

Composición mineral de la leche del Estado Mérida, Venezuela

María D. Sánchez¹ y Luis A. Boscán²

Departamento de Ciencia de los Alimentos, Facultad de Farmacia, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

RESUMEN. Se analizaron 132 muestras compuestas de leche cruda de las zonas altas y bajas del Estado Mérida, ubicado en la cordillera de los Andes venezolanos, para determinar los principales elementos minerales, por su concentración o importancia tecnológica, utilizando técnicas espectrofotométricas de absorción y absorción atómica. Los resultados se agruparon para evaluar el efecto de la zona (baja vs. alta) raza (mestizo vs. Holstein) alimentación (estabulación vs. pastoreo) y época del año (seca vs. lluviosa). Las concentraciones promedio globales obtenidas para el Estado en mg/L fueron: sodio, 537.0 ± 143.05 ; potasio, 1327.9 ± 133.84 ; calcio, 952.4 ± 118.67 ; fósforo, 739.2 ± 97.9 ; hierro, 0.397 ± 0.1549 ; magnesio, 82.4 ± 10.40 ; cobre, 0.589 ± 0.340 ; zinc, 7.95 ± 1.737 . Estas se encontraron mayores en las zonas bajas, probablemente por las diferencias en los sistemas de producción aplicados. Se observaron elevadas concentraciones para el hierro y el cobre, lo cual hace presumir la posible contaminación con utensilios de ordeño, transporte y/o conservación que podría determinar susceptibilidad al enranciamiento oxidativo.

SUMMARY. Mineral composition of milk from Mérida State, Venezuela. The main mineral components were measured on 132 composite raw milk samples collected in the low and high zones of Mérida State, located in the Venezuelan Andes, by spectrophotometric and atomic absorption methods. The results were grouped to evaluate the effect of the zone (low vs. high) breed (hybrid vs. Holstein) and season (dry vs. rain). The mean values and standard deviations (mg/L) were: sodium, 537.0 ± 143.05 ; potassium, 1327.9 ± 133.84 ; calcium, 952.4 ± 118.67 ; phosphorus, 739.2 ± 97.9 ; iron, 0.397 ± 0.1549 ; magnesium, 82.4 ± 10.40 ; copper, 0.589 ± 0.340 ; zinc, 7.95 ± 1.737 . These values were higher for the low zones due probably to differences in the production systems. Significant high concentration of iron and copper were obtained which could result in milks susceptible to oxidative rancidity.

INTRODUCCION

El contenido de sales minerales en la leche reviste singular importancia desde diferentes puntos de vista. En el aspecto nutricional, por el aporte de minerales indispensables para el organismo, especialmente durante las etapas de su formación y crecimiento, con la ventaja sobre otros alimentos, de que ellos se encuentran en las proporciones o relaciones apropiadas para su absorción óptima a la sangre, desde el tracto digestivo (1,2). La deficiencia de algunos de esos minerales, particularmente de calcio, fósforo, hierro y zinc, puede determinar serios problemas nutricionales (3,4), mientras que el suministro desequilibrado de ellos puede ocasionar otros problemas de salud como hipocalcemia y deshidratación hipertónica (5,6,7).

Por otra parte, el contenido de sales minerales y sus variaciones juega un papel de gran interés en el estado físico y la estabilidad físico-química de la leche, por estar asociados con las proteínas, especialmente en el complejo coloidal caseinato-fosfato calcio-magnésico. De allí que el contenido mineral puede afectar el comportamiento de la leche y sus derivados. Así por ejemplo, afecta sensiblemente la estabilidad al calor, la coagulación por el cuajo y la coagulación de la leche evaporada (8,9). Es causante de problemas

tales como la coagulación de la crema en el café caliente, la formación de partículas de cuajada en productos lácteos congelados, la adhesión indeseable de glóbulos grasos en productos homogeneizados, variaciones en la viscosidad de la crema, etc. Además, ciertos componentes minerales, como el hierro y el cobre, pueden actuar como factores catalizadores de la oxidación de la grasa láctea, induciendo procesos de enranciamiento oxidativo que deterioran el sabor de los productos lácteos (10,11).

