 ± 56
- Lactancias (número)	3,6 ± 1,6
- Condición Corporal (Puntos 0 - 5)	2,30 ± 0,07

Los tratamientos resultaron de un arreglo factorial con tres niveles de oferta de pasturas por animal y por día (8, 14 y 20 kg de Materia Seca de pasturas/animal/día) y tres niveles de suplementación con concentrados (0, 3 y 6 kg/vaca/día en base fresca o como tal).

Este arreglo permite evaluar 9 tratamientos, a los que se asignaron 6 vacas. Con las vacas se arreglaron en bloques según nivel de producción de leche promedio previo al inicio del experimento, fecha de parto, número de lactancias y peso, en ese orden de prioridad y luego los individuos pertenecientes a cada bloque fueron asignados al azar a alguno de los 9 tratamientos de alimentación a evaluar. Las variables de composición de la leche fueron ajustadas por covarianza, utilizando como covariable la información obtenida en las dos semanas previas a la aplicación de las dietas experimentales.

El diseño experimental aplicado fue un factorial completo con bloques al azar, con tres niveles para el efecto oferta diaria de pasturas y tres niveles para el efecto nivel de suplementación con concentrados.

Este diseño con utilización de medias estructuradas permitió estimar funciones de respuesta para variables independientes de producción animal a los efectos de alimentación evaluados.

Durante el experimento los animales fueron ordeñados dos veces al día, a las 5 y a las 16 horas. El concentrado era ofrecido cada día en dos mitades iguales en cada uno de los ordeñes, en comederos individuales dentro de la sala de ordeño, y el mismo era pesado y acondicionado para el suministro en bolsas individuales de polietileno.

Luego del ordeño matutino y hasta una hora previo al ordeño vespertino, los animales eran separados en grupos según asignación forrajera, y las 18 vacas de cada nivel de oferta de forraje eran conducidas y pastoreadas juntas. En cada semana se ofrecían 2 franjas de pastoreo, que duraban 3 y 4 días cada una, las que eran limitadas por alambre electrificado delantero y trasero. Durante el pastoreo las vacas no disponían de agua de bebida en la faja, accediendo al agua libremente antes y luego de cada pastoreo.

Luego del ordeño vespertino los animales eran divididos en 9 grupos de 6 vacas (tratamientos de pastura x concentrado) y conducidos a corrales temporarios de alambre electrificado de 20 m² por vaca, donde permanecían hasta el ordeño matutino siguiente. En este corral temporario se les suministraba ensilaje de maíz a voluntad, agua y sales minerales.

Las determinaciones sobre las pasturas consistieron en un muestreo semanal de disponibilidad previa al pastoreo (forraje ofrecido), para lo que se cortaron 10 muestras de pasturas, cortadas al ras del suelo, con tijera de mano, utilizando cuadros de metal de 0,5 x 0,2 metros. Luego del pastoreo y sobre la faja de 3 días de duración de pastoreo se tomaban otras 10 muestras (forraje remanente) de pasturas según el mismo procedimiento.

En ambas muestras (ofrecido y remanente) 3 de las 10 muestras eran utilizadas para la determinación de componentes botánicos mayores (leguminosas, gramíneas, malezas y restos secos) y la totalidad de las muestras, las 7 muestras completas más las 3 muestras separadas en fracciones botánicas eran secadas en estufa de aire forzado a 60° C hasta peso constante, para la determinación de contenido de materia seca (MS).

Esta información permitió estimar materia seca total desaparecida, así como fracciones botánicas desaparecidas.

Las 20 muestras totales de cada semana de experimento (10 de forraje ofrecido y 10 de forraje remanente pos pastoreo) fueron molidas a malla 1 mm, con un molino para forraje, y remitidas al Laboratorio de Forrajes y Concentrados de INIA La Estanzuela como 1 muestra compuesta de forraje ofrecido y 1 muestra compuesta del forraje remanente pos pastoreo, para la determinación de materia seca absoluta (MS), (A.O.A.C., 1984), proteína cruda (PC) según A.O.A.C. 1984, fibra insoluble en detergente neutro (FDN) según Goering y Van Soest (1970), fibra insoluble en detergente ácido (FDA) según Goering y Van Soest (1970), digestibilidad "in vitro" de la materia orgánica según Tilley y Terry (1963) y cenizas totales (C) según A.O.A.C. 1984. También se determinó el contenido de extracto etéreo (EE) de las muestras según el método de Silva (1981), en el Laboratorio Tecnológico de INIA La Estanzuela. El contenido de carbohidratos no estructurales (CNE) se estimó por diferencia, según la fórmula: $CNE=100-(FDN+PC+EE+C)$. Para las estimaciones de disponibilidad de energía neta para lactación (ENL) se utilizó la información resumida en la Serie Técnica N° 5 de INIA de 1991.

Semanalmente y durante 3 días consecutivos, se ofrecía ensilaje de maíz el cual era pesado y ofrecido en comederos de metal luego del ordeño vespertino, a cada uno de los 9 grupos de 6 vacas correspondientes a los tratamientos de pastura x concentrado. Cada tarde, antes de pesar la nueva oferta de ensilaje, se pesaba y muestreaba el ensilaje remanente de la noche anterior. Esto

permitió obtener información sobre "ensilaje desaparecido" por tratamiento, así como información sobre valor nutritivo de ensilaje ofrecido y remanente, según la metodología descripta.

En el concentrado, se ofreció individualmente pesado para cada vaca en cada ordeño cada día de las 10 semanas de experimento, en ambos ordeños de los días miércoles, se pesaba el concentrado remanente en cada comedero individual, con la finalidad de estimar el "concentrado desaparecido" por cada vaca. Muestras semanales del concentrado fueron enviadas al Laboratorio de Forrajes y Concentrados de INIA para las estimaciones ya descriptas.

Toda esta información permitió una razonable caracterización cuantitativa y nutricional de las dietas experimentales evaluadas.

En los 7 días previos a la aplicación de las dietas experimentales y para cada ordeño se registraron las producciones individuales de los animales (volumen), y en cada ordeño y para cada animal se obtuvo una alícuota de leche, equivalente a 3 ml por cada litro (l) producido en el ordeño, con lo que se creó una muestra individual compuesta, que se remitió al Laboratorio de Calidad de Leche de INIA, para la determinación de proteínas lácteas, grasa, lactosa, sólidos no grasos (extracto seco desgrasado) y sólidos totales en cada muestra, utilizando técnicas de refractancia de infrarrojo cercano, mediante la utilización de un equipo Milko-Scan modelo 104 A/B de Foss Electric de Dinamarca.

En esta semana pre experimental se pesaron todas las vacas en forma individual 2 días consecutivos y se determinó la condición corporal (CC) por apreciación visual, según el método propuesto por García Paloma (1990).

Durante el período experimental, las vacas fueron individualmente controladas por producción de leche (volumen) durante los 70 días del experimento. Entre lunes y viernes inclusive de cada semana, se acumuló una muestra de leche individual según la metodología descripta para la semana pre experimental, la que fue remitida al Laboratorio de Calidad de Leche de INIA para la misma determinación de componentes ya descripta.

Todos los miércoles durante el período experimental las vacas fueron individualmente pesadas y su condición corporal determinada por apreciación visual según la metodología ya descripta.

4. Resultados

A continuación se presentan en forma tabulada y gráfica los resultados más relevantes obtenidos, en términos de utilización de alimentos, producción de leche, rendimiento de sólidos lácteos y contenido de componentes sólidos específicos.

a. Dietas experimentales

Este apartado presenta en forma resumida las principales características cuantitativas y nutricionales de las dietas experimentales bajo evaluación, con el propósito de servir de información de referencia a la hora de inferir conclusiones sobre producción de leche y rendimiento de sólidos.

El Cuadro 1 presenta los resultados de valor nutritivo promedio de los alimentos ofrecidos durante el período experimental.

Típicamente nuestras pasturas son buenas en nitrógeno total (PC) para lactancias como las del país, pero limitantes en disponibilidad de energía (ENI) y especialmente en materia orgánica rápidamente fermentecible (CNE). Por otro lado los ensilajes de gramíneas anuales como maíz son una razonable fuente de energía con escaso aporte de nitrógeno (PC) y minerales (Cenizas) y una mayor proporción de la energía disponible en la forma de compuestos rápidamente fermen

tecibles (CNE). Los concentrados suelen ser alimentos más plásticos y que responden fácilmente a los criterios de formulación planteados, aportando los macro nutrientes en la cantidad y balance previstos.

Cuadro 1. Valor nutritivo promedio del forraje verde, el ensilaje de maíz y del concentrado ofrecidos durante el período experimental (PC, DMO, FDA, FDN, EE, C, y CNE como % de la MS).

Estimadores	Pasturas	Ensilaje de Maíz	Concentrado
MS %	20,0	25,0	84,5
PC %	17,6	7,3	21,8
DMO %	67,7	67,7	88,6
FDA %	35,7	34,1	11,5
FDN %	52,6	59,4	36,7
EE %	3,3	5,7	2,3
C %	11,4	5,8	5,3
CNE %	15,2	21,8	34,0
ENI (Mcal/kg MS)	1,40	1,37	1,74

El Cuadro 2 presenta el valor nutritivo de la pastura "*desaparecida*" como indicador del valor nutritivo de la pastura efectivamente consumida por los animales. Las diferencias en valor nutritivo entre material ofrecido y remanente en el ensilaje de maíz y en el concentrado resultaron nulas, por lo que el valor nutritivo del ofrecido será el utilizado para estos materiales para la caracterización de las dietas experimentales.

El Cuadro 2 es claro en cuanto al concepto de que la pastura no es un alimento de valor nutritivo fijo y conocido, sino que el valor nutritivo aportado por la pastura interacciona fuertemente con el manejo aplicado.

