

Características químicas do solo sob pastagens degradadas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetido à diferentes níveis e frequência de correção e fertilização

C. R. Townsend*, N. de L. Costa**, J. A. Magalhães***, R. G. De Araujo Pereira*, A. M. Mendes* e L. A. Dutra Resende^o

Introdução

Os dados publicados pelo INPE (1998) mostram que a área desflorestada na Amazônia legal brasileira já ultrapassa 500,000 km². Deste total, estima-se que cerca de 70% são usados em algum período com pastagens. Em Rondônia (Brasil) a área desmatada até 1996 foi estimada em 48.8 x 10³ km², correspondendo à cerca de 21% da área total do Estado, perfazendo mais de 4.5 milhões de ha de pastagens, que constituem o principal tipo de uso da terra. Desta área cerca de 40% apresenta algum estágio de degradação. Para Costa et al. (1996) os métodos tradicionais de manutenção das pastagens (queima e limpeza) não têm surtido efeito esperado na reabilitação das pastagens, obrigando os pecuaristas a avançarem sobre novas áreas de floresta, resultando em uma 'pecuária itinerante', com enormes custos biosocio-econômicos. Serrão e Toledo (1994) descreveram o ciclo evolutivo de pastagens cultivadas em área de floresta; durante os primeiros 3 a 5 anos apresentam produtividade satisfatória e a partir daí constata-se progressivo decréscimo no vigor das forrageiras, culminando com predominância de plantas invasoras. A degradação é decorrente de vários fatores, notadamente o declínio da fertilidade do solo, manejo inadequado e altas pressões bióticas.

Em levantamentos realizados em Rondônia (Leônidas, 1998; Numata, 1999), e no Acre (Costa et al., 1999) que compararam o efeito temporal da substituição de floresta por pastagem de *Brachiaria brizantha* sobre a fertilidade de solo, demonstram que após o quinto ou sexto ano se dá uma acentuada queda de fertilidade, provavelmente devido à perda de fonte de nutrientes advinda das cinzas da queima da floresta. A questão da fertilidade do solo na recuperação de pastagem tem sido atribuída a diferentes fatores. Trabalhos conduzidos por Dias Filho e Serrão (1982), Gonçalves e Oliveira (1982), Veiga e Serrão (1990) e Drudi e Braga (1990) demonstram que o fósforo (P) tem sido principal nutriente limitante a longevidade dos pastos. Por outro lado, solos que se apresentam compactados possuem baixos teores de matéria orgânica (MO); nestas condições, se houver um suprimento adequado de N e K a limitação de P passa a ser secundária, em razão do acúmulo e reciclagem deste nutriente, como sugerem Spain e Gualdrón (1991).

Neste trabalho foram avaliadas as alterações nas características químicas de um Latossolo Amarelo distrófico, textura argilosa, sob pastagem degradada de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em Porto Velho -RO, submetido a diferentes níveis e frequência de correção e fertilização (N, P e K).

Material e métodos

O trabalho foi conduzido na Embrapa-Rondônia, em Porto Velho, no período compreendido entre janeiro de 1996 e dezembro 1999. O clima da região é tropical úmido, com estação seca bem definida (junho a setembro), precipitação anual de 2000 a 2500 mm; temperatura média de 24.9 °C e umidade relativa do ar de 89%. A área experimental consistiu de uma

* Zootecnista, M.Sc. Embrapa Rondônia, Caixa. Postal 406, CEP:78900-970, Porto Velho, RO, E-mail: claudio@cpafro.embrapa.br