No obstante la importancia de los componentes minerales de la leche, muy pocos trabajos se han desarrollado sobre el tema en Venezuela y no se conoce ninguno realizado en el Estado Mérida. En este trabajo se estudia el contenido total y los principales componentes en diversas regiones del Estado, así como ciertos parámetros relacionados, con énfasis en las denominadas zonas altas, que han sido sometidas al Programa de Ganadería de Altura (12) y en los distritos de las zonas bajas, con fines comparativos. El estudio se concentra en los principales elementos minerales, por su contenido e importancia como son el calcio, magnesio, sodio, potasio y fósforo y otros de menor proporción pero de gran significación nutricional y/o tecnológica como son el hierro, el cobre y el zinc.

MATERIALES Y METODOS

Las muestras utilizadas en el presente trabajo se obtuvieron mensualmente en dos períodos de captación diferentes. El primero se efectuó en los denominados Valles Altos de la cordillera de Los Andes, en las zonas de El Valle, Ejido, Jají y La Azulita, correspondientes a los Distritos Libertador, Campo Elías, Andrés Bello y Sucre del Estado Mérida, durante todo un año, tiempo en el cual se recolectaron 77 muestras de 30 fincas. El segundo período de

1. Ingeniero Químico M.S. Ingeniería de Alimentos. Profesora Asociada. Dpto. de Ciencia de los Alimentos, Facultad de Farmacia, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
2. Dr. Farmacia M.S. Tecnología de Alimentos. Profesor Titular. Dpto. de Ciencia de los Alimentos. Facultad de Farmacia, Universidad de Los Andes, Mérida. Facultad de Veterinaria. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

captación se desarrolló entre enero y julio en zonas consideradas como de baja altura, próximas a las poblaciones de La Tendida, El Vigía, Tucanizón, Guayabones, etc., aledañas a la carretera Panamericana, correspondientes a los Distritos Alberto Adriani y Andrés Bello, donde se capturaron 55 muestras de 12 fincas, para un total de 132 muestras de 42 unidades de producción.

Cada muestra se recolectó asépticamente del combinado de cada unidad productora, después del ordeño matinal y se transportó, bajo refrigeración, en recipientes estériles de 1 L, dentro de cavas con hielo, hasta el laboratorio, donde se conservó en refrigeración hasta su análisis.

Cada una de las muestras se analizó por duplicado, para los principales elementos minerales. Las cenizas se obtuvieron a partir de 20 ml de muestra homogénea, previamente desecada hasta peso constante a 90 °C, por incineración a 500 °C.

Las cenizas obtenidas se trataron sucesivamente con 10 ml de HCl 10%, 10 ml de HCl 10% y 10 ml de agua destilada. Cada tratamiento consistió en disolver las cenizas y calentar la solución para su evaporación (del ácido o agua) hasta un volumen de 2 ml. El residuo se disolvió en 25 ml de agua destilada, se filtró a través de papel Whatman 42 y el filtrado y lavados se enrasaron a 50 ml. Esta solución se utilizó para las determinaciones de microelementos (hierro, cobre y zinc) y sus diluciones (con un factor del orden de 1000) para los macroelementos (sodio, potasio, calcio y magnesio) (13,14).

Los elementos sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre y zinc se determinaron por espectroscopía de absorción atómica utili-

zando un aparato de la marca Perkin Elmer, modelo 303, y de acuerdo a la técnica recomendada por la AOAC (1990) adaptada a muestras de leche (14). En todos los casos se emplearon soluciones estándar elaboradas a partir de titrisoles Merck. La concentración de fósforo se determinó empleando la técnica espectrofotométrica (absorción) de Fiske-Subarow adaptada para leche (14).

Los datos obtenidos en cada determinación se agruparon para facilitar su análisis estadístico. Para cada elemento mineral se calcularon las medidas de centramiento y dispersión (rango, media, desviación estándar y coeficiente de variación porcentual) para todo el período de estudio. Además, se calcularon tales medidas en función de las zonas (altas y bajas) la raza (Holstein y mestizo) el tipo de alimentación (estabulación y pastoreo) y la estación (períodos de lluvia y sequía). Estos datos se compararon entre sí para establecer diferencias estadísticamente significativas, mediante la prueba de la hipótesis para diferencia de medias (t de Student).

RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla 1 presenta los resultados medios anuales obtenidos en las zonas altas, bajas y totales del Estado Mérida para los principales componentes minerales analizados. Al comparar entre sí las zonas, se aprecia que las concentraciones medias de los elementos sodio, potasio, calcio, fósforo, hierro y zinc son mayores en las zonas bajas, siendo las diferencias estadísticamente muy significativas ($p < 0,01$). En cambio las concentraciones de magnesio y cobre son ligeramente mayores en las zonas altas, pero esas diferencias no son significativas.