El Cuadro 3 presenta el consumo medio estimado de MS total y por alimento y la composición media más probable de las dietas experimentales bajo evaluación.

Cuadro 2. Valor nutritivo de la pastura "*desaparecida*" en cada una de las asignaciones experimentales de forraje.

Estimadores	Asignación Experimental de Pasturas (kg MS/vaca/día)			EEM ¹	Pr.>F
	8	14	20		
Utilización %	65,8 a	50,0 b	37,4 c	6,59	0,01
Desaparecido Promedio kg MS/v/d	5,13 b	6,84 a	7,30 a	1,04	0,01
MS %	17,0 a	15,8 a	14,9 a	4,68	ns
PC %	20,0 b	21,7 ab	23,2 a	2,79	0,01
DMO %	72,4 c	76,0 b	80,2 a	4,59	0,05
FDA %	32,9 a	29,4 ab	28,3 b	4,51	0,01
FDN %	46,3 a	44,7 a	37,3 b	7,81	0,01
EE %	4,0 c	4,7 b	5,4 a	0,52	0,01
C %	10,3	9,7	10,2	2,21	ns
CNE %	37,9 b	39,4 b	45,6 a	8,27	0,05
ENI (Mcal/kg MS)	1,48 b	1,58 a	1,61 a	0,12	0,01

¹ EEM=Error Estándar de la Media

Los manejos más intensos aumentan la utilización (proporción cosechada del forraje disponible), pero pueden reducir el forraje cosechado por animal en valor absoluto (asignación de pasturas 8). También la concentración de macro nutrientes y de algunos grupos químicos de interés nutricional muestra una alta dependencia del manejo.

Cuadro 3. Consumo medio estimado (kg MS/v/d) de las distintas dietas experimentales, total y de las fracciones pastura, ensilaje y concentrado, y composición proximal media más probable de las mismas.

Asignación de Pasturas (kg/v/d)	8	8	8	14	14	14	20	20	20
Nivel de Concentrado (kg/v/d)	0	3	6	0	3	6	0	3	6
Dietas Experimentales									
Consumo Total de MS (kg/v/d)	15,16	16,19	18,31	15,93	16,24	16,06	16,09	16,43	16,47
CMS/PV (%)	3,00	3,23	3,27	3,14	3,18	3,28	3,35	3,08	3,13
Consumo de Pasturas (kg MS/v/d)¹									
Consumo de Pasturas (kg MS/v/d) ¹	7,16	4,79	4,01	7,63	5,04	3,46	7,69	6,03	2,97
Consumo de Ensilaje (kg MS/v/d)	8,00	8,90	9,40	8,30	8,80	7,70	8,40	7,90	8,50
Consumo de Concentrado (kg MS/v/d)	0,00	2,50	4,90	0,00	2,40	4,90	0,00	2,50	5,00
Composición Media Más Probable									
MS %	21,2	31,8	39,2	21,2	31,3	41,4	21,2	31,1	41,6
PC %	13,3	13,3	14,0	13,4	13,4	14,5	13,4	14,2	14,0
DMO %	69,9	72,3	74,3	70,0	72,2	75,1	69,9	72,6	74,9
FDA %	33,5	30,3	27,8	33,5	30,4	26,9	33,5	30,2	27,0
FDN %	53,2	52,0	50,5	53,1	52,0	49,7	53,1	51,1	50,1
EE %	4,9	4,7	4,4	4,9	4,7	4,3	4,9	4,6	4,4
C %	7,9	7,1	6,7	8,0	7,1	6,6	8,0	7,4	6,5
CNE %	29,4	28,4	28,6	29,5	28,6	29,0	29,5	29,6	28,4
ENI (Mcal/kg MS)	1,42	1,46	1,49	1,47	1,49	1,53	1,48	1,51	1,53

¹ Estimado utilizando coeficientes técnicos NRC 2001.

Ofertas de forraje más generosas permiten que operen mecanismos de selectividad que tienden a seleccionar un material con mayor contenido de PC, de mayor digestibilidad (DMO), menos fibroso (FDN y FDA) y de mayor contenido energético (ENI).

A partir de la información del Cuadro 3, resultan evidentes los efectos compensatorios entre concentrado y pasturas, particularmente en consumo de materia seca y tenor proteico de las dietas resultantes. También es de consideración la "herencia" del concentrado en el tenor de MS de las distintas dietas, así como en su concentración energética.

Es notorio que situaciones de alta restricción en la oferta de pasturas, los componentes de la dieta tienden a tener un comportamiento predominantemente "aditivo", haciendo que el mayor consumo de concentrado aumente el consumo de ensilaje. En condiciones de restricción normal o muy baja de la oferta de pasturas por animal, comienzan a operar mecanismos de "sustitución" entre componentes mayores de las dietas, que afectan tanto el consumo total de alimentos como la composición proximal y el valor nutritivo final. Así por ejemplo en las asignaciones forrajeras 8 y 14 el concentrado mejora el tenor proteico total de las dietas. En la asignación 20, la tasa de sustitución por un lado y la selectividad del consumo de forraje por el otro hacen que el efecto

sustitutivo de concentrado por forraje termine deprimiendo en contenido de proteína cruda de la dieta total.

La densidad calórica de los distintos alimentos es tan diferente que aún con tasas de sustitución elevadas el efecto de la adición del concentrado resulta en un aumento de la misma en las dietas completas.

b. Rendimiento de leche y componentes sólidos mayores

El Cuadro 4 resume los resultados del presente experimento en términos de rendimiento medio de leche y componentes sólidos de leche al manejo de la alimentación propuesto.

Cuadro 4. Rendimiento medio diario de leche, leche corregida a 4% de contenido graso, contenido de grasa, proteínas y lactosa, y rendimiento medio diario de sólidos de las dietas experimentales evaluadas.

Asignación de Pasturas (kg/v/d)	8	8	8	14	14	14	20	20	20		
Nivel de Concentrado (kg/v/d)	0	3	6	0	3	6	0	3	6	EEM	Pr.>F
Rendimiento Diario de Leche											
Leche (l/v/d)	15,4 e	18,6 bcd	20,8 a	17,8 d	20,3 abc	19,5 abcd	18,4 cd	20,0 abc	20,5 ab	1,744	0,01
Leche Corregida al 4% de Grasa	14,2 c	17,8 ab	19,6 a	16,9 b	18,8 ab	17,5 ab	17,9 ab	18,9 ab	19,3 a	1,869	0,01
Contenido de Sólidos											
Grasa (%)	3,51 bc	3,71 ab	3,58 ab	3,65 ab	3,49 bc	3,30 c	3,83 a	3,63 ab	3,57 b	0,213	0,01
Proteínas (%)	3,12 abc	3,20 abc	3,18 abc	3,05 c	3,08 bc	3,19 abc	3,14 abc	3,25 a	3,21 ab	0,137	0,01
Lactosa (%)	4,75 c	4,95 a	4,97 a	4,96 a	4,85 abc	4,80 bc	4,85 abc	4,91 ab	4,90 ab	0,125	0,05
Sólidos No Grasos (%)	8,57	8,85	8,86	8,71	8,63	8,69	8,70	8,86	8,81	0,207	Ns
Sólidos Totales (%)	12,08 bc	12,56 a	12,43 ab	12,37 ab	12,12 bc	11,98 c	12,52 a	12,49 a	12,38 ab	0,320	0,02
Rendimiento de Sólidos Mayores											
Grasa (kg/v/d)	0,540 c	0,689 ab	0,749 a	0,652 b	0,710 ab	0,644 b	0,704 ab	0,725 ab	0,737 ab	0,082	0,01
Proteínas (kg/v/d)	0,477 e	0,591 bcd	0,662 a	0,544 d	0,624 abc	0,621 abc	0,580 cd	0,646 ab	0,661 a	0,049	0,01
Lactosa (kg/v/d)	0,733 d	0,919 bc	1,038 a	0,885 c	0,985 abc	0,936 abc	0,895 c	0,980 abc	1,008 ab	0,089	0,01
Sólidos No Grasos (kg/v/d)	1,318 d	1,641 bc	1,845 a	1,554 c	1,751 ab	1,694 abc	1,604 bc	1,765 ab	1,812 a	0,146	0,01
Sólidos Totales (kg/v/d)	1,858 d	2,330 bc	2,594 a	2,206 c	2,462 abc	2,338 abc	2,308 bc	2,490 ab	2,549 ab	0,221	0,01

El Cuadro 5 presenta las regresiones polinomiales obtenidas en este trabajo, que explican de forma más visible las relaciones encontradas entre variables.

Con la excepción de sólidos no grasos, se registró una interacción significativa entre los efectos *mayores asignación de pasturas* y *nivel de suplementación con concentrados*, indicando en general una importante respuesta productiva a ambas variables de alimentación, a la vez que un comportamiento diferencial del concentrado cuando éste es utilizado en condiciones de pasturas muy limitante (las mayores respuestas unitarias) o en condiciones de buena oferta forrajera por animal.

Es notorio lo ya comentado. Para la asignación de forraje más restringida, el concentrado muestra un comportamiento casi exclusivamente "adicional", promoviendo producción de leche según un modelo lineal, a razón de 0,911 l/kg de concentrado suministrado. Para el caso de la

asignación intermedia (asignación de pasturas 14 kg MS/v/d) el comportamiento de la respuesta al uso de concentrados presenta una eficiencia de uso decreciente, con un máximo fuera del rango evaluado, situado en los 7,5 kg/v/d. Para la asignación más generosa esa pérdida de eficiencia es más notoria y el máximo de respuesta se sitúa en un nivel de suplementación que se ubica en los 4 kg/v/d.

