

Degradação, Recuperação e Renovação de Pastagens

Newton de Lucena Costa; Cláudio Ramalho Townsend; João Avelar Magalhães; Valdinei Tadeu Paulino; Ricardo Gomes de Araújo Pereira; Silas Mochiutti

Introdução

A Região Amazônica caracteriza-se por uma multiplicidade de ecossistemas complexos, resultante de variadas combinações de fatores ambientais, como: tipo de solos, clima e diversidade de fauna e flora. A interdependência destes fatores, especialmente das espécies animais, vegetais e microorganismos, predominantes em solos com baixa fertilidade natural, imprimem um caráter de fragilidade a este ecossistema, quando do seu uso agrícola ou pecuário (Walker & Frankem, 1983; Schubart et al., 1988).

Nos últimos 30 anos, a Amazônia tem sido submetida a um processo de deflorestação para o desenvolvimento da agricultura e, principalmente da pecuária, resultante de estímulos governamentais, mediante incentivos fiscais, implantação de projetos de assentamentos rurais, financiamentos a juros subsidiados, construção de estradas, etc. Como resultado da conversão de floresta em pastagens tem-se verificado conseqüências negativas para a região, aumentando as áreas abandonadas com solos degradados e improdutivos (Fearnside, 1980). A substituição de florestas tropicais por pastagens constitui, na maioria dos casos, uma prática extremamente destrutiva com conseqüências desastrosas para a fertilidade do solo poucos anos depois (Budowski, 1978). A retirada da floresta, a fragilidade dos solos e a expansão da fronteira agrícola sem o devido conhecimento da vocação agroecológica da região, são fatores importantes a serem considerados na análise sobre a expansão das áreas degradadas da Região Amazônica (Toledo & Serrão, 1982).

1. Ecossistema Florestal

1.1. Solos

A maioria dos solos da Região Amazônica caracteriza-se por uma baixa fertilidade e elevada acidez, sendo que os tipos mais representativos são os Oxissolos que compreendem 45,5% da região, os Ultissolos com 29,9% e os Entissolos com 15%, quase todos de origem aluvial. Somente 8% dos solos são considerados de fertilidade relativamente alta (Cochrane & Sanchez, 1982).

As principais restrições químicas destes solos são a elevada acidez, a deficiência em P, a baixa capacidade de intercâmbio catiônico e uma ampla deficiência de N, K, S, Ca, Mg, B, Cu, Zn e, ocasionalmente outros micronutrientes. Cerca de 81% da região possuem solos considerados ácidos, com pH inferior a 5,3, indicando uma provável toxidez de Al para muitas espécies de plantas. Outros 90% apresentam níveis de P disponível baixos e 56% com deficiência em K em seu estado natural (Cochrane & Sanchez, 1982). Em Rondônia, Jorge & Souza Lima (1988) verificaram que em 161.689 km² (66,53%) de sua área, os solos têm como principal limitação a fertilidade natural dos solos, ao passo que somente 14.570 km² (5,99%) são considerados férteis, embora estejam associados a relevo ondulado.

1.2. Ciclagem de nutrientes

No ecossistema da floresta existem três depósitos de nutrientes: o solo, com baixa proporção dos nutrientes totais presentes no ecossistema; a biomassa vegetal e os detritos (littera), com um conteúdo maior de nutrientes. A manutenção da Floresta Amazônica deve-se a uma eficiente reciclagem de nutrientes que ocorre entre a biomassa e húmus do solo (Jordan, 1982). No ecossistema da floresta existem três depósitos de nutrientes: o solo, a biomassa e os detritos orgânicos (littera). Para uma floresta próxima de Manaus, Walker & Franken (1983) citam que, em média, 75% dos nutrientes encontram-se na biomassa. As precipitações contribuem para enriquecer (importações) o sistema, arrastando o P e o N atmosférico ao solo. Por outro lado, parte dos nutrientes minerais são perdidos (exportações) por lixiviação (Toledo & Serrão, 1982). As importações e exportações em florestas tropicais são reduzidas e aproximadamente iguais (Finegan, 1993). Simultaneamente, as folhas e o detrito orgânico caem e se acumulam na superfície do solo, sofrendo um processo de decomposição por microorganismos liberando os nutrientes para as plantas. As plantas, que geralmente possuem sistema radicular superficial, utilizam estes nutrientes para seu crescimento, fechando o ciclo. Paralelamente, ocorre processo de fixação simbiótica de N, recompondo as perdas por desnitrificação (Jordan, 1985; Toledo & Serrão, 1984).

O mais importante mecanismo para conservação dos nutrientes liberados pela decomposição é a concentração de raízes na camada superficial do solo, principalmente de raízes pequenas (Jordan, 1982, 1985). Outros fatores também são citados como mecanismos de conservação de nutrientes: a alta biomassa de raízes e razão biomassa raízes/biomassa aérea alta; ação das micorrizas, aumentando a superfície de absorção de nutrientes; e, a maior parte dos nutrientes incorporados em biomassa, evitando risco de perdas por lixiviação.

