

INFLUENCIA DEL CONTENIDO SALINO DEL AGUA DE BEBIDA ANIMAL SOBRE LOS COMPONENTES PRINCIPALES DE LA FASE SOLUBLE EN LECHE DE VACAS INDIVIDUALES

SBODIO, O. A.¹; REVELLI, G. R.²; TERCERO, E. J.¹;
GALLARDO, M. R.³ & VALTORTA, S. E.^{3,4}

RESUMEN

Se estudió el efecto del contenido salino del agua de bebida animal sobre la concentración de los componentes principales de la fase soluble de la leche: lactosa, sodio, potasio y cloruros. El ensayo se llevó a cabo en un establecimiento lechero comercial perteneciente a la Cooperativa Tampera Nueva Alpina Ltda., ubicada en el departamento Rivadavia, provincia de Santiago del Estero, Argentina, durante los meses de Abril a Noviembre de 2003. Participaron en la experiencia 60 vacas Holando Argentino múltiparas (dos, tres y cuatro lactancias), con 40 días posparto, separadas en dos lotes de 30 animales cada uno. Uno de los grupos (T1) bebió agua con niveles promedio de $9.819 \pm 1.849,80$ mg/L de Sólidos Disueltos Totales (SDT), y el restante (T2) solamente $1.222 \pm 677,19$ mg/L. No se observaron diferencias significativas entre los componentes analizados considerando ambos tratamientos. Se infiere que el contenido salino del agua de bebida animal no influye sobre la concentración de lactosa, sodio, potasio y cloruros de la leche.

Palabras clave: vacas lecheras, agua de bebida, salinidad, fase soluble de la leche.

SUMMARY

Influence of salt content in drinking water on the components of the soluble phase of milk in individual cows

We studied the effect of salt content in drinking water on the components of the soluble phase of milk such as lactose, sodium, potassium and chlorides. The study was carried out at a commercial establishment belonging to Cooperativa Tampera Nueva Alpina Ltda., located in Rivadavia department, Santiago del Estero province, Argentina, from April to November of 2003. It included 60 multiparous Holstein cows (two, three and four lactations), with 40 postpartum days, separated into two groups of 30 cows each. We provided one group with a drinking water of Total Dissolved Solids (TDS) content of $9,819 \pm 1,849.80$ mg/L (T1), while the other group (T2) received water with $1,222$

1.- Instituto de Tecnología de Alimentos (I.T.A.), Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, C. C. 266, Santa Fe, Argentina. e-mail: sbodio@fiq.unl.edu.ar

2.- Laboratorio Integral de Servicios Analíticos (L.I.S.A.), Cooperativa Tampera Nueva Alpina Ltda., S2340ALB Ceres, Santa Fe, Argentina.

3.- Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, INTA, C. C. 22, Rafaela, Santa Fe, Argentina.

4.- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

Manuscrito recibido el 17 de abril de 2007 y aceptado para su publicación el 12 de noviembre de 2007.

± 677.19 mg/L. Overall, the results showed no significant differences between the two treatments. Therefore, we can conclude that the salt content in water does not influence the concentration of lactose, sodium, potassium and chlorides in milk.

Key words: dairy cows, drinking water, salinity, soluble phase of milk.

INTRODUCCIÓN

El agua es un componente esencial para las vacas lecheras, no sólo por todas las funciones relacionadas al mantenimiento de los fluidos: balance iónico, apropiada fuerza iónica, eliminación de desechos, sino también porque es el medio de transporte de los nutrientes desde y hacia los tejidos. Cada individuo necesita diferentes cantidades de agua dependiendo de su tamaño y composición corporal, nivel de actividad, alimentación, como también de características ambientales, tales como temperatura y humedad (Insel *et al.*, 2004). Una buena disponibilidad de excelente calidad de agua es necesaria para la fermentación normal del rumen y el buen funcionamiento metabólico, con el objetivo de lograr una buena digestión y absorción de nutrientes (Chase & Sniffen, 1988; Adams & Sharpe, 2001).

