DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Diretor substituto: Prof. Dr. Fernando Andreasi

LEVANTAMENTO DOS ELEMENTOS MINERAIS EM PLANTAS
FORRAGEIRAS DE ÁREAS DELIMITADAS DO ESTADO DE
SÃO PAULO *

III — FERRO E MANGANÊS

(SURVEY ON THE MINERAL ELEMENTS IN FORAGES FROM LIMITED
AREAS OF THE STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL. III —
IRON AND MANGANESE)

FERNANDO ANDREASI
Prof. Associado

JOÃO SILVA MARCONDES VEIGA
Instrutor

FLÁVIO PRADA
Instrutor

CÁSSIO XAVIER DE MENDONÇA JR.
Instrutor

À semelhança do que ocorre com os elementos potássio e sódio, (2) dados informativos sobre a riqueza e exigências de ferro e manganês na dieta dos animais, são bastante escassos na literatura.

O trabalho em tela, baseado na composição das plantas forrageiras, faz parte de um plano de pesquisa tendente a estudar o problema relativo à nutrição mineral dos animais.

Em trabalhos anteriores, são apresentados os resultados das investigações acerca dos níveis de cálcio, fósforo e magnésio (1) e potássio e sódio (2), em três plantas forrageiras mais encontradas no Estado de São Paulo.

Conquanto as plantas necessitem tão reduzidas quantidades de manganês e ferro, são estes alguns dos elementos essenciais que participam do metabolismo da célula: o primeiro, associado ao cobre e zinco forma um grupo coordenador assinalando aos demais íons, suas respectivas posições dentro da célula onde desempenham suas funções; enquanto, o segundo parece estar ligado de algum modo à elaboração da clorofila (3). Por outro lado, foi verificado que o manganês, contrastando com o ferro, apresenta-se nos tecidos das plantas em mais elevadas concentrações que nos tecidos animais.

* Parte do trabalho foi realizada com auxílio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e da Rockefeller Foundation.

Contudo, apesar de que as deficiências destes elementos nos animais, mantidos sob condições naturais de pastejo, sejam muito raras, devido ao teor geralmente elevado dos mesmos nas plantas forrageiras (9, 18, 19), a apreciação das relações existentes entre si deve preceder ao exame de seus níveis quantitativos (10, 13, 19).

Os problemas de carências minerais são complexos, uma vez que o grau ao qual cada elemento faz sentir sua ação está na dependência dos níveis quantitativos de outros minerais. Estas relações justificam os cuidados que devem ser observados na análise dos resultados obtidos em uma área geográfica, objetivando transferi-los, impunemente, para outras (10).

Existem entretanto, informações e dados, de índole quantitativa, que parecem implicar o manganês como um dos fatores de terminante de enfraquecimento e deformidade dos membros em bezerros e da baixa fertilidade em novilhas que consumiam alimentos contendo menos de 20 p.p.m. do elemento (4, 9). Desde que níveis de 60 a 70 p.p.m. de manganês na ração são perfeitamente tolerados pelos bovinos e, 10 p.p.m. ou menos, estariam na faixa de deficiência (4), pareceria que os teores ideais a figurarem nas rações, oscilariam entre 20 e 70 p.p.m. (7, 8).

Por outro lado, MATRONE *et alii* (14), verificaram que a adição de 30 ou 60 mg de ferro à dieta de leite, contendo uma parte por milhão do elemento, foi capaz de elevar a concentração de hemoglobina no sangue de bezerros.

Vários trabalhos fornecem subsidios relativos à riqueza desses elementos em plantas forrageiras DAMSEAUX (6) citou valores de manganês e ferro, DEL MONTE (11) abordou apenas o manganês, VICENTE-CHANDLER e FIGARELLA (20) estudaram o efeito de diferentes fontes de nitrogênio sobre a produção e composição do capim Napier, envolvendo determinações do manganês, GAVILLON (12), focalizou o ferro e manganês em forragens nativas, BONOMI (5), em fenos não identificados, relacionou o teor de manganês com a frequência do aparecimento de determinados estados mórbidos — exalçando, UNDERWOOD (19), a interferência de vários fatores na capacidade da planta de integrar estes elementos a seus tecidos.

Dada a importância dos micro-nutrientes que se apresentam em reduzidíssimas porém variáveis concentrações quer nas cinzas dos alimentos, como nos tecidos e fluidos dos animais e das plantas, abordaremos, no presente trabalho, os teores de manganês e ferro surpreendidos nas plantas forrageiras colhidas em áreas bem definidas e assinaladas em trabalho anterior (1).