Nuevamente, la asignación de pasturas más restringida muestra una respuesta casi lineal en rendimiento de proteínas lácteas, incluso llama la atención que en el nivel 6 kg/v/d de concentrados el rendimiento diario de proteína láctea es similar al de las otras asignaciones. Por otra parte, en las asignaciones media y alta los rendimientos muestran respuesta decreciente al nivel de concentrado, debido tanto al efecto de sustitución de materia seca total como a la composición final de las dietas experimentales resultantes.

Cuadro 5. Funciones de respuesta a la suplementación con concentrado según asignación de pasturas.

Variable Independiente	$\$_0$	$\$_1$	$\$_2$	r^2	EER ¹
Asignación 8 kg/v/d					
Leche (l/v/d)	15,38	0,911	---	0,864	1,488
Leche Corregida a 4% (l/v/d)	14,25	0,887	---	0,836	1,611
Grasa (kg/v/d)	0,540	0,065	-0,005	0,802	0,071
Proteínas (kg/v/d)	0,477	0,045	-0,002	0,812	0,050
Lactosa (kg/v/d)	0,733	0,074	---	0,876	0,073
Sólidos No Grasos (kg/v/d)	1,318	0,088	---	0,865	0,129
Sólidos Totales (kg/v/d)	1,858	0,123	---	0,855	0,192
Asignación 14 kg/v/d					
Leche (l/v/d)	17,80	1,400	-0,186	0,729	2,078
Leche Corregida a 4% (l/v/d)	16,90	1,163	-0,178	0,721	2,005
Grasa (kg/v/d)	0,653	0,041	-0,007	0,700	0,082
Proteínas (kg/v/d)	0,544	0,041	-0,005	0,715	0,065
Lactosa (kg/v/d)	0,855	0,058	-0,008	0,719	0,104
Sólidos No Grasos (kg/v/d)	1,554	0,108	-0,014	0,726	0,180
Sólidos Totales (kg/v/d)	2,206	0,148	-0,021	0,725	0,256
Asignación 20 kg/v/d					
Leche (l/v/d)	18,45	0,665	-0,053	0,772	1,313
Leche Corregida a 4% (l/v/d)	18,03	0,221	---	0,614	1,667
Grasa (kg/v/d)	---	---	---	0,481	0,080
Proteínas (kg/v/d)	0,580	0,030	-0,003	0,741	0,047
Lactosa (kg/v/d)	0,895	0,038	---	0,802	0,062
Sólidos No Grasos (kg/v/d)	1,604	0,035	---	0,796	0,112
Sólidos Totales (kg/v/d)	2,308	0,040	---	0,723	0,183

¹ EER=Error Estándar de la Regresión.

La Figura 1 muestra en forma gráfica la respuesta en leche (l/v/d) a la suplementación con concentrado para cada una de las tres asignaciones de forraje evaluadas.

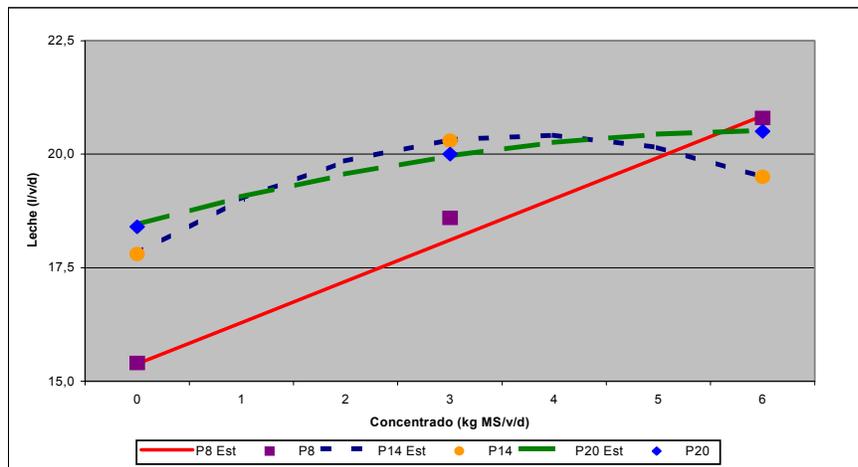


Figura 1. Respuesta en producción de leche (l/v/d) a la suplementación con concentrado en las asignaciones de forraje evaluadas.

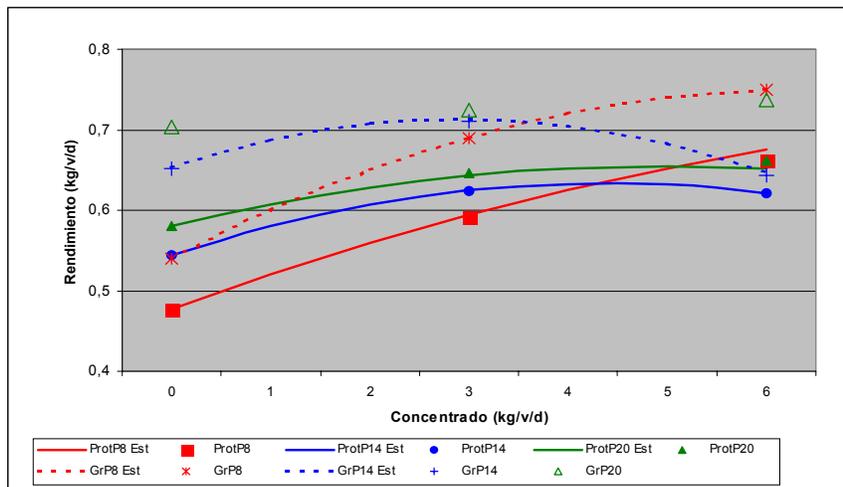


Figura 2. Respuesta en proteínas y grasa lácteas a la suplementación con concentrados, según asignación de forraje.

5. Consideraciones Generales

Las diferentes asignaciones de forraje y los niveles de suplementación planteados modificaron tanto el consumo total de materia seca promedio de los tratamientos, como el valor nutritivo de las dietas resultantes.

El consumo de ensilaje fue fuertemente afectado por la asignación de forraje y por el nivel de suplementación con concentrado. Si bien en la asignación de forraje más limitante el concentrado promueve el consumo de ensilaje, esto no es así con asignaciones más aliviadas. En el nivel de suplementación 0 el consumo de ensilaje se mantiene relativamente constante a cambios en la asignación de pasturas, en tanto que en el nivel de suplementación 6 kg/v/d se registró sustitución de ensilaje por pastura.

Las dietas aplicadas modificaron en forma muy importante el nivel de producción de leche, mostrando fuerte interacción entre asignación de pasturas y nivel de suplementación con concentrado.

Los componentes sólidos de leche mostraron un marcado efecto de las dietas aplicadas, mostrando también fuerte interacción de los efectos mayores evaluados. En las dos asignaciones de forraje más aliviadas el tenor graso de la leche muestra disminución coincidiendo con la mayor ingesta de materiales más rápidamente fermentecibles. En general el tenor proteico de la leche resultó promovido por la suplementación con concentrado, no siendo claro el efecto de la variable asignación forrajera sobre ésta variable.

El rendimiento diario de componentes de la leche también resultó afectado por las variables bajo estudio, mostrando también una fuerte interacción de los efectos mayores. En términos generales la interacción muestra que la reducción en respuesta a una variable puede ser compensada por incrementos de respuesta al otro componente variable de la dieta.

6. Bibliografía

- Acosta, Y. 1991. II. Estimadores del valor nutritivo para producción de leche. In Guía para la alimentación de rumiantes. Uruguay. INIA Serie Técnica N° 5, pp. 33-44.
- A.O.A.C. 1984. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists, 14th ed. Published by the Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. 1102 p.
- García Paloma, J.A. 1990. El método de la condición corporal en vacuno lechero: propuesta de una metodología unificadora. Investigaciones Agrarias: Producción y sanidad animal. 5: 121-130.
- Goering, H.K. And Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). A.R.S. U.S. Department of Agriculture. Handbook N° 379, Superintendent of documents, U.S. Government Printing Office, Washington D.C. 20402.
- Hodgson, J., Rodriguez Capriles, M.J., and Forlon, P. 1977. The influence of sward characteristics on the herbage intake of grazing calves. Journal of Agricultural Science 89: 743-750.
- Lange, A. 1980. Suplementación de pasturas para producción de carne. 2^a ed. Comisión Técnica InterCREA de Producción de Carne. 74 p.

- Le Du, Y.L.P., Combellas, J., Hogdson, J., and Baker, R.D. 1979. Herbage intake and milk production by grazing dairy cow. 2. The effect of level of winter feeding and daily herbage allowance. *Grass and Forage Science* 34: 249-260.
- Leaver, J.D. 1982. Utilización de pasturas por la vaca lechera. In Swan, H. Y Broster, W.H. eds. *Principios para la producción ganadera*. Buenos Aires, Argentina. Hemisferio Sur. pp. 301-315.
- Mott, G.O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In *International Grassland Congress, 8th, Reading. Proceedings*. Reading, U.K. pp 606-611.
- National Research Council. 1989. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 6th ed. Washington, D.C. National Academy Press. 157 p.
- National Research Council. 1985. *Ruminant nitrogen usage*. National Academy Press. Washington, D.C. National Academy Press. 138 p.
- National Research Council. 2001. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th ed. Washington, D.C. National Academy Press. 381 p.
- Oldham, J.D. y Sutton, J.D. 1983. Composición de la leche y la vaca de alta producción. In Broster, W.H. y Swan, H. 1^a ed. *Estrategias de alimentación para vacas lecheras de alta producción*. México. AGT. Pp 84-108.
- Orcasberro, R. 1991. Suplementación y performance de ovinos y vacunos alimentados con forraje. In *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva*. Uruguay. INIA Serie Técnica N° 13. Pp 225-232.
- Rearte, D.H. 1992. Alimentación y composición de la leche en los sistemas pastoriles. Balcarce, Argentina, Centro Regional Buenos Aires Sur (CERBAS). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA. 94 p.
- Silva, D.S. 1981. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa, UFV, Minas Gerais, Brasil. Impr. Univ. 166 p.
- Sutton, J.D. and Morant, S.V. 1989. A review of the potential of nutrition to modify milk fat and protein. *Livestock Production Science* 23: 219-237.
- Tilley J.M.A. and Terry, R.A. 1963. A two stage technique for the "in vitro" digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18:104-111.

