

## RENDIMIENTO DE VACAS LECHERAS DE BAJA PRODUCCIÓN EN CONDICIONES PASTORILES CON LA OFERTA DE AGUA DE BEBIDA SALADA O DESALINIZADA

REVELLI, G. R.<sup>1</sup>; SBODIO, O. A.<sup>2</sup>; GALLARDO, M. R.<sup>3</sup>;

VALTORTA, S. E.<sup>3,4</sup> & TERCERO, E. J.<sup>2</sup>

### RESUMEN

En la zona noroeste de la llamada Cuenca Lechera Central Argentina, se estudió el impacto de la calidad de agua para bebida en vacas Holando Argentino de baja producción (<25 kg/d), alimentadas en condiciones pastoriles. Para el ensayo se utilizaron dos tratamientos: T1 agua subterránea con elevados niveles de salinidad y T2 agua desalinizada aplicando la tecnología de ósmosis inversa, los cuales contenían ~10.000 y 1.000 mg/L de Sólidos Disueltos Totales (SDT), respectivamente. No se encontraron diferencias significativas en la producción individual (18,7 kg/d para T1 vs. 18,6 kg/d para T2) ( $P > 0,05$ ). En el análisis de la composición de *pooles* de leche por tratamiento, se observó una diferencia significativa en el contenido de la Grasa Butirosa, con un aumento del 8,5 % a favor de las vacas que consumieron agua desalinizada (3,01 % para T1 vs. 3,26 % para T2) ( $P < 0,05$ ). Esto determinó un incremento significativo de un 2,6 % en el nivel de los Sólidos Totales (11,78 % para T1 vs. 12,09 % para T2) ( $P < 0,05$ ). Los resultados indican que el exceso de salinidad del agua para bebida podría afectar negativamente la composición de la leche.

*Palabras clave:* vacas lecheras, agua de bebida, salinidad, ósmosis inversa, producción y composición de leche.

### SUMMARY

#### Performance of low producing grazing dairy cows conditions offered salty or desalinized drinking water.

In the northwest zone of the so called Cuenca Lechera Central Argentina, the impact of drinking water quality on low producing Holstein cows (<25 kg/d), under grazing conditions, was studied. For the trial itself two treatments were used: T1 groundwater with high levels of salinity and T2 desalinized water applying the inverse osmosis technology, which they contained ~10,000 and

1.- Laboratorio Integral de Servicios Analíticos (L.I.S.A.), Cooperativa Tambera Nueva Alpina Ltda.

(S2340ALB) Ceres, provincia de Santa Fe, Argentina. e-mail: lisa@inthersil.com.ar

2.- Instituto de Tecnología de Alimentos (I.T.A.), Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral. C. C. 266. (3000) Santa Fe.

3.- Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, INTA. C. C. 22. (2300) Rafaela, provincia de Santa Fe.

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

Manuscrito recibido el 8 de junio de 2005 y aceptado para su publicación el 10 de octubre de 2005.

1,000 mg/L of Total Dissolved Solids (TDS), respectively. No significant differences were found in the individual production (18.7 kg/d for T1 vs. 18.6 kg/d for T2) ( $P > 0.05$ ). When analyzing the composition of pooled milk per treatment, a significant difference in the milk Fat content was observed, with an increase of the 8.5 % in favour of the cows that consumed desalinated water (3.01 % for T1 vs. 3.26 % for T2) ( $P < 0.05$ ). This determined a significant increment of a 2.6 % in the level of the Total Solids (11.78 % for T1 vs. 12.09 % for T2) ( $P < 0.05$ ). The results indicate that drinking water salinity could affect negatively the milk composition.

*Key words:* dairy cows, drinking water, salinity, inverse osmosis, milk production and composition.

## INTRODUCCIÓN

El agua es el compuesto químico más esencial para la vida. Es el medio en el cual se mueven los nutrientes y desechos entre las células y los órganos. Considerada como el elemento más importante del protoplasma celular, posee una alta capacidad calórica y habilidad para enfriar, y está involucrada en la gran mayoría de las reacciones químicas del metabolismo, además de ser un componente esencial en el transporte de los alimentos, regulador de la temperatura corporal y mantenimiento del pH (acidez o alcalinidad) de los fluidos orgánicos (Insel *et al.*, 2004).

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 (Harris & Van Horn, 1992).