MATERIAL E MÉTODOS

As plantas forrageiras — capim Colonião (*Panicum maximum*), Jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf e Gordura (*Melinis mi-*

nutiflora) — colhidas nas épocas das secas (inverno) e das águas (verão), em diferentes tipos de solo, figuram com maiores detalhes em trabalho anterior (1), uma vez que trata-se do mesmo material de estudo que fôra utilizado para o levantamento dos teores de cálcio, fósforo e magnésio.

Para as determinações químicas foram empregados os métodos do periodato de sódio como agente oxidante e orto-fenantroli-na para manganês e ferro, respectivamente (15).

As leituras foram feitas em espectrofotômetro Coleman Universal, modelo 14.

RESULTADOS

Os níveis de ferro e manganês, expressos em partes por milhão, verificados nas três gramíneas estudadas, estão contidos nas tabelas e figuras I e II, respectivamente.

TABELA I — Níveis de ferro em plantas forrageiras — partes por milhão sobre a matéria seca — segundo os tipos de solo e épocas.

Solos	Secas			Águas		
	Média	(*)	Intervalo	Média	(*)	Intervalo
CAPIM COLONIAO						
S ₁	142	(7)	55-196	109	(13)	33-222
S ₂	119	(8)	29-259	63	(6)	33-118
S ₃	96	(6)	47-153	114	(6)	62-228
S ₄	118	(5)	56-200	96	(4)	50-135
CAPIM JARAGUA						
S ₁	247	(8)	110-530	110	(9)	60-195
S ₂	117	(6)	16-201	59	(4)	50-68
S ₃	178	(11)	58-314	129	(12)	52-283
S ₄	108	(8)	63-181	266	(7)	45-1408
CAPIM GORDURA						
S ₁	482	(8)	190-1218	166	(8)	58-282
S ₂	494	(14)	124-1493	415	(13)	102-1458
S ₃	362	(14)	141-696	344	(15)	50-1800
S ₄	271	(15)	102-609	279	(11)	72-1200

* Os algarismos entre parênteses, representam o número de amostras.

S₁: Pirassununga
Piracicaba
Rio Claro
Anhembí

S₂: Descalvado
São Pedro
Botucatu

S₃: Araras
Santa Cruz das Palmeiras
Limeira
Itú
Tietê

S₄: São João da Boa Vista
Pinhal
São José do Rio Pardo
Cabreúva

Fig. 1 — Teores de ferro em três gramíneas

TABELA II — Níveis de manganês em plantas forrageiras — partes por milhão sobre a matéria seca — segundo os tipos de solo e épocas.

Solos	Sêcas			Águas		
	Média	(*)	Intervalo	Média	(*)	Intervalo
CAPIM COLONIAO						
S ₁	149	(7)	95-200	89	(13)	47-147
S ₂	267	(8)	115-395	115	(6)	22-283
S ₃	326	(6)	118-487	224	(6)	87-325
S ₄	162	(5)	48-277	155	(4)	103-293
CAPIM JARAGUA						
S ₁	165	(8)	68-240	116	(9)	73-163
S ₂	129	(6)	76-170	113	(4)	60-217
S ₃	185	(11)	14-275	162	(12)	80-217
S ₄	154	(8)	84-221	161	(7)	120-245
CAPIM GORDURA						
S ₁	151	(8)	90-257	129	(8)	77-172
S ₂	140	(14)	49-201	159	(14)	103-238
S ₃	151	(14)	80-242	160	(16)	100-243
S ₄	128	(15)	61-263	142	(12)	83-333

* Os algarismos entre parênteses, representam o número de amostras.

S₁: Pirassununga
Piracicaba
Rio Claro
Anhembi

S₂: Descalvado
São Pedro
Botucatu

S₁: Araras
Santa Cruz das Palmeiras
Limeira
Itú
Tietê

S₁: São João da Boa Vista
Pinhal
São José do Rio Pardo
Cabreúva

Fig. II — Teores de manganês em três gramíneas

Atendendo às normas de natureza estatística, o número de amostras colhidas que figuram nas tabelas I (218) e II (221), foi reduzido — 96 — por sorteio, a fim de uniformizar à 4 amostras todos os contrastes efetuados na análise de variância cujos dados essenciais constam na tabela III.