PROBLEMAS DE CALIDAD DE LECHE ASOCIADOS A LA ALIMENTACIÓN

Luis Barros, DVM, MsV, PhD

Departamento de Patología y Clínica de Rumiantes
Facultad de Veterinaria, Universidad de la República
Lasplacas 1550, CP 11600, Montevideo, Uruguay
E-mail: luisb@adinet.com.uy

Estabilidad de la leche

Introducción

La calidad de la leche de vaca como producto está condicionada a una serie de factores de variación que influyen en su composición. La prueba del alcohol, que consiste en la mezcla de partes iguales de alcohol 70° y leche cruda entera, es una de las pruebas a que se somete la leche una vez ordeñada y es la que determina la aceptación o el rechazo de la leche por parte de la planta industrializadora en el momento de recibirla, siendo utilizada para medir la estabilidad física de la leche.

La alteración en la estabilidad de la leche a la prueba del alcohol se conoce desde hace mucho tiempo, en Holanda ya había sido denominada como un síndrome de alteración de la leche (Utrecht abnormality of milk) desde los años 1930. Otra denominación más actual de esta alteración es: síndrome de leche anormal (SILA) propuesto por Ponce en 1996 (In: Ponce, 2001).

La inestabilidad a la prueba fue descrita en el Uruguay en 1938 por Echenique y Rossi Lema . En los últimos años continúa presentándose ese trastorno en la leche remitida por tambos de diferentes zonas del país, observándose con una relativa alta frecuencia .

Inicialmente el test del alcohol fue utilizado por la industria como una medida del pH natural de la leche, debido a que existe una relación entre ambos: la acidez produce la pérdida de la estabilidad y la floculación de las proteínas . La prueba del alcohol ha sido usado también tradicionalmente para clasificar las leches de quesería, es decir para determinar su aptitud a la coagulación por la presión. Esta prueba es empleada también para medir indirectamente la estabilidad de la leche al tratamiento térmico y al pH, ya que hay un paralelismo en el comportamiento de la estabilidad a las tres pruebas.

Existe una relación inversamente proporcional entre la estabilidad de las proteínas y el tenor natural en calcio iónico de la leche . El test al alcohol es sensible a la variación del calcio iónico por provocar una disminución de la solubilidad de ese mineral .

Buscando asociaciones empíricas de causalidad se ha observado que existiría una cierta influencia de la época del año, siendo la alteración aparentemente más frecuente en los meses de otoño, teniendo también una relación con períodos de sequía, según datos que figuran en los registros de remisión leche a las plantas industrializadoras .

Por otra parte se ha relacionado también a variaciones con dietas o pastos ricos en calcio, con deficiencias o desbalances minerales, con cambios bruscos de la dieta, siendo inconstante la respuesta a las suplementaciones minerales .

También se ha vinculado a factores de manejo como el enfriado de la leche, al porcentaje de vacas en fin de lactación y a otras causas variadas. No se han realizado ensayos sistemáticos y las pruebas efectuadas en alguna planta industrializadora no han arrojado resultados concluyentes.

Las inquietudes de los productores por percibir un descuento en el pago de la leche, sin tener claro cuáles son los objetivos perseguidos por la prueba del alcohol, ni cuáles son las soluciones a su problema son claramente comprensibles. En ese plano, deberían replantearse los límites a dicha prueba y establecerse algunos datos de la realidad para avanzar la discusión.

¿Cuáles serían las interrogantes que deberían plantearse en un enfoque sistemático al problema?. ¿La prueba del alcohol es aún una prueba útil en las condiciones tecnológicas actuales?. ¿Cuáles son las variables que influyen en la estabilidad mineral de la leche?. ¿Existen variaciones debidas a los muestreos, a las vacas individuales, al período de lactancia, o también a factores tales como alimentación, la sequía, la época del año y otros?.

El análisis de la composición de la leche es un punto clave en el inicio del estudio de esta problemática. En una primera instancia, deberían considerarse los factores de inestabilidad mineral, que pueden verse reflejados en las variaciones del calcio iónico en la leche, relacionarlos con la determinación de pH y considerar la influencia de otros factores tales como contenido celular y composición.

Para desarrollar éstas preguntas fue necesaria en una primera etapa la validación de una técnica de determinación de calcio iónico en leche, tanto para ser utilizada en condiciones de campo como de laboratorio. En segundo lugar determinar las variaciones de la estabilidad y composición de las proteínas en las condiciones de explotación comercial corrientes del país. Para eso se han fijado como condiciones analizar la leche de tambos control y de casos con problemas. Se ha diseñado un modelo de análisis de establecimiento y de individuos (vacas).

En este trabajo se estudian las variaciones minerales y de las fracciones de proteínas de la leche a nivel de establecimientos (tanque) e individuos (vacas), conjuntamente con las variaciones metabólicas. Se estudian variaciones de parámetros lácteos y sanguíneos en función de la composición de la leche de vacas individuales en relación con la positividad de la prueba del alcohol en leche. En particular se ha propuesto identificar variaciones en la composición proteica de la leche.

Se tienen en cuenta las relaciones con los factores alimentarios, de manejo, sanitarios, industriales y ambientales. Finalmente, el conocimiento de las causas más probables permitirá establecer medidas de corrección y de control de estas alteraciones.

Materiales y Métodos

ESTABLECIMIENTOS

Se están efectuando dos tipos de estudio:

- 1) tambos controles y tambos con reacción positiva al alcohol provenientes de la cuenca lechera, donde se estudia la leche y la sangre de vacas individuales.
- 2) seguimiento de tambo, estudiando las variaciones de vacas individuales. Para el estudio preliminar se analizaron once muestreos de leche y de sangre durante dos años en 15 vacas del tambo del Campo Experimental nº2 (Libertad.) de la Facultad de Veterinaria y en otro comercial con un historial de "cortes al alcohol".

ANIMALES En cada uno de los tambos se utilizan 15 vacas, de raza Holando, adultas. Dichos animales son muestreados en forma seriada. Sus períodos de lactancia son divididos en: recién

paridos, primer tercio (11 a 100 días), segundo tercio (101 a 200) y tercer tercio (más de 201). Se mide la producción láctea individual y promedio.

MUESTRAS Se toman muestras de 100 ml de leche entera de cada vaca individual, provenientes de los cuatro cuartos. Las muestras de leche entera son analizadas en forma inmediata y posteriormente, a estas últimas se les refrigera en heladera a 5°C hasta su análisis. Se acondicionan en recipientes de plástico de aproximadamente 25 ml. De cada una de las muestras se realiza un duplicado, estas últimas muestras son utilizadas para el análisis de la composición. Simultáneamente a la toma de las muestras de leche se practica una prueba al alcohol (alcohol etílico 70°, v.v.) y se efectúa una prueba de California (CMT) a la leche de cada cuarto de la ubre.

MÉTODOS ANALÍTICOS

Para leche:

- 1) Calcio iónico: se efectúan análisis en el tambo, donde de una muestra representativa de la leche de los cuatro cuartos de cada vaca se determina: el calcio iónico -con un electrodo específico (Orion®)-, el pH y la temperatura inmediatamente al ordeño.
- 2) Composición: en el laboratorio mediante método infrarrojo (Fossomatic®) se determina la composición centesimal de leche entera cruda para: grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos, sólidos totales y el punto crioscópico (Laboratorio de Secale, Conaprole).
- 3) Electroforesis: de cada muestra de leche desengrasada se realiza la electroforesis de las proteínas de la leche en geles de poliacrilamida (PAGE) para determinar las diferentes fracciones proteicas mediante un sistema de electroforesis vertical (Bio-Rad®). Para la cuantificación se utiliza un software (GelPro®).

Para sangre:

- 1) Se analizan parámetros metabólicos mediante métodos colorimétricos con espectrofotómetro: proteínas totales, albúmina, globulinas, lípidos totales, calcio, fósforo y magnesio, (reactivos Wiener®) calculándose la relación Ca/P.

Para datos:

- 1) Se confeccionaron planillas y se recolectan los datos individuales de producción láctea, fecha de parto, sanidad y alimentación.

Puesta a punto del Calcio iónico en leche:

1. La calibración del equipo para la medición del calcio iónico mediante el electrodo específico se realizó mediante soluciones estándar preparadas en las siguientes concentraciones, a partir de: 0.1M Ca = 4 g/l Ca; 0.01M Ca = 0.4 g/l Ca y 0.001M Ca = 0.04 g/l Ca. Se prepararon soluciones de trabajo a las que se le agregó una solución de ajuste iónico -ISA (ionic strength adjustor)- de KCl. Para el análisis de calcio en leche de cada muestra se colectó 10 ml y se le agregó 0.2 ml de ISA.
2. Se estudiaron las variaciones
 - 2.1. Se efectuó un estudio sobre la concentración de Ca^{++} en función de la variación del tiempo: se efectuó el análisis de las muestras de leche inmediatamente de extraída, a las 8 horas y a las 24 horas, mantenidas refrigeradas. Los análisis se efectuaron siempre a 20°C.
 - 2.2. Se estudiaron las variaciones de calcio iónico y pH en función de la positividad a la prueba del alcohol.
 - 2.3. Se estudió el efecto del muestreo sobre las variaciones minerales.

- 2.4. Se realizó un estudio sobre la variación de la concentración de Ca^{++} en función tiempo de lactancia (fecha del parto) de las vacas y del tipo de leche (calostral.).