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). Las vacas lecheras en lactancia reducen progresivamente el consumo de alimentos a medida que son privadas de agua, y la pérdida del peso corporal no se compensa

con el aumento de la alimentación durante el subsiguiente periodo de rehidratación (Senn *et al.*, 1996).

Para maximizar la producción de leche se debe proveer agua de buena calidad (Murphy, 1992). Esto es de gran importancia para la normal fermentación ruminal y el adecuado funcionamiento metabólico, que permiten lograr una buena digestión y absorción de nutrientes (Chase & Sniffen, 1988; Adams & Sharpe, 2001).

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  $\leq 5.000$  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.

En vacas lecheras de baja producción que bebían agua con menos de 5.000 mg/L de SDT, se informó una disminución en el rendimiento lactacional (Challis *et al.*, 1987; Wegner & Schuh, 1988). Sin embargo, en otros casos no se observaron cambios en vacas que consumían agua con menos de 4.000 mg/L de SDT (Bahman *et al.*, 1993). El consumo de agua y la producción de leche en vacas de alta producción (39 kg/d),

manejadas bajo condiciones desérticas, se incrementaron a través de la oferta de agua desalinizada en lugar del agua salada subterránea, la cual poseía niveles de 580 mg/L de cloruro, 287 mg/L de sodio, 239 mg/L de calcio y 101 mg/L de magnesio. Se observó además, un aumento en el rendimiento de grasa butirosa y proteína bruta (Solomon *et al.*, 1995).

En Argentina, el conocimiento acerca del efecto de la calidad, especialmente los niveles de salinidad del agua de bebida animal, es limitado. Algunos autores han mostrado el impacto del agua de pobre calidad (elevados contenidos salinos) sobre el consumo animal (Herrero *et al.*, 1996; Bavera *et al.*, 1999; Charlton *et al.*, 2001; Iramain *et al.*, 2001; Taverna *et al.*, 2001), mientras otros mostraron el efecto de altos niveles de contaminantes (Auge & Nagy, 1996).

El área en estudio, correspondiente al noroeste de la llamada Cuenca Lechera Central Argentina, posee acuíferos muy mineralizados, con contenidos salinos que superan ampliamente los valores recomendados para el consumo del ganado (Revelli *et al.*, 2002). Estos niveles de salinidad aumentan con la profundidad, y se detecta además, la presencia de tóxicos como el arsénico, que genera un factor condicionante para el aprovechamiento del agua subterránea. Los mismos autores, informaron algunas correlaciones entre calidad de agua y parámetros productivos, composicionales y reproductivos para la zona. Las más significativas fueron Sulfato vs. Grasa Butirosa ( $r = -0,978$ ), Dureza Total vs. Proteína Verdadera ( $r = -0,978$ ) y Dureza Total vs. Sólidos Totales ( $r = -0,956$ ). Elevados valores de estos componentes en el agua, podrían ser indicadores de modificaciones en la composición de la leche.

El objetivo de esta experiencia fue examinar la influencia del agua de bebida salada o desalinizada sobre la producción y

composición de la leche de vacas Holando Argentino, de baja producción, en condiciones pas-toriles.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### SITIO Y PERIODO EXPERIMENTAL

El ensayo se realizó 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.

### ANIMALES Y MANEJO

Se utilizaron 60 vacas Holando Argentino multíparas (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. La dieta estuvo compuesta por pastura de alfalfa, manejada en franjas diarias, silaje de maíz, grano húmedo de maíz, heno de alfalfa y semilla de algodón (Cuadro 1). La disponibilidad de la pastura de alfalfa determinó, en gran medida, la oferta de los demás componentes de la dieta. Sin embargo, las variaciones afectaron a todos los animales por igual, ya que todas las vacas recibieron similar alimentación y manejo. De esta manera, la única variable entre los grupos fue la calidad del agua de bebida.

### TRATAMIENTOS

Los animales de cada par fueron asignados aleatoriamente a cada uno de los tratamientos: T1 recibió agua subterránea con elevados niveles de salinidad (SDT ~10.000 mg/L) y T2 recibió agua desalinizada aplicando la tecnología de ósmosis

inversa (SDT ~1.000 mg/L). A ambos tratamientos se les ofreció agua *ad libitum* 21 días previos al comienzo del ensayo con el objetivo de acostumbrar y acondicionar el metabolismo ruminal.