TABLA 1
Resultados promedio anuales de los minerales de la leche cruda producida en el Estado Mérida (mg/L)^a

	Cenizas ^a	Sodio ^b	Potasio ^b	Calcio ^b	Magnesio	Fósforo ^b	Hierro ^b	Cobre	Zinc ^b
Zonas Altas									
R	0,65-0,78	338,8-653,4	895,4-1452,0	701,0-1101,4	65,3-111,3	453,6-959,4	0,121-0,799	<0,200-1,790	3,5-12,6
\bar{X}	0,72	443,4	1273,3	891,7	84,0	714,2	0,359	0,603	7,50
S	0,026	58,94	124,28	96,83	12,74	99,27	0,1420	0,4151	1,754
CV%	3,6	13,2	9,7	10,9	14,6	13,9	39,6	68,9	23,4
Zonas Bajas									
R	0,64-0,87	433,5-1028,5	1173,7-1787,7	847,2-1161,6	70,2-89,6	443,3-888,7	0,266-0,799	<0,200-0,968	6,2-13,4
\bar{X}	0,73	680,3	1405,7	1045,8	81,1	778,4	0,457	0,570	8,65
S	0,054	111,51	106,29	83,86	4,45	82,5	0,1567	0,1874	1,472
CV%	7,4	16,4	7,6	8,0	5,5	10,6	34,3	32,9	17,0
Global									
R	0,64-0,87	338,8-1028,5	895,4-1778,7	701,8-1161,6	65,3-111,3	443,2-959,4	0,121-0,799	<0,200-1,790	3,5-13,4
\bar{X}	0,73	537,0	1327,9	952,4	82,4	739,2	0,397	0,589	7,95
S	0,034143,05	133,84	118,67	10,40	97,9	0,1549	0,340	1,737	1,754
CV%	4,7	26,6	10,1	12,5	12,5	13,2	39,0	57,7	21,8

a Los resultados de cenizas se expresan en g/100 ml.

b Los minerales señalados presentan diferencias muy significativas entre las zonas ($p < 0,01$).

Estos resultados, en general mayores para las zonas bajas, coinciden perfectamente con otros reportados en esas zonas (15), para los principales macrocomponentes como la grasa, las proteínas, los sólidos totales, los sólidos no grasos y las cenizas totales, que obviamente están integrados en parte por esas sales. Tales macrocomponentes, al igual que algunas propiedades como el punto de congelación, la densidad, la acidez y el pH, también se encontraron mas elevados en las zonas bajas. Nótese que los contenidos de cenizas

totales expresados en g/100 ml, son de 0,72(0,026 para las zonas altas y 0,73(0,054 para las zonas bajas, ambos conformes a la norma COVENIN 903 de 0,70-0,80 g/100 ml (16), sin diferencia estadística entre sí. Estos contenidos aunque normales, se aprecian cerca del limite inferior de la norma. Sin embargo, son muy cercanos a los valores reportados para otras regiones del país (17,18). Las diferencias se deben posiblemente a la gran variación que existe en los sistemas de producción: en las zonas bajas, los rebanoes están integra-

dos en su mayoría por ganado criollo mestizo, explotado en forma extensiva, a base de gramíneas, lo cual disminuye el volumen de leche producido, pero aumenta la concentración de los componentes, mientras que en las zonas altas predomina el ganado de raza pura como el Holstein, parcialmente estabulado, pero en su mayoría con alimentación a base de pasto kikuyo, que produce mayor volumen de leche, pero con menores concentraciones de los componentes (12,15). Esta podría ser también la explicación, por lo menos en parte, para esa diferencia observada en los principales componentes minerales. Sin embargo, como se discute adelante, los factores raza, tipo de alimentación y época del año, en forma aislada, no son determinantes. Pareciera que es su conjunto el que produce las diferencias indicadas.

Al comparar los resultados obtenidos con los encontrados en la literatura internacional para leche normal (8) se aprecia que los valores de los macroelementos estudiados en las zonas bajas se encuentran en los rangos reportados. Sin embargo, los valores encontrados en las zonas altas, para calcio, potasio y fósforo se observan en el límite inferior o ligeramente más bajos. Al hacer esta comparación con los pocos datos publicados en Venezuela (5,10,19,20,21) se observan magnitudes similares a las encontradas por Ortega (21) y Boscán et al (17) en el Estado Zulia.