METODOS ESTADÍSTICOS

Los análisis de datos fueron realizados con análisis de varianza (ANVA), regresión simple y test t de Student (t).

Resultados

Calcio ionizado

1. Puesta a punto del Calcio iónico en leche

1.1. Calibración

La curva de calibración presentó una pendiente de 28.1 ± 1.9 , con un coeficiente de variación (CV)= 0.07. Se efectuó un ensayo de repetibilidad de la lectura de una muestra de leche obteniéndose el resultado siguiente: 0.0948 ± 0.001 , (n=11), con un coeficiente de variación de 0.92%.

1.2. Variaciones de pH y Ca iónico en función del tiempo de colección

Se constataron variaciones significativas en la lectura del calcio iónico en función del tiempo de colectada la leche. A las 8 horas se observó un importante incremento del Ca^{++} del orden del 30% en promedio ($t=12.819$, $P<0,001$), manteniéndose relativamente estable a las 24 horas. Los valores obtenidos inmediatamente y a las 8 horas fueron respectivamente: 0.0974 ± 0.0148 y 0.1273 ± 0.0087 g/l. No se observaron variaciones del pH en los mismos períodos. La temperatura de análisis fue de $20 \pm 1^\circ\text{C}$.

1.3. Variaciones en función de la positividad a la prueba del alcohol

Se observaron variaciones significativas ($t=6.7858$, $p<0.001$) de los valores de calcio iónico entre la leche reaccionante positiva y la negativa a la prueba del alcohol. El pH también varió significativamente ($t=-3.71492$, $p<0.01$), correspondiendo los valores más bajos de pH con los mayores en calcio, manteniéndose ambos dentro del rango normal.

2. Resultados de calcio ionizado en relación a la prueba del alcohol

2.1. Se encontraron diferencias significativas en Ca^{++} ($p<0.001$) entre leche positiva y negativa a la prueba del alcohol con valores de 0.118 ± 0.030 y 0.103 ± 0.026 (g/l) ($t= 2.669$, $p<0.004$) respectivamente.

2.2. Las variaciones de Ca^{++} en las muestras positivas no fueron influenciadas por el pH (6.65 ± 0.09) a una temperatura de 20°C .

2.3. Se encontraron diferencias significativas en función del período del año ($p<0.001$) y entre muestreos.

2.4. Variaciones en función del tipo de leche y del tiempo de lactancia en las muestras individuales, aunque la cantidad de datos relevados aún no es suficiente para llegar a una conclusión definitiva, se pudo constatar las tendencias siguientes:

1. Leche calostrales: valores de Ca^{++} más elevados (hasta 10 días posparto) ($p<0,001$).
2. Leche de inicio y final de lactación: valores de Ca^{++} más elevados. Se encontraron valores superiores durante el período calostrado (hasta 10 días posparto), en el primer tercio de la lactancia (11-100 días) y en el último tercio (201 a <300 días) con relación al período del segundo tercio (101 - 200 días), (ANVA, $p<0,01$). FIGURA 1.

Calcio ionizado

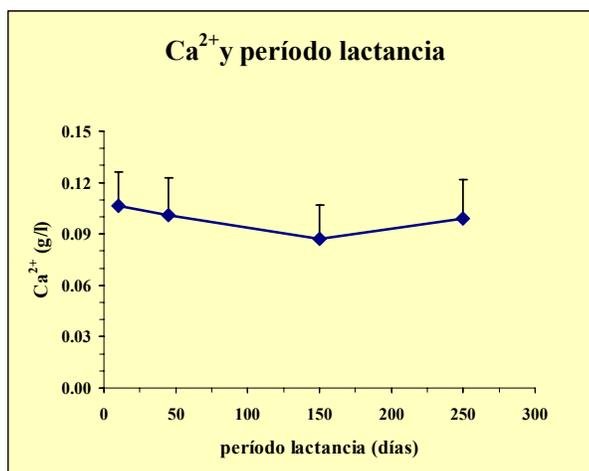


FIGURA 1. Variaciones del calcio ionizado de la leche entera fresca en relación al período de lactancia (divido en: calostro y tercios)

3) Resultados de la composición de la leche en relación a la prueba del alcohol

En el CUADRO 1 se presentan los resultados de las variaciones de la composición centesimal de la leche en función de la positividad a la prueba del alcohol en muestras de vacas individuales.

CUADRO 1. Variaciones de la composición de la leche individual en función de la positividad a la prueba del alcohol.

	Alcohol Negativo (n=146)		Alcohol Positivo (n=70)		test t (p<)
	Promedio	d.s.	Promedio	d.s.	
grasa %	3.40	0.89	3.95	0.96	0.0001
proteínas %	3.23	0.38	3.49	0.64	0.0002
lactosa %	4.84	0.28	4.65	0.28	0.0000
SNG %	8.68	0.47	8.75	0.71	n.s.
ST %	12.16	1.18	13.04	1.76	0.0001
cels/ml	210152	323636	319175	707681	n.s.
crioscopía °C	-0.52	0.01	-0.53	0.02	0.016
bacteria/ml	563079	1196334	119500	141794	n.s.
Ca++ g/l	0.098	0.04	0.117	0.03	0.011
pH	6.59	0.61	6.67	0.14	n.s.

SNG %= sólidos no grasos, ST%= sólidos totales, cels/ml= células somáticas/ml, d.s.= desvío estándar, test t (p<)= test de Student, n.s.= no significativo Barros (2000)

4) Resultados de la composición de las proteínas de la leche en relación a la prueba del alcohol

No se detectó variación, por el método infrarrojo (Fossomatic), en la cantidad de caseínas totales entre ambos grupos (2.34 ± 0.26 %).

Se encontraron algunas variaciones entre las diferentes fracciones de proteínas y caseínas de la leche en la electroforesis, en relación con la positividad a la prueba del alcohol, pero los datos recabados no son suficientes como para aventurar una conclusión definitiva.

5) Resultados de la composición de la sangre en relación a la prueba del alcohol

No se encontraron variaciones significativas en los parámetros sanguíneos estudiados en relación con la prueba del alcohol en leche.

Proteínas

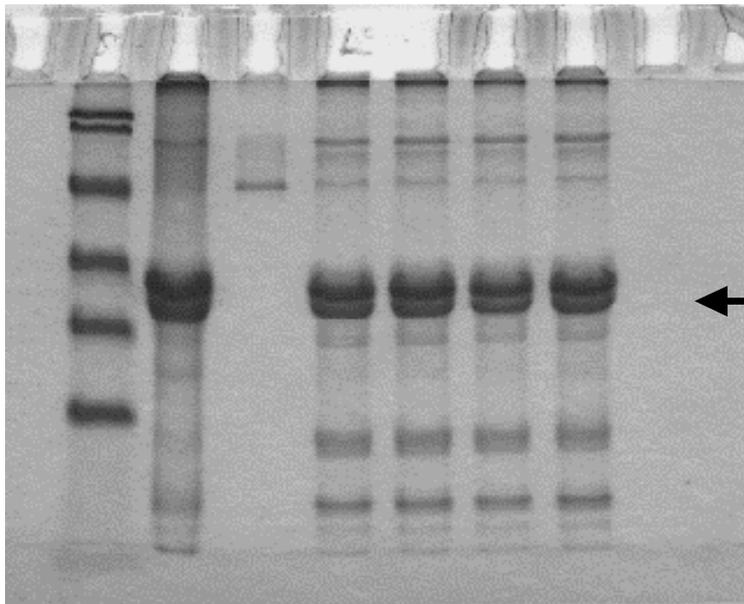
Se describen a continuación la cantidad, la composición y las variaciones de las proteínas de la leche. Analizando las proteínas de la leche por medio de electroforesis, con geles de poliacrilamida (PAGE), se pueden determinar las diferentes fracciones que la componen. Se identifican con facilidad las bandas de las proteínas siguientes: lactoferrina (Lf), albúmina sérica bovina (BSA), inmunoglobulinas séricas de cadena pesada (Ig-h), caseínas (CN) en sus fracciones: alfa S1 (CN- α_{S1}), alfa S2 (CN- α_{S2}), beta (CN- β) y kappa (CN- κ), las beta-lactoglobulinas (LG), las alfa-lactoalbúminas (LA) y algunas fracciones menores. FIGURA 2.

FIGURA 2. Electroforesis de leche cruda desengrasada en soporte de gel de poliacrilamida. La bandas corresponden con: 1. estándar de pesos moleculares, 2. caseína comercial, 3. albúmina sérica bovina, 4, 5, 6 y 7 muestras de leche de vacas individuales.

La cuantificación de las bandas de proteínas mediante un proceso de análisis de imágenes, permite expresar los resultados promediales como un porcentaje sobre el total de proteínas de la corrida electroforética de una muestra de leche mezcla. En el caso del CUADRO 2. las muestras provienen del tanque de 86 establecimientos lecheros y son expresados como promedios de los valores porcentuales obtenidos.

CUADRO 2. Valores porcentuales de las fracciones proteicas.									
	Lf	BSA	Ig-h	α_{S1}	α_{S2}	β	κ	LG	LA
promedio	4.4	3.3	4.0	28.6	7.4	17.2	8.2	9.9	8.1
ds	1.2	1.3	2.5	6.5	5.2	4.6	3.4	4.1	4.6
CV	27	39	62	23	70	27	41	42	57
n	701	630	614	753	154	752	686	652	460

ds=desvío estándar, CV= coeficiente de variación (%), n= número de muestras. (Barros et al., 2001)



Lactoferrina
 Albúmina Sérica Bovina
 Inmunoglobulina-h
 Caseína alfa
 Caseína beta
 Caseína kappa
 Beta lactoalbúmina
 Alfa lactoglobulina

Realizando la cuantificación de las fracciones CN- α_{S1} , CN- α_{S2} , beta y kappa calculadas sobre la base del 100% de las caseínas se obtienen los resultados del CUADRO 3.

