

Contenido de algunos elementos trazas en praderas naturales uruguayas

Ing. Agr. J. GUILLERMO NORÉS

Profesor de Horticultura

Técnico de la Comisión Nac. de Estudio del Problema Forrajero

El estudio publicado en 1941 respecto a rendimientos y composición de nuestras praderas espontáneas, titulado "La producción y calidad de las pasturas naturales en relación a tierras y clima", no pudo extenderse también en aquel entonces, a la determinación de los elementos trazas, por requerirse una técnica analítica especial que nos impuso solicitar la cooperación del Instituto de Química Industrial —único poseedor actual de un aparato Zeiss de alta precisión en el país— para proceder al análisis espectrofotométrico de las cenizas de pasturas recogidas en diversas zonas del país y en las diferentes estaciones del año. Por indicación del Técnico Especializado de la Comisión Nacional de Estudio del Problema Forrajero, Ing. Gustavo E. Spangenberg, me hice cargo de las determinaciones de referencia que, previas las consideraciones pertinentes respecto a la importancia de dichos elementos para el organismo animal y vegetal, se darán a conocer en detalle, estableciendo a continuación, su relación con otros factores ecológicos.

Si se considera que nuestra economía ganadera se basa casi exclusivamente en la explotación de 15.000.000 de hectáreas de pasturas naturales, se comprenderá la trascendencia que tiene el conocer —de acuerdo al tipo de las mismas— sus valores bromatológicos, dentro de los cuales los elementos trazas desempeñan un rol fundamental para el equilibrio del organismo animal, su resistencia a enfermedades, etc.

Importancia de los elementos trazas—

Se admite en la actualidad generalmente, que para el normal desarrollo de las plantas se requiere: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, boro, cobre y zinc. Es frecuente encontrar también en el organismo vegetal sodio y cloro. Los animales necesitan además de todos esos elementos: sodio, cloro, yodo y cobalto. Aquellos que son exigidos en muy pequeña cantidad y cuya presencia en el organismo se torna generalmente tóxica si excede a los reducidos límites en que por lo común se hallan, se denominan "elementos

trazas". Comprende tal denominación al hierro, manganeso, boro, cobre, zinc, yodo y cobalto.

En los ensayos de abonos se ha podido poner bien de relieve la importancia del boro para aumentar los rendimientos y evitar ciertas enfermedades de la remolacha (podredumbre del corazón, podredumbre seca). Se considera que el boro influencia la estructura del protoplasma, especialmente de la albúmina celular. Hoy día se emplea con gran éxito para el abonado de la remolacha azucarera, el superfosfato, conteniendo un 5 % de bórax.

Otro rol importante desempeña el cobre desde que se pudo demostrar que evita la enfermedad llamada de los "campos brutos" o "tierras nuevas" en diversos cultivos. Sobre todo en cereales y diversas especies de tréboles, se constata un buen efecto con la incorporación al suelo de 15 a 100 Kgs. de sulfato de cobre por Hect. Se admite que este elemento determina un aumento del contenido en clorofila del vegetal y en consecuencia un aumento de asimilación, siendo también necesario para la transmisión de oxígeno. - En los últimos años se ha destacado igualmente la influencia del manganeso en la práctica para impedir la enfermedad de las "manchas secas" (grey speck disease) en las avenas, y en menor escala también, en otras plantas de cultivo.

La acción del manganeso parece traducirse en el organismo vegetal, en un aumento de la asimilación del ácido carbónico. Los suelos europeos tienen, por lo general, suficiente manganeso, pero en la parte sur de la Provincia de Florida (EE. UU.) era imposible obtener cosechas normales de tomates y otras hortalizas, pese a utilizar los abonos químicos corrientes, sino se aportaban pequeñas cantidades de sulfato de manganeso. Como trasmisor de oxígeno es también un elemento necesario para las plantas el zinc, encontrándose lo mismo que el cobre y manganeso, únicamente en forma de trazas, tanto en el organismo vegetal como animal.

Un elemento imprescindible para las plantas que aparece en cantidades mayores es el magnesio, cuyo rol ya es mejor conocido que el de los precedentes. El magnesio juega un papel decisivo en la formación de la clorofila que contiene un 4.5 % de MgO . Desempeña también un rol importante en la formación de la albúmina y en la asimilación y valoración del fosfórico. Lo mismo parece ser necesario para la síntesis de los hidratos de carbono.

La carencia de magnesio se ha hecho notar ya en los suelos de muchos países, habiéndose aumentado notablemente los rendimientos de las cosechas con la incorporación de abonos magnésicos especiales.

El hierro es de capital importancia para las plantas e indispensable para el ciclo vital en el organismo. Una serie de procesos de la circulación dependen de la presencia de cantidades in-

fimas de hierro. La respiración de oxígeno en las plantas y animales está supeditada a corpúsculos ferruginosos que se encuentran en las células en cantidades extremadamente pequeñas, únicamente factibles de determinar por medio del espectroscopio, y que se asemejan al pigmento rojo de la sangre animal.

Deficiencias en elementos trazas —a excepción del yodo— no es en general frecuente encontrar en suelos derivados de la descomposición del granito y de otras rocas ígneas, puesto que el complejo absorbente arcilloso retiene muchos elementos en una forma en que no pueden ser fácilmente lavados por el agua. Lo contrario acontece en los suelos arenosos, donde es frecuente la carencia de elementos imprescindibles para el buen desarrollo de plantas y animales. - En suelos ricos en carbonato de calcio, se observan también enfermedades por carencia, como consecuencia de que el boro, hierro, manganeso y quizás también otros elementos, se vuelven relativamente insolubles en presencia de tal compuesto.

