

Manejo de pastagens nativas de savanas bem drenadas com fogo e roçadeira: Efeitos sobre alguns parâmetros do solo

A. P. S. Souza Filho*, S. Mochiutti**, P. R. L. Meirelles** e S. Dutra*

Introdução

As pastagens nativas de áreas de savanas bem drenadas são representadas, principalmente, pela vegetação tipo Cerrado, caracterizando-se pela predominância de gramíneas nativas esparsas e de porte baixo, com pequena ocorrência de arbustos e árvores tortuosas. Na região amazônica brasileira, esse tipo de formação é encontrado em grandes extensões (milhões de hectares) nos estados de Roraima (4.4), Pará (3.9), Amazonas (2) e Amapá (1.9) (Ferri, 1977) e, em pequenas áreas, no estado de Rondônia, perfazendo um total de 12.2 milhões de hectares. Em função de suas peculiaridades e de sua extensão, essas áreas têm-se constituído em importante ecossistema na Amazônia, onde se desenvolve boa parte da pecuária.

Historicamente, o fogo tem sido a única ferramenta de manejo imposta pelos pecuaristas às pastagens nativas de savanas bem drenadas da região amazônica. Habitualmente, essa prática tem sido utilizada ao final do período relativamente longo de estiagem a que elas estão sujeitas, tendo por objetivo eliminar a biomassa seca acumulada durante o período de estiagem e proporcionar uma dieta de melhor qualidade aos animais, por ocasião do início do período das chuvas (Andrade e Leite, 1988).

Entretanto, a forma indiscriminada a que essas áreas tem sido submetidas ao longo dos anos ao fogo, pode estar contribuindo para o empobrecimento do seu potencial produtivo, quer reduzindo ou eliminando a participação daquelas espécies com maior potencial forrageiro e mais susceptíveis às queimadas frequentes, quer favorecendo aquelas espécies de

menor potencial forrageiro e mais resistentes aos impactos do uso sistemático do fogo. A exemplo desses aspectos, Fitzgerald e Tanner (1992) mostraram que o fogo afeta a composição botânica das pastagens nativas, favorecendo determinadas espécies na comunidade, enquanto outras têm suas participações reduzidas. As espécies herbáceas que compõem as pastagens nativas de savana do Amapá tem diferentes tipos de manejo com uso do fogo. Nesse sentido, Coutinho (1990) menciona que a frequência das queimadas pode determinar mudanças na fitomassa dos Cerrados.

Paralelamente a esses aspectos, o fogo pode ainda estar impondo sérias limitações às espécies nativas não só promovendo a depauperação dos solos como, também, a degradação dos mesmos (Alvim, 1978; Duque et al., 1982). As queimadas causam um rápido decréscimo da matéria orgânica (M.O.) do solo. Em função desse fato, eleva-se a atividade do alumínio na solução do solo, resultando num ambiente hostil para as plantas, é um dos principais malefícios das queimadas. O estabelecimento de estratégias de manejo das pastagens nativas de savanas bem drenadas envolvendo o uso do fogo ou da roçadeira, em diferentes frequências e épocas de utilização, pode se constituir em ferramenta na melhoria das condições gerais do solo, com reflexos positivos no estrato herbáceo da vegetação.

A presente pesquisa visou analisar os efeitos do uso do fogo e da roçadeira, como estratégia de manejo das pastagens nativas de savanas bem drenadas, sobre o pH e os teores de fósforo (P), potássio (K), alumínio (Al) e M.O. do solo.

Materiais e métodos

A pesquisa foi realizada em área de pastagem nativa de savana bem drenada, representativa desse tipo de vegetação na região amazônica. A área selecionada

* Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Dr. Enéas Pinheiro, S/N, 66.095-100, Belém, Pará, Brasil.