2. Ecossistema de Pastagens

O ecossistema de pastagens cultivadas caracteriza-se pelas inter-relações entre solo, planta, animal e clima, influenciadas pelas práticas de manejo. Estes compartimentos são ligados por cadeias alimentares, fluxos de energia, gases, água, etc. O compartimento solo está dividido em duas partes: a fração inorgânica, constituída pelos minerais do solo, e a fração orgânica (resíduos), constituída pelos restos de plantas mortas, organismos, excreções, etc. Os nutrientes destas frações encontram-se em equilíbrio, sendo que os resíduos representam um estado transitório onde ocorrem transformações para o retorno dos nutrientes ao ciclo. A absorção de nutrientes pelas plantas da pastagem e seu consumo pelos animais em pastejo representam um atraso temporário no fluxo de nutrientes (Mott, 1974). Dentre as fontes de nutrientes ao sistema, destacam-se: (a) o material de origem dos solos; (b) o retorno dos resíduos vegetais; (c) o retorno das excreções dos animais em pastejo; (d) a aplicação de fertilizantes e corretivos; (e) suplementos alimentares e água de bebida dos animais; (f) nutrientes da atmosfera provenientes de precipitações pluviométricas, da fixação simbiótica e da fixação não-simbiótica. Dentre as saídas, destacam-se: (a) volatilização; (b) desnitrificação; (c) lixiviação; (d) percolação; (e) erosão; (f) fixação pelo solo; (g) exportação de produtos animais; (h) exportação de produtos vegetais.

Quando o sistema de reciclagem é interrompido pela derrubada e queima da biomassa, grande parte dos elementos não voláteis do ecossistema são colocados de uma vez sobre a superfície do solo, o que afeta fortemente as condições químicas da

camada superficial do solo, produzindo uma diminuição da saturação de Al, um aumento do pH, das bases trocáveis (principalmente Ca, Mg e K) e do P (Falesi, 1976; Serrão & Falesi, 1977; Serrão et al., 1979).

Depois da derrubada e queima da biomassa, as pastagens estabelecidas apresentam excelente produtividade, devido ao aumento da fertilidade do solo, pela incorporação de nutrientes contidos nas cinzas. No entanto, no decorrer dos anos observa-se um declínio gradual em sua produtividade e incremento gradual de plantas invasoras (Toledo & Serrão, 1982). A qualidade e quantidade das cinzas está diretamente relacionada com a disponibilidade e composição química do material a ser incinerado.

No Amazonas, Smyth & Bastos (1984), em área de floresta primária, estimaram em 80; 82; 22; 19 e 6 kg/ha, as quantidades de N, Ca, Mg, K e P, respectivamente, contidas nas cinzas da biomassa incinerada. Em Manaus, Teixeira & Bastos (1989a) registraram nas cinzas de uma floresta primária, teores de 7,81% de Ca; 2,31% de Mg; 2,51% de K e 0,51% de P, correspondendo, respectivamente, 286; 85; 92 e 19 kg/ha. Numa capoeira com 17 anos, Seubert et al. (1977) constataram quantidades de 67 kg de N/ha; 75 kg de Ca/ha; 16 kg de Mg/ha; 38 kg de K/ha e 6 kg de P/ha. Aparentemente, as quantidades de nutrientes incorporadas ao solo, através das cinzas, seriam suficientes para assegurar padrões aceitáveis de produtividade das pastagens, por longos períodos, desde que sejam adotadas práticas de manejo adequadas e que sejam maximizados os processos de reciclagem de nutrientes. Para pastagens com uma produção média de 10 t/ha de MS, são subtraídos do solo cerca de 150 kg de N, 15 kg de P (34 kg de P_2O_5), 80 kg de K (96 kg de K_2O) e 15 kg de Ca (21 kg de CaO); contudo, apenas uma pequena parte é exportada nos animais, outra parte vai diretamente para o solo via resíduos vegetais das plantas forrageiras e a maior parte volta para o solo através das fezes e urina dos animais. Teixeira (1987) avaliando a ciclagem de nutrientes em uma pastagem de *B. humidicola*, observou que as quantidades de P, K, Ca e Mg exportadas por bovinos em pastejo, supridos com sal mineral no cocho, foram muito pequenas, representando 31,5% de P; 0,86% de K; 20,7% de Ca e 1,46% de Mg, da somatória dos nutrientes consumidos na gramínea e no sal mineral. Dos 80,1 kg/ha/ano de nutrientes consumidos pelos animais, 74,39 kg/ha/ano retornaram ao solo e apenas 5,71 kg/ha/ano foram exportados pelos bovinos, para um ganho de 256 kg e peso vivo/ha/ano (Tabela 1). Segundo Spain & Salinas (1985), a extração de N é de cerca de 9,7 kg/ha/ano para uma produtividade de 400 kg de peso vivo/ha/ano.

Tabela 1. Dinâmica de nutrientes em pastagens de *B. humidicola*, correspondente a uma produtividade de 256 kg de peso vivo/ha/ano.