### **DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas en el tiempo con análisis de covarianza para evaluar los niveles productivos y ANOVA para estudiar los indicadores de composición de leche. El tratamiento estadístico fue realizado con el programa SAS® (1989), de acuerdo con el modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + D_{(ij)} + \beta_k + (\alpha\beta)_{ik} + (D\beta)_{ijk} + X_i + \epsilon_{ijk}$$

donde

$\mu$  = Media general.

$\alpha_i$  = Efecto tratamiento.

$D_{(ij)}$  = Efecto animal dentro del tratamiento.

$\beta_k$  = Efecto tiempo.

$X_i$  = Covariable, producción lechera de la lactancia previa.

### **MEDICIONES**

La disponibilidad de pastura se determinó tomando cinco muestras por franja, una vez por mes. La calidad de los alimentos se estimó a partir de muestras tomadas cada 30 días, de acuerdo con AOAC (1990) y Van Soest *et al.*, 1991.

Diariamente se registró el consumo colectivo de agua de bebida (caudalímetros totalizadores marca Schlumberger Modelo PRECIFLO Class C EEC/ISO COLD WATER METER, Schlumberger – Water & Heat, Montrouge, France).

El agua del T2 se pasó previamente por un Sistema de Pretratamiento marca OSMÓTIKA®, compuesto por bomba de alimentación sanitaria de 1 HP, filtro de

profundidad multimedio con carcasa de 330 mm de diámetro, bomba dosificadora de antiesca-lante y un microfiltro de densidad graduada con cartucho de 10  $\mu$  x 20 ” de longitud, en polipropileno termofijado, para la retención del material particulado. La desalinización del agua se realizó aplicando la tecnología de ósmosis inversa (OSMÓTIKA S.A., Francisco Soler 1083, E3102FAG Paraná, Entre Ríos, Argentina) utilizando un Equipo de Ósmosis Inversa Full marca OSMÓTIKA® Modelo OI-7.0-F provisto con bomba de alta presión centrífuga multietapa, en acero inoxidable AISI 304, tres tubos de alta presión porta membranas en PRFV, proceso Filament Winding, conteniendo tres membranas de ósmosis inversa marca Hydranautics (Energy Saving Membrane Series), origen U.S.A., tipo TFC de configuración espiral, Modelo ESPA1-4040 con una capacidad de rechazo del 99,2 % y un flujo de permeado de 410 L/h.

Los análisis de agua se llevaron a cabo en muestras tomadas de los bebederos con una frecuencia mensual, utilizando recipientes de plástico esterilizados de 1.000 ml de capacidad y las muestras de leche mezcla, de los ordeños matutinos y vespertinos, representativas de cada lote de 30 vacas fueron colectadas mensualmente en colectores plásticos estériles de 120 ml de capacidad. Todas las muestras 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.

Las metodologías para los análisis de agua fueron las siguientes: pH, Conductividad, Turbidez, Oxígeno Disuelto, Temperatura y Sólidos Disueltos Totales con una sonda multiparamétrica Water Quality Checker U-10 Horiba (Kyoto, Japan), y para Sulfato, Nitrato, Nitrito y Dureza Total por Métodos Colorimétricos y Volumétricos Merck (Darmstadt, Germany).

Mensualmente se realizó el control lechero utilizando medidores de leche marca Waikato Milking Systems™ de 30 kg – 65 lb, New Zealand, con el objetivo de medir la producción individual y confeccionar la muestra representativa de ambos ordeñes ( *pooles* mañana y tarde).

Las metodologías para los análisis de leche corresponden a: Acidez: Norma IRAM 14005: 1976; pH: Potenciometría – Horiba Cardy Twin B-113 (Kyoto, Japan); Grasa Butirosa, Proteína Bruta, Urea, Lactosa, Sólidos no Grasos y Sólidos Totales: Norma ISO 9622: 1999 – Espectroscopía de Absorción Infrarroja; Proteína Verdadera, Proteína Soluble, Nitrógeno Total, Nitrógeno no Proteico, Nitrógeno no Caseínico y Caseína: Método Kjeldahl Foss Tecator (Höganäs, Sweden); Descenso Crioscópico: Norma FIL-IDF 108B: 1991 – Funke Gerber CryoStar Economy II GmbH (Munchen, Germany); Recuento Bacterias Totales: Norma FIL-IDF 100B: 1991; Recuento Células Somáticas: Norma FIL-IDF 148A: 1995, y para Sodio, Potasio y Cloruro: Método Electrodo Ión Selectivo – Ilyte System Instrumentation Laboratory (IL SpA-Viale Monza 338 – 20128 Milano, Italy).