** Embrapa Amapá, Caixa Postal 10, 68.902-280, Macapá, Amapá, Brasil.

fica no Campo Experimental do Centro de Pesquisa Agroflorestal do Amapá, localizado no Km 43 da BR-156, município de Macapá, estado do Amapá, Brasil. O solo local é um Latossolo Amarelo textura franco-argilo-arenosa. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Ami tropical chuvoso, com período de máxima precipitação compreendido entre janeiro e junho e mínima entre julho e dezembro. A precipitação anual média é de 2.500 mm, com temperatura anual média de 26 °C e umidade relativa acima dos 80% em todos os meses.

Foram estabelecidos dois tipos de manejo da pastagem nativa: fogo e roçagem; implementados em duas épocas de aplicação: setembro e novembro; e três freqüências: anual, bienal e trienal. Avaliaram-se os impactos desses manejos sobre o pH e os teores de P, K, M.O. e Al do solo.

Por subparcelas foram coletadas três amostras do solo a uma profundidade de 0-20 cm. Essas amostras foram misturadas, formando uma única amostra composta, de aproximadamente 500 g, que foi encaminhada ao laboratório para as determinações pré-estabelecidas. Quando do primeiro ano experimental, a amostragem foi realizada somente na parcela, sendo, portanto, obtidas apenas duas amostras compostas, uma referente ao manejo das pastagens com o uso do fogo e outra referente ao uso da roçadeira. As coletas foram realizadas sempre antes do emprego do fogo e da roçadeira. Tendo em vista que a duração do período experimental foi de 7 anos, foram realizadas, ao todo, sete amostragens na freqüência anual, quatro na bienal e três na trienal.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. As parcelas foram representadas pelos dois tipos de manejo das pastagens: fogo e roçadeira; as subparcelas pelas épocas de aplicação dos manejos: setembro e novembro; e as subsubparcelas pelas freqüências de aplicação dos manejos: anual, bienal e trienal. As parcelas foram dimensionadas em 60 m x 45 m (2700 m²), as subparcelas em 30 m x 45 m (1350 m²) e as subsubparcelas em 15 m x 30 m (450 m²). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%).

Resultados e discussão

Efeitos sobre o pH do solo

Conquanto diferenças significativas ($P < 0.05$) tenham sido observadas, o pH do solo apresentou pouca variação em função dos diferentes tipos de manejos

testados. Fogo e roçadeira não promoveram diferenças ($P < 0.05$) no pH do solo quando aplicados em setembro ou novembro (Tabela 1), sendo, entretanto, diferentes ($P < 0.05$) quando considera-se a freqüência de aplicação, onde, na freqüência anual, o uso da roçadeira foi mais benéfico ao pH do solo do que o fogo (Tabela 2). O pH do solo variou em função da época de aplicação dos manejos impostos à pastagem nativa, sendo os valores obtidos na época novembro superior ($P < 0.05$) àqueles obtidos na época setembro, para os tipos de manejo (Tabela 1). As freqüências anual, bienal e trienal não se constituíram em fator determinante na variação do pH, tanto em relação ao tipo de manejo (Tabela 2) como em relação à época de aplicação (Tabela 3). Desta maneira, considerando-se os dados apresentados nas Tabelas 1 a 3, a época de aplicação foi o fator mais importante na melhoria das condições do pH do solo, sendo que, independentemente do tipo de manejo e da freqüência de aplicação, novembro foi a época em que os benefícios foram mais marcantes.

Existem poucas informações disponíveis analisando os efeitos do fogo e da roçadeira sobre o pH do solo sob vegetação de savana bem drenada, e essas, quando existentes, tratam apenas da comparação de áreas queimadas e não queimadas, não levando em consideração outras variáveis de manejo como época e freqüência de utilização. Os dados disponíveis na literatura indicam resultados contraditórios para os efeitos do fogo sobre o pH do solo. Neiva (1990) e Andrade (1992) mostram que o

Tabela 1. Efeitos do tipo de manejo e da época de aplicação sobre características do solo sob vegetação de savana bem drenada. Amapá, Brasil.