Nutriente	Consumo (kg/ha/ano)			Estocado nos animais (kg/ha/ano)	Retorno ao solo (kg/ha/ano)
	Gramínea	Sal	Total		
Fósforo	2,32 (39,12) ¹	3,61 (60,88) ¹	5,93	1,87	4,06 (68,46) ¹
Potássio	51,33 (100,00)	-----	51,33	0,44	50,89 (99,14)
Cálcio	6,42 (40,25)	9,53 (59,75)	15,95	3,30	12,65 (79,31)
Magnésio	6,57 (95,35)	0,32 (4,65)	6,89	0,10	6,79 (98,54)
Total	66,64	13,46	80,10	5,71	74,39 (92,87)

Fonte: Teixeira (1987) ¹ Percentual em relação ao total consumido.

A dinâmica de nutrientes disponíveis em três diferentes solos com pastagens durante treze anos foi avaliada por Falesi (1976). O aumento da fertilidade propiciado pela queima da vegetação reduz-se no decorrer dos anos de utilização das pastagens. Os

três tipos de solos apresentaram comportamento similar. A disponibilidade de Ca + Mg reduziu-se apenas nos 2 a 4 anos após a formação, permanecendo depois a níveis estáveis com disponibilidade acima do nível crítico para a produção de pastagens. Para o K, também observou-se uma redução nos primeiros 4 anos, com posterior estabilização a níveis em torno do nível crítico. O aumento de pH e a redução da saturação de Al, foram mantidos durante todo o período analisado.

A disponibilidade de P, depois da queima, reduziu-se indefinidamente com os anos de utilização, estabilizando-se em 1 mg/kg, nível igual ou inferior ao encontrado nos solos da floresta (Figuras 1 e 2). A disponibilidade de P (1 mg/kg) está bem abaixo do nível crítico para produção de pastagens (Falesi, 1976; Serrão et al., 1979; Toledo & Serrão, 1984). Teixeira & Bastos (1989b) estudaram a dinâmica de nutrientes no solo de floresta e pastagem, encontraram que a maior parte do P colocado na forma assimilável após a queima, passa rapidamente para a forma não disponível às plantas e citam como provável causa a adsorção deste nutriente pelos polímeros de ferro e alumínio (Figura 3). Os demais nutrientes também apresentaram características similares aos encontrados por Falesi (1976). Estes solos parecem não ter condições necessárias para reter, na forma disponível, quantidades de P maiores que o encontrado em seu estado natural. No Acre, Costa et al. (1999b), avaliando as características físico-químicas do solo sob pastagens degradadas de *B. brizantha* cv. Marandu, observaram que a disponibilidade de MS (parte aérea e raízes), teores de Ca da gramínea e os teores de P, Ca, Mg e matéria orgânica do solo foram inversamente proporcionais ao tempo de utilização das pastagens, ocorrendo o inverso com relação à produção de MS das plantas invasoras, teores de K e Mg da gramínea e teores de alumínio e o pH do solo; os teores de N e P da gramínea não foram afetados pelo tempo de utilização das pastagens; a densidade aparente foi incrementada com o tempo de utilização das pastagens e com a profundidade do solo (Tabelas 2, 3, 4 e 5).

Tabela 2. Disponibilidade de matéria seca de *B. brizantha* cv. Marandu e de plantas invasoras (kg/ha), em função do tempo de utilização das pastagens. Porto Acre, AC.

Idade das pastagens (anos)	<i>B. brizantha</i>		Plantas invasoras	Total
	Parte aérea	Raízes		
1	2.532 a	1.928 a	322 b (11,5)*	2.854 a
4	1.735 b	1.321 b	514 b (22,8)	2.249 a
8	1.164 c	772 c	1.736 a (59,8)	2.900 a

- Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

* Percentual em relação à produção total de matéria seca. Fonte: Costa et al. (1999b).

Tabela 3. Composição química (g/kg) da forragem de *B. brizantha* cv. Marandu, em função do tempo de utilização das pastagens.

Idade das pastagens (anos)	Nitrogênio	Fósforo	Cálcio	Potássio	Magnésio
1	13,51 a	2,19 a	2,98 a	12,03 b	1,60 b
4	12,09 a	2,27 a	2,66 b	12,88 b	1,75 b
8	11,18 a	2,38 a	2,70 b	14,65 a	2,22 a

- Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Costa et al. (1999b).

Tabela 4. Características químicas do solo, em função do tempo de utilização das pastagens.

Características químicas	Idade das pastagens (anos)		
	1	4	8
pH	5,43 c	5,64 b	5,78 a
P (mg/kg)	8,23 a	7,61 b	7,20 b
K (cmol/dm ³)	0,15 a	0,16 a	0,14 a
Ca + Mg (cmol/dm ³)	4,05 a	3,59 b	3,98 ab
Al (cmol/dm ³)	2,62 b	2,74 b	3,17 a
Matéria orgânica (%)	1,76 a	1,67 b	1,62 b

- Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (P > 0,05) pelo teste de Tukey.
 Fonte: Costa et al. (1999b).

Tabela 5. Densidade aparente (g/cm³) do solo em diferentes profundidades, em função do tempo de utilização das pastagens.

Idade das pastagens (anos)	Profundidade do solo (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25
1	1,10	1,21	1,30	1,34	1,39
4	1,16	1,25	1,32	1,38	1,41
8	1,25	1,33	1,39	1,43	1,42

Fonte: Costa et al. (1999b).