Cocientes calcio/fósforo: Al analizar los cocientes Ca/P, de importancia en el aspecto nutricional, se obtiene que el promedio para las zonas bajas es de 1,34, para las altas de 1,25 y en general de 1,29, es decir todos los promedios están cercanos a 1,3, que coinciden con las cifras promedios generales reportadas para la leche en la literatura internacional de 1,3 (8,22). Asimismo, los cocientes obtenidos son muy similares a los calculados con los datos nacionales presentados por Ortega (21) y Boscán et al. (17) de 1,32 y 1,29, respectivamente.

Hierro y cobre: Dada la importancia tecnológica de estos elementos como catalizadores del enranciamiento oxidativo de la leche y derivados, es interesante ahondar en sus resultados. Los datos obtenidos indican que las concentraciones promedio de hierro encontradas para las zonas altas, bajas y totales de 0,359, 0,457 y 0,397 mg/L respectivamente, están por encima de los promedios encontrados por Harrar y Boscán en Machiques, Estado Zulia, cercanos a 0,160 mg/L, a nivel de finca (10), a su vez muy parecidos a los reportados por Marichales en 1989, para leches de vacas Holstein en el Estado Aragua, de 0,170(0,04 mg/L (20). Sin embargo, los primeros autores (10) encontraron, ya a nivel de leches comerciales (en polvo reconstituída) cifras del orden de 1,300 mg/L, y además, Boscán et al. (18) reportó posteriormente (1980) en leches crudas de mezclas obtenidas en fincas del Sur del Lago de Maracaibo, cifras medias de hierro de 0,96(0,40 mg/L (17). De igual modo, Fasano et al. (1987) informó de valores de 0,39(0,110 mg/L para leches de Aragua (23). Luego, en general las concentraciones de este elemento en la leche de Mérida se encuentran en el mismo orden de magnitud que las del Estado Zulia y Centro del país. Al comparar los datos con los reportados en la literatura internacional para leche normal (24,25,26,27,28) y especialmente con los de Jenness-Patton (1959) de alrededor de 0,300 mg/L de hierro, en leche obtenida directamente de la vaca, y alrededor de 0,600 mg/L en leche comercial (8), se concluye que las cifras encontradas en las leches merideñas se aproximan a estas y no revelan realmente, en términos generales, concentraciones excesivas que pudieran ocasionar enranciamiento en los productos lácteos comerciales. Sin embargo, en cinco muestras

de las zonas altas y tres de las zonas bajas, no incluidas en los datos de la Tabla 1, llegaron a obtenerse valores superiores a 1,000 mg/L, lo cual revela ocasionales contaminaciones con este elemento, posiblemente de utensilios de hierro o hierro estañado.

En lo referente al cobre, los resultados encontrados señalan concentraciones promedio para las zonas altas, bajas y totales de 0,603, 0,570 y 0,589 mg/L respectivamente, bien por encima de los encontrados por Harrar y Boscán en el Estado Zulia, de alrededor de 0,056 mg/L a nivel de finca, 0,092 mg/L a nivel de planta y 0,330 mg/L en leches comerciales en polvo reconstituídas (10); superiores a los reportados por los otros autores nacionales mencionados en la discusión precedente, para otras regiones del país (19,20,21), y también bastante por encima de los valores reportados en la literatura internacional (8) de 0,170 mg/L en leche obtenida directamente de la vaca y 0,200 mg/L en leche comercial. Además, en cuatro muestras no incluidas en los datos de la Tabla 1, se encontraron valores superiores a 2,000 mg/L, considerados excepcionalmente altos. Estas cifras presumiblemente pudieran deberse a contaminación con cobre de utensilios utilizados durante el ordeño y almacenamiento de la leche cruda en las fincas, a veces elaborados a base de láminas de aleaciones de cobre. Llama también la atención observar las elevadas variaciones del contenido de hierro y cobre que alcanzan cifras del CV% de 39,6 y 68,9 respectivamente, en las zonas altas y 34,3 y 32,9 respectivamente, en las bajas, para un promedio global de 39,0 para hierro y 57,7 para cobre. De estos datos podría inferirse que tales variaciones son producto de prácticas muy diversas de ordeño, transporte y conservación, que podrían determinar una contaminación muy variable de acuerdo a los utensilios de ordeño y medios de almacenamiento disponibles. Tal situación, de ser cierta conlleva a la obtención de una leche y productos derivados de ella, susceptibles a la oxidación y con tendencia al enranciamiento oxidativo. Similar situación fue encontrada por Harrar y Boscán en 1978 en leches de producción nacional (11).