La influencia que ejercen los elementos trazas en el organismo animal, la detallaremos a continuación:

Hierro—

Se encuentra, por lo general, en abundancia en casi todos los suelos, pero el hierro de cambio en tierras calcáreas y otras de reacción neutra puede no hallarse en la cantidad requerida para ser absorbido por las plantas en proporción suficiente para el organismo animal. Fuera del hierro que contienen los silicatos no descompuestos del suelo, se le encuentra comúnmente en otras dos formas: el hierro de la arcilla coloidal o complejo de absorción y el hierro en forma de óxido, ya sea hidratado o anhidro.

La solubilidad del hierro está supeditada a la reacción del suelo, siendo relativamente soluble en suelos muy ácidos y en ciertas condiciones oxidantes y reductoras. El hierro en forma de óxido hidratado se reduce fácilmente en determinadas circunstancias y permanece en solución como bicarbonato ferroso. Los suelos anegados como ocurre en muchas zonas durante períodos lluviosos, favorecen la solubilización y transporte del hierro en la solución del suelo, pudiendo mismo en algunos casos extremos, exceder el límite establecido para su acción tóxica.

La incorporación a la tierra de materias orgánicas reductoras como ser residuos de cosechas y estiércol (sobretudo si es nuevo) aumentan el stock de hierro asimilable del suelo. El hierro es temporalmente reducido y solubilizado, y el complejo iónico formado con la materia orgánica ligada al hierro, equilibra la proporción, previa oxidación en la solución a un pH dado, precipitando hidróxido férrico.

En las islas Hawai se ha observado que suelos con alto conte-

nido en manganeso no disponen de suficiente hierro en estado asimilable para el normal desarrollo de las plantas.

Compuestos de hierro soluble no pueden mezclarse como fertilizantes con superfosfatos por originar combinaciones inasimilables para las plantas. En cambio, en suelos con contenidos elevados de hierro insoluble, se puede dinamizar y aprovechar dicho elemento previo el agregado de un fertilizante acidificador como el sulfato de amonio. La aplicación de materia orgánica en altas dosis, aumenta también el contenido en hierro asimilable de las tierras, reduciéndolo, por lo contrario, las fuertes encaladuras, que frecuentemente determinan la aparición de la clorosis en los cultivos.

La deficiencia de hierro en los pastos —consecuencia de su carencia en el suelo, por lo menos, en forma asimilable— produce anemia en el ganado. Los animales afectados pierden gradualmente el apetito, enflaquecen, quedando débiles y extenuados. En algunos se observa depravación del apetito. Según los casos, se nota también diarrea o estreñimiento intenso. La sangre es pálida, debido a un bajo contenido de hemoglobina. El ganado nuevo deja de desarrollarse normalmente, y si sobrevive, no alcanza la talla del adulto normal. La madurez sexual se retarda y tanto la reproducción como la lactación dejan mucho que desear. En los animales muertos, el hígado, riñón y otros tejidos tienen un color pálido. Los músculos del corazón se presentan blandos. La enfermedad ataca con preferencia al ganado nuevo, de más de seis meses y a las vaquillonas de primera parición, pero se extiende a todo el ganado de cualquier edad y sexo, si el pastoreo se limita sólo a campos pobres.

Recientes estudios han demostrado que los animales afectados de anemia por deficiencia nutricional, sufren de tal enfermedad por carencia de uno o varios elementos minerales, y posiblemente también debido a otros factores. Deficiencias de cobre o cobalto, aisladas o adicionadas, pueden provocar igualmente los trastornos indicados. En el estado de Michigan (EE. UU.) se considera que la anemia es debida esencialmente a carencia de cobalto.

Cobalto—

Neal y Ahmann de Florida (EE. UU.) describen los síntomas de la deficiencia cobáltica en terneros alimentados con pastura natural pobre, grano descascarado y leche desnatada seca, en la siguiente forma: "Los animales atacados tienen pelo largo y áspero, la piel escamosa y desarrollo retardado de las características sexuales, flacura debido a la pérdida de apetito, (mucho menos marcado cuando la leche desnatada forma parte de la ración) y atrofia muscular.

El conteo de los eritrocitos (corpúsculos rojos de la sangre) puede arrojar cifras por arriba de la media y la concentración de la hemoglobina puede ser igual o mayor que la de los animales cuya ración tenga suficiente cobalto y acusen un desarrollo normal, pero el contenido de hemoglobina por eritrocito o por volumen de eritrocitos se ha reducido. La característica de esta anemia radica en el contenido de corpúsculos de sangre roja de un tamaño menor que el normal y demasiado poca hemoglobina. El bazo se halla encogido y fibroso, y el corazón si bien acusa un tamaño normal es de consistencia blanda.

El cobalto se encuentra en muchos suelos a razón de más de 10 a 15 partes por millón. Excediendo su contenido en la tierra de 10 a 15 partes por millón, los pastos asimilan, por lo general, suficiente cobalto para garantizar el buen estado de las majadas. En las regiones donde se ha constatado la anemia por carencia de cobalto, las pasturas acusan un contenido en ese elemento que varía según la localidad y estación del año, de 5 a 17 partes por millón de materia seca. En Nueva Zelandia se ha hallado que la anemia por falta de cobalto aparece en pasturas naturales, cuyas tierras tienen menos de dos a tres partes por millón de cobalto. Las pasturas más ricas tienen de 40 a 370 partes por millón.

La ataxia de los corderos (Swayback) en el sur de Australia que podría relacionarse a la "enfermedad de las costas" se atribuye a una deficiencia de cobalto o deficiencia dual de cobre y cobalto en las pasturas.