CUADRO 3. Valores porcentuales de fracciones de las caseínas				
	α_{S2}	α_{S1}	β	κ
promedio	12.1	46.5	28.0	13.4
n	154	753	752	686

(Barros et al., 2001)

Las variaciones en la concentración y las variantes en sus formas genotípicas de las fracciones de caseínas revisten importancia creciente por el interés en el rendimiento de los subproductos. Por ejemplo, la leche proveniente de vacas Holstein con los alelos B de la CN- α_{S1} , de la CN- β , de la CN- κ y de la β -lactoglobulina producen un 9% más de materia seca de queso que las vacas con la variante A. Por otro lado, la raza también influye en la composición, por ejemplo, la Jersey tiene una frecuencia mayor en la variante B de la CN- κ que la raza Holstein (DePeters, 1992).

Discusión

1. No existían datos nacionales sobre la calibración del equipo para la determinación del calcio ionizado, que se realiza con facilidad, presenta una excelente repetibilidad del 0.92%, y una curva de calibración cuya pendiente muestra un coeficiente de variación de 0.07 %, ambos cálculos indican confiabilidad del equipo a nivel de campo siendo similar los resultados en el laboratorio. Las soluciones estándares deben utilizarse con poco tiempo de diluidas.
2. La variación más importante del punto de vista práctico es que existe un incremento de los valores de calcio iónico en función del tiempo de extraída la muestra, datos que no son encontrados en la literatura para condiciones de trabajo a campo. Este aumento se ha observado principalmente en el análisis de la leche dentro de las 8 hs de extraída. Las lecturas que no sean realizadas inmediatamente deben necesariamente emplear una corrección teórica de los resultados. Por otra parte, no se encontraron variaciones significativas del pH tanto a las 8 horas como a las 24 horas de realizado el análisis, habiéndose conservado la leche en refrigeración (5°C).
3. Se han confirmado los resultados presentados por otros autores en cuanto a la diferencia de los valores de calcio iónico entre los reaccionantes positivos a la prueba del alcohol y los negativos, confirmándose entonces la relación inversa entre estabilidad de las proteínas y el tenor natural en calcio iónico de la leche . El test al alcohol ha sido sensible a las variaciones del calcio iónico como ha sido señalado anteriormente . Los valores de pH acompañaron en forma inversa los valores de Ca^{++} , como era de esperar, aunque es interesante señalar que dichos valores no deben considerarse fuera del rango encontrado en las leches normales. La sola determinación del pH no es predictora del comportamiento de esa leche frente a la prueba del alcohol, en las condiciones de trabajo comercial corrientes.
4. Efectuándose los muestreos una vez al mes, se comprobó una variación significativa del calcio iónico entre los muestreos del mismo tambo en donde no se han producido problemas de “corte de leche”. Estos resultados preliminares deben ser confirmados por períodos más prolongados, pero ya indican una tendencia que debe tenerse en cuenta al momento de interpretar variaciones del mineral que todavía no pueden atribuirse a factores extrínsecos.

5. Se han constatado una variación del Ca^{++} en función de la composición de la leche, relacionada a su vez con el período de lactancia de las vacas. El calostro y las leches calostrales (período hasta 10 días posparto) han presentado valores elevados de Ca^{++} , inferiores de pH, alto recuento de células y positividad a la prueba del alcohol. El factor leche calostrado y leche de lactancia prolongada ha sido importante en la composición de la leche mezcla del establecimiento con antecedentes recientes (la semana previa) de positividad a la prueba del alcohol realizada por la planta receptora de leche. Si los valores de calcio individuales de los animales son graficados en función del tiempo de lactancia no se visualiza claramente el efecto de éste. El análisis de esos mismos datos reunidos en promedios por grupos: calostro y tercios de lactancia, muestran una gráfica con valores más elevados para calostro, primero y último tercio con relación al tercio medio de lactancia. Los datos preliminares son aún insuficientes para hacer un estudio de variación en muestras repetidas para evidenciar la variación intra-animal.
6. La composición centesimal de la leche positiva y negativa a la prueba del alcohol muestra variaciones en diferentes constituyentes de la leche entera cruda de las vacas individuales, ya han sido señaladas algunas variaciones en la composición. Se destaca que la leche parece estar más concentrada con una mayor cantidad de sólidos totales, mayor cantidad de proteínas totales y de grasa. La cantidad centesimal de lactosa es menor y la cantidad de células somáticas no influye sobre esas variaciones.
7. En el estudio centesimal de las caseínas no se detectaron variaciones significativas, aunque se encontraron algunas variaciones entre las diferentes fracciones de proteínas y caseínas de la leche, relacionados con el efecto de la positividad a la prueba del alcohol. Los datos recabados de muestras repetidas para evidenciar la variación intra-animal aún no son suficientes como para aventurar una conclusión definitiva.
8. No se encontraron variaciones significativas de parámetros sanguíneos relacionados con la prueba del alcohol en leche, como ya había sido descrito anteriormente.

Conclusión

El avance la investigación sobre la estabilidad de la leche a la prueba del alcohol muestra algunas variaciones en la composición de vacas individuales.

El calcio iónico está relacionado positivamente con la prueba del alcohol y no está influenciada por el pH natural en las condiciones de explotación corriente.

En los trabajos preliminares se han encontrado variaciones en la composición centesimal de la leche. Las caseínas totales no variaron aunque sí lo hicieron algunas fracciones de las proteínas lácteas.

Hasta el momento no se ha encontrado ninguna variación significativa en la sangre de los animales con relación a la positividad de la prueba del alcohol en leche.

Agradecimientos

Este trabajo está financiado por el Proyecto INIA-LIA 026-Facultad de Veterinaria y por CSIC (Universidad de la República)

Se agradece la colaboración de Conaprole por el trabajo de los profesionales de Secale, al Campo Experimental N°2 de la Facultad de Veterinaria, al Centro Médico Veterinario de Florida, a los profesionales que han aportado los casos, a los productores lecheros que han aportado sus esta

blecimientos y a todos aquellos que han contribuido de una manera u otra para avanzar en nuestro trabajo de investigación.

Referencias

- Barros L (1987) Perfiles metabólicos. Estudio de cinco años de aplicación en el Uruguay. XVI Jornadas Uruguayas Buiatría, Paysandú :E-1.
- Barros L, Denis N, Gonzalez A, Núñez A (1998) Ionic calcium related to alcohol test in milk. 10th International Conference on Production Diseases in Farm Animals, Utrecht, Holanda, P10 :144.
- Barros L, Denis N, González A, Núñez A (1999) Prueba del alcohol en leche y relación con calcio iónico. *Prácticas Veterinarias*, 9 :315.
- Barros L, Denis N, Núñez A, González O, Galain C, De Torres E, González P (2000) Variaciones de la leche y prueba del alcohol. XXI World Buiatrics Congress, Punta del Este, Uruguay :577.
- Barros L, Ceretta M E, González P (2001) Determinación de fracciones proteicas de leche de tambo por electroforesis. 7º Congreso Nacional de Veterinaria, Montevideo, Uruguay.
- Davies D, White J (1958) The relation between the chemical composition of milk and the stability of the caseinate complex. II. Coagulation by ethanol.. *J. Dairy Res.* 25 :256-266.
- De Peters E, Cant J (1992) Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review. *J. Dairy Sci.* 75, 8 :2043-2070.
- Donnelly W, Barry G (1983) Casein compositional studies. III Changes in Irish milk for manufacturing and role of milk proteinase *J. Dairy Res.* 50: 433-441.
- Donnelly W, Horne D (1986) Relationship between ethanol stability of bovine milk and natural variations in milk composition. *J. Dairy Res.* 53, 1 : 23-33.
- Dovat, G. Comunicación personal, 1990.
- Echenique L, Rossi Lema L (1938) La relación calcio-fósforo de la leche y las pasturas. *Bol. Direc. Ganad.; Uruguay*, 12: 4, 367-370.
- Engvall A, (1980) Low milk fat syndrome in Swedish dairy cows. *Acta vet. Scan., Suppl.* 72 :1-124.
- Enjalbert F (1994) Biosynthèse des constituants du lait chez la vache. *Rec. Méd. Vét.* 170, 6/7 :353-358.
- Farrell H, Kumosinski T, Pessen H, Brown E, Byler D (1989) Symposium on the stability of proteins in dairy foods: general stability of casein micelles. *J. Anim. Sci.*, 67: Suppl.1, 159.
- Guillou H, Pelissier J, Grappin R (1976) Méthodes de dosage des protéines du lait de vache. *Le Lait* 66:143-175.
- Hoover W, Miller T (1996) Feeding for maximum rumen function. Mid-South Ruminant Nutrition Conference proceedings, Ed. Eller R. Jordan :33-46.
- Horne D, Muir D, (1990) Alcohol and heat stability of milk protein. *J. Dairy Sci.*, 73: 3613-3626.
- Horne D, Parker T, Donnelly W, Davies D (1986) Factors affecting the ethanol stability of bovine skim milk. VII. Lactational and compositional effects. *J. Dairy Res.* 53, 3, :407-417.
- Horne D, Parker T (1981) Factors affecting the ethanol stability of bovine milk. i. Effect of serum phase components. *J. Dairy Res.*, 48 :273-284.
- Horne D, Parker T (1981) Factors affecting the ethanol stability of bovine milk. ii. The origin of the pH transition. *J. Dairy Res.*, 48: 285-291.
- Horne D, Mur D (1990) Alcohol and heat stability of milk protein. *J. Dairy Sci.*, 73: 3613-3626.