** Eng. Agr. M.Sc. Embrapa Rondônia, Caixa Postal 406, CEP 78900-970

*** Méd. Vet., M.Sc. Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 01, CEP 64006-220, Parnaíba, Piauí

^o Eng. Agrimensor B.Sc. Embrapa Rondônia, Caixa Postal 406, CEP 78900-970

pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu estabelecida há cerca de 8 anos, caracterizada como degradada dado ao baixo vigor da gramínea, baixa disponibilidade de forragem e predominância de plantas invasoras (30% a 50% da cobertura do solo). Seu solo foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura argilosa, que antes da correção e fertilização apresentava as seguintes características químicas a profundidade de 0 a 20 cm: pH em H₂O = 4.97, P = 4.33 mg/dm³, K = 0.12 cmol_c/dm³, Ca = 1.03 cmol_c/dm³, Mg = 0.91 cmol_c/dm³, Al + H = 14.06 cmol_c/dm³, Al = 1.40 cmol_c/dm³, MO = 59 g/kg e saturação de bases (V) = 12%. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições em arranjo fatorial 2 x 2 x 2 x 2 para os níveis de calagem (V 20% e 40%), adubações nitrogenada (50 e 100 kg/ha de N -uréia), fosfatada (50 e 100 kg/ha de P₂O₅ -superfosfato triplo) e potássica (30 e 60 kg/ha de K₂O -cloreto de potássio); e 3 x 2 x 2 x 2 para as freqüências de fertilização (anual, bienal e trienal) e níveis de adubação. As parcelas experimentais mediam 35 m² (7 m x 5 m), observando-se a bordadura de 1 m, perfazendo uma área útil de 24 m². Os fertilizantes e corretivo foram distribuídos em cobertura após a roça da área experimental e incorporados ao solo por gradagem leve. A adubação nitrogenada foi parcelada em duas vezes: ao início do período chuvoso e cerca de 60 dias após; sendo repetidos os níveis de N, P e K conforme a freqüência de adubação. Em novembro de 1999 se procedeu à colheita de solo, para tanto, com auxílio de trado, foram retiradas cinco subamostras representativas de cada parcela, às profundidades de 0 a 15 cm e de 15 a 30 cm, tomando-se uma amostra composta de cada perfil, sob as quais se determinou o pH em água, a saturação de bases (V), os níveis de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cátions trocáveis (Al + H), alumínio (Al) e matéria orgânica (MO) conforme metodologia descrita pela Embrapa (1999).

Resultados e discussão

A correção do solo apresentou efeito marcante em suas características químicas (Tabela 1), havendo redução dos cátions (Al + H - 12 para 10 cmol_c/dm³) e Al (0.6 para 0.3 cmol_c/dm³) trocáveis e incremento do pH em água (5.4 para 5.6) e das bases (Ca e Mg - 4 para 6 cmol_c/dm³) quando a calagem aplicada passou de 20 para 40% de V. Este efeito foi mais efetivo na camada de 0 a 15 cm de profundidade, já que a esta profundidade a V observada, decorridos aproximadamente 3 anos da calagem, foi de 25% e 36%, com níveis de correção visando atingir 20% e 40% de V, respectivamente; enquanto que à profundidade de 15 a 30 cm, esses valores

mantiveram-se próximos de 10%. No solo sem correção e fertilização a V foi de 12% e 5% às profundidades de 0 a 15 e de 15 a 30 cm, respectivamente, com pH em água de 4.97. Os níveis de correção e doses de P₂O₅ e K₂O interagiram (P ≤ 0.05) sobre os teores de Ca e Mg no solo, e conseqüentemente, na saturação por bases; no entanto os resultados demonstraram que a calagem foi mais marcante. Quando a correção do solo a profundidade de 0 a 15 cm visou 20% de V os teores de Ca e Mg (2.15 e 1.83 cmol_c/dm³) foram menores do que com 40% de V (3.04 e 2.79 cmol_c/dm³), respectivamente. Enquanto que a profundidade de 15 a 30 cm estes valores (em cmol_c/dm³) foram 0.69 e 0.94 de Ca e 0.59 e 0.86 de Mg, respectivamente para as correções de 20% e 40%. O solo nas ausências de calagem e adubação continha 1.03 e 0.43 cmol_c/dm³ de Ca e 0.91 e 0.33 cmol_c/dm³ de Mg, nas camadas de 0 a 15 e 15 a 30 cm. Ayarza (1991) em um Oxisol considerou como níveis críticos externos de 100 e 10 kg/ha e internos de 0.37% e 0.20% na MS para o Ca e Mg, respectivamente. A interação entre a calagem e fertilização com P demonstrou que a associação entre os maiores níveis destes fatores (40% de V e 100 kg/ha de P₂O₅), os teores de Al no solo a profundidade de 15 a 30 cm, foram menores do que quando se aplicou os menores níveis (0.84 vs. 1.10 cmol_c/dm³ de Al). Quando a correção e fertilização foram suprimidas os níveis de Al passaram para 1.44 cmol_c/dm³. Ao se incrementar as doses de P₂O₅ de 50 para 100 kg/ha, os níveis deste elemento no solo passaram de 4.08 para 5.63 e de 2.13 para 2.63 mg/dm³ às profundidades de 0 a 15 e de 15 a 30 cm, respectivamente, na ausência de fertilização o P total no solo, foi de 4.33 mg/dm³ na camada superficial e de 2.60 mg/dm³ na subsuperficial.