Abonando a razón de dos kilogramos de cloruro de cobalto por hectárea se han obtenido buenos resultados, efecto que dura algo más de un año.

Cobre—

El contenido de cobre en suelos agrícolas normales varía de 1 a 50 partes por millón. En los vegetales se ha encontrado hasta en una proporción mayor de cien partes por millón. Según varios investigadores los animales no presentan síntomas atribuidos a deficiencias de cobre, si el contenido en las pasturas es de 20 partes por millón de materia seca. Contenidos inferiores a 7 a 10 partes de cobre por millón de materia seca en las pasturas, provocan según Eden, diversos trastornos en las haciendas. En efecto, la deficiencia de cobre origina anemia por defectos de la nutrición, pérdida de apetito, crecimiento lento, escasa fecundidad, y ocasionalmente provoca un pelo descolorido como también encanecimiento.

El cobre aunque no interviene en la constitución de la hemoglobina se considera necesario, en ínfimas cantidades, para su formación.

Los investigadores de la Estación Experimental de Florida han demostrado que los campos donde se registra la "anemia" (salt sick) tienen en general, menor contenido en hierro, calcio, magnesio y fósforo que las tierras de las pasturas donde no aparece la enfermedad. Las tierras ricas en materia orgánica, son en general, también pobres en cobre. Se consideró que la deficiencia en hierro fuese motivo de tal afección, pero recientes estudios tienden a dar mayor peso a la posibilidad de que sea debido a la deficiencia de cobalto o cobre, o a ambas a la vez. En el Estado de Michigan el contenido en cobalto de los pastos procedentes de zonas afectadas es considerablemente menor que el correspondiente a pasturas de pastos buenos.

Se ha obtenido gran éxito para combatir la anemia, suministrando al ganado suplementos alimenticios de hierro, cobalto, cobre y sal común, habiendo en ciertos casos, base para suponer que el efecto del hierro se deba al cobalto que contenga como impureza.

En Florida (EE. UU.) suministros de 5 a 10 miligramos de cobalto por día mejora el crecimiento de los terneros. La Estación Agrícola Experimental de Florida (EE. UU.) recomienda la siguiente fórmula para combatir casos de anemia avanzada: disolver 10 gramos de cloruro de cobalto o sulfato de cobalto en un galón (3 $\frac{3}{4}$ litros) de agua. Darlo a animales adultos a razón de 6 onzas, (170 gramos) como brebaje, una vez por semana, por tres o cuatro semanas. A los terneros se les da 3 onzas y a otros animales en proporción.

Como fórmula preventiva se utiliza la siguiente: se adiciona una libra (0.453 gr.) de cloruro o sulfato de cobalto por cada tonelada de la mixtura generalmente empleada para combatir la salt sick (enfermedad producida por falta de sales): 100 libras de sal común (cloruro de sodio) 25 libras de óxido rojo de hierro y una libra de sulfato de cobre pulverizado. Un procedimiento práctico para llevar a cabo esta mezcla, es disolver por vez 22 gramos de la sal de cobalto en algo de agua, regar luego **bien uniformemente** por medio de un dispositivo con flor fina o un atomizador, la masa de las cien libras de sal, que luego se mezcla concienzudamente con los demás componentes.

La mixtura se suministra en todo tiempo, al ganado, en comederos protegidos de la intemperie.

Manganeso—

La función esencial del manganeso en el organismo animal fué establecida en experimentos de laboratorio trabajando con ratas. Las ratas hembras alimentadas con raciones de muy bajo contenido en manganeso, dejaban de amamantar a sus hijos, mien-

tras que en los machos se observa una atrofia testicular. Las aves requieren también este mineral para un normal aumento de la postura, buen desarrollo del embrión y facultad de empollar bien. Experiencias realizadas con ganado han tenido menos éxito para establecer síntomas de deficiencia de manganeso. Ultimamente Miller y colaboradores indican que la "cojera" desarrollada en cerdos alimentados con una ración consistente en maíz, harina de soya, alfalfa y sal, podría prevenirse pero no curar, con el agregado de 50 a 60 partes de manganeso por millón de la ración.

Magnesio—

Cuando terneros nuevos son alimentados exclusivamente con leche sin ningún suplemento de forraje verde o grano, durante más de un par de semanas, se observan graves trastornos caracterizados por irritabilidad, nerviosismo y pérdida de apetito. En estados más avanzados se registran también convulsiones. Duncan y colaboradores describen estos síntomas como sigue:

"El animal temporalmente cegado en apariencia, tropieza con los obstáculos o camina en círculo hasta perder el equilibrio completamente.

Cuando las convulsiones se vuelven más violentas, el ternero cae de costado con las patas rígidas, extendiéndolas y contrayéndolas alternativamente, tienen espuma en la boca y abundante salivación. Estos ataques duran algunos minutos o se extienden con intermitencias a un tiempo mayor.

Terneros nuevos parecen ser capaces de resistir varias de estas convulsiones pero cuando son mayores sucumben al primer ataque".

Los síntomas descritos están asociados a bajo contenido de magnesio en la sangre.

Las principales modificaciones, según More y colaboradores, en los tejidos, radican en la calcificación de las fibras amarillas, elásticas del endocardio, de las grandes venas y arterias, de la superficie del diafragma y de la cápsula del bazo. Los investigadores precitados sugieren una posible relación entre bajo contenido magnésico y arterioesclerosis en los seres humanos.

Forrajes ricos en magnesio son las leguminosas y gramíneas pratenses, semillas de algodón y lino, harina de soya, afrechillo, pulpa de remolacha y maíz machacado.