2.1. Causas da degradação de pastagens

O processo de degradação se instala na pastagem quando o limiar de resistência da planta forrageira é rompido pela desfolha e não são oferecidas condições satisfatórias para a sua recuperação. Como principais causas ou fatores da degradação ou de aceleração do processo de degradação das pastagens, são citados: tipo do solo (características químicas e físicas), espécie cultivada, ocorrência de pragas e doenças, estabelecimento inadequado, compactação e erosão do solo, diminuição do P assimilável (ausência de fertilizações na formação e de manutenção), o manejo inadequado das pastagens, enfatizando-se a superlotação de animais, propiciando o aparecimento de plantas invasoras (Dias Filho & Serrão, 1982; Toledo & Serrão, 1982; Spain & Gualdrón, 1991). Deste modo, a definição dos limites para a estabilidade produtiva das pastagens deve ser estabelecido, em função das condições ecológicas regionais. Para tanto, conceitos e referenciais de manejo como pressão de pastejo, altura da pastagem, massa de forragem, períodos de descanso e de ocupação podem ser decisivos para o sucesso da exploração pecuária.

A Figura 4 mostra o que geralmente ocorre após a implantação de pastagens na Amazônia e sua posterior utilização através dos anos. Sob condições do manejo tradicional, anualmente 15% das pastagens da Amazônia atingem o nível crítico da fase de boa produtividade (entre 3 e 5 anos após a implantação); 18% atingem o nível crítico da fase de produtividade regular (entre 5 e 9 anos após o estabelecimento); e 6% chegam ao ponto extremo da fase de degradação (entre 7 e 15 anos após a formação). A velocidade que ocorre o processo de degradação depende da fertilidade do solo, presença de pragas e enfermidades e do manejo adotado (Toledo & Serrão, 1984). O declínio tende a ser mais rápido em solos de textura mais pesada (Serrão et al., 1979). Pastagens com alto requerimento de nutrientes degradam mais rapidamente que pastagens com menores requerimentos

(Toledo & Serrão, 1984). A ocorrência de plantas invasoras, compactação e erosão do solo são problemas secundários e ocorrem devido à perda da capacidade competitiva das pastagens causada pela redução na fertilidade do solo (Spain & Gualdrón, 1991).

2.2. Sinais da degradação de pastagens

Os sinais da degradação de pastagens podem ser visíveis e invisíveis. Torna-se difícil detectar a primeira causa da degradação, mas ela provoca uma reação em cadeia. Segundo Soares Filho (1993), com o processo de degradação das pastagens a produção de forragem diminui, observando-se a redução na qualidade e quantidade de forragem, mesmo nas épocas favoráveis ao seu crescimento. A frequência de plantas invasoras e densidade de plantas forrageiras e percentual de cobertura de solo pelas plantas desejáveis, são parâmetros que podem ser utilizados para avaliação e escolha do método adequado de recuperação ou de renovação. As principais causas e sinais da degradação das pastagens e algumas de suas inter-relações são mostradas na Figura 5.

A degradação das pastagens em seus estágios mais avançados caracteriza-se pela modificação na dinâmica da comunidade vegetal, onde as espécies desejáveis (plantas forrageiras) cedem lugar a outras, de menor ou quase nenhum valor forrageiro, e pelo declínio na produtividade de forragem, com reflexos na produção animal. O quadro evolutivo do processo de degradação de uma pastagem, de acordo com Barcellos (1990) tem como seqüência cumulativa:

- Diminuição na produção e qualidade da forragem;
- Diminuição na cobertura do solo e do aparecimento de plantas novas na pastagem;
- Aparecimento de espécies de plantas invasoras, com processos de competição, e erosão pela ação da chuva; e
- Grande proporção de plantas invasoras e colonização da área por espécies nativas, além da ocorrência de processos erosivos acelerados.

Spain & Gualdrón (1991) estabeleceram graus de degradação (fator qualitativo) da pastagem e os vincularam com a perda da produtividade da pastagem (fator quantitativo) (Tabela 6). Macedo & Zimmer (1993) definiram a degradação da pastagem como “o processo evolutivo da perda de vigor, da produtividade e da capacidade de recuperação natural das pastagens para sustentar os níveis de produção e qualidade exigida pelos animais, assim como, o de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e plantas invasoras, culminando com a degradação avançada dos recursos naturais, em razão de manejos inadequados”. Carvalho (1993) mencionou que a degradação pode ser constatada com a redução na produção e no valor nutritivo da forragem, mesmo em épocas favoráveis ao crescimento. Por sua vez, Spain & Gualdrón (1991) caracterizaram a degradação da pastagem, como uma diminuição considerável na produtividade potencial, dada as condições bióticas e abióticas a que a planta forrageira está submetida.