A presença de P na camada superficial do solo foi influenciada pela interação da correção e níveis de K aplicados, quando a calagem visou 20% de V, os maiores teores de P no solo (5.42 mg/dm³) foram obtidos ao se aplicar 60 kg/ha de K₂O, com correção à 40% V este efeito não foi observado. Ayarza (1991) recomenda a aplicação de pelo menos 20 kg/ha de P para garantir o estabelecimento inicial da *B. Brizantha*; em solos com elevada capacidade de fixação deste elemento, as doses de fertilização devem ser aumentadas, mantendo-se o nível crítico interno próximo a 0.09% da MS, recomendações que se aproximam das propostas por Rao et al. (1996), Malavolta e Paulino (1991).

Os teores de K e MO do solo mantiveram-se estáveis, independentemente (P ≥ 0.05) dos níveis de correção e fertilização, em média o solo continha 0.07

Tabela 1. Efeito de níveis de correção e fertilização sobre as características químicas do solo (profundidade do solo (0 - 15 e 15 - 30 cm) - Latossolo Amarelo distrófico, textura argilosa, sob pastagem degradada de *Brachiaria brizantha* cv Marandu. Porto Velho-RO, 1996 - 1999.

Níveis de correção e adubação	Características químicas do solo (cmol/dm ³)																		
	pHemH ₂ O		P (mg/dm ³)		K		Ca		Mg		Al+H		Al		MO (g/kg)		V(%)		
	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	
Calagem (V ^a)																			
20%	5.4B*	5.1b	5.0	2.2	0.08	0.05	2.2B	0.7B	1.8B	0.6B	11.8a	12.0	0.6A	1.1A	55	44	25B	10B	
40%	5.6A	5.2a	5.0	2.4	0.08	0.05	3.0A	0.9A	2.8A	0.9A	10.5b	11.7	0.3B	0.9B	56	46	36A	13A	
N (kg/ha)																			
50	5.5	5.2	5.0	2.3	0.09	0.05	2.6	0.9	2.3	0.7	10.9	11.6	0.4	1.0	55	44	31	12	
100	5.4	5.1	5.0	2.3	0.08	0.05	2.6	0.8	2.3	0.7	11.4	12.0	0.5	1.1	56	46	30	12	
P ₂ O ₅ (kg/ha)																			
50	5.5	5.1	4.1B	2.1b	0.08	0.05	2.6	0.8	2.3	0.7	10.9	11.7	0.4	1.1	54	43	31	12	
100	5.4	5.2	5.6A	2.6a	0.09	0.05	2.6	0.8	2.3	0.7	11.3	12.0	0.4	1.0	57	47	30	12	
K ₂ O (kg/ha)																			
30	5.5	5.1	5.0	2.4	0.08	0.05	2.6	0.8	2.3	0.8	11.1	11.8	0.4	1.1	55	45	30	12	
60	5.5	5.2	5.0	2.2	0.09	0.05	2.6	0.8	2.3	0.7	11.2	11.9	0.4	1.0	56	45	31	11	
Média	5.5	5.2	4.9	2.4	0.08	0.05	2.6	0.8	2.3	0.7	11.1	11.8	0.4	1.0	56	45	33	20	
Controle	5.0	5.0	4.3	2.3	0.12	0.05	1.0	0.4	0.9	0.3	14.1	13.8	1.4	1.4	59	48	12	5	
Controle/média	91	96	89	98	150	100	39	46	39	45	126	117	333	138	105	107	36	27	
Des. Padrão	0.1	0.1	1.1	0.7	0.02	0.02	0.5	0.2	0.5	0.2	1.4	1.3	0.2	0.2	10	10	3	3	
C.V.(%)	3	2	22	31	24	32	20	26	22	27	13	11	45	21	18	22	10	13	

a. V = saturação de bases.