Efecto de la raza: La Tabla 2 contiene los resultados obtenidos clasificados para un grupo reducido de fincas con ganado Holstein y mestizo de las áreas de El Valle, Jají y La Azulita, correspondientes a las zonas altas. Dentro de esta limitación, se pudo observar que no existen diferencias significativas en ninguno de los elementos minerales estudiados en ambas razas.

Efecto de la alimentación: La Tabla 3 presenta resultados limitados sobre la concentración de minerales en rebaños bajo regímenes de estabulación y pastoreo. Tampoco se observaron diferencias significativas para ninguno de los elementos minerales analizados.

Efecto de la precipitación: La Tabla 4 contiene los resultados clasificados para los períodos denominados de sequía y lluvia, no muy bien diferenciados en las épocas de este estudio. Únicamente se encontraron diferencias muy significativas ($p < 0,01$) en las concentraciones de potasio de las zonas altas y totales, más no en las bajas. De igual manera, se encontró una diferencia muy significativa ($p < 0,01$) o significativa ($p < 0,05$), en lo que respecta al cobre y al hierro en las zonas altas y totales, siendo los valores mayores en época de sequía.

TABLA 2
Resultados promedio de los minerales de la leche cruda de las zonas altas del Estado Mérida
obtenidos en diferentes razas (mg/L)

	Sodio		Potasio		Calcio		Magnesio		Fósforo		Hierro		Cobre		Zinc	
	H ^a	M ^b	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
El Valle																
X	453,8	407,4	1167,7	1339,1	889,4	972,0	82,3	81,1	607,1	782,8	0,255	0,387	0,742	0,478	6,65	7,73
S	42,78	30,45	282,4	73,93	196,79	42,49	5,09	1,20	57,91	61,27	0,0856	0,0240	0,7668	0,2434	0,778	0,208
Jaji																
X	439,6	492,1	1290,7	1310,8	883,3	976,1	79,1	93,2	753,9	716,9	0,290	0,339	0,760	0,847	7,9	9,3
S	48,9	27,94	165,2	194,5	12,1	109,12	12,12	15,84	96,26	92,30	0,0871	0,1025	0,5140	0,1032	1,37	0,458
La Azulita																
X	419,5	455,8	1226,1	1286,6	907,5	1004,3	83,5	90,2	701,6	742,3	0,452	0,424	0,615	0,696	8,13	7,62
S	38,90	34,93	097,8	136,0	55,45	96,04	7,55	2,62	113,05	83,02	0,2247	0,2227	0,3974	0,6653	1,665	1,357

a Holstein

b Mestizo

TABLA 3
Resultados promedio de los minerales de la leche cruda de las zonas altas del Estado Mérida en sistemas de alimentación por pastoreo y
estabulación (mg/L)

	Sodio		Potasio		Calcio		Magnesio		Fósforo		Hierro		Cobre		Zinc	
	E ^a	P ^b	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P
X	411,4	423,5	1294,7	1279,9	810,4	830,9	87,7	84,4	794,4	690,0	0,315	0,339	0,487	0,625	8,7	7,64
S	68,45	53,43	85,5654,04	—	64,6	16,26	16,76	98,50	74,08	0,1711	0,1475	—	0,4564	2,69	2,05	

a Estabulación

b Pastoreo

TABLA 4
Resultados promedio de los minerales de la leche cruda del Estado Mérida en diferentes épocas del año (sequía vs. lluvia) (mg/L)