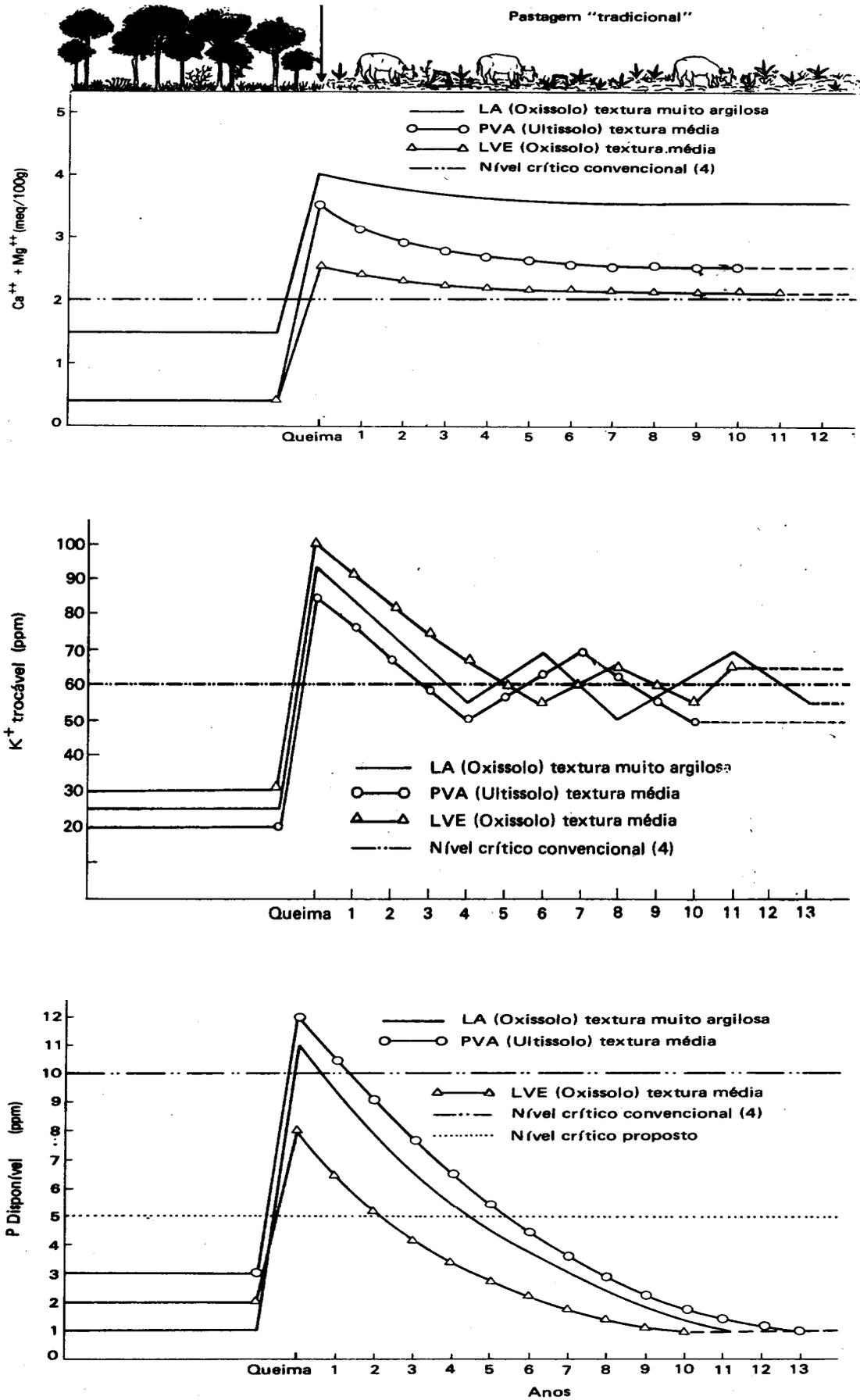


Figura 1. Disponibilidade de Ca + Mg, K e P em solos de floresta e pastagem de *Panicum maximum* em diferentes idades (Falesi, 1976).