TABELA III — Análise de variância aplicada aos níveis de ferro e manganês obtidos em três gramíneas colhidas em diferentes solos e épocas.

Fonte de variação	g.l.	Ferro Quadrado Médio	Manganês Quadrado Médio
Forragens	2	305.172 **	27.769 **
Solos	3	19.305	25.701 **
Épocas	1	259.064 **	23.250 *
Forragens x solos	6	18.188	11.701 *
Solos x épocas	3	51.512	1.886
Forragens x épocas	2	73.188 *	43.515 **
Resíduo	78	22.354	4.045

* $P < 0,05$

** $P < 0,01$

DISCUSSÃO

Ferro

Sobre este elemento, limitadas pesquisas foram feitas até o presente, não só no que diz respeito às exigências dos animais (14), como ainda sobre a sua riqueza em plantas forrageiras.

No levantamento em questão, foram surpreendidas diferenças significativas entre forragens, épocas, bem como na interação forragem x épocas (tabela III).

Verifica-se que, em primeiro plano (tabela I e figura I), aparece o capim Gordura cujos teores médios do elemento variaram de 494 p.p.m. (S_2) a 271 p.p.m. (S_1) nas secas e 415 p.p.m. (S_2) a 166 p.p.m. (S_1), no período das águas. Segue-se o capim Jaraguá — 247 p.p.m. (S_1) a 117 p.p.m. (S_2), nas secas e 266 p.p.m. (S_1) a 59 p.p.m. (S_2) nas águas — e, por último 142

p.p.m. (S_1) a 96 p.p.m. (S_3), nas secas e 114 p.p.m. (S_1), a 63 p.p.m. (S_2), durante as águas — situa-se o capim Colônião.

É interessante destacar o alto teor em ferro do capim Gordura, cujos valores médios triplicaram aos encontrados no capim Colônião e duplicaram os níveis consignados no Jaraguá (figura I).

Em razão dos cuidados especiais que presidiram a colheita e o preparo das amostras, e ainda ao fato de que os elevados valores registrados nas duas épocas constituíram quase uma constante no capim Gordura (tabela II), a hipótese de contaminação deve ser afastada.

Segundo UNDERWOOD (19), a capacidade das plantas em absorver determinado elemento no solo é regida não só pela concentração do mesmo, sua natureza química e de combinação com o solo, o pH deste, como ainda pelas quantidades e relações em que se encontram outros elementos.

A absorção do ferro, pelas plantas estudadas, não pareceu, entretanto, ter sido influenciada por estes fatores, conquanto houvesse discrepância em alguns tipos de solo. Assim é que o Colônião, Jaraguá e Gordura exibiram o mais reduzido valor médio nos solos S_3 , S_2 e S_1 , respectivamente, todos na época das águas.

Embora DAVIS (7) afirme que é incomum encontrar deficiência de ferro nos animais, máxime em condições de pastejo, admite, todavia, a existência de situações nas quais a adição de ferro como suplemento poderá melhorar o quadro hemático e acelerar o crescimento. Refere-se aos casos em que há perda considerável de sangue, causada por infestações maciças de parasitos hematófagos internos e externos, agentes estes, cuja ação espoliativa se fará sentir mais acentuadamente nas regiões em que predominarem os solos arenosos, extremamente deficientes em ferro. Neste aspecto, e em razão do alto índice de infestação dos animais, principalmente em certas áreas geográficas em nosso meio, justificar-se-ia a adoção de mais altos níveis de ferro na ração.

Embora sejam escassas as informações a respeito dos níveis de ferro nas plantas forrageiras, citam-se trabalhos como o de DAMSEAUX (6) que, em leguminosas, obteve teores que variaram entre 310 e 494 ppm, DE ALBA e DAVIS (10), no Paraguai, obtiveram níveis extremos de 90 e 770 ppm; GAVILLON (12) no Rio Grande do Sul, consignou 94 e 98 ppm como concentrações mais baixas em pastagens nativas; PATEL *et alii* (17) encontraram amplitudes de variação entre 119 e 605 p.p.m. em diversos tipos de plantas destinadas à alimentação dos animais.

Por outro lado, os valores extremos obtidos na presente investigação, para as três gramíneas, foram de 29 p.p.m. (S_3), no município de Botucatú, a 259 p.p.m. (S_2) no mesmo município, para o capim Colônião, 16 p.p.m. (S_2) em Botucatú, a 1408 p.p.m.