Los análisis de Sílice, Aluminio, Plomo, Cobre, Cinc y Molibdeno se realizaron por Absorción Atómica con un equipo marca Hitachi Z 8000 de Lectura Directa, y Arsénico

y Selenio con un equipo marca Varian 220 FF con Horno de Grafito.

Los Plaguicidas Organoclorados se analizaron por cromatografía gaseosa con un Cromatógrafo Gaseoso Varian 3800, con Detector de Captura de Electrones, Col. ZB 1701, y los Plaguicidas Organofosforados se evaluaron con un Cromatógrafo Gaseoso marca Varian 3400 con Detector Fotométrico de Llama. Las determinaciones en agua se realizaron aplicando el Método APHA-AWWA-WPCF 6630 B y para las detecciones en leche se utilizó el Método AOAC 970.52.

Se contó con los datos diarios de temperatura ambiente, temperatura máxima y mínima, humedad relativa y precipitaciones (Servicio Meteorológico Nacional, Ceres, Santa Fe, Argentina).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ensayo se realizó durante una lactancia completa de 270 días, a partir de animales con pariciones en el otoño (última semana de Marzo y primera de Abril). Las muestras de leche y de los diferentes ingredientes que componían la alimentación se tomaron a partir de los 45 días del comienzo de la lactancia.

**Cuadro 1:** Oferta y calidad promedio de los ingredientes empleados en el ensayo.

Ingredientes	Oferta MS (kg/d)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	ENL (Mcal/kg MS)
Pastura de alfalfa	11,80	26,50	40,70	35,80	1,36
Silaje de maíz	5,30	3,00	50,90	39,90	0,70
Grano húmedo de maíz	2,05	8,95	20,90	8,38	1,90
Heno de alfalfa	1,30	16,00	67,00	59,00	0,70
Semilla de algodón	0,35	9,50	44,00	34,00	0,98
Total	20,80	-	-	-	-

MS = Materia Seca.

PB = Proteína Bruta.

FDN = Fibra Detergente Neutro.

FDA = Fibra Detergente Ácido.

ENL = Energía Neta de Lactancia, estimada de acuerdo con el NRC (2001).

La oferta y calidad promedio de los ingredientes empleados en ambos tratamientos se presentan en el Cuadro 1.

Ambos grupos recibieron una dieta que en cantidad estuvo acorde al nivel de producción previsto (18 a 20 kg/d), con valores promedios en la dieta total ofrecida de 18,80 % de proteína bruta y 1,20 Mcal/kg MS de energía neta de lactancia. La proteína bruta se estimó a partir de la composición de los diferentes ingredientes, en tanto que la energía neta de lactancia se estimó de acuerdo con el NRC (2001). La oferta de proteína superó las necesidades, generando un desbalance nutricional y provocando que los niveles de energía aportada resultaran insuficientes en casi todo el ensayo, comparando la oferta y los requerimientos de acuerdo con el NRC (2001).

La fibra de los alimentos representa a la pared celular de los vegetales y se determina en el laboratorio como fibra insoluble en detergente neutro (FDN). La fibra efectiva (FDNef) es la fracción de la FDN que influye sobre la masticación, la rumia (salivación y pH ruminal) y los movimientos del rumen (ciclo de mezcla), acorde con la salud y producción de los animales. Las observaciones empíricas y posterior análisis de los datos de composición de la leche permiten considerar que, si bien no se midió, las dietas pudieron tener un déficit de FDNef durante gran parte del experimento.

Los parámetros que caracterizaron la calidad de agua, para ambos tratamientos, se pueden observar en el Cuadro 2.