Característica	Tipo de manejo	Época de aplicação	
		Setembro	Novembro
pH	Fogo	5.0 Ab*	5.1 Aa
	Roçadeira	5.0 Ab	5.2 Aa
P (ppm)	Fogo	1.1 Ba*	1.1 Aa
	Roçadeira	1.3 Aa	1.2 Aa
M.O. (%)	Fogo	1.3 Aa*	1.1 Ab
	Roçadeira	1.1 Ba	1.1 Aa
Al (meq/100 g)	Fogo	0.6 Aa*	0.5 Ab
	Roçadeira	0.5 Ba	0.5 Aa
K (ppm)	Fogo	8.7 Bb*	9.3 Aa
	Roçadeira	9.3 Aa	9.6 Aa

* Médias em cada característica seguidas de letras iguais, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Tabela 2. Efeito da freqüência de aplicação e tipo de manejo sobre características do solo sob vegetação de savana bem drenada. Amapá, Brasil.

Característica	Freqüência de aplicação	Tipo de manejo	
		Fogo	Roçadeira
pH	Anual	5.0 Ab*	5.1 Aa
	Bienal	5.1 Aa	5.1 Aa
	Trienal	5.1 Aa	5.1 Aa
P (ppm)	Anual	1.1 Aa*	1.2 Aa
	Bienal	1.0 Ab	1.3 Aa
	Trienal	1.1 Aa	1.2 Aa
M.O. (%)	Anual	1.3 Aa*	1.1 Ab
	Bienal	1.2 Aa	1.2 Aa
	Trienal	1.1 Aa	1.1 Aa
Al (meq/100 g)	Anual	0.7 Aa*	0.5 Ab
	Bienal	0.5 Ba	0.5 Aa
	Trienal	0.5 Ba	0.5 Aa
K (ppm)	Anual	8.9 Ab*	9.6 Aa
	Bienal	8.9 Aa	9.3 Aa
	Trienal	9.2 Aa	9.2 Aa

* Médias em cada característica seguidas de letras iguais, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Tabela 3. Efeitos da freqüência e época de aplicação sobre características do solo sob vegetação de savana bem drenada. Amapá, Brasil.

Característica	Freqüência de aplicação	Época de aplicação	
		Setembro	Novembro
pH	Anual	5.0 Ab*	5.1 Aa
	Bienal	5.1 Aa	5.1 Aa
	Trienal	5.1 Aa	5.1 Aa
P (ppm)	Anual	1.1	1.2
	Bienal	1.1	1.2
	Trienal	1.1	1.2
M.O. (%)	Anual	1.3 Aa*	1.1 Ab
	Bienal	1.2 ABa	1.2 Aa
	Trienal	1.1 Ba	1.0 Aa
Al (ppm)	Anual	0.6 Aa*	0.5 Ab
	Bienal	0.5 Ba	0.5 Aa
	Trienal	0.5 Ba	0.5 Aa
K (ppm)	Anual	9.0 Aa*	9.3 Aa
	Bienal	8.9 Aa	9.4 Aa
	Trienal	8.8 Ab	9.7 Aa

* Médias em cada característica seguidas de letras iguais, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

pH do solo praticamente não varia quando se consideram áreas submetidas ao uso do fogo e áreas não queimadas. Por outro lado, trabalhos desenvolvidos nas savanas de Uganda por Harrington

(1974) mostram que o pH do solo aumenta de 5 para 5.45 em áreas queimadas. Aumentos no pH de 6 para 6.2, em área de savana da Nigéria também foram relatados com o uso do fogo (Moore, 1960).

É evidente que as mudanças no pH do solo estão relacionadas à quantidade de cinzas incorporadas ao solo. Esse aspecto tem sido substancialmente enfocado para as mudanças observadas no pH do solo de áreas de florestas primárias da região amazônica quando submetidas a queimadas (Falesi, 1976). Aparentemente, para as áreas de savana bem drenada os mesmos efeitos não se repetem, provavelmente devido à baixa quantidade de cinzas incorporada, uma vez que o material disponível para a combustão é apenas o da fração herbácea, já que o fogo não atinge os arbustos e as árvores.