La producción lechera puede ser afectada por la restricción al consumo de agua en cantidad y calidad (NRC, 2001). Las restricciones al consumo del agua de bebida reducen la ingesta de alimentos en rumiantes (Little *et al.*, 1976). El consumo de agua está relacionado a la ingesta de materia seca y a la producción de leche (West, 2003). La naturaleza de la dieta, producción de leche, temperatura y humedad del ambiente modulan el consumo de agua de las vacas y, para maximizar la producción ésta debe ser de aceptable calidad (Murphy, 1992).

En Argentina, existen trabajos que reflejan la situación global, algunos de los cuales manifiestan limitaciones con respecto

a calidad de agua y su uso para consumo animal, en especial por elevados niveles de salinidad y sulfato (Herrero, 1987; Charlón *et al.*, 2001; Iramain *et al.*, 2001), mientras que otros han logrado demostrar altos niveles de contaminación, correlacionados positivamente con el contenido de nitrato en aguas de pozo del sector rural, y con mayor grado en el sector ganadero que el agrícola (Auge & Nagy, 1996).

Los estudios del efecto de la salinidad del agua sobre la producción y composición de la leche son contradictorios. El NRC (2001) ha clasificado como satisfactorias para vacas en lactación las aguas que contienen un nivel de SDT ≤ 5.000 mg/L, en tanto que no recomienda aquellas con un contenido mayor de 7.000 mg/L. Por otro lado, el Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Santa Fe (1972), expresa límites de SDT máximos tolerables de 7.000 mg/L, con valores de sulfato y nitrato de 1.500 y 180 mg/L, respectivamente.

Una gran parte de la fuente subterránea de agua en la región (noroeste de la provincia de Santa Fe y sur de la provincia de Santiago del Estero) contiene altos niveles salinos. Se indican promedios de salinidad de 4.700 mg/L en 36 tambos estudiados, entre los que se destacan 1.385 mg/L de sulfatos y 620 mg/L de dureza total expresada como CaCO_3 (Revelli *et al.*, 2002). Es de permanente preocupación del sector primario de producción lechera en el área en estudio, los bajos niveles productivos de vacas individuales, que a pesar del mejoramiento genético aplicado en los últimos años, no ha alcanzado para

llegar a los valores esperados de 20 L/d, además de lograr un mejoramiento de la concentración de los componentes principales de interés tecnológico y económico (grasa butirosa y proteína).

En la actualidad, no hay demasiada información referente a los componentes solubles de la leche, excepto algunos trabajos realizados por investigadores en la Cuenca Lechera Central, los cuales observaron datos de composición muy variables en lo concerniente a sodio, potasio y cloruros (Sbodio *et al.*, 1989, 1999; Taverna *et al.*, 2001). En la zona de estudio se informan niveles muy superiores de sales solubles a aquellos observados por la Literatura, y Zannier *et al.* (2002), aplicando una novedosa técnica analítica de detección, encontró rangos muy variables de 567 a 985 mg/L para sodio, 1.344 a 1.424 mg/L para potasio y 1.521 a 1.825 mg/L para cloruros. El objetivo de esta experiencia fue examinar la influencia del agua salada y desalinizada sobre la concentración de los principales componentes de la fase soluble en leche de vacas individuales de la raza Holando Argentino.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en un establecimiento lechero comercial perteneciente a la Cooperativa Tampera Nueva Alpina Ltda., ubicada en el departamento Rivadavia, provincia de Santiago del Estero, Argentina, durante los meses de Abril a Noviembre de 2003.

Sesenta vacas Holando Argentino, múltiples (dos, tres y cuatro lactancias), con 40 días posparto, en buen estado de salud, libres de brucelosis y tuberculosis, apareadas por fecha de parto, número de lactancia y producción de leche diaria fueron organizadas en dos grupos de 30 vacas cada uno. Un

grupo bebió agua salada (T1) y el restante agua desalinizada (dulce) (T2).

Ambos grupos se estudiaron durante una lactancia completa de 270 días, a partir de las pariciones de otoño (última semana de Marzo y primera de Abril), separados en el propio campo y en iguales condiciones climáticas se les ofreció la misma alimentación, la cual consistió en pastura de alfalfa, manejada en franjas diarias, silaje de maíz, grano húmedo de maíz, heno de alfalfa y semilla de algodón de acuerdo a Revelli *et al.* (2005). Ambos grupos recibieron una dieta que en cantidad estuvo acorde al nivel de producción previsto (18 a 20 L/d), con valores promedios en la dieta total ofrecida de 20,80 kg/d de materia seca, 18,80 % de proteína bruta y 1,20 Mcal/kg MS de energía neta de lactancia. De esta manera, la única variable entre los grupos estudiados fue el contenido salino del agua de bebida.