Como se puede observar en el Cuadro 2, los tratamientos T1 y T2 correspondieron

*Cuadro 2: Calidad de agua ofrecida en los tratamientos T1 y T2.*

Parámetros	T1 ± DE	T2 ± DE
pH	8,13 ± 0,28	7,13 ± 0,39
Conductividad (mS/cm)	14,09 ± 2,73	1,76 ± 1,01
Turbidez (NTU)	8 ± 5,97	1 ± 0,53
Oxígeno Disuelto (mg/L)	9,33 ± 0,98	9,59 ± 0,81
Temperatura (°C)	20,1 ± 3,07	20,0 ± 3,03
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	9.819 ± 1.849,80	1.222 ± 677,19
Sulfato (mg/L)	2.250 ± 327,87	125 ± 54,66
Nitrato (mg/L)	51 ± 45,41	4 ± 4,54
Nitrito (mg/L)	0,05 ± 0,10	ND
Dureza Total (mg/L)	693 ± 171,03	83 ± 37,29
Carbonato (mg/L)	72 ± 101,82	ND
Bicarbonato (mg/L)	628 ± 95,46	80 ± 28,28
Cloruro (mg/L)	3.456 ± 1.487,95	389 ± 208,84
Sodio (mg/L)	3.322 ± 1.096,26	301 ± 108,36
Calcio (mg/L)	129 ± 46,44	14 ± 5,88
Magnesio (mg/L)	90 ± 16,20	12 ± 5,76
Sílice (mg/L)	48	5
Hierro (mg/L)	0,25	0,10
Arsénico (mg/L)	0,09	ND
Aluminio (mg/L)	<0,003	<0,002
Plomo (mg/L)	<0,004	<0,004
Pesticidas Clorados (µg/ml)	ND	ND
Pesticidas Fosforados (µg/ml)	ND	ND

DE = Desvío Estándar.

ND = No Detectado.

a niveles de SDT en el agua de bebida de ~10.000 y 1.000 mg/L, respectivamente. Cloruro de sodio y sulfato de sodio fueron las sales predominantes, ofrecidas en concentraciones hipotéticas de: NaCl = 5.735 mg/L y Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 3.247 mg/L para T1, y NaCl = 638 mg/L y Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 158 mg/L para T2.

No se detectaron residuos de pesticidas clorados y fosforados durante el desarrollo del experimento. Este párrafo merece un análisis especial, en virtud de no existir antecedentes en la zona en estudio de este tipo de contaminantes, siendo por lo tanto muy importante tener la certeza de saber que no estaban presentes, caso contrario, hubiesen incluido una variable más en el ensayo.

El balance mineral de la dieta promedio empleada en ambos tratamientos, incluida el agua de bebida, se ilustra en el Cuadro 3, sobre la base de estimaciones de acuerdo a

las ecuaciones del NRC (2001).

Los animales que consumieron agua desalinizada tuvieron deficiencias minerales de sodio (-32,0 g/d) durante toda la experiencia, y si bien el azufre muestra un resultado promedio positivo (+3,3 g/d), se observó 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).

En el Cuadro 4 se observa el promedio mensual del consumo de agua por tratamiento, temperatura ambiente, temperatura máxima y mínima, humedad relativa y precipitaciones.

Como se puede observar en el Cuadro 4, no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en el consumo de agua para ambos tratamientos (61,8 L/d vs. 66,2 L/d para

**Cuadro 3:** Probable balance mineral promedio de la dieta empleada en el ensayo, incluida el agua de bebida.

Tratamientos	Ca (g/d)	P (g/d)	Mg (g/d)	Cl (g/d)	K (g/d)	Na (g/d)	S (g/d)	Cu (mg/d)
T1	+3,6	0,0	+1,5	+174,0	+166,0	+75,8	+10,4	-1,9
T2	+4,8	+0,8	+1,6	+25,6	+175,1	-32,0	+3,3	-1,8

Calculado de acuerdo con el NRC (2001).

**Cuadro 4:** Promedio mensual del consumo de agua, temperatura ambiente, temperatura máxima y mínima, humedad relativa y precipitaciones durante el tiempo de duración de la experiencia.

Meses	T1(L/d)	T2 (L/d)	T (°C)	T (°C)	HR (%)	P (mm)
				Máx. - Mín.		
Mayo	61,4	65,9	15,3	21,2 - 11,2	90	28,0
Junio	46,9	49,3	15,0	20,5 - 11,1	97	3,9
Julio	52,6	44,6	11,3	18,7 - 6,2	94	0,6
Agosto	51,7	54,0	11,5	19,5 - 5,6	88	27,3
Septiembre	73,3	83,9	16,4	25,5 - 9,2	74	13,8
Octubre	81,1	96,6	20,7	28,5 - 13,9	76	92,9
Noviembre	65,4	68,9	22,3	30,3 - 15,0	73	96,6
Promedio	61,8	66,2	16,1	23,5 - 10,3	85	37,6

T = Temperatura.

HR = Humedad Relativa.

P = Precipitaciones.