* Médias na coluna seguidas de mesmas letras minúsculas Tukey à 5% e maiúscula Tukey à 1%, não diferem entre si.

Tabela 2. Efeito da frequência de fertilização sobre as características químicas do solo (profundidade do solo 0 - 15 e 15 - 30 cm) - Latossolo Amarelo distrófico, textura argilosa - sob pastagem degradada de *B. brizantha* cv Marandu, Porto Velho - RO, 1996 a 1999.

Frequência de adubação do solo	Características químicas do solo (cmol/dm ³)																	
	pHemH ₂ O		P (mg/dm ³)		K		Ca		Mg		Al + H		Al		MO (g/kg)		V(%)	
	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30
I-Anual	5.5	5.1	5AB*	2.3AB	0.09	0.05	2.7	0.8	2.41	0.7	11.2	11.9	0.4	1.1	55	45	31	12
II-Bienal	5.4	5.2	7A	2.5A	0.09	0.05	2.7	0.8	2.31	0.7	11.1	12.0	0.4	1.1	57	45	31	12
III-Trienal	5.4	5.2	4B	1.9B	0.08	0.05	2.4	0.8	2.14	0.7	11.2	11.6	0.4	1.0	54	44	29	12
Média	5.5	5.2	5	2.4	0.08	0.05	2.59	0.8	2.29	0.7	11.1	11.8	0.4	1.0	56	45	30	12
Controle	4.9	4.9	4	2.3	0.12	0.05	1.03	0.4	0.91	0.3	14.1	13.8	1.4	1.4	59	48	12	5
Controle/Média	91	96	89	98	150	100	39	50	39	45	126	117	333	138	105	107	36	27
Des.Padrão	0.2	0.2	1	0.7	0.02	0.02	0.99	0.4	0.96	0.3	1.8	1.5	0.2	0.3	12	11	10	5
C.V.(%)	4	3	22	31	38	39	38	49	41	47	17	12	45	31	21	25	33	45

a. V = saturação de bases.

* Médias na coluna seguidas de mesmas letras minúsculas Tukey à 5% e maiúscula Tukey à 1%. não diferem entre si.

cmol/dm³ de K e 51 g/kg de MO, na ausência de correção e adubação estes valores foram de 0.09 e 54.

Como se observa na Tabela 2 apenas o P total sofreu influencia da frequência de fertilização ($P \leq 0.01$), as menores concentrações tanto na camada superficial (4 mg/dm³) como na subsuperficial (1.9 mg/dm³) foram obtidas quando a adubação foi repetida a cada 3 anos, enquanto que as maiores (7 e 2.5 mg/dm³) com a bienal, as quais não diferiram da frequência anual. Os demais componentes químicos do solo (pH, K, Ca, Mg, Al + H, Al, MO e V) mantiveram-se estáveis, independentemente das periodicidades de fertilização. No entanto a importância da reposição de nutrientes foi evidenciada por Euclides et al. (1997) ao testarem dois níveis de fertilização (400 e 800 kg/ha da fórmula 0-16-18) e calagem (1.5 e 3 t/ha) sobre o desempenho animal em pastagens degradadas de *B. brizantha* cv. Marandu, o ganho médio durante os 3 anos de avaliação foi de 553 e 385 kg/ha por ano para o maior e menor nível, os pastos degradados produziram menos de 300 kg/ha por ano. Com o decorrer tempo, independentemente do nível de fertilização, houve decréscimos nos ganhos de peso, evidenciando a importância da adubação de manutenção a fim manter a produtividade do sistema solo-planta-animal.