La desalinización del agua se realizó utilizando la tecnología de ósmosis inversa OSMÓTIKA® Modelo OI-7.0-F (OSMÓTIKA S.A., Francisco Soler 1083, E3102FAG Paraná, Entre Ríos, Argentina). El consumo de agua fue registrado diariamente con caudalímetros totalizadores marca Schlumberger Modelo PRECIFLO Class C EEC/ISO COLD WATER METER, Schlumberger – Water & Heat, Montrouge, France.

Las muestras de leche de vacas individuales fueron tomadas a los 45, 150 y 230 días de la parición. Se utilizaron colectores plásticos estériles de 120 ml de capacidad, se transportaron al laboratorio en forma refrigerada a 7 °C, sin el agregado de conservantes, y se analizaron dentro de las 24 h de su recolección.

Para el análisis de los Sólidos Disueltos Totales en agua se utilizó una sonda múltiple-ramétrica Water Quality Checker U-10 Horiba (Kyoto, Japan), y para las determinaciones de sulfato y dureza total por

Métodos Colorimétricos y Volumétricos Merck (Darmstadt, Germany).

Los análisis del componente lactosa fueron determinados por la Norma ISO 9622: 1999 – Espectroscopía de Absorción Infrarroja, de acuerdo a Revelli *et al.* (2002) y las actividades iónicas de los elementos Na, K y Cl en la leche, utilizando el Método Electrodo Ión Selectivo con el instrumento Ilyte System Instrumentation Laboratory (IL SpA-Viale Monza 338 – 20128 Milano, Italy), de acuerdo a Sbodio *et al.* (1999).

Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó estadística descriptiva y el test de hipótesis de comparación de medias, Statgraphics Plus. Version 7.1 (1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros que caracterizaron la calidad de agua, para ambos tratamientos, se pueden observar en el Cuadro 1.

El consumo de agua promedio diario individual fue de 61,8 y 66,2 L/d para los

tratamientos T1 y T2, respectivamente, y en las condiciones estudiadas, la producción individual alcanzó promedios de $18,7 \pm 3,64$ L/d para T1 y $18,6 \pm 3,91$ L/d para T2 (Revelli *et al.*, 2005).

Los mismos autores realizaron el balance mineral de la dieta promedio empleada en ambos tratamientos, incluida el agua de bebida, sobre la base de estimaciones de acuerdo a las ecuaciones del NRC (2001), observando que los animales que consumieron agua desalinizada tuvieron deficiencias minerales de sodio ($-32,0$ g/d) durante toda la experiencia, y si bien el azufre mostró un resultado promedio positivo ($+3,3$ g/d), marcó un déficit de $-2,3$ g/d durante el período invernal. Esto no ocurrió en el tratamiento T1. Ambos grupos presentaron deficiencias de cobre ($-1,9$ y $-1,8$ mg/d para T1 y T2, respectivamente).

El número de determinaciones, valores medios y desvíos estándares que indican los contenidos de lactosa, sodio, potasio y cloruros se ilustran en el Cuadro 2.

Cuadro 1: Calidad de agua ofrecida en los tratamientos T1 y T2.

Parámetros	T1 ± DE	T2 ± DE
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	9.819 ± 1.849,80	1.222 ± 677,19
Sulfato (mg/L)	2.250 ± 327,87	125 ± 54,66
Dureza Total (mg/L)	693 ± 171,03	83 ± 37,29

DE: Desvío Estándar.

Cuadro 2: Componentes solubles: lactosa, sodio, potasio y cloruros.