T1 y T2, respectivamente). Este consumo promedio se relaciona con la temperatura ambiente, ya que fue mayor la ingesta durante los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre, cuando se midieron aumentos de las temperaturas medias por encima de los 16 °C y temperaturas máximas medias cercanas a los 30 °C, con humedades relativas superiores al 70 %. Esta combinación podría haber impuesto un cierto grado de estrés para los animales (Valtorta & Leva, 1998). Durante los meses de verano, y debido a las elevadas temperaturas y humedades que registra la zona, los consumos de agua aumentan considerablemente (Gallardo, 1998). Este aumento en los requerimientos de agua determinaría un estado mucho más crítico y, probablemente, los efectos sobre los parámetros analizados podrían ser mayores.

La evolución de producción de leche durante los meses en que se desarrolló el ensayo, se muestra en el Cuadro 5.

Con referencia a la producción de leche individual, no se observaron diferencias significativas entre ambos tratamientos ( $P > 0,05$ ). Bahman *et al.* (1993) en un estudio realizado con vacas lecheras de baja producción (<25 kg/d) coincidieron con estas observaciones.

Un interrogante planteado en esta experiencia era comprobar si la salinidad del agua de bebida podía modificar la actividad de la

flora ruminal. Es evidente que al menos en lo que concierne a los precursores de la lactosa (propionato/glucosa) no hay diferencias que puedan ser atribuidas al contenido salino del agua. Por consiguiente, a igualdad de condiciones ambientales, de alimentación y de estado lactacional, con la única variable en la concentración salina del agua de consumo, el contenido de lactosa no mostró diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre tratamientos ( $4,85 \pm 0,11$  % vs.  $4,87 \pm 0,16$  % para T1 y T2, respectivamente). Sería importante evaluar si estas consideraciones se cumplen en rodeos de mayor mérito productivo (>30 kg/d). Sin duda, estos resultados indican que el contenido salino del agua de bebida, en las concentraciones estudiadas, no constituye una situación extrema, como sería el caso de subalimentación, mastitis, etc. Peaker (1980) reportó que los niveles de los componentes solubles: lactosa, sodio, potasio y cloruro no se modifican, excepto en las condiciones extremas mencionadas.

Las producciones más elevadas se observaron al inicio de la lactancia con promedios cercanos a los 21 kg/d, mientras que las más bajas estuvieron alrededor de los 14 a 15 kg/d entre los siete y ocho meses de lactancia. La disminución más importante comienza a partir de Septiembre, debido en parte a la evolución propia de la lactancia, y por otro lado a la calidad de la dieta ofrecida, basada

**Cuadro 5:** Producción individual de leche entre tratamientos.

Meses	T1 (kg/d) $\pm$ DE	T2 (kg/d) $\pm$ DE
Mayo	20,5 $\pm$ 4,52	20,1 $\pm$ 4,18
Junio	20,1 $\pm$ 3,22	20,7 $\pm$ 3,42
Julio	20,6 $\pm$ 3,97	19,3 $\pm$ 3,44
Agosto	18,8 $\pm$ 3,47	18,1 $\pm$ 3,28
Septiembre	20,1 $\pm$ 3,80	20,2 $\pm$ 4,21
Octubre	17,0 $\pm$ 3,32	16,8 $\pm$ 4,82
Noviembre	13,9 $\pm$ 3,21	15,3 $\pm$ 4,03
Promedio	18,7 $\pm$ 3,64	18,6 $\pm$ 3,91

DE = Desvío Estándar.

principalmente en pastura.

El déficit de sodio de la dieta tratada pudo haber influido sobre los niveles productivos de ese grupo durante los meses centrales del invierno cuando las cantidades de silaje de maíz fueron más elevadas. Este tipo de dietas (mayor cantidad de silaje de maíz) son normalmente deficitarias en estos minerales.

Para ambos tratamientos se observaron lactancias muy cortas (menos de 270 días), resultados frecuentes encontrados en la zona.

El Cuadro 6 ilustra la calidad de leche

representativa de cada ordeño del total de animales de los grupos T1 y T2 (*pool*).