Conclusões

A correção do Latossolo Amarelo distrófico, textura argilosa, sob pastagem degradada de *B. brizantha* cv. Marandu incrementou o seu pH e as bases, reduziu os cátions trocáveis, enquanto que a fertilização fosfatada elevou os níveis deste elemento, notadamente quando aplicada bienalmente. Recomenda-se correção de solo visando elevar V à 40%, níveis de adubação (em kg/ha) de 100 N, 50 P₂O₅ e 60 K₂O com reposição de nutrientes pelo menos a cada 2 anos.

Resumen

En el campo de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa- Rondônia), Porto Velho, Brasil, durante 3 años se evaluó el efecto de la aplicación de cal y fertilizantes (N, P y K) en la rehabilitación de una pastura degradada de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu cultivada en un Latossolo Amarelo distrófico de textura arcillosa. Se utilizó un diseño de bloques al azar en arreglo factorial 2 x 2 x 2 x 2 para los niveles de encalamiento (saturación de bases 20% y 40%), dosis de N = 50 y 100 kg/ha como urea), fósforo (50 y 100 kg/ha de P₂O₅ - superfosfato triple) y potasio (30 y 60 kg/ha de K₂O -

cloruro de potasio) y 3 x 2 x 2 x 2 para las frecuencias de fertilización (anual, bienal e trienal) y niveles de fertilización. La cal y los fertilizantes se aplicaron después del control de la vegetación original y de un pase ligero de arado. Para determinar el efecto de los tratamientos en las propiedades físicas del suelo se tomaron muestras entre 0 y 15 cm y entre 15 y 30 cm. Se encontró una reducción significativa de cationes y Al intercambiable y un aumento en el pH y las bases intercambiables. En ambas profundidades el P total aumentó con las dosis aplicadas de este nutrimento en forma fraccionada cada 2 años. Entre 0 y 15 cm con la aplicación de cal para la corrección de bases hasta 20%, las mejores respuestas a P se encontraron cuando se aplicaron 60 kg/ha de K₂O; lo cual no ocurrió con una corrección de 40% de bases. Los contenidos de K y MO no fueron afectados por los tratamientos. Sólo el contenido de P fue afectado por la frecuencia de aplicación. Se sugiere, bajo las condiciones de este estudio, aplicar cal para elevar el contenido de bases hasta 40% y fertilización (en kg/ha) de 100, 50 y 60 de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente, con una frecuencia mínima de cada 2 años.

Summary

The effect of the application of lime and fertilizers (N, P, K) on the rehabilitation of a degraded pasture of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, grown on a dystrophic Yellow Latosol of clayey texture, was studied under field conditions at the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Rondônia) in Porto Velho, Brazil, over a 3-year period. A randomized block design was used, arranged in a 2 x 2 x 2 x 2 factorial for levels of liming (base saturation of 20% and 40%) and doses of nitrogen (50 and 100 kg N/ha as urea), phosphorus (50 and 100 kg P₂O₅/ha as triple superphosphate) and potassium (30 and 60 kg K₂O/ha as potassium chloride) and in a 3 x 2 x 2 x 2 factorial for fertilization frequencies (annual, biennial, and triennial) and levels. The lime and fertilizers were applied after native vegetation was controlled and light plowing. Soil samples were taken at a depth of 0-15 cm and 15-30 cm to determine the effect of the treatments on soil physical properties. Cations and exchangeable Al decreased significantly, while soil pH and exchangeable bases increased. At both depths, total P increased with the P doses applied fractionated every 2 years. When lime was applied to correct bases up to 20%, the best responses to P in samples taken between 0 and 15 cm were found when 60 kg K₂O/ha were applied, which did not occur at 40% base saturation. Treatments did not affect K or OM contents. P content was only affected by frequency of application. Under these study

conditions, it is recommended that lime be applied to increase base content to 40% and NPK fertilization rates of 100, 50, and 60 kg/ha at a minimum frequency of 2 years.