Indicadores	T _{AGUA}	Mayo		Agosto	Noviembre
		N	VM ± DE	VM ± DE	VM ± DE
Lactosa (%)	Salada	29	4,95 ± 0,28	4,76 ± 0,23	4,91 ± 0,35
	Dulce	32	4,97 ± 0,19	4,78 ± 0,21	4,88 ± 0,33
Sodio (mg/L)	Salada	28	416,4 ± 123,1	504,8 ± 115,0	634,3 ± 181,4
	Dulce	29	408,4 ± 84,3	569,2 ± 156,4	640,8 ± 281,5
Potasio (mg/L)	Salada	29	1.598 ± 138,5 ^a	1.496 ± 107,4 ^a	1.506 ± 141,4
	Dulce	30	1.745 ± 142,9 ^b	1.426 ± 126,8 ^b	1.484 ± 228,7
Cloruros (mg/L)	Salada	14	1.212 ± 233,5	1.152 ± 199,5	1.539 ± 226,2
	Dulce	31	1.149 ± 189,2	1.203 ± 164,8	1.556 ± 256,5

T_{AGUA}: Tipo de Agua: Salada (T1) Dulce (T2), N: Número de Determinaciones, VM: Valor Medio, DE: Desvío Estándar.

^{a,b} Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P < 0,01).

Considerando los mayores componentes de la fase acuosa de la leche, esto es: lactosa, sodio, potasio y cloruros, observamos como era lógico esperar, que los niveles de lactosa se mantienen constantes para ambos tratamientos.

El sodio, sigue la evolución normal de la lactancia, es decir se va incrementando a medida que esta progresa, para las dos calidades de agua de bebida estudiadas. Es interesante destacar, que las concentraciones de sodio en el muestreo del mes de mayo observan niveles bajos para la zona, $416,4 \pm 123,1$ y $408,4 \pm 84,3$ mg/L para agua salada y desalinizada, respectivamente, sin diferencias significativas ($P > 0,05$) entre ambos tratamientos. En los muestreos de agosto (150 días de la parición) y noviembre (230 días), los niveles de sodio tampoco mostraron diferencias significativas, pero sí valores altos si lo comparamos con valores medios de la zona (Sbodio *et al.*, 1985, 1989) que podrían influir en el sabor salado indeseable de la leche. De estos resultados se puede inferir que el contenido salino del agua de bebida animal no influye sobre los niveles de sodio de la leche. Sin embargo, estos podrían estar influenciados por factores negativos, ambientales y particularmente mastitis. En ese sentido, el recuento de células somáticas de las muestras obtenidas en mayo, agosto y noviembre, observaron valores medios de 200.000, 400.000 y 420.000 CS/ml, respectivamente (Sbodio, no publicado) y, podrían tener alguna relación directa con los niveles de sodio encontrados al final de la lactancia.

El potasio, particularmente muestra diferencias significativas ($P < 0,01$) entre ambos tratamientos en las muestras de mayo y agosto. Los niveles disminuyen a medida que avanza la lactancia y posiblemente esté relacionado al aumento observado de células somáticas.

Los cambios nutricionales no afectan la concentración de los mayores componentes de la fase acuosa de la leche, aunque alteraciones dietéticas sí pueden tener una marcada influencia sobre la cantidad de leche secretada (Rook & Wheelock, 1967; Touchberry, 1974). La concentración de la mayoría de los sustratos, y particularmente aquellos como los precursores de los componentes de la fase acuosa (glucosa para lactosa) o aquellos presentes en la leche y la sangre (sodio, potasio y cloruros) son mantenidos dentro de estrechos límites en la circulación periférica por medio de mecanismos homeostáticos, excluyendo por supuesto la inanición, marcada subalimentación y deficiencias dietarias específicas (Peaker, 1980). En algunas condiciones fisiológicas y patológicas, especialmente mastitis, la integridad del epitelio secretor o del epitelio del ducto, que normalmente son impermeables a los principales constituyentes de la leche (Linzell & Peaker, 1971) están alterados o destruidos, permitiendo el paso directo de iones y moléculas entre el fluido extracelular y la leche, bajando los gradientes de concentración (Peaker, 1978). De esa manera está demostrado que el sodio y los cloruros aumentan y el potasio y la lactosa disminuyen.

En nuestra zona, bajo sistemas rigurosos de producción, particularmente en lo que concierne a condiciones térmicas extremas, mastitis subclínica y desbalance nutricional, podríamos especular que las uniones ajustadas entre las células del epitelio están alteradas. Por lo tanto, el aumento o la disminución de la producción pueden tener un claro efecto sobre la composición que podría ser atribuido incorrectamente al proceso secretor o de síntesis de las células. Por consiguiente, las escasas modificaciones, especialmente en los muestreos de mayo y agosto, de la concentración de potasio, no

pueden ser atribuidas exclusivamente al contenido salino del agua.