- King J.(1979) The effects of ketosis in dairy cows on body weight, milk yield and milk composition. *Br. Vet J.* 135: 40-43.
- Labarre J (1994) Nutrition et variation du taux de matières grasses du lait de vache. *Rec. Méd. Vét.*, 170, 6/7 :381-389.
- Laemmli U (1970) Cleavage of structural proteins during assembly of the head of bacteriophage T₄. *Nature (Lond.)*, 227: 680.
- Landeira, O (1998) Comunicación personal.
- Mc Lean D, Graham B, Ponzoni R (1984) Effects of milk protein genetic variants on milk yield and composition *J. Dairy Res.* 51: 531-546.
- Palmquist D, Beaulieu A, Barbano D (1993) Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci.* 76: 1753-1771.
- Pierre A (1985) Etude de la stabilité du lait à l'alcool. Solubilité du phosphate et du calcium du lait en présence d'alcool. *Le Lait*, 65: 649/650, 201-212.
- Ponce P, Hernández R (2001) Propriedades físico-químicas do leite e sua associação com transtornos metabólicos e alterações na glândula mamaria. In: *Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras*. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre :61-72.
- Walstra P, Jenness R (1984) *Química y física lactológica*. Ed. Acribia, Zaragoza. 423p.

Alimentación y Urea en Leche: Aspectos Nutricionales, Reproductivos y Ambientales

*Alejandro La Manna¹¹
Yamandú Acosta¹
Juan Mieres¹²
Inés Delucchi¹³*

Introducción

En la medida que los tambos se van intensificando el uso de nuevas herramientas de diagnóstico rápido sobre la marcha del rodeo pasa a ser de suma importancia para mejorar la eficiencia del mismo y de esa forma disponer de la mayor cantidad de información para la toma de decisiones. La posibilidad de tener en corto plazo el resultado de estas herramientas de diagnóstico nos permite realizar correcciones o verificar el rumbo de acuerdo a lo previamente planeado. Entre este tipo de herramientas se encuentra la determinación de urea en leche.

La vaca consume diversos compuestos nitrogenados entre los que estamos más acostumbrados a referirnos es la proteína pero también consume amino ácidos, péptidos, nitratos y nitritos, urea, amonio (NH_4) y compuestos con grupos aminos. Parte de estos compuestos nitrogenados son degradados en el rumen y utilizados por las bacterias del rumen para formar su proteína que luego puede ser aprovechada por la vaca. Sin embargo en nuestras condiciones puede haber excesos o deficiencias de compuestos con nitrógeno en el rumen provocando imbalances en la dieta que pueden ser monitoreados y corregidos utilizando un método no-invasivo como es urea en la leche.

En el siguiente trabajo se resumirá las principales características de urea en leche y sus aspectos teórico prácticos para nuestras condiciones.

Formación de la urea en leche

La proteína que consume la vaca en nuestras condiciones es por lo general proveniente de la pastura y tiene un alto porcentaje (60 a casi un 100%) que es degradable en el rumen dependiendo del tipo de pastura, fertilización, época del año etc. Esta alta tasa de degradabilidad hace que las bacterias del rumen liberen amonio en una alta proporción el cuál es absorbido por el animal si no existe suficiente energía (por ej consumo de granos por el animal) en el rumen para que estas utilicen ese amonio para hacer su propia proteína que luego puede ser aprovechada por el animal (Huntington and Archibeque, 1999; Kennedy and Milligan, 1980).

A la vez la otra fuente de amonio para el animal son los tejidos extrahepáticos como por ejemplo el músculo (Van Der Walt, 1993). El amonio es tóxico para el animal y por lo tanto debe de ser transformado a urea principalmente por el hígado. Esta urea formada en el hígado principalmente pasa a la sangre para ser removida por el riñón como orina o puede ser reciclada al rumen o a otras partes del tracto digestivo. El reciclaje de urea al rumen depende de una serie de

¹¹ Programa Nacional de Lechería, INIA La Estanzuela

¹² Programa Nacional de Lechería, Lab. de Nutrición Animal, INIA La Estanzuela

¹³ Programa Nacional de Lechería Lab. Calidad de Leche, INIA La Estanzuela

factores entre ellos la digestibilidad de la materia orgánica que consume la vaca, la concentración de amonio en el rumen y la concentración de urea en sangre entre otros (Huntington and Archibeque, 1999). Esto hace que la concentración de urea en la sangre este correlacionada con la concentración de amonio en el rumen. A la vez como la urea se difunde con la sangre pasa a la leche habiéndose comprobado que urea en sangre y urea en leche están altamente ligados (Butler et al., 1996). O sea dicho de otra forma la determinación de urea en leche es un buen estimador de la concentración de urea en sangre y estos niveles afectan de diferente formas al animal no solo porque excesos o deficiencias pueden llegar a indicar problemas metabólicos sino porque también indica el status nutricional del animal.

Urea en leche está influenciada por el catabolismo de las proteínas tanto las de la dieta en el rumen como las propias de la vaca en los tejidos, por el consumo de energía y por el consumo de agua del animal principalmente. A la vez existen fluctuaciones en los niveles de urea en leche debido al momento del día. Esto se debe principalmente a que responde al momento en que el ganado estuvo en pastoreo o recibiendo ración. Otros factores que también afectan la concentración de urea en leche son producción de leche de la vaca, edad de la vaca, estado de la lactancia, peso vivo del animal y el sistema de pastoreo. (Gustafsson and Palmquist, 1993; Trevaskis and Fulkerson, 1999). La raza también afecta la concentración de urea en leche, por ejemplo Jersey tiende a tener una mayor concentración de urea en leche (2-3 mg/dL) que las Holando (Young, 2001).

Concentración de Urea en leche como indicador del estado nutricional de la vaca en ordeño

La concentración de urea en leche es usada como un indicador de corto plazo de que tan bien balanceada está la ración entre energía y proteína. Esto muchas veces puede servirnos como un indicador de la eficiencia con que estamos usando los alimentos,. A la vez nos sirve para saber como estamos cubriendo los requerimientos de la vaca y que tan preciso está estructurada la dieta, aunque la decisión final siempre va a ser una económica entre el uso de los diferentes alimentos contar con esta información permitirá adecuar la dieta a las condiciones mejores para ese momento.

En dietas balanceadas del tipo de las americanas se toma como valores ideales para el promedio del rodeo valores en el rango de 10 a 16 mg/dl de urea en leche. Dentro de estos valores generales para el rodeo no es extraño que halla vacas por encima o por debajo de estos valores y no representen problema alguno.

Para el caso de dietas de pasturas estos valores pueden llegar a ser más altos porque hay una mayor proteína de la dieta que es degradable en el rumen con respecto a proteína sobrepasante del rumen. A la vez las pasturas dependiendo de la época del año varían su contenido de carbohidratos que son solubles por lo cuales se crea un desbalance en el rumen y un aumento de amonio que el animal tiene que convertir e urea. Esta conversión a urea lleva a que el animal tenga que gastar energía para eliminar ese amonio, haciendo un gasto que bien podría ser utilizando para producir leche. Esto también es cierto para el caso de silo o henilajes de alfalfa donde por el mismo proceso se hace la proteína más disponible a nivel del rumen incrementando los niveles de amonio en este provocando una mayor absorción por el animal y una mayor necesidad de convertir este amonio a un compuesto menos tóxico como es la urea.

En vacas lactando el desbalance entre proteína degradable en el rumen (PDR) y la proteína no degradable en el rumen (PNDR) ha llevado a valores mayores de urea en leche y en sangre (Roseler et al., 1993). Desbalances de PDR y PNDR en la dieta también llevaron a desbalances que provocaron un incremento de los niveles de urea tanto en sangre y leche por Baker y colaboradores (1995) sin embargo estos vieron que el nivel de proteína de la dieta era el factor que más aportaba a ese incremento de urea.

En dietas isocalóricas Hammond (1983) pero variando la solubilidad del nitrógeno en la dieta encontró diferencias de urea en sangre dadas por las dietas en el entorno de 6 mg/dL.

En dietas donde el consumo de proteína se mantuvo constante pero el nivel de energía de la dieta varió de cubrir el 75 al 150 % de los requerimientos de energía para mantenimiento, en los bajos niveles de energía los valores de urea en sangre promediaron 19,7 mg/dL mientras que en los altos niveles dichos valores promediaron 5,6 mg/dL (Chase et al., 1993).

Tabla 1. Interpretación de resultados del contenido de MUN. (Adaptado de Northeast DHI, Ithaca, N.Y., USA).

Etapa de la Lactancia	Proteína Total en Leche %	MUN (mg/dL)		
		Bajo <12	Moderado 12 a 18	Alto >18
Temprana (0 a 45 días pos parto)	<3,0	Deficiencia de proteína degradable	Adecuado nivel de proteína y CHO fermentables	Exceso de proteína soluble y/o degradable en relación a la disponibilidad de CHO fermentables. Desbalance de AA
	3,0 a 3,2	Baja proteína degradable en comparación a la disponibilidad ruminal de energía	Buen balance de proteína degradable, no degradable y composición de AA	Exceso de proteína degradable en rumen. Exceso de ENL y AA en dieta.
	>3,2	Baja proteína degradable, exceso de energía, buen balance de AA	Nivel de proteína degradable y no degradable en rumen adecuado. Adecuado balance de AA. Exceso de energía.	Exceso de proteína degradable en rumen. Adecuado balance de AA. Exceso de energía.
Etapa Reproductiva (46 a 150 días PP)	<3,0	Deficiencia de proteína degradable y/o no degradable	Buen balance de proteína degradable, soluble y no degradable. Adecuado balance de AA	Exceso de proteína soluble y/o degradable en relación a la disponibilidad de CHO fermentables. Desbalance de AA
	3,0 a 3,2	Bajo tenor de proteína degradable/soluble.	Adecuado balance de fracciones proteicas y CHO fermentables.	Buen balance de CHO. Exceso de proteína degradable y AA.
	>3,2	Bajo tenor de proteína degradable. Exceso de CHO/energía.	Adecuado balance de fracciones proteicas, AA y CHO fermentables.	Exceso de proteína degradable y soluble en relación a los CHO fermentables y en consumo de ENL.
Lactancia media y tardía (>150 días PP)	<3,2	Bajo consumo de proteína degradable y soluble, baja ingesta de CHO fermentables	Adecuado suministro de proteína degradable y soluble. Desbalance de AA.	Exceso de proteína degradable y de proteína soluble en relación a los CHO fermentables. Desbalance de AA o inadecuada ingesta de ENL.
	3,2 a 3,4	Baja ingesta de proteína degradable/soluble en relación al consumo de ENL.	Adecuado balance de proteína degradable/soluble y de balance de AA.	Exceso de proteína degradable. Desbalances en la provisión de AA. Adecuado nivel de ENL.
	>3,4	Buen balance de AA. Consumo restringido de ENL.	Adecuado balance de AA y de ENL.	Exceso de proteína degradable. Adecuado nivel de suministro de AA y de ENL.