(S.), em São José do Rio Pardo, para o Jaraguá e, 50 p.p.m. (S.), em Santa Cruz das Palmeiras a 1800 p.p.m. (S.), no município de Limeira, para o capim Gordura.

Se admitirmos com MATRONE *et alii* (14) que a necessidade mínima de ferro, é de, aproximadamente, 30 mg dia, para os bovinos em crescimento, as taxas desse elemento auferidas nas três gramíneas estudadas, atendem plenamente as exigências desses animais.

Os resultados obtidos no presente levantamento, respeitados os objetivos do plano inicialmente delineado, parecem autorizar a conclusão de que, as deficiências de ferro induzidas aos animais que consomem estas três gramíneas, são muito improváveis nas áreas estudadas, a não ser que se instalem situações especiais, referidas linhas atrás (infestações maciças por parasitos ou de condições inerentes aos solos arenosos que contêm níveis reduzidos de ferro).

Confirmam estes achados, a assertiva de DE ALBA (9), que o herbívoro mantido em liberdade nunca estará exposto à carência de ferro.

Manganês

Segundo DAVIS (7), teores tão baixos como 10 p.p.m. de manganês, atendem as exigências de crescimento normal e, níveis oscilando entre 20 e 70 p.p.m. devem figurar nos alimentos ou rações dos animais em reprodução. Registra ainda que, para bovinos e ovinos, o limite máximo da faixa de normalidade estaria ao redor de 150 p.p.m.. Contudo, quantidades tão elevadas como 300 a 500 p.p.m. por períodos longos, poderão determinar prejuízos aos animais. Em contrapartida, DEL MONTE (11) refere que a mínima quantidade de manganês, por quilo de feno, deverá ser de 10 a 30 mg, enquanto GROENEWALD (13) preconiza 100 a 150 p.p.m. na ração dos animais. Este último autor (13), refere que a deficiência de manganês se instalará, geralmente, quando o pH do solo estiver acima de 6,0.

Embora abordados em várias espécies e variedades de plantas forrageiras, os conteúdos em manganês citados na literatura, não parecem de molde a causar preocupações para a saúde e produtividade dos ruminantes.

Assim é que, DAMSEAUX (6) encontrou, em três leguminosas, entre as quais a alfafa, valores variando de 29 a 285 p.p.m.; DEL MONTE (11), em fenos não identificados, registrou dados oscilando entre 10 e 96 p.p.m.; UNDERWOOD (19), em pastagens, registrou teores que oscilaram entre 44 e 119 p.p.m. à DE ALBA e DAVIS (10), em pastos da Costa Rica, consignaram 60,5 a 333,2 p.p.m.; National Research Council (16), cita intervalo de 48 a

149 p.p.m.; VICENTE-CHANDLER e FIGARELLA (20), verificaram no Napier, 161 a 190 p.p.m. de manganês; GAVILLON (12) encontrou nível máximo de 540 p.p.m. em pastagens nativas do Sul; BONOMI (5) apurou de 10 a 59 p.p.m. com a maior incidência entre 15 e 30 p.p.m. em amostras de fenos não identificados; PATEL *et alii* (17), em plantas verdes e fenos, situaram níveis de manganês entre 28,6 e 91,1 p.p.m.

No presente estudo, não obstante a diversidade das gramíneas utilizadas, e a exemplo do que ocorreu com o cálcio, magnésio e sódio (1,2), o manganês apresentou-se, de um modo geral, em maior concentração na época da seca.

Dentre as gramíneas estudadas, o Colômbio diferiu, significativamente, do Jaraguá e Gordura cujas médias não discrepam, estatisticamente, entre si (tabela II e figura II).

O solo S_3 , consoante a classificação que consta de trabalho anterior (1), abrangendo vários municípios — Araras, Santa Cruz das Palmeiras, Limeira, Itú e Tietê — proporcionou às plantas, índices os mais elevados de manganês, embora não diferindo, estatisticamente, dos solos S_2 e S_1 . As gramíneas colhidas na área correspondente ao solo S_1 — Pirassununga, Piracicaba, Rio Claro e Anhembi — mostraram níveis significativamente mais baixos em relação aos verificados nos demais. Por último, a interação forragem e época evidenciou, em ambas as épocas, valores mais elevados no capim Colômbio, em relação ao Jaraguá e Gordura.