En el análisis de las concentraciones de cloruros, observamos un aumento no significativo ($P > 0,05$) en el muestreo correspondiente al mes de noviembre, siguiendo la evolución normal de la lactancia, infiriendo valores de $1.539 \pm 226,2$ y $1.556 \pm 256,5$ mg/L para los tratamientos T1 y T2, respectivamente.

Sin duda, son necesarias otras experiencias en condiciones más rigurosas, especialmente con alimentación estrictamente controlada, para determinar si son las condiciones ambientales, la alimentación, el manejo, o es realmente el contenido salino del agua de bebida animal el que modifica, aunque sea en una pequeña proporción, la composición soluble de la leche.

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones del ensayo, en vacas Holando Argentino de baja producción (<25 L/d), concluimos que el contenido salino del agua de bebida animal, en los niveles estudiados, no constituye una situación extrema que modifique la concentración de los componentes lactosa, sodio, potasio y cloruros de la leche.

AGRADECIMIENTOS

La presente experiencia se desarrolló en el marco de un "Convenio de Cooperación Mutua" entre el Laboratorio Integral de Servicios Analíticos (L.I.S.A.) perteneciente a la Cooperativa Tambara Nueva Alpina Ltda. y el Instituto de Tecnología de Alimentos (I.T.A.), Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral.

Los autores expresan su agradecimiento al Ing. Roberto Gagliardi, Dr. Gerardo Conti, Ing. Rubén Gregoret y Sr. Darío Arias por el trabajo a campo, al Lic. René Coutaz por el tratamiento estadístico y a la empresa OSMÓTIKA S.A. por la provisión de la tecnología de ósmosis inversa.

Este trabajo recibió apoyo financiero de la programación C.A.I. + D. 2005 de la Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, R. S. & SHARPE, W. E.** 2001. Water intake and quality for dairy cattle. College of Agricultural Sciences – Cooperative Extension. Department of Dairy and Animal Science. The Pennsylvania State University.
URL <http://www.das.psu.edu/dcn/catnut/DAS/pdf/water.pdf>.
- AUGE, M. & NAGY, M. I.** 1996. Origen y evolución de los nitratos en el suelo y en el agua subterránea de La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Tercer Congreso Latinoamericano de Hidrología Subterránea. Actas: 1-12. San Luis Potosí. México.
- CHARLÓN, V.; M. TAVERNA; A. CUATRÍN & L. NEGRI.** 2001. Características del agua disponible en las instalaciones de ordeño de tambos ubicados en la cuenca lechera central de la Argentina. Revista Argentina de Producción Animal (AAPA). Vol. 21, Supl. 1. ISSN 0326 – 0550. Balcarce, Argentina. p. 228.
- CHASE, L. E. & SNIFFEN, C. J.** 1988. Update on water quality. U.S. National Dairy Database. University of Mariland.
URL http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/ndd/feeding/UPDATE_ON_WATER_QUALITY.html.
- HERRERO, M. A.** 1987. Calidad de aguas para