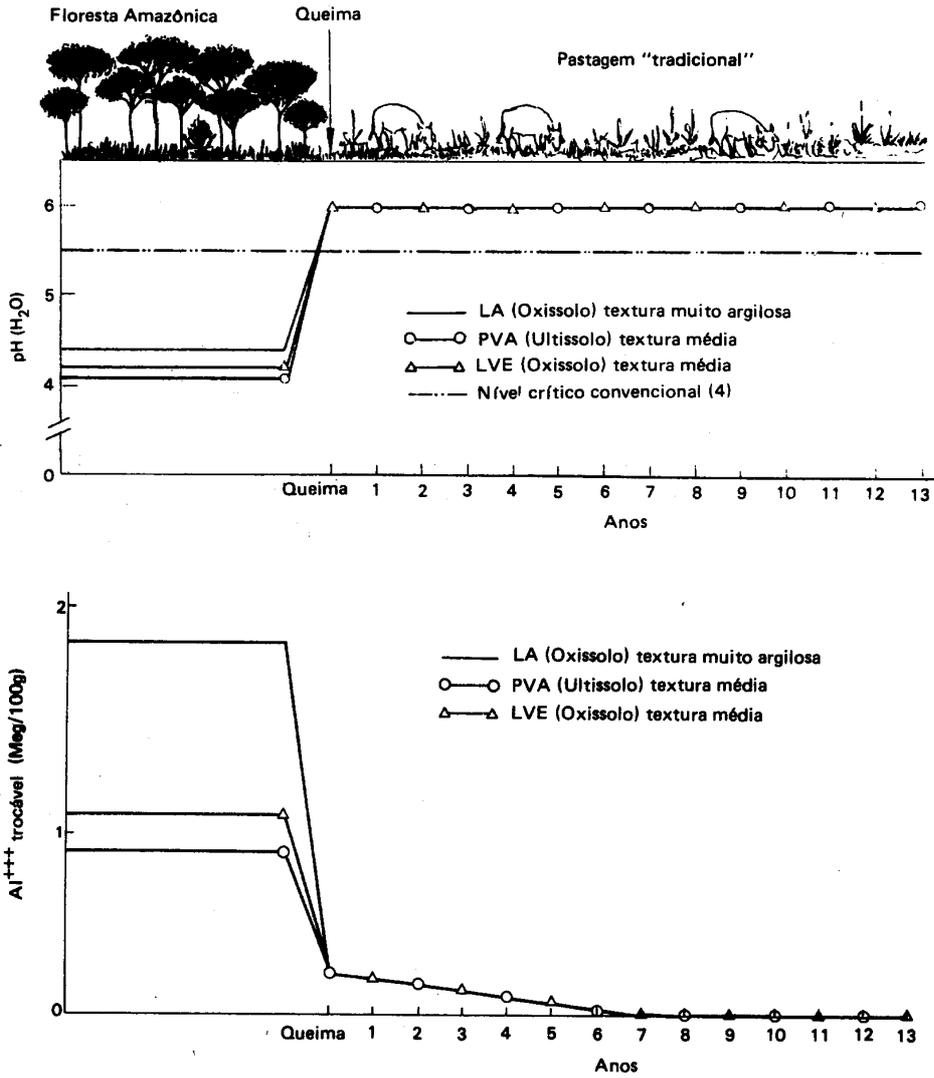


Figura 2. Alterações dos valores de pH e alumínio trocável em solos de florestas e pastagem de *Panicum maximum* em diferentes idades (Falesi, 1976).

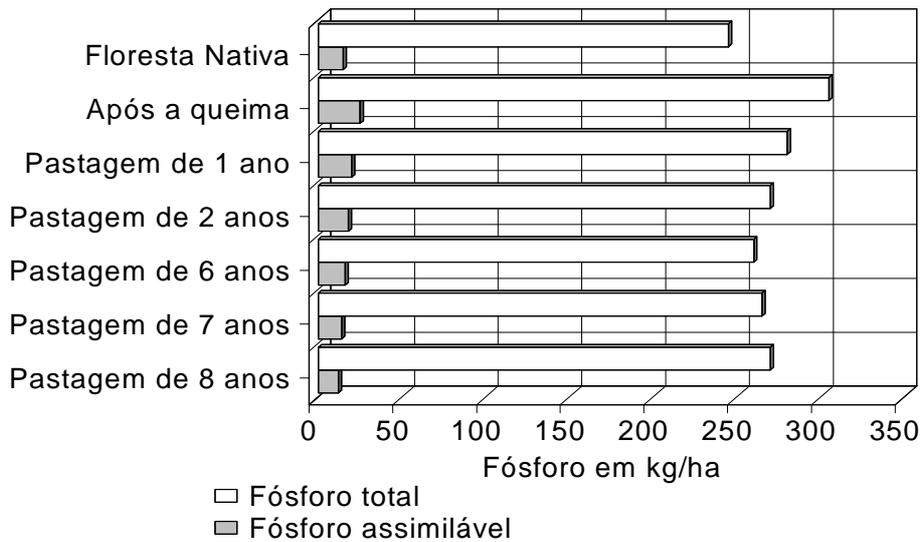


Figura 3. Fósforo total e assimilável no solo (kg/ha) até a profundidade de um metro, em área de floresta e de pastagens (Teixeira & Bastos, 1989a).