Consignaram-se, todavia, algumas médias tais como as referentes aos solos S_2 (267 p.p.m. — seca), S_3 (326 e 224 p.p.m. — secas e águas, respectivamente), atribuídas ao Colômbio as quais, por serem excessivamente elevadas, podem causar danos à saúde e produtividade dos animais.

Dentro do plano elaborado no presente levantamento, os resultados registrados parecem permitir a conclusão de que, embora surpreendendo grande variação entre gramíneas, tipos de solo, e entre amostras providas de um mesmo solo, os níveis revelados nas três gramíneas, em sua maioria, situaram-se na faixa considerada de normalidade por DAVIS (7), National Research Council (16) e GROENEWALD (13).

Por outro lado, para BENTLEY e PHILLIPS (4), só se justificaria a suplementação de manganês às rações de bovinos quando o nível do elemento estiver aquém de 20 p.p.m.

SUMÁRIO

No presente trabalho, foi realizado um levantamento sobre a riqueza dos minerais — ferro e manganês — em três gramíneas — capim Colômbio (*Panicum maximum*), Jaraguá (*Hyparrhenia*

rufa (Nees) Stapf) e Gordura (*Melinis minutiflora*) — mais difundidas e colhidas em limitadas áreas do Estado de São Paulo, Brasil.

As amostras foram colhidas em duas diferentes épocas — águas (verão) e secas (inverno) — respeitados os diversos tipos de solo constantes das tabelas I e II.

Os resultados obtidos podem ser assim resumidos.

Ferro

O Capim Gordura apresentou os mais elevados níveis médios do elemento — 494 p.p.m. e 415 p.p.m. —, para as épocas das secas e águas, respectivamente, seguindo-se o Jaraguá — 247 p.p.m. (secas) e 266 p.p.m. (águas) — e, por último, o Colônião, cujos teores máximos foram de 119 p.p.m. e 114 p.p.m. para as secas e águas, respectivamente.

Na estação das secas, os níveis do elemento foram significativamente mais elevados do que nas águas (tabela I e Figura 1).

Deve ser destacado o alto nível de ferro contido no capim Gordura, ao ser cotejado com o Jaraguá e Colônião.

Manganês

Para este elemento, também houve diferenças significantes entre plantas forrageiras — Colônião mais rico que o Jaraguá e Gordura — assim como discrepâncias entre épocas, com maior concentração nas secas (tabela II e Figura 2), à semelhança do que ocorreu com o ferro.

Embora apresentando grande amplitude de variação entre gramineas e tipos de solo, como ainda entre amostras oriundas de um mesmo solo, os conteúdos de manganês, em sua maioria, situaram-se na faixa tida como normal. Foram, entretanto, reveladas algumas áreas cujas plantas exibiram altos níveis de manganês (326 e 224 p.p.m. nas secas e águas, respectivamente) encontrados no Colônião.

Diante dos resultados registrados no presente trabalho, parece lícito concluir-se que os teores de ferro e manganês contidos nas três gramineas, quantitativamente, garantem o atendimento pleno das exigências dos animais, nas áreas estudadas.

SUMMARY

The authors conducted a survey on the iron and manganese content of Guinea grass (*Panicum maximum*), Jaragua grass (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf) and Molasses grass (*Melinis minuti-*

flora) collected from limited areas in the State of São Paulo, Brazil. These samples were from four types of soils and two different seasons.

Iron

The analysis of 221 samples examined showed that Molasses grass — Gordura — presented the highest level of the element, 494 p.p.m. in dry season and 415 p.p.m. in wet season — following was Jaragua grass — with 247 p.p.m. and 266 p.p.m. in dry and wet season, respectively, and finally, Guinea grass — Colônião — with 119 p.p.m. in dry season and 114 p.p.m. in the wet season. All analysis were made on a dry matter basis.

The interesting point about these observations is that the iron content in Molasses grass (Gordura) is exceptionally high in comparison with other studied grasses.

In dry weather, these grasses should provide the animals with many times their minimum requirements of this element they would in wet weather (Table I and Figure I).

Manganese

The analysis of these grasses showed as well that there were significant differences in the manganese levels among forages. The Guinea grass (Colônião) exhibited significantly higher concentrations of manganese than the Jaragua and Molasses grasses.

Also as occurred with the iron, the highest values were found in the dry season (table II and Figure II).

In spite of the large variation verified among grasses and types of soils, the manganese levels, in broader terms, showed values in normal range.