Por outro lado, é provável que a profundidade de coleta do solo (0-20 cm) tenha contribuído, também, para as baixas variações observadas no pH do solo neste trabalho. Neste sentido, Cook (1939) em estudos desenvolvidos nas savanas da África reporta aumentos no pH de 5.8 para 6.7 dos 38 mm superiores do solo. Rashid (1987), por sua vez, mostra que o pH aumentou rapidamente na superfície do solo queimado (0-5 cm), enquanto em maiores profundidades (5-15 cm) o solo queimado foi mais ácido do que os solos adjacentes não submetidos à queima. O conjunto dessas informações parece indicar que as mudanças não acontecem uniformemente ao longo do perfil do solo, o que é um indicativo de que deve ter havido efeitos de diluição nos resultados deste trabalho.

Efeitos sobre o teor de fósforo do solo

Ao contrário dos efeitos observados sobre o pH do solo, o fator época não foi determinante nas variações do teor de P do solo (Tabelas 1 e 2). No entanto, à semelhança dos efeitos promovidos sobre o pH, a variação na freqüência de imposição do fogo e da roçadeira também não efetivou variações ($P < 0.05$) no teor de P (Tabelas 2 e 3). Variações no teor deste elemento foram observadas apenas em relação ao tipo de manejo (Tabelas 1 e 2), embora as variações nem sempre tenham sido significativas. Comparativamente, o teor de P foi mais alto quando o manejo empregado foi a roçadeira, embora diferenças ($P < 0.05$) tenham sido observadas apenas quanto à época de aplicação, setembro, e a freqüência de aplicação, bienal (Tabelas 1 e 2).

É bem conhecido que na combustão do tecido das plantas o nitrogênio e o enxofre são volatilizados, enquanto os demais nutrientes são mudados para simples sais que são solúveis em água e sendo assim, imediatamente disponíveis para as plantas

(Daubenmire, 1968). Esse aspecto levanta a questão do possível papel das cinzas no aumento da fertilidade dos solos sob vegetação de savana bem drenada. A exemplo disso Harrington (1974) mostrou que o teor de P aumentou de 6.1 ppm para 10.2 ppm em áreas submetidas ao uso do fogo. Esses resultados não se repetiram no presente trabalho, onde os teores deste nutriente estiveram em concentrações mais elevadas quando o manejo imposto as pastagens nativas foi a roçadeira, ou seja, na ausência do fogo, embora as diferenças não tenham excedido a 30%.

Efeitos sobre o teor de matéria orgânica do solo

A M.O. foi um parâmetro que apresentou reposta mais acentuada aos manejos impostos às pastagens nativas do que o pH e o P. Os teores variaram ($P < 0.05$) em função do tipo de manejo, da época e da frequência de aplicação do manejo (Tabelas 1 a 3). Comparativamente, o fogo foi mais benéfico à M.O. do que a roçadeira, e quando imposto à pastagem em setembro seus efeitos foram mais positivos do que em novembro (Tabela 1). Na frequência anual, os teores de M.O. foram sempre superiores ($P < 0.05$) às demais frequências, tanto quando levou-se em conta o tipo do manejo (Tabela 2) como a época de aplicação (Tabela 3); embora diferenças estatísticas tenham sido observadas apenas para a variação da frequência em função da época de aplicação do manejo (Tabelas 2 e 3), sendo que a medida em que a frequência de uso do fogo passou de anual para trienal o teor da M.O. foi reduzido. Em termos quantitativos, o teor foi 20% mais alto no solo quando o manejo da pastagem envolveu o uso do fogo na época setembro (Tabela 1) e na frequência anual (Tabelas 2 e 3), em relação aos demais manejos.

Os resultados do uso do fogo sobre a M.O. de solos sob vegetação de savana bem drenada são, até certo ponto, contraditórios, havendo relatos de diminuição do teor em função do uso do fogo (Castilhos e Jacques, 1984) como, também, resultados que comprovam o aumento da M.O. em resposta à imposição do fogo (Anderson e Bailey, 1980; Owensby e Myrryl, 1973). Neste trabalho, os efeitos positivos do fogo estiveram associados ao manejo envolvendo os fatores época e frequência de aplicação.