En el análisis de la composición de la leche, el contenido de grasa butirosa mostró un aumento significativo del 8,5 % a favor de las vacas que consumieron agua desalinizada ( $3,01 \pm 0,19$  % para T1 vs.  $3,26 \pm 0,19$  % para T2) ( $P < 0,05$ ), lo cual determinó significativamente un incremento de un 2,6 % en el nivel de los sólidos totales ( $11,78 \pm 0,29$  % vs.  $12,09 \pm 0,29$  % para T1 y T2, respectivamente) ( $P < 0,05$ ). Estos valores coinciden con los hallazgos de Solomon *et*

**Cuadro 6:** Composición de *pool* de leche para los tratamientos T1 y T2.

Parámetros	T1 ± DE	T2 ± DE
Acidez (°D)	15,12 ± 1,40	15,71 ± 1,39
pH	6,69 ± 0,05	6,67 ± 0,07
Grasa Butirosa (%)	3,01 ± 0,19 <sup>a</sup>	3,26 ± 0,19 <sup>b</sup>
Proteína Bruta (%)	3,23 ± 0,09	3,29 ± 0,10
Proteína Verdadera (%)	2,89 ± 0,06	2,97 ± 0,11
Proteína Soluble (%)	0,48 ± 0,09	0,49 ± 0,08
Nitrógeno Total (%)	0,5020 ± 0,01	0,5149 ± 0,02
Nitrógeno no Proteico (%)	0,0487 ± 0,003	0,0499 ± 0,005
Nitrógeno no Caseínico (%)	0,1234 ± 0,02	0,1264 ± 0,01
Caseína (%)	2,41 ± 0,11	2,48 ± 0,11
Urea (mg/L)	272 ± 111,41	291 ± 97,51
Lactosa (%)	4,85 ± 0,11	4,87 ± 0,16
Sólidos no Grasos (%)	8,76 ± 0,13	8,83 ± 0,21
Sólidos Totales (%)	11,78 ± 0,29 <sup>a</sup>	12,09 ± 0,29 <sup>b</sup>
Descenso Crioscópico (°C)	-0,519 ± 0,02	-0,522 ± 0,02
Bacterias Totales (UFC/ml)	$3,5 \times 10^5 \pm 2,7 \times 10^5$	$3,7 \times 10^5 \pm 2,9 \times 10^5$
Células Somáticas (CS/ml)	312.000 ± 82.000	336.000 ± 71.000
Sodio (mg/L)	386 ± 71,83	419 ± 64,40
Potasio (mg/L)	1.471 ± 80,42	1.429 ± 83,94
Cloruro (mg/L)	1.120 ± 73,63	1.053 ± 59,50
Cobre (mg/L)	0,06	0,05
Selenio (mg/L)	0,04	0,05
Cinc (mg/L)	3,50	4,33
Molibdeno (mg/L)	<2	<2
Arsénico (mg/L)	0,06	0,05
Aluminio (mg/L)	<0,5	<0,5
Plomo (mg/L)	<0,2	<0,2
Pesticidas Clorados (µg/ml)	ND	ND
Pesticidas Fosforados (µg/ml)	ND	ND

DE = Desvío Estándar.

ND = No Detectado.

<sup>a,b</sup>Letras distintas en las filas indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

*al.* (1995), quienes realizaron un ensayo con vacas lecheras de alta producción (39 kg/d), en zonas desérticas y con elevada temperatura ambiente. La menor concentración de grasa butirosa en vacas que bebieron aguas muy salinas podría estar relacionada a algún efecto negativo de las sales del agua sobre la formación de precursores de la síntesis grasa de la leche a nivel ruminal.

La proteína bruta mostró un mayor incremento a favor de las vacas que consumieron agua desalinizada, pero los resultados no evidenciaron efectos significativos ( $3,23 \pm 0,09$  % para T1 vs.  $3,29 \pm 0,10$  % para T2) ( $P > 0,05$ ).

Es conocida la importancia del contenido mineral de la leche, por su influencia en el comportamiento tecnológico (características fisicoquímicas relacionadas particularmente al calcio y fósforo), y por su valor nutricional e implicancia organoléptica (presencia de altas cantidades de sodio y cloruro) (Sbodio *et al.*, 1999). En esta experiencia, los elementos minerales de la fase soluble de la leche que se encuentran en elevadas concentraciones (sodio, potasio y cloruro) tampoco mostraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ). Existen en la Bibliografía datos que sustentan que tanto la alimentación como el agua no modifican la composición mineral soluble, al contrario de lo que ocurre con los elementos plásticos como el calcio, fósforo y magnesio, que si enriquecen la composición de la leche (Mahieu, 1985).

## CONCLUSIÓN

En el marco del estudio, se concluye que vacas lecheras de baja producción (<25 kg/d) que bebieron agua con elevados niveles de salinidad, no vieron significativamente afectado su desempeño productivo.

Los *pooles* de leche de los animales que

consumieron agua con bajo contenido salino mostraron un aumento significativo en el tenor grasa. El contenido de grasa butirosa fue 8,5 % superior al de la leche producida por vacas que bebieron agua con elevados niveles de salinidad. Como consecuencia, se incrementaron significativamente en un 2,6 % los sólidos totales.