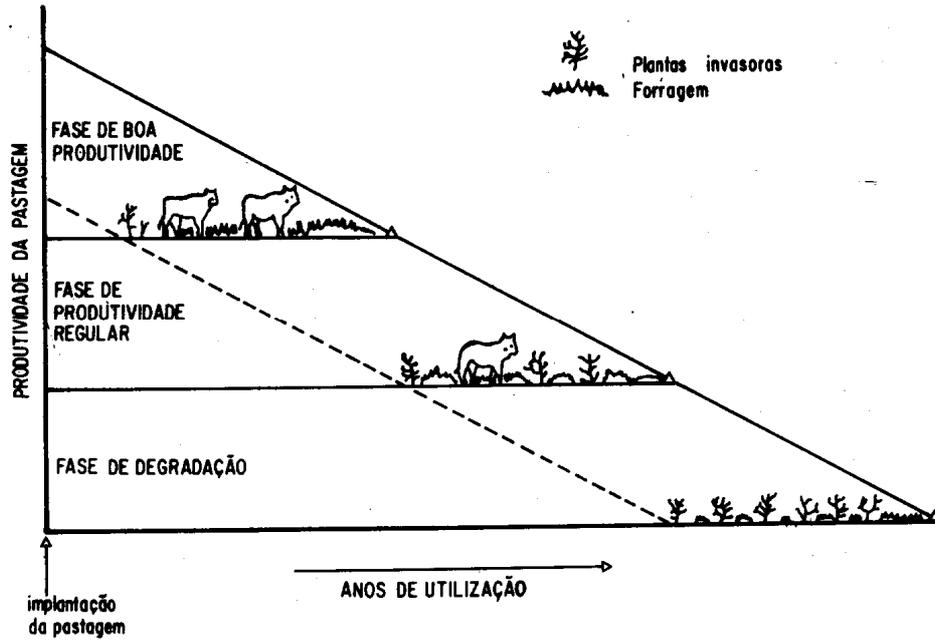


Figura 4. Esquema das perdas de produtividade de pastagens estabelecidas em área de Floresta Amazônica, após a derrubada e queima (Toledo & Serrão, 1984).

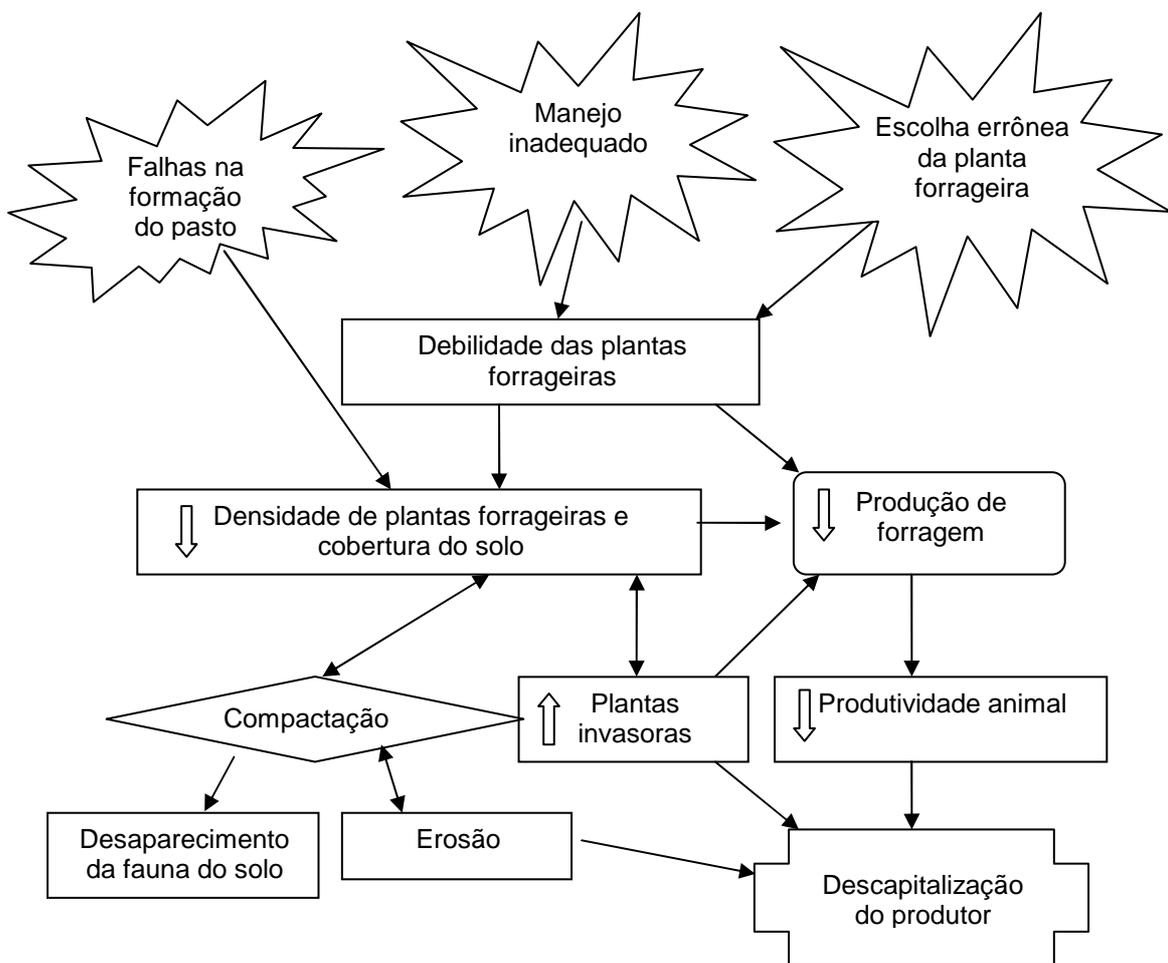


Figura 5. Principais causas e sinais de degradação de pastagens com suas interrelações (Rodrigues et al., 2000).

Tabela 6. Estágios de degradação de pastagens conforme parâmetros restritivos e nível de deterioração.