Os maiores benefícios sobre a M.O. promovidos quando o fogo foi aplicado anualmente e em setembro, em relação às demais combinações de manejo, podem ser atribuídas às diferenças na intensidade do fogo. Quando aplicado anualmente e em setembro, época em que ainda ocorrem algumas chuvas de baixa intensidade, o fogo é mais brando do que quando

aplicado em frequências bienal ou trienal e em novembro. Assim, em condições onde o fogo é aplicado anualmente e em setembro, os efeitos deletérios sobre a M.O. são menores. À medida que a frequência de aplicação fica mais espaça, há um maior acúmulo de material seco disponível para a combustão, tornando o fogo mais intenso, o que promove reduções na M.O. Os dados obtidos no presente trabalho estão de acordo com as informações que mostram que fogo severo pode causar perdas na M.O., enquanto queimadas leves podem produzir efeitos adversos.

Independentemente dos benefícios observados sobre o teor de M.O. em respostas aos manejos experimentais, os valores máximos obtidos estiveram sempre abaixo do valor crítico estabelecido para os solos sob vegetação de savana bem drenada, que é de 1.5% (Lopes, 1984). Isso parece indicar que mudanças expressivas no teor de M.O. do solo sob vegetação de savana bem drenada, em função de estratégias de manejo com o uso do fogo, não devem ser esperadas em prazos de 7 anos. Entretanto, é imprescindível que se adotem práticas de manejo que, pelo menos, aproximem os teores de M.O. do solo aos níveis adequados.

Efeitos sobre o teor de alumínio do solo

O uso da roçadeira como estratégia de manejo das pastagens nativas foi mais benéfico à redução da concentração do alumínio no solo do que o fogo na época setembro, não havendo diferenças ($P > 0.05$) em novembro. Quando o tipo de manejo aplicado à pastagem é a roçadeira, variações ($P > 0.05$) no teor de alumínio (Al) não são observadas em função da época de aplicação, enquanto para o fogo, novembro é uma época mais propícia (Tabela 1).

A variação na frequência de aplicação da roçadeira não efetivou diferenças ($P > 0.05$) no teor de Al. Para o fogo, a redução da frequência de anual para bienal efetivou reduções ($P < 0.05$) da ordem de 29% no teor deste elemento. Quando se considera o tipo de manejo em função da frequência de aplicação, a roçadeira apresenta vantagens sobre o fogo apenas quando aplicado anualmente (Tabela 2). Independentemente do tipo de manejo, a frequência anual promoveu variações ($P < 0.05$) em função da época de aplicação, sendo novembro mais desejável (Tabela 3). Aparentemente, a frequência de aplicação é um fator mais importante na redução do Al do solo do que a época de aplicação, quando o manejo da pastagem é o fogo. Já para a roçadeira, seus efeitos benéficos independem dos fatores épocas e frequência de aplicação.

A redução de freqüência de imposição do fogo de anual para bienal e trienal propicia um maior acúmulo no material seco disponível para a combustão, fazendo com que mais cinzas sejam incorporadas ao solo. A redução do Al em solos sob vegetação de florestas de 1.8 para 0 meq/100 g tem sido atribuída à incorporação de cinzas resultantes do processo de queima da biomassa (Falesi, 1976).

Um ponto que chama a atenção é que o uso do fogo propiciou resultados conflitantes entre a M.O. e o Al. A redução da freqüência do uso do fogo de anual para bienal ou trienal propiciou reduções no teor de Al —em função da maior incorporação de cinzas— porém foi negativo para a M.O., uma vez que aumenta a intensidade do fogo, redundando na redução do teor de M.O. do solo.

Efeitos sobre o teor de K do solo

Os teores de K (K) no solo variaram em função do tipo de manejo e da época de aplicação (Tabelas 1 e 2), não tendo sido verificado efeitos ($P > 0.05$) nos teores desse nutriente em função da variação na freqüência de imposição dos manejos (Tabela 2 e 3). Na época novembro, os teores de K foram superiores aos valores observados na época setembro, independentemente do tipo de manejo, embora diferenças ($P < 0.05$) tenham sido obtidas apenas quando o manejo aplicado foi o fogo (Tabela 1). Comparativamente, o manejo envolvendo a utilização da roçadeira propiciou teores de K em níveis mais elevados no solo, embora apenas na época setembro esta diferença tenha sido significativa ($P < 0.05$). Esses resultados repetem aqueles obtidos para o P (Tabela 1), e mostram que tanto o K como o P têm o mesmo comportamento em relação ao manejo do fogo e da roçadeira, e da época de imposição nas pastagens nativas de savana bem drenada da região amazônica brasileira.