However, there were some areas where the plants presented excessive manganese levels 267 p.p.m. (dry season) in soil S₂ and 326 p.p.m. and 224 p.p.m. in the dry and wet seasons (soil S₃) respectively especially in the Guinea grass.

Since these roughages contain high amounts of iron and manganese, it seems unlikely that most beef or dairy cattle rations require iron or manganese supplement, especially for grazing ruminants.

Hence further studies of the minimum requirements of ruminants for iron and manganese, and its availability, are clearly necessary.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDREASI, F.; VEIGA, J. S. M.; MENDONÇA Jr., C. X.; PRADA, F. & BARNABÉ, R. C. — 1967 — Levantamento dos elementos minerais em plantas forrageiras de áreas delimitadas do Estado de São Paulo. I. Cálcio, fósforo e magnésio. *Rev. Fac. Med. vet.*, São Paulo, 7(3): 583-604.

2. ANDREASI, F.; VEIGA, J. S. M.; PRADA, F.; MENDONÇA, Jr., C. X. & MASOTTI, N. — 1967 — Levantamento dos elementos minerais em plantas forrageiras de áreas delimitadas do Estado de São Paulo. II. Sódio e potássio. *Rev. Fac. Med. vet.*, São Paulo, 7(3):605-614.
3. BEAR, F. E. et alii — 1951 — Hunger signs in crops. Revised edition. Washington D. C., American Society of Agronomy, p. 9-10.
4. BENTLEY, O. G. & PHILLIPS, P. H. — 1951 — The effect of low manganese rations upon dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 34:396-403.
5. BONOMI, A. — 1966 — Ricerche ed osservazioni sul contenuto di manganese nei foraggi prodotti nella bassa Parmense. *Rev. Zoot. Agr. Vet.*, 4(9):275-281.
6. DAMSEAUX, J. — 1956 — Étude de trois légumineuses fourragères introduites au Congo Belge en vue de l'alimentation du bétail. *Bull. Agr. Congo Belge*, 47(1-3):93-111.
7. DAVIS, G. K. — 1955 — Algunos micro elementos en la nutrición animal. *Turrialba*, 5(4):114-122.
8. DAVIS, G. K. & LOOSLI, J. K. — 1954 — Mineral metabolism (animal). *Ann. Rev. Biochem.*, 23:459-480.
9. DE ALBA, J. — 1959 — Carencias minerales en el animal que vive del pastoreo. *Turrialba*, 9(3):91-97.
10. DE ALBA, J. & DAVIS, G. K. — 1957 — Minerales en la nutrición animal en la América Latina. *Turrialba*, 7(1-2):16-33.
11. DEL MONTE, R. — 1957 — Contributo alla conoscenza del contenuto in manganese nei foraggi dell'Agro Parmense. *Nuova Vet.*, 33(11):458-463.
12. GAVILLON, O. — 1963 — Levantamento da composição mineral das pastagens nativas do Rio Grande do Sul. *Rev. Fac. Agr. Vet. Porto Alegre*, 6:115-122.
13. GROENEWALD, J. W. — 1960 — Notes on trace element requirements according to a rapid survey of the Union. *J. S. Afr. Med. Ass.*, 31(1):55-59.
14. MATRONE, G.; CONLEY, C.; WISE, G. H.; WAUGH, R. K. — 1957 — A study of iron and copper requirements of dairy requirements of dairy calves. *J. Dairy Sci.*, 40(7-12):1437-1447.
15. Methods for the determination of mineral element in plant tissue. (As used at the U. S. Plant, Soil and Nutrition Laboratory. Compiled by Victor A. Lazar 19-1. (Unpublished).
16. NATIONAL RESEARCH COUNCIL — 1958 — Committee on Animal Nutrition — Nutrient requirements of beef cattle. Washington, p. 12 (Nutrient requirements of domestic animals, no. 4).
17. PATEL, B. M.; VAIDYA, M. B. & MISTRY, V. V. — 1966 — Trace minerals in fodders and concentrates. *Indian J. Vet. Sci.* 36(3):130-134.

18. UNDERWOOD, E. J. — 1956 — Trace elements in human and animal nutrition. New York, Academic Press Inc.
19. UNDERWOOD, E. J. — 1957 — Trace elements in ruminant nutrition. *Aust. Vet. J.*, 33(11):283-291.
20. VICENTE-CHANDLER, J. & FIGARELLA, J. — 1962 — Effects of five nitrogen sources yield and composition of Napier Grass. *J. Agr. Un. Puerto Rico*, 46(2):101-106.