Huffman y Duncan consideran que 15 a 20 miligramos de magnesio en forma de carbonato u óxido de magnesio por libra de peso del animal previenen las afecciones atribuidas a carencia de dicho elemento. En las mismas condiciones son suficientes 8 a 10 miligramos de magnesio contenido en los alimentos naturales.

Elementos trazas determinados en nuestras posturas naturales

Los análisis se extendieron a la dosificación, por vía espectrofotométrica, en un aparato Zeiss del Instituto de Química Industrial.

En un próximo trabajo nos proponemos dar a conocer una investigación similar extendida a la determinación de los elementos: iodo, cloro y zinc.

El primer cuadro contiene los elementos trazas por estación (otoño, invierno, verano y primavera) y localidad, como también los promedios anuales expresados en gramos por 100 gramos de forraje seco.

En el segundo cuadro se exponen en millonésimas por forraje seco, los elementos trazas (hierro, cobalto, cobre y manganeso) magnesio, calcio y fósforo contenido en las pasturas de diversas zonas.

El tercer cuadro comprende los mismos elementos expresados en óxidos por 100 gramos de cenizas, agregándose al final la composición de forrajes europeos (avena y heno de prado abonado).

- (1) Agradecemos al Consejero del Instituto de Química Industrial, Ing Agr. Gustavo S. Fischer — quién patrocinó nuestro pedido — y al Director de dicha institución, Ing. Químico Alberto Ayala, la deferencia de habernos cedido el aparato Zeiss precitado para nuestros análisis como también la valiosa colaboración prestada por el Ing. Quím. Abelardo Gentini.

Promedio de Hierro, Cobalto, Cobre, Manganeso y Magnesio contenido por cien g

DEPARTAMENTO	LOCALIDAD	ESTABLECIMIENTO	O T O Ñ O					I N V I E R N O				
			Fe.	Co.	Cu.	Mn.	Mg.	Fe.	Co.	Cu.	Mn.	Mg.
LAVALLEJA	Valle Fuentes	Otegui	0.2483	0.00974	0.00114	0.01824	0.1441	0.1461	0.00175	0.00201	0.01703	0.3266
LAVALLEJA	Idem	Unzaga	0.3496	0.01676	0.00081	0.01887	0.2319	0.2362	0.00616	0.00197	0.01783	0.2493
ROCHA	Don Carlos	Aldunate						0.1771	0	0.00047	0.01082	0.1233
	(Campo alto)											
SORIANO	Cololó	Ibarburo	0.0542	0.00159	0.00090	0.00482	0.1270	0.1845	0.00342	0.00298	0.00836	0.1508
ROCHA	Don Carlos	Aldunate	—					0.2120	0.00607	0.00025	0.00417	0.1332
	(Campo bajo)											
SALTO	Itapebí	Dondo	0.0335	0.00186	0.00100	0.01502	0.1065	0.1085	0.00178	0.00090	0.01865	0.1010
	(Tierras preval arenos.)											
PAYSANDU	Queguay	A. Sanz	0.0649	0.00050	0.00029	0.01064	0.1047	0.1158	0.00335	0.00088	0.00975	0.1678
SALTO	Itapebí	Dondo	0.1082	0.00178	0.00084	0.01393	0.1168	0.3741	0.01120	0.00125	0.02367	0.1672
	(Tierras preval. arcillos.)											
ROCHA	Cebollatí	Cuadra y Cía.	0.0207	0.00074	0.00037	0.00526	0.1565	0.1058	0.00454	0.00070	0.01751	0.1451
	(Campo bajo)											
RIVERA	Batoví	Damboriarena	0.0495	0.00040	0.00060	0.01393	0.1250	0.0612	0.00286	0.00011	0.01116	0.1070
RIO NEGRO	Bellaco	Elorza	0.0999	0.00177	0.00054	0.00713	0.1191	0.0961	0.00259	0.00018	0.01035	0.0880
FLORIDA	Isla Mala	Suc. A. Morales	0.0480	0.00214	0.00329	0.00635	0.0584	0.1157	0.00157	0.00019	0.00950	0.0805
FLORES	Paso de la Cadena	Windmueller	0.0690	0.00185	0.00046	0.01269	0.1024	0.1114	0.00107	0.00063	0.01650	0.1090
FLORES	Idem	Idem	0.0629	0.00130	0.00032	0.00727	0.0762	0.1585	0.00477	0.00152	0.01027	0.0740
DURAZNO	Molles	Bordaberry	0.0742	0.00331	0.00056	0.01366	0.1407	0.2080	0.00732	0.00145	0.00361	0.1792
DURAZNO	Idem	Bordaberry	0.1322	0.00574	0.00263	0.01323	0.0922		0.00321	0.00105	0.02683	0.1010
CERRO LARGO	Rio Branco	Balzani Bonomi	0.0629	0.00351	0.00095	0.01832	0.0748	0.1738	0.00458	0.00101	0.04153	0.0970
TREINTA Y TRES	Kil. 11 carretera a la Charaueada	Jefferies	0.1702	0.00427	0	0.01590	0.1097	0.1191	0.00061	0.00129	0.02391	0.0861
PAYSANDU	Piedras Coloradas	Algorta	0.0552	0.00108	0.00085	0.01713	0.1280	0.0847	0.00088	0.0009	0.02135	0.1811
ROCHA	Cebollatí	Cuadra y Cía.	0.0477	0.00383	0.00048	0.00585	0.0903	0.0938	0	0.00231	0.01019	0.0880
	(campo alto)											
COLONIA	Conchillas	C. de San Juan	0.1307	0.00484	0.00002	0.00871	0.1597					
ARTIGAS	Cabellos	Sant' Anna	0.2589	0.00700	0.00113	0.01393	0.1655	0.2476	0.00666	0.00088	0.01135	0.2251
TACUAREMBO	Est. Pampas	Suc. Fernández	0.0909	0.00113	0.00018	0.01316	0.1489	0.1787	0.01090	0.00096	0.04373	0.1701