Estágio de degradação	Parâmetros restritivos	Declínio na produtividade (%)	Grau
1	Vigor e qualidade	< 25	Leve
2	1 + pequena população de plantas	25-50	Moderado
3	1 + 2 + Invasoras	50-75	Forte
4	1 + 2 + 3 + Formigas e cupins	> 75	Muito forte
5	1 + 2 + 3 + 4 + fraca cobertura do solo	> 75	Muito forte
6	1 + 2 + 3 + 4 + 5 + erosão	> 75	Muito forte

Fonte: Spain & Gualdrón (1991).

3. Recuperação de Pastagens

A escolha da técnica de recuperação de pastagens mais adequada, depende do diagnóstico sobre a situação real da pastagem degradada, da disponibilidade ou possibilidade da utilização de implementos e insumos, do nível técnico adotado e da estrutura da propriedade. Na prática, os termos recuperação, reforma e renovação de pastagens são usados como sinônimos. Contudo, vale à pena esclarecer que tecnicamente eles possuem significados diferentes. Entende-se por recuperação a utilização de práticas culturais e/ou agrônômicas, visando ao restabelecimento da cobertura do solo e do vigor das plantas forrageiras na pastagem (adubações de manutenção, vedação de piquetes, controle de plantas invasoras, sobressemeadura da espécie existente). Por reforma entende-se a realização de um novo estabelecimento da pastagem, com a mesma espécie e, geralmente, com a entrada de máquinas (escarificação do solo, ressemeadura, correção da acidez do solo). A renovação consiste na utilização da área degradada para a formação de uma nova pastagem com outra espécie forrageira, geralmente mais produtiva, com a adoção de práticas mais eficientes de melhoria das condições edáficas, como a aplicação de calcário, adubo no estabelecimento e manutenção, e uso mais racional da pastagem (Rodrigues et al., 2000). As principais causas de degradação de pastagens e as possíveis estratégias para recuperá-las estão relacionadas na Tabela 7.

Tabela 7. Principais causas de degradação de pastagens e as possíveis estratégias de recuperação.

Causas	Estratégias*
a. Perda da fertilidade do solo (N,P,S)	- Germoplasma (para b, c, d, e)
b. Instabilidade leguminosa-gramínea	- Uso de leguminosas (para a, c, d)
c. Plantas invasoras	- Manejo do pastejo (b, c, d, e)
d. Falta de cobertura, compactação do solo e erosão	- Adubação de manutenção (para a, b, c, d) - Tratamentos físico-mecânico do solo (para b, c, d)
e. Pragas	- Rotação agricultura x pecuária (a, c, d, e) - Implantação de sistemas silvipastoris (a, b, c, d, e)

* As letras entre parênteses indicam as causas de degradação da pastagem que se corrige com determinada estratégia.

Fonte: Spain & Gualdrón (1991).

3.1. Recuperação de pastagens via adubação fosfatada

A baixa disponibilidade de P tem sido identificada como a principal causa para a instabilidade das pastagens cultivadas na Amazônia (Serrão et al., 1979; Costa et al., 1989a; Gonçalves et al., 1990a,b). O alto requerimento de P pelas gramíneas cultivadas, associadas com perdas pela erosão, retirada pelos animais sob pastejo e a competição que as plantas invasoras exercem, resulta na queda de produtividade e a conseqüente degradação das pastagens. O conteúdo total de P nos solos tropicais é bastante variável - desde 200 até 600 mg/kg (Fenster & León, 1978). No entanto, os níveis de P disponível para o estabelecimento e crescimento das plantas forrageiras são muito baixos (< 5 mg/kg, Bray II). Isto se deve ao fato de que a maior parte do P presente no solo está na forma orgânica e em combinação com óxidos de ferro e alumínio, os quais apresentam baixa solubilidade, além de aumentarem consideravelmente a capacidade de fixação do P, especialmente quando se utiliza fontes mais solúveis.

Na Amazônia, resultados relevantes têm sido obtidos com a utilização da fertilização fosfatada como componente de um pacote tecnológico visando à recuperação de pastagens degradadas. Numa pastagem de *P. maximum* com cerca de 13 anos de estabelecida e uma biomassa vegetal contendo mais de 75% de invasoras (plantas herbáceas, semi-arbóreas e arbustivas), Serrão et al. (1979) verificaram que a limpeza (roçagem), queima e adubação com 50 kg de P₂O₅/ha (metade na forma de superfosfato simples e metade na de hiperfosfato) reduziu a 5% a participação das plantas invasoras, em contraste com cerca de 50% quando apenas a limpeza e queima foram efetuadas. Ademais, os rendimentos e teores de P da forragem da gramínea foram significativamente incrementados com a adubação fosfatada (Tabela 8).

Tabela 8. Efeito da adubação fosfatada na recuperação de pastagens degradadas de *Panicum maximum*¹.

Tratamentos	Forragem disponível (t/ha/ano)	Plantas Invasoras (%)	Teor de P (%)
Pastagem degradada	-	75-80	-
Limpeza + Queima	1,5	50	0,08
Limpeza + Queima + 50 kg P ₂ O ₅ /ha	5,0	5	0,13

¹ - Avaliação aos quatro meses após a aplicação dos tratamentos.
Fonte: Serrão et al. (1