A variação da freqüência de aplicação dos diferentes manejos estabelecidos não foi fator decisivo na variação dos teores de K, tanto quando se considera os diferentes tipos de manejo utilizados (Tabela 2) como a época de aplicação (Tabela 3). Aparentemente, o tipo de manejo e a época de aplicação são os fatores a afetarem com mais intensidade os teores de K no solo.

À semelhança das informações sobre outros constituintes do solo sob vegetação de savana bem drenada, essas também são extremamente limitadas para o K. Considerando as poucas informações disponíveis, aparentemente o K do solo tende a aumentar quando a vegetação é submetida ao manejo com o uso do fogo (Harrington, 1974; Moore, 1960).

Essas informações se contrapõem aos resultados obtidos neste trabalho, onde, com o uso da roçadeira, ou seja, na ausência do fogo, como estratégia de manejo, propiciou valores de K superiores aos observados com o uso do fogo, indicando que o manejo da pastagem nativa com o uso de roçadeira pode exercer controle mais eficaz nas variações do K no solo.

Conclusões

Os parâmetros do solo analisados não apresentam grandes variações quantitativas quando a pastagem nativa de savana bem drenada da Amazônia brasileira é manejada ou com o fogo ou com a roçadeira. Assim sendo, o uso eficiente do fogo ou da roçadeira, como ferramenta estratégia de manejo das pastagens nativas, deve ser baseado mais nos princípios ecológicos e nas preocupações sociais em relação ao meio ambiente do que simplesmente considerando as possibilidades de aumentar os valores de pH e dos teores de P, K, e M.O. e reduzir ou neutralizar o teor de Al no solo sob esse tipo de vegetação.

Resumen

Durante un período de 7 años fueron estudiados los efectos del uso de la quema y la segadora mecánica sobre el pH, las concentraciones de fósforo (P), potasio (K) Al y materia orgánica (M.O.) del suelo, como práctica de manejo de pasturas naturales en sabanas bien drenadas de la región amazónica brasileña. La utilización de la quema y de la segadora mecánica fue realizada durante dos épocas diferentes: septiembre y noviembre, y en tres frecuencias de aplicación: anual, bienal e trienal. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar, con arreglo de tratamientos en parcelas subdivididas en tres repeticiones. Los resultados mostraron que, a pesar de las diferencias estadísticas observadas, el uso de la quema y de la segadora mecánica resultaron en pocas variaciones cuantitativas de las propiedades del suelo evaluadas. En general, la influencia del factor época de aplicación sobre las respuestas observadas fue más importante que el tipo de manejo y la frecuencia de aplicación impuestos a las pasturas naturales. Además, se observaron diferentes tipos de respuestas de las propiedades del suelo a las técnicas de manejo evaluadas, indicando falta de uniformidad de los resultados obtenidos en relación con los tipos de manejo aplicados. Aparentemente, el uso eficiente de la quema y de la segadora mecánica como práctica de manejo de pasturas naturales en sabanas bien drenadas, debe ser fundamentado más en principios ecológicos y sociales relacionados con el medio ambiente, que como mejoradores de las propiedades generales del suelo.