Fe y Mg contenido por cien gramos de forraje seco en distintos establecimientos y estaciones del año

I N V I E R N O					P R I M A V E R A					V E R A N O					PROMEDIO DEL AÑO				
Fe.	Co.	Cu.	Mn.	Mg.	Fe.	Co.	Cu.	Mn.	Mg.	Fe.	Co.	Cu.	Mn.	Mg.	Fe.	Co.	Cu.	Mn.	Mg.
															Hierro	Cobalto	Cobre	Manganeso	Magnesio
.1461	0.00175	0.00201	0.0170	0.1238	0.0396	0.00095	0.00100	0.01085	0.1245						0.1450	0.00414	0.00138	0.01537	0.1984
.2362	0.00616	0.00197	0.0170	0.1238	0.0156	0	0.00056	0.00818	0.0958						0.2005	0.00764	0.00111	0.01496	0.1923
.1771	0	0.00047	0.0108	0.1238	0.0808	0.00117	0.00012	0.00874	0.0747	0.0374	0.00019	0.00037	0.01427	0.1084	0.0984	0.00045	0.00032	0.01128	0.1021
.1845	0.00342	0.00298	0.0083	0.1308	0.0176	0.00447	0.00034	0.00449	0.0818	0.0444	0	0.00083	0.00555	0.0943	0.0752	0.00237	0.00141	0.00580	0.1135
.2120	0.00607	0.00025	0.00417	0.1308	0.0692	0.00283	0.00015	0.01465	0.1056	0.0570	0.00111	0.00086	0.00244	0.1347	0.1127	0.00334	0.00042	0.00709	0.1245
.1085	0.00178	0.00090	0.0186	0.1018	0.0222	0.00169	0.00054	0.00950	0.1108	0.0276	0.00092	0.00041	0.01295	0.1446	0.0492	0.00156	0.00071	0.01407	0.1157
.1158	0.00335	0.00088	0.0097	0.1878	0.0102	0	0.00034	0.00277	0.0618	0.0180	0.00151	0.00055	0.00654	0.0843	0.0522	0.00134	0.00051	0.00742	0.1046
.3741	0.01120	0.00125	0.02307	0.1878	0.0303	0.00116	0.00081	0.00739	0.0860	0.0239	0.00186	0.00026	0.00713	0.1050	0.1341	0.00400	0.00079	0.01303	0.1187
.1058	0.00454	0.00070	0.01751	0.1431	0.0277	0.00019	0.00007	0.00673	0.1236	0.0651	0	0.00027	0.00873	0.2055	0.0548	0.00137	0.00035	0.00956	0.1577
.0612	0.00286	0.00011	0.01116	0.1070	0.0412	0.00011	0.00071	0.01292	0.1330	0.0229	0.00047	0.00049	0.01200	0.1381	0.0437	0.00096	0.00048	0.01250	0.1258
.0961	0.00259	0.00018	0.01035	0.0980	0.0271	0.00196	0.00049	0.00391	0.0980	0.0574	0.00190	0.00120	0.00647	0.1268	0.0701	0.00205	0.00080	0.00696	0.1080
.1157	0.00157	0.00019	0.00950	0.0980	0.0205	0	0.00027	0.00319	0.0404						0.0614	0.00124	0.00125	0.00635	0.0628
.1114	0.00107	0.00063	0.01050	0.1080	0.0357	0.00223	0.00039	0.00876	0.1233						0.0720	0.00172	0.00049	0.01265	0.1116
.1585	0.00477	0.00152	0.01027	0.0740	0.0137	0.00081	0.00048	0.00365	0.0540						0.0784	0.00229	0.00077	0.00706	0.0681
.2080	0.00732	0.00145	0.00361	0.1790	0.035	0.00016	0.00040	0.00973	0.1156	0.1038	0.00141	0.00065	0.01298	0.1486	0.1024	0.00305	0.00076	0.00999	0.1460
	0.00321	0.00105	0.00283	0.1010	0.078	0.00105	0.00033	0.01043	0.0997	0.0726	0.00276	0.00092	0.00988	0.1700	0.0935	0.00319	0.00123	0.01509	0.1157
.1738	0.00458	0.00101	0.01153	0.0970	0.0033	0.00253	0.00034	0.01862	0.1064	0.0396	0.00043	0.00050	0.01601	0.1124	0.0899	0.00276	0.00070	0.02362	0.0979
.1191	0.00061	0.00129	0.02301	0.0980	0.0973	0.00190	0.00034	0.01270	0.0858	0.0630	0.00158	0.00054	0.01209	0.1283	0.1128	0.00209	0.00072	0.01615	0.1026
.0847	0.00088	0.0009	0.02105	0.1811	0.0462	0.00173	0.00241	0.01436	0.1138	0.0363	0.00095	0.00086	0.01414	0.1176	0.0556	0.00116	0.00125	0.01674	0.1351
.0938	0	0.00231	0.01011	0.0980	0.0346	0	0	0.00383	0.0629	0.0253	0		0.00332	0.1154	0.0503	0.00091	0.00070	0.00580	0.0841
					0.0767	0.00270	0.00102	0.00855	0.1628						0.0667	0.00251	0.00052	0.00863	0.1612
.2476	0.00666	0.00088	0.01134	0.2250	0.0460	0.00240	0.00028	0.00685	0.1231	0.0427	0.00085	0.00030	0.00945	0.1569	0.1488	0.00423	0.00065	0.01039	0.1677
.1787	0.01090	0.00096	0.04373	0.1700	0.0655	0.00007	0.00060	0.01029	0.0952						0.1117	0.00424	0.00058	0.02239	0.1380