- bebida animal. Cap. 3 AGROZOOONOMÍA I. Prensa Veterinaria Argentina. Buenos Aires. 68-92.
- INSEL, P.; TURNER, R. E. & ROSS, D.** 2004. Nutrition. Second Edition. Jones and Barlett Publishers, Sudbury, Massachusetts, U.S.A. pp. 432-433.
- IRAMAIN, M. S.; M. A. HERRERO; V. MALDONADO MAY; H. BUFFONI; M. FLORES; M. POOL; L. CARBÓ; S. KOROL; M. S. FORTUNATO & A. GALLEGO.** 2001. Calidad de agua y factores de contaminación en sistemas de producción lecheros. Revista Argentina de Producción Animal (AAPA). Vol. 21, Supl. 1. ISSN 0326 – 0550. Balcarce, Argentina. pp. 262-264.
- LINZELL, J. L. & M. PEAKER.** 1971. *Physiol. Rev.* 51: 564. Citado por Peaker, M. (1980), Influence of diet on yields and contents of lactose and minerals in milk. Bulletin FIL-IDF. Document 125.
- LITTLE, W.; B. F. SANSOM; R. MANSTON & W. M. ALLEN.** 1976. Effects of restricting the water intake of dairy cows upon their milk yield, body weight and blood composition. *Anim. Prod.* 22: 329-339.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DE LA PROVINCIA DE SANTA FE.** (1972). Dirección General de Suelos y Aguas. División de Valoración y Cartografía de Aguas. El agua: su importancia en la producción agrícola ganadera. 19 p.
- MURPHY, M. R.** 1992. Water metabolism of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 75: 326-333.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC).** 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Rev. Ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- PEAKER, M.** 1978. In Lactation. Vol. 4. Larson, B. L. and Smith, V. R. Ed. Academic Press. New York. Citado por Peaker, M. (1980), Influence of diet on yields and contents of lactose and minerals in milk. Bulletin FIL-IDF. Document 125.
- PEAKER, M.** 1980. Influence of diet on yields and contents of lactose and minerals in milk. Bulletin FIL-IDF. Document 125. Chapter 15. 159-163.
- REVELLI, G. R.; O. A. SBODIO; E. J. TERCERO & M. UBERTI.** 2002. Impacto de la calidad de agua para bebida animal en relación a parámetros productivos, composicionales y reproductivos. Revista FAVE – Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Litoral. 1 (1). 55-67.
- REVELLI, G. R.; O. A. SBODIO; M. R. GALLARDO; S. E. VALTORTA & E. J. TERCERO.** 2005. Rendimiento de vacas lecheras de baja producción en condiciones pastoriles con la oferta de agua de bebida salada o desalinizada. Revista FAVE – Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Litoral. 4 (1-2). 77-88.
- ROOK, J. A. F. & J. V. WHEELOCK.** 1967. *J. Dairy Res.* 34: 273. Citado por Peaker, M. (1980), Influence of diet on yields and contents of lactose and minerals in milk. Bulletin FIL-IDF. Document 125.
- SBODIO, O. A.; M. R. FREYRE; V. R. ROZYCKI; N. G. SABBAG & P. WEIDMANN.** 1985. Influence of lactation on the composition of individual cow's milk. *New Zealand Journal of Dairy Science and Technology.* 20: 109-116.
- SBODIO, O. A.; M. R. FREYRE; V. R. ROZYCKI; M. S. ZANNIER & P. WEIDMANN.** 1989. Contenido y variación mineral de leche en tambos. Revista Argentina de Lactología. Año II N° 2. 51-60.
- SBODIO, O. A.; E. J. TERCERO; M. L. MINETTI; M. S. ZANNIER; G. R. REVELLI & C. SEBILLE.** 1999. Sodio, potasio y cloruros en leche de tambo. Tecnología Láctea Latinoamericana. Año 5 N° 16. 52-56.
- STATGRAPHICS PLUS.** Version 7.1. 1994.

- Users guide reference. Statistical Graphics Corp., Manguistics Inc., México DF. pp. 63-73.
- TAVERNA, M. A.; M. CHAVEZ; M. GAGGIO-TTI; A. CUATRÍN; V. CHARLÓN; L. NEGRI & R. B. PAEZ.** 2001. Composición mineral de la leche producida en la cuenca lechera central de la Argentina. *Revista Argentina de Producción Animal (AAPA)*. Vol. 21, Supl. 1. Balcarce, Argentina. pp. 273-274.
- TOUCHBERRY, R. W.** 1974. Page 349 in *Lactation*. Vol. 3. Larson, B. L. and Smith, V. R. Ed. Academic Press, New York. Citado por Peaker, M. (1980), Influence of diet on yields and contents of lactose and minerals in milk. *Bulletin FIL-IDF*. Document 125.
- WEST, J. W.** 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 86: 2131-2144.
- ZANNIER, M. S.; M. L. MINETTI; O. A. SBODIO & G. R. REVELLI.** 2002. Contenido de sodio, potasio y cloruros en leches de vacas individuales determinados por el método del electrodo ión selectivo. *Revista Internacional del Centro de Información Tecnológica (CIT)*. Chile. Vol. 13 N° 3. 61-67.