	Sodio		Potasio		Calcio		Magnesio		Fósforo		Hierro		Cobre		Zinc	
	S	LL	S	LL	S	LL	S	LL	S	LL	S	LL	S	LL	S	LL
Zonas Altas																
X	443,6	443,4	1134,5 ^a	1332,2	875,8	898,2	87,7	82,6	671,0 ^b	733,3	0,418 ^b	0,330	1,056 ^a	0,398	7,73	7,45
S	46,91	63,7	108,65	73,25	86,87	100,7	12,54	12,0	73,15	103,82	0,1546	0,1270	31,3	64,5	2,027	1,526
Zonas Bajas																
X	697,1	665,5	1382,2	1429,2	1051,6	1039,6	81,7	80,6	789,7	766,0	0,487	0,429	0,615	0,530	8,69	8,60
S	110,8	112,21	94,46	112,23	65,66	99,33	2,98	5,43	85,73	78,80	0,1599	0,1480	0,1921	0,1771	1,696	1,261
Global																
X	573,1 ^b	516,7	1268,7 ^a	1364,5	967,7	943,5	84,7	81,8	732,8	743,3	0,453 ^a	0,365	0,772 ^a	0,444	8,21	7,83
S	153,6	134,2	160,6	98,8	116,7	119,7	9,42	10,2	99,2	97,5	0,1594	0,1405	0,3684	0,2397	1,912	1,537

a Diferencia muy significativa (p<0.01)

b Diferencia significativa (p<0.05)

CONCLUSIONES

El contenido total de componentes minerales de la leche cruda producida en las zonas altas, bajas y global del Estado Mérida, expresado en términos de su concentración de cenizas totales, se encuentra dentro de las normas establecidas por la COVENIN. Estas concentraciones, aunque normales, se aprecian cerca del límite inferior de la norma y concuerdan con los resultados reportados para otras regiones del país, como el Estado Zulia y el Centro.

Las concentraciones de los elementos minerales estudiados y las relaciones calcio/fósforo establecidas, en general, se encuentran dentro de las cifras reportadas en la literatura internacional y nacional. Se estableció que las concentraciones de los elementos sodio, potasio, calcio, fósforo, hierro y zinc son mayores en las zonas bajas que en las altas (p<0,01), lo cual se atribuye al conjunto de condicio-

nes que se dan en los distintos sistemas de producción empleados.

Se establecieron las menores variaciones en los macroelementos (potasio, calcio, magnesio, fósforo y sodio) y las mayores variaciones en los microelementos (zinc, hierro y cobre), en el orden citado.

Para el hierro y cobre, las variaciones se encontraron muy elevadas y ocasionalmente excesivas, lo cual hace presumir la posible contaminación con utensilios en las operaciones de ordeño, transporte y conservación de la leche cruda. Tal situación de ser cierta, conllevaría a la obtención de una leche y productos derivados de ella, susceptibles a la oxidación, y por lo tanto con tendencia al enranciamiento oxidativo. Ante ello, se recomienda la adecuada normalización de esas operaciones, exigiendo el empleo de utensilios fabricados de aluminio, acero inoxidable y otros metales no catalizadores y de absoluta inocuidad.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en

las concentraciones de los elementos minerales entre las razas contrastadas (rebaños mestizos vs. Holstein), ni entre los sistemas de alimentación comparados (estabulación vs. pastoreo). Únicamente se apreciaron diferencias estadísticamente significativas para las épocas del año (seca vs. lluviosa) en las concentraciones de potasio, hierro y cobre, mayores en épocas de sequía, al contrario del fósforo, menor en esa época.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico Humanístico y Tecnológico, Departamento de Tecnología de Alimentos y Laboratorio de Suelos de la Universidad de Los Andes; al Programa de Ganadería de Altura, Mérida, a la Asociación de Ganaderos del Distrito Alberto Adriani e Industria Láctea (INDULAC), el Vigía, y a todas las personas que colaboraron en su desarrollo.