**CONTENIDO PROMEDIO ANUAL EN ELEMENTOS TRAZAS
CALCIO Y FOSFORO EXPRESADO EN GRAMOS POR UN
MILLON DE FORRAJE SECO**

DEPARTAMENTO	LOCALIDAD	ESTABLECIMIENTO								FORMACION GEOLOGICA
			Fe. <i>Hierro</i>	Co. <i>Cobalto</i>	Cu. <i>Cobre</i>	Mn. <i>Manganeso</i>	Mg. <i>Magnesio</i>	Ca. <i>Calcio</i>	P. <i>Fósforo</i>	
LAVALLEJA	Valle Fuentes	Otegui	1450	41.4	13.8	153.7	1984	7070	3492	Pórfidos de la serie de Aiguá
LAVALLEJA	Valle Fuentes	Unzaga	2005	76.4	11.1	149.6	1923	4715	2532	Idem
ROCHA	Don Carlos (Campo alto)	Aldunate	984	4.5	3.2	112.8	1021	2500	1396	Zócalo cristalino
SORIANO	Cololó	Ibarburo	752	23.7	14.1	58	1135	5000	2488	Capas de Fray Bentos
ROCHA	Don Carlos (Campo bajo)	Aldunate	1127	33.4	4.2	70.9	1245	4286	1004	Zócalo cristalino
SALTO	Itapebí (Tierra prev. arenosa)	Dondo	492	15.6	7.1	140.7	1157	3000	960	Formación marina entrerriana y rocas efu- sivas de Serra Geral (Campos arenosos)
PAYSANDU	Queguay	A. Sanz	522	13.4	5.1	74.2	1046	4143	1834	Calizas lacustres del Queguay
SALTO	Itapebí (Tierra prev. arcill.)	Dondo	1341	40.0	7.9	130.3	1187	2857	1048	Rocas efusivas de Serra Geral
ROCHA	Cebollatí (Campo bajo)	Cuadra y Cía.	548	13.7	3.5	95.6	1577	3000	1222	Formaciones aluviales modernas (campos lavados)
RIVERA	Batoví	Damborlarena	437	9.6	4.8	125	1258	2714	960	Areniscas de Tacuarembó (Campos arenosos)
RIO NEGRO	Est. Bellaco	Elorza	701	20.5	8	69.6	1080	4000	1396	Capas de Fray Bentos
FLORIDA	Isla Mala	Suc. A. Morales	614	12.4	12.5	63.5	628	2571	874	Zócalo cristalino
FLORES	Paso de la Cadena	Windmueller	720	17.2	4.9	126.5	1116	2500	1136	Idem
FLORES	Idem	Windmueller	784	22.9	7.7	70.6	681	3786	1222	Calizas lacustres similares a las del Que- guay y rocas efusivas de Serra Geral
DURAZNO	Molles	Bordaberry	1024	30.5	7.6	99.9	1460	3571	1090	Rocas efusivas de Serra Geral
DURAZNO	Molles	Bordaberry	935	31.9	12.3	150.9	1157	4143	1178	Idem Idem Iluvio cretácico
CERRO LARGO	Río Branco	Balzani Bonomi	899	27.6	7.—	236.2	979	2571	742	Zócalo cristalino
TREINTA Y TRES	Km. 11 carretera a la Charqueada	Jefferies	1128	20.9	7.2	161.5	1026	3214	916	Idem
PAYSANDU	Piedras Coloradas	Algorta	556	11.6	12.5	167.4	1351	3214	916	Cretáceo
ROCHA	Cebollatí (Campo rel. alto)	Cuadra y Cía.	503	9.1	7.—	58.0	841.5	2000	1004	Formaciones aluviales modernas (campos lavados)
COLONIA	Conchillas	Cerros de San Juan	667	25.1	5.2	86.3	1612			Zócalo cristalino
ARTIGAS	Cabellos	Sant'Anna	1488	42.3	6.5	103.9	1677	3857	916	Rocas efusivas de Serra Geral
TACUAREMBO	Est. Pampas	Suc. Fernández	1117	42.4	5.8	223.9	1380	4071	1136	Idem