Referências

- Ayarza, M. A. 1991. Efecto de las propiedades químicas de los suelos ácidos en el establecimiento de las especies forrajeras. En: Lascano, C. E. y Spain, J. M. (eds.). Establecimiento y renovación de pasturas. Publicación 178, CIAT. Cali, Colômbia. p.161-185.
- Costa, N. de L.; Thung, M.; Townsend, C. R.; Moreira, P.; e Leônidas, F. C. 1999. Quantificação de características físico-químicas do solo sob pastagens degradadas. *Pasturas Tropicales* 21(2):74-77.
- _____; Townsend, C. R.; e Magalhães, J. A. 1996. Efeito de níveis de nitrogênio e fósforo na recuperação de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CPAF) Rondônia. Comunicado Técnico 119. 4p.
- Dias Filho, M. B.; e Serrão, E. A. S. 1982. Recuperação, melhoramento e manejo de pastagens na região de Paragominas-Para. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CPATU). Documento no. 5.
- Drudi, A. e Braga, A. F. 1990. Níveis de fósforo, enxofre e micronutrientes na recuperação de pastagens degradadas em solos arenosos na região norte de Tocantins. *Pesq. Agrop. Bras.* 25(9):1317-1322.
- Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 1999. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Silva, F.C. da (ed.). Embrapa-Solos. Embrapa comunicação para transferência de tecnologia 270 p.
- Euclides, V. P. B.; Macedo, M. C. M.; e Oliveira, M. P. de. 1997. Desempenho animal em pastagens recuperadas com diferentes níveis de fertilização. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 34. 1997. Juiz de Fora - MG, Anais. Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ). 2:201-203p.
- Gonçalves, C. A.; Oliveira, J. R. da C. 1982. Formação, recuperação e manejo de pastagens em Rondônia. Informações práticas. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-UEPAE) Porto Velho. Circular técnica no. 1. 22 p.
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 1998. Amazônia: Desflorestamento 1995-1997. São José dos Campos, SP/INPE. 1998.
- Leônidas, F. da C. 1998. Alterações físicas e químicas do solo sob pastagem na Amazônia Ocidental, submetido a diferentes períodos de utilização. Dissertação de Mestrado em Manejo de Solo e Água, UFP Areia, PB. 56 p.
- Malavolta, E. e Paulino, V. T. 1991. Nutrição mineral e adubação do gênero *Brachiaria*. En: Paulino, V. T.; Pereira, J. V. S.; Camargo, D. F. V.; Meirelles, N. M. F.; Bianchini, D.; Oliveira, P. R. P. (eds.). Encontro para discussão sobre capins do gênero *Brachiaria*. Instituto de Zootecnia e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Nova Odessa, SP, p. 45-135.
- Numata, I. 1999. Avaliação da conversão de floresta para pastagem na Amazônia usando sensoriamento remoto e a fertilidade do solo. Dissertação Mestrado em Sensoriamento Remoto - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 102 p.
- Rao, I. M.; Kerridge, P. C.; e Macedo, M. C. 1996. Nutritional requirements of *Brachiaria* and adaptation to acid soils. En: Miles, J. W; Maass, B. L.; e Valle, C. B. do (eds.). *Brachiaria: biology, agronomy, and improvement*. Cali, Colômbia: CIAT/Campo Grande: Embrapa-CNPGC. CIAT Publication, 259. p. 53-71.
- Serrão, E. A. S. e Toledo, J. M. 1994. Sustaining pasture-based production systems for the humid tropics. En: Dowiniwg, T. E.; Hecht, S. B.; Pearson, H. A. and García-Downing, C. (eds.). Development or destruction - the conversion of tropical forest to pasture in Latin America: Westview Press. Boulder, San Francisco, Oxford. p. 257-280.
- Spain, J. M. e Gualdrón, R. 1991. Degradación y rehabilitación de pasturas. En: Lascano, C. E. y Spain, J. M. (eds). Establecimiento y renovación de pasturas. Publicación 178 CIAT. Cali, Colômbia. p.269-283.
- Townsend, C. R.; Costa, N. de L.; Mendes, A. M.; Pereira, R. de G.A.; E Magalhães, J. A. 2000. Limitações nutricionais de solo sob pastagem degradada de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Porto Velho-RO. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 37. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ). CD-rom.
- Veiga, J. B.; Serrão, E. A. S. 1990. Sistemas silvipastoris e produção animal nos trópicos úmidos: a experiência da Amazônia brasileira. En: Sociedade Brasileira de Zootecnia. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). p. 37-68.