REFERENCIAS

- Alais, C. «Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera» Ed. Continental, S.A. México. 1980.
- Campbell, J.R. Y Marshall, R.T. «The Science of Providing Milk for Man» McGraw-Hill Book Co. New York. USA. 1975.
- Oser, B.L. «Hawk's Physiological Chemistry» Mc Graw-Hill Book Co. New York. 1965.
- Reinhold, J.G. Problems in Mineral Nutrition: A Global Perspective, in «Trace Minerals in Foods» Marcel Dekker, Inc. New York. 1988.
- Bracho, G.E., Hernandez, M. y Escoda, A. Mineral content of Venezuelan dried milks used in infant feeding. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Zulia, Maracaibo. Venezuela. 1976.
- Chambers, T.L. y Steel, A.E. Concentrated milk feeds and their relations to hypernatremic dehydration in infants. Archives of Disease in Childhood, 50:610-618, 1975.
- Stern, G.M., Jones, R.B. y Fraser, A.C.L. Hyperosmolar dehydration in infancy due to faulty feeding. Archives of Disease in Childhood. 47:468-476. 1972.
- Jenness, R. y Patton, S. «Principles of Dairy Chemistry» J. Wiley & Sons. New York. 1959.
- Pien, J. Requisitos de la leche cruda destinada a la esterilización, en «La esterilización de la leche» Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Pub. FAO, No. 65. Roma. 1965.
- Harrar De Dienes, A. y Boscán, L.A. Causas de enranciamiento oxidativo en leches de producción nacional. Memorias de la XXXVIII Convención Anual de la ASOVAC. Acta Científica Venezolana. 29:153, 1978a.
- Harrar De Dienes, A. y Boscán, L.A. Susceptibilidad a la autoxidación en leches de producción nacional. Memorias de la XXVIII Convención Anual de la ASOVAC. Acta Científica Venezolana. 29:152, 1978b.
- Sánchez, M.D. Características físico químicas de la leche cruda producida en las zonas altas del Estado Mérida. Trabajo de ascenso. Facultad de Farmacia. Universidad de Los Andes. Mérida. 1988.
- Association of Official Analytical Chemists. «Methods of Analysis». AOAC. Arlington, USA. 1990.
- Boscán, L.A. «Manual de prácticas de laboratorio de industrias lácteas» Universidad Simón Bolívar. Caracas. Venezuela. 1986.
- Sánchez, M.D. Características físico-químicas de la leche cruda producida en las zonas bajas del Estado Mérida. Facultad de Farmacia. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela. 1991.
- COVENIN 903. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Leche Cruda: Requisitos. Norma Venezolana. Caracas. 1987.
- Boscán L.A., Fariá J., Vázquez L.A. y Chourio L.A. Contribución al estudio físico-químico de la leche cruda del Sur del Lago de Maracaibo. Memorias de la XXVIII Convención Anual de la ASOVAC. Acta Científica Venezolana, 29:154. 1978.
- Boscán L.A., Fariá J. y Marichales A. Algunos parámetros para el control de adulteraciones con sustancias minerales de la leche en Venezuela. Memorias de la XXX Convención Anual de la ASOVAC. Acta Científica Venezolana, 31:235, 1980.
- Fasano L.C. Concentración de macro y microelementos, proteínas totales y seroproteínas en la leche de bovinos, ovinos y caprinos. Trabajo de ascenso. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 1987.
- Marichales, A. Estudio del contenido de cenizas y algunos elementos minerales en leches de un rebaño de vacas Holstein durante los veinte primeros días de lactancia. Tesis. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 1989.
- Ortega, G.J. Composición química y valor nutritivo de la leche materna y de leches dietéticas elaboradas en Venezuela. Trabajo de ascenso. Universidad del Zulia. Maracaibo. 1972.
- Webb B.H., Johnson A.H. y Alford J.A. «Fundamentals of Dairy Chemistry» AVI Pub. Co. Westport, Connecticut. USA. 1974.
- Fasano M., Otaiza V. y La Roca P. Determinación de elementos traza en leche de bovinos en diferentes etapas de lactación. Memorias de la XXXVII Convención Anual de la ASOVAC. Acta Científica Venezolana, 38:260, 1987.
- Juárez, M. y Martínez-Castro, I. Determinación de sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc y manganeso en leches del mercado por espectrofotometría de absorción atómica. Rev. Agr. Tecn. AL. 19(1):45-54, 1979.
- Kani T., Tomonari N., Jinnai N. y Iwaya T.M. Phosphorus, calcium, sodium, potassium, and total ash contents of raw milk in Japan. J. Food Hygienic Society of Japan, 12:116-117, 1971.
- Mayilliet L., Luquet F.M. y Casalis J. Contribution a letude des variations de la teneur en sels mineraux du lait de rache daces differents regions francaises. Lait 55:683-694, 1975.
- Murthy G.K., Rhea V.S. y Peeler, J.T. Copper, iron, manganese, strontium and zinc content in market milk. J. Dairy Sc. 55:1666-1677, 1972.
- Otero J.A. y Pérez M.C. Estudio químico-físico de las características de la leche producida en Cantabria. Anales de Bromatología 35(2):209-217, 1984.

Recibido: 01-03-1996

Aceptado: 27-05-1997