DEPARTAMENTO	LOCALIDAD	ESTABLECIMIENTO	CONTENIDO PROMEDIO ANUAL EN OXIDOS DE ELEMENTOS TRAZAS, CALCIO Y FOSFORO EXPRESADO EN GRAMOS POR CIENTOS GRAMOS DE CENIZAS						
			Fe ² O ³ <i>sesquióxido de hierro</i>	CoO <i>óxido de cobalto</i>	CuO <i>óxido de cobre</i>	Mn ² O ³ <i>sesquióxido de mangan.</i>	MgO <i>óxido de magnesio</i>	CaO <i>óxido de calcio</i>	P ² O ⁵ <i>anhidrido fosfórico</i>
LAVALLEJA	Valle Fuentes	Otegui	1.70	0.043	0.014	0.18	2.71	8.12	6.55
LAVALLEJA	Valle Fuentes	Unzaga	2.45	0.083	0.012	0.18	2.75	5.66	4.97
ROCHA	Don Carlos (Campo alto)	Aldunate	0.90	0.004	0.0025	0.10	1.09	2.25	2.06
SORIANO	Cololó	Ibarburo	0.85	0.024	0.014	0.066	1.50	5.53	4.51
ROCHA	Don Carlos (Campo bajo)	Aldunate	1.11	0.029	0.0036	0.07	1.43	4.13	1.58
SALTO	Itapebí (Tierra prev. arenosas)	Dondo	0.63	0.018	0.008	0.18	1.73	3.77	1.97
PAYSANDU	Queguay	A. Sanz	0.60	0.014	0.005	0.085	1.40	4.65	3.37
SALTO	Itapebí (Tierras prev. arcill.)	Dondo	1.45	0.038	0.0075	0.14	1.50	3.04	1.83
ROCHA	Cebollatí (Campo bajo)	Cuadra y Cía.	0.51	0.011	0.003	0.09	1.72	2.76	1.83
RIVERA	Batoví	Damboriarena	0.60	0.012	0.006	0.17	2.02	3.65	2.11
RIO NEGRO	Estac. Bellaço	Elorza	0.73	0.019	0.007	0.07	1.21	4.06	2.31
FLORIDA	Isla Mala	Suc. A. Morales	0.78	0.014	0.014	0.08	0.93	3.21	1.79
FLORES	Paso de la Cadena	Windmueller	0.85	0.018	0.005	0.15	1.54	2.90	2.15
FLORES	Paso de la Cadena	Windmueller	1.26	0.033	0.011	0.11	1.29	5.96	3.16
DURAZNO	Molles	Bordaberry	1.03	0.027	0.007	0.10	1.71	3.51	1.76
DURAZNO	Molles	Bordaberry	0.85	0.026	0.010	0.14	1.23	3.71	1.72
CERRO LARGO	Río Branco	Balzani Bonomi	0.74	0.020	0.005	0.19	0.94	2.07	0.98
TREINTA Y TRES	11 Km. Carretera a la Charqueada	Jefferies	0.96	0.016	0.005	0.14	1.02	2.69	1.26
PAYSANDU	Piedras Coloradas	Algorta	0.48	0.009	0.009	0.15	1.37	2.74	1.28
ROCHA	Cebollatí (Campo rel. alto)	Cuadra y Cía.	0.40	0.006	0.005	0.04	0.74	1.48	1.21
COLONIA	Conchillas	Cerros de San Juan	0.98	0.032	0.006	0.09	1.95		
ARTIGAS	Cabellos	Sant'Anna	1.59	0.040	0.006	0.11	2.10	4.05	1.58
TACUAREMBO	Estac. Pampas	Suc. Fernández	0.86	0.029	0.004	0.17	1.24	3.07	1.40
PASTURAS EUROPEAS									
AVENA (Heno)			1.16				5.66	6.97	4.59
HENO DE PRADO			1.54				6.89	15.95	7.11

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Los comentarios que corresponden a las cifras arrojadas por los análisis, los realizaremos con referencia a cada uno de los elementos trazas determinados y al magnesio.

Hierro—

Los contenidos más bajos en hierro por forraje seco los acusan los campos arenosos de Itapebí, Depto. de Salto, y Batoví, Depto. de Rivera. Le siguen luego en orden, los campos lavados del Cebollatí con pH relativamente alto; las pasturas correspondientes a las tierras de las calizas del Queguay, y a las tierras arenosas de Piedras Coloradas (Paysandú). Los valores más altos se registran en los pastos procedentes de Valle Fuentes, Depto. de Lavalleja (formación geológica corresp. a la serie de Aiguá); de Estación Cabellos, Depto. de Artigas; y de tierras arcillosas de Itapebí, Depto. del Salto, pertenecientes estas dos últimas a la formación geológica de las "rocas efusivas de Serra Geral".

En el conjunto de observaciones, las cifras halladas para el Otoño (corte de pr. de Junio) e invierno (corte de pr. de Setiembre) son en general mayores, y en algunos casos mucho más elevadas que los correspondientes a la primavera (corte de pr. de Diciembre) y especialmente el verano (corte de pr. de Marzo).

Estaría indicado en campos arenosos, lavados o calizos, adicionar óxido de hierro (rojo) a la mixtura de suplementos minerales a suministrar al ganado.

Cobalto—

De acuerdo a lo manifestado en el primer capítulo (Importancia de los elementos trazas) revelan también escasez de cobalto, las pasturas de los campos arenosos de Rivera (Batoví), Salto (Itapebí), Paysandú (Piedras Coloradas); las producidas por los campos lavados del Cebollatí (inmediaciones de la Laguna Merin); algunas pasturas constituidas casi exclusivamente por la gramilla brava (*Cynodon dactylon*) en Don Carlos (Rocha); y las correspondientes a tierras situadas sobre las calizas del Queguay, como también las de Isla Mala (Florida). Sería interesante indagar si en tales campos aparecen en las majadas, síntomas de languidez, consunción, lana seca, pobreza sanguínea y debilidad, sin ser atribuibles a exceso de vermes, para ensayar el suministro de cobalto. Los contenidos más elevados de cobalto corresponden a las pasturas de Valle Fuentes (Lavalleja), de Cabellos (Artigas), Est. Pampas (Tacuarembó) y a las tierras arcillosas de Itapebí (Salto).

Lo mismo que para el hierro, en el otoño e invierno, la vegeta-

ción pratense acusa, por lo general, tenores más altos que en primavera y verano.

Cobre—

En este caso puede decirse que hay una deficiencia general, más o menos acentuada, en casi todas las pasturas observadas. Los valores más altos se registran en Cololó y Valle Fuentes; los más bajos en campos lavados del Cebollatí y pasturas constituidas solamente por gramilla brava (*Cynodon dactylon*) en Don Carlos, (Rocha). Sería interesante establecer en la práctica, mediante suministros de suplementos minerales conteniendo un poco de sulfato de cobre (de acuerdo a la fórmula ya expuesta en el primer capítulo), si el "color pálido" de la carne de nuestros corderos y borregos, y de nuestra producción de carnes en general, se debe por lo menos en parte, a la deficiencia cúprica anotada. En la mayoría de los casos se acentúa esta deficiencia en primavera (fines) y verano.