CHO= carbohidratos; AA= Amino acidos; PP= posparto.; ENL=energía neta de lactación.

Los valores bajos de urea en sangre o leche indican una posible deficiencia de proteína en la dieta y la necesidad de ajuste. Sin embargo no debe de ser este valor aislado del resto de la información por ej puede ser que estemos con valores más bajos por tener un buen balance entre energía y proteína aunque el valor de concentración urea no debería de estar fuera del rango.

Los valores altos pueden indicar exceso de proteína en la dieta, desbalance de nutrientes principalmente en energía y proteína lo que puede llevar a lo que algunos autores han asociado a problemas de fertilidad del rodeo y a problemas con el medio ambiente que serán discutidos a continuación.

A continuación se presenta en forma tabulada un criterio de interpretación de los resultados de MUN desarrollada por algunas universidades americanas en base a resultados de Laboratorios DHIA. Información adaptada de Stallings, C.C por Yamandú Acosta. What's happening with milk urea nitrogen testing?, Dairy Science, Virginia Tech, 1996.

Efectos de la proteína en la reproducción

Exceso de proteína en la dieta ha sido asociada con problemas de fertilidad. Valores de urea en leche superiores a los 20 mg/dL han sido asociados a una menor tasa de concepción en las dietas principalmente americanas y por la mayoría de los investigadores. Si bien hay una menor cantidad de investigadores que no han encontrado dicha relación, las teorías han sido variadas de acuerdo a cuál es la causal si esta existe. Elrod y Butler (1993) observaron que dietas en el entorno de 20-23 proteína cruda (PC) alteraba el pH a nivel uterino, incrementaba la concentración de urea en sangre y alteraba la composición de los fluidos a nivel del utero cuando se comparaba con dietas con niveles de PC de 12-15. En la mayoría de estudios revisados por Butler (1998) la concentración de progesterone en sangre era menor cuando las dietas contenían 19-20 de PC comparadas con dietas que tenían concentraciones menores de PC.

En dietas pastoriles más similares a las nuestras no hay muchos trabajos realizados. Estudios realizados en la región de Valdivia (Chile) en rodeos con una dieta preferencial de pastura y silo de las mismas o heno, se encontró que los niveles más altos de primavera de urea en leche estaban asociadas con menores tasa de concepción (Wittwer et al., 1999). Si bien los autores no lograron identificar si los problemas en fertilidad son debidos directamente a la alta concentración de urea o si los problemas pueden estar relacionados a falta de energía la cuál como fue discutido en la seccion anterior también daría concentraciones de urea en leche altas para este tipo de dietas. Este tipo de asociación tambien fue reportado en condiciones de Nueva Zelandia por Moller (1993). Para condiciones pastoriles de Australia pastoreando kikuyo no se encontraron una relación entre el nivel de urea en leche y eficiencia reproductiva (Trevaskis and Fulkerson, 1999). Estos autores sin embargo hipotizaron que la relación entre urea en leche y la relación de nitrógeno a carbohidratos solubles en la dieta se había mantenido a un nivel que no afectaría la performance reproductiva de las vacas.

Si bien como puede apreciarse existe controversias sobre este tema, si es causa efecto, si son efectos asociativos o simplemente coincidencia etc, para nuestras condiciones y dietas sería interesante relevar si existe este tipo de problema.

Urea en leche como indicador ambiental

Urea en leche está relacionada a la concentración de urea en la orina (Jonker, 1999; Jonker et al., 1999; Kauffmann and St-Pierre, 2001; Kohn et al., 2002).

En la medida que las dietas estén desbalanceadas la vaca va a eliminar más nitrógeno al ambiente principalmente en forma de orina. Esto puede no solo contaminar arroyos y cañadas, contribuir a la eutroficación de las aguas sino que incrementar la polución a la atmósfera. Un aspecto a considerar es que de las excretas de la vaca principalmente orina si se dan las condiciones se produce oxido nitroso el cuál es uno de los gases con efecto invernadero y también a la vez tiene efecto destructor sobre la capa de ozono (Velthof et al., 1998). Actualmente la emisión de este tipo de gases se está empezando a calcular dentro de los sistemas productivos tanto en forma directa como en forma indirecta como indicadores ambientales de los mismos (Hanegraaf, 1998). En la medida que se aumenta la intensificación aumenta el potencial de emisiones de este tipo de gases (Aarts et al., 1992; Jarvis et al., 1996). Existe la posibilidad de mercado para este tipo de gases al igual que el mercado de carbono y además la posibilidad de que este tipo de contaminación se convierta en una barrera no arancelaria para la exportación de nuestros productos.

Como se muestrea urea en leche

Urea en leche es recomendable medirla a por lo menos 15 a un 20 % del rodeo. Por supuesto todas las vacas en los dos horarios de ordeño seria ideal pero poco practico y costoso. Nunca menos de 8 animales en rodeos chicos ya que existe variación animal. Si manejamos varios grupos debe muestrearse cada grupo. En caso de manejarse un solo grupo puede muestrearse perfectamente el tanque lo que nos va a dar un estimativo del rodeo en general. Es recomendable realizar este tipo de análisis para saber cuál es la concentración promedio del rodeo para luego cuando hay cambios grandes en la dieta o dudas saber contra que compararlo. Diversos autores recomiendan hacer los análisis durante por lo menos tres meses para saber cuál es la concentración mínima.

Literatura Consultada

- Aarts, H. F. M., E. E. Biewinga, and H. van Keulen. 1992. Dairy farming systems based on efficient nutrient management. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 40:285-299.
- Butler, W. R. 1998. Review: Effect of Protein Nutrition on Ovarian and Uterine Physiology in Dairy Cattle . *J. Dairy Sci.* 81:2533-2539.
- Elrold, C. C. and W. R. Butler. 1993. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *J. Anim. Sci.* 71:694-701.
- Ferguson, J.D. 1996. Milk urea nitrogen. Center for animal health and productivity Numero: Data 5.
- Gustafsson, A. H. and D. L. Palmquist. 1993. Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea, and milk urea in dairy cows at high and low yields. *J. Dairy Sci.* 76:475-484.

- Hanegraaf, M. C. 1998. Environmental performance indicators for nitrogen. *Environmental Pollution* 102:711-715.
- Huntington, G. B. and S. L. Archibeque. 1999. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. *Proc. Am. Soc. Anim. Sci.*
- Jarvis, S. C., R. J. Wilkins, and B. F. Pain. 1996. Opportunities for reducing the environmental impact of dairy farming managements: a systems approach. *Grass Forage Sci.* 51:21-31.
- Jonker, J. S. 1999. Using milk urea nitrogen to evaluate diet formulation and predict nitrogen excretion on dairy farms . University of Maryland. PhD Thesis.
- Jonker, J. S., R. A. Kohn, and R. A. Erdman. 1999. Milk urea nitrogen target concentrations for lactating dairy cows fed according to national research council recommendations. *J. Dairy Sci.* 82:1261-1273.
- Kauffmann, A. J. and N. R. St-Pierre. 2001. The Relationship of Milk Urea Nitrogen to Urine Nitrogen Excretion in Holstein and Jersey Cows. *J. Dairy Sci.* 84:2284-2294.
- Kennedy, P. M. and L. P. Milligan. 1980. The degradation and utilization of endogenous urea in gastrointestinal tract of ruminants: a review. *Can. J. Anim. Sci.* 60:205-221.
- Kohn, R. A., K. F. Kalscheur, and E. Russek-Cohen. 2002. Evaluation of models to estimate urinary nitrogen and expected milk urea nitrogen. *J. Dairy Sci.* 85:227-233.
- Stallings, C.C. What's happening with Milk Urea Nitrogen testing? Dairy Science, Virginia Tech, December, 1996. (<http://www.dasc.vt.edu/nutritioncc/9667.html>), 24/01/2002.
- Trevaskis, L. M. and W. J. Fulkerson. 1999. The relationship between various animal and management factors and milk urea, and its association with reproductive performance of dairy cows grazing pasture. *Livestock Production Science* 57:255-265.
- Van Der Walt, J. G. 1993. Nitrogen metabolism in the ruminant liver. *Aust. J. Agric. Res.* 44:381-403.
- Velthof, G. L., M. L. van Beusichem, and O. Oenema. 1998. Mitigation of nitrous oxide emission from dairy farming systems. *Environmental Pollution* 102:173-178.
- Wittwer, F. G., P. Gallardo, J. Reyes, and H. Opitz. 1999. Bulk milk urea concentrations and their relationship with cow fertility in grazing dairy herds in Southern Chile. *Preventive Veterinary Medicine* 38:159-166.
- Young, A. 2001. Milk urea nitrogen test (MUN). *Utah Extension Bulletin* AG-515.