Summary

The effects of burning and mechanical mowing on soil pH, organic matter content, phosphorus, potassium, and aluminum concentrations, as well as management practices of native pastures in the well-drained savannas of Brazil's Amazon region was evaluated at the Embrapa experiment station in Amapá, over a 7-year period. Burning and mechanical mowing were performed at two different times, September and November, and with three application frequencies (annual, biennial, and triennial). A randomized block experiment design, arranged in split plots, was used with three replications. The results showed that, despite the statistical differences found, the use of burning and mechanical mowing as management practices in native pastures caused low, quantitative variations in the soil characteristics analyzed. The effect of application time on experiment results was generally more important than that of management practices or application frequency. On the other hand, the soil parameters studied tended to respond differently to management practices, showing erratic results. The efficient use of burning and mechanical mowing as management practices in native pastures, in Brazil's Amazonian savannas, should be mainly based on ecological principles and environment-related social issues and not only aim to improve general soil properties.

Referências

- Alvim, P. T. 1978. Expansão da fronteira agrícola no Brasil. En: Primer Seminário Nacional de Política Agrícola. CEPLAC, Brasília, DF, Brasil. 32 p.
- Anderson, A. G. e Bailey, A. W. 1980. Effects of annual burning on grassland in the Parkland of east-Central Alberta. Can. J. Bot. 58(8):985-986.
- Andrade, A. D. 1992. Avaliação do potencial forrageiro e valor nutritivo de pastagens nativas no segundo ano após o tratamento de queima. Tese de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Universidade de Lavras (ESAL), Brasil. 84 p.
- Andrade, R. P. e Leite, G. G. 1988. Pastagens na região de cerrado. Informe Agropecuário 13(153-154):26-39.
- Castilhos, Z. M. e Jacques, A. V. 1984. Produção e qualidade de uma pastagem natural submetida a tratamento de introdução de trevo vesiculoso cv. Yuchi (*Trifolium vesiculoso* Savi), ceifa e queima. Anuário Técnico do Instituto de Pesquisa Zootécnica Francisco Osório 11:103-144.
- Cook, L. A. 1939. Contribution to our information on grass burning. S. Afr. J. Sci. 36:270-282.
- Coutinho, L. M. 1990. O Cerrado: A ecologia do fogo. Ciência Hoje 12(68):23-30.
- Daubenmire, R. 1968. Ecology of fire in grassland. En: Grass, J. B. (ed.). Advanced in ecology research. Academic Press, Nueva York. v. 2, p. 209-266.
- Duque, F. F.; Melo, J. C.; Souza, R. L.; e Gomide, R. L. 1982. Abertura de Cerrado e sistematização do solo. En: Simpósio sobre o Cerrado. 5. Editerra, Brasília, DF., Brasil. p. 501-519.
- Falesi, I. C. 1976. Ecossistema de pastagem cultivada na Amazônia Brasileira. Boletim técnico no. 1. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Umido (Embrapa-CPATU). 193 p.
- Ferri, M. G. 1977. Ecologia dos cerrados. En: Simpósio sobre o Cerrado. 4. Belo Horizonte, MG. Anais. Belo Horizonte. p.15-36.
- Fitzgerald, S. M. e Tanner, G. W. 1992. Avian community response to fire and mechanical shrub control in south Florida. J. Range Manage. 45(1):396-400.
- Harrington, G. N. 1974. Fire effects on a Uganda savanna grassland. Trop. Grassl. 8(2):87-101.
- Lopes, A. S. 1984. Solos sobre cerrado: Características, propriedades e manejo. 2. ed. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba. 162 p.
- Moore, A. W. 1960. The influence of annual burning on a soil in the derived savanna zone of Nigeria. En: 7th. International Congress Soil Science Trans. Nigeria. Proceedings. Nigeria. p. 257-264.
- Neiva, J. N. 1990. Crescimento e valor nutritivo de pastagens nativas submetidas ou não ao tratamento de queima. Tese de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Universidade de Lavras (ESAL), Brasil. 97 p.
- Owensby, C. E. e Myrriyl, J. B. 1973. Effects of range burning on Kansas flintrolls. J. Range Manage. 26(3):185-188.
- Raison, R. J. 1979. Modification of the soil environment by vegetation fires, with particular reference to nitrogen transformation: A review. Plant Soil 51(1):73-108.
- Rashid, G. H. 1987. Effects of fire on soil carbon and nitrogen in a mediterranean oak forest of Algeria. Plant Soil 103(1):84-93.