Manganeso—

De acuerdo con el resultado de los estudios y experiencias realizadas hasta la fecha, no se observa en las pasturas analizadas, insuficiencia de manganeso.

Magnesio—

Tampoco se registran —conforme a las exigencias indicadas por Huffman y Duncan— deficiencias de magnesio para las necesidades vitales del ganado.

CONCLUSIONES

De lo expuesto, se deduce que las deficiencias observadas entre los elementos trazas se refieren al cobalto y quizás también al hierro parcialmente, y al cobre de un modo casi general. Tales deficiencias se acentúan, por lo común, a fines de primavera y ve-

- (1) El Dr. David Robertson relata en "The Farmer and Stock-Breeder" el siguiente caso: Se formaron dos grupos de a 10 corderos; uno, para control y al otro se le suministró una onza de agua conteniendo 1/286 de cobalto por día durante 10 días. Las dosis empezaron el 20 de Junio. Los dos grupos de corderos se dejaron pastorear en el mismo potrero al lado de las madres. Hasta Setiembre no se observó deficiencia alguna. Desde esta fecha comenzó a notarse languidez, etc., en el grupo de control. El 9 de Octubre 2 corderos de este grupo habían muerto. En la última pesada, el peso medio de los corderos tratados con cobalto fué de 60,2 libras; el de los otros de 43,2 libras. El aumento medio de peso de los primeros fué más que el doble de los segundos, siendo de 30,3 y 14,5 respectivamente. Los corderos del grupo control después de recibir dosis diarias de cobalto del 2 al 12 de Octubre, tuvieron una mejoría paulatina hasta que el 28 de Octubre estaban perfectamente sanos.

rano y por lo que concierne al cobalto y eventualmente al hierro, coinciden con las zonas en que se había observado insuficiencia de calcio y fósforo en las pasturas (1).

La fórmula indicada al principio de este trabajo de: 100 libras de sal común, 25 libras de óxido rojo de hierro, 1 libra de sulfato de cobre bien pulverizado y uniformemente mezclado, se recomienda en campos donde existe deficiencia férrica y cúprica, y si ésta se extiende también al cobalto, se agregará por cada tonelada de la mixtura anterior, una libra de cloruro o sulfato de cobalto. - Si coincide la deficiencia en elementos trazas con las de calcio y fósforo, se dispondrá también otra mezcla de 1 o 2 partes de harina de huesos por 1 parte de sal común, según el grado de insuficiencia fosfocálica que haya que subsanar.

Sugerimos la realización de ensayos con suplementos minerales de sal común, hierro y cobre en diversas zonas con el fin de constatar su efecto sobre la coloración de las carnes y estado general de las haciendas en diversas zonas del país.

BIBLIOGRAFIA

- TIERRAS Y PASTOS — Ing. Agr. Gustavo E. Spangenberg. — Revista de la Facultad de Agronomía N° 16. — 1938.
- NEGLECTED SOIL CONSTITUENTS THAT AFFECT PLANT AND ANIMAL DEVELOPMENT. C. E. Murtrey Jr. and W. O. Robinson. — Yearbook of Agriculture 1938.
- DEFICIENT AND EXCESS MINERALS IN FORAGE IN THE UNITED STATES. — A. M. Hartman. — Yearbook of Agriculture 1939.
- SUPERPHOSPHATE. — INTERNATIONAL ILLUSTRATED FERTILISER REVIEW. — London 1939.
- TRACE ELEMENTS. — Esther Peterson Daniel. — Yearbook of Agriculture 1939.
- LA PRODUCCION Y CALIDAD DE LAS PASTURAS NATURALES EN RELACION A TIERRAS Y CLIMAS — Ing. Agr. Gustavo E. Spangenberg, J. Guillermo Nores, Luis A. Montedónico y Carlos A. Fynn. — Revista de la Facultad de Agronomía N° 25 — 1941.
- LA PRODUCCION DE NUESTRAS PASTURAS NATURALES EN DIVERSAS ZONAS. — SUS VENTAJAS Y DEFECTOS. — Ingr. Agr. Gustavo E. Spangenberg. — Revista de la Federación Rural N° 24. — Setiembre de 1942.
- NUTRITIONAL DISEASES OF CATTLE. — Louis L. Madsen. — Yearbook of Agriculture 1942.
- NUTRITIONAL DISEASES OF FARM ANIMALS. — Louis L. Madsen. — Yearbook of Agriculture 1942.
- NUEVO CAMINO ABIERTO A LA CIENCIA DE LA NUTRICION Y A LOS PROBLEMAS DE LA GANADERIA EN GENERAL — IMPORTANCIA DE LOS LLAMADOS "ELEMENTOS TRAZAS" EN LA ALIMENTACION ANIMAL. — Dr. Luis Vigil. — Revista de la Asociación Rural del Uruguay N° 10 — 1942
- LA SEQUIA — ZONAS MAS AFECTADAS — MEDIDAS A ADOPTAR. — Ing. Agr. Gustavo E. Spangenberg — Revista de la Federación Rural N° 25. Octubre de 1943.

(1) Consultar el trabajo "La producción y calidad de las pasturas naturales en relación a tierras y clima" — Ings. Agrs. Gustavo E. Spangenberg, J. Guillermo Nores, Luis A. Montedónico y Carlos A. Fynn.