## 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 Tambera 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 Dr. Oscar Quaino 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. & W. E. SHARPE. 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>.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 1990. Official

- Methods of Analysis. 15<sup>th</sup> Ed., Arlington, VA.
- AUGE, M. & M. I. NAGY.** 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.
- BAHMAN, A. M.; J. A. ROOKE & J. H. TOOPS.** 1993. The performance of dairy cows offered drinking water of a low or high salinity in hot arid climate. *Anim. Prod.* 57: 23-28.
- BAVERA, G. A.; H. A. BEGUET & O. A. BOCOCO.** 1999. Aguas de bebida para bovinos. Interpretación de análisis, manejo y mejoramiento de aguadas salinas. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp. 9-22.
- CHALLIS, D. J.; J. S. ZEINSTRAS & M. J. ANDERSON.** 1987. Some effects of water quality on the performance of high yielding cows in an arid climate. *Vet. Rec.* 120: 12-15.
- 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. Balcarce, Argentina. p. 228.
- CHASE, L. E. & C. J. SNIFFEN.** 1988. Update on water quality. U.S. National Dairy Database. University of Maryland.  
URL [http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/ndd/feeding/UPDATE\\_ON\\_WATER\\_QUALITY.html](http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/ndd/feeding/UPDATE_ON_WATER_QUALITY.html).
- GALLARDO, M. R.** 1998. Manejo nutricional. En "Producción de leche en verano". Capítulo 4. Centro de Publicaciones Universidad Nacional del Litoral. pp. 47-63.
- HARRIS, B. Jr. & H. H. VAN HORN.** 1992. Water and its importance to animals. Dairy Production Guide. Circular 1017. Florida Cooperative Extension Service.
- HERRERO, M. A.; G. SARDI; A. ORLANDO; V. MALDONADO; L. CARBÓ; M. FLORES & J. J. OMAZABAL.** 1996. Agua: uso y manejo sustentable. El agua en el sector agropecuario, caracterización de la Pradera Pampeana. Seminario Internacional Asociación de Universidades Grupo Montevideo. Brasil, 16 al 18 de Octubre de 1996. 53-80.
- INSEL, P.; R. E. TURNER & D. ROSS.** 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. Balcarce, Argentina. 262-264.
- 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.
- MAHIEU, H.** 1985. Facteurs de variation de la composition du lait. In "Laits et produits laitiers". Vol. 1 (Coord. M. Luquet). 119-183. Ed. Technique et Documentation Lavoisier, Paris, France.
- 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. 7<sup>th</sup> Rev. Ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

- PEAKER, M.** 1980. Influence of diet on the yields 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 Sección Ciencias Veterinarias 1 (1): 55-67.
- SAS® User's Guide: Statistics, Version 6.04 Edition.** 1989. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- SBODIO, O. A.; E. J. TERCERO; M. L. MINE-TTI; 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.
- SENN, M.; S. GROSS-LÜEM; A. KAUFMANN & W. LANGHANS.** 1996. Effect of water deprivation on eating patterns of lactating cows fed grass and corn pellets ad lib. *Physiol. Behav.* 60: 1413-1418.
- SOLOMON, R.; J. MIRON; D. BENGHE-DALIA & Z. ZOMBERG.** 1995. Performance of high producing dairy cows offered drinking water of high and low salinity in the Arava Desert. *J. Dairy Sci.* 78: 620-624.
- TAVERNA, M. A.; F. ETCHEVERRY; M. S. CHAVEZ & O. QUAINO.** 2001. Efecto de distintos tratamientos del agua de bebida de vacas sobre la producción y composición química de la leche. *Revista Argentina de Producción Animal (AAPA)*. Vol. 21, Supl. 1. Balcarce, Argentina. 15-16.
- VALTORTA, S. E. & P. E. LEVA.** 1998. Caracterización del ambiente físico. En "Producción de leche en verano". Capítulo 1. Centro de Publicaciones Universidad Nacional del Litoral. pp. 9-20.
- VAN SOEST, P. J.; J. B. ROBERTSON & B. A. LEWIS.** 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- WEGNER, T. N. & J. P. SCHUH.** 1988. Effect of water quality and season on milk production and water metabolism in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 71 (Suppl. 1): 185 (Abstr.).
- WEST, J. W.** 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 86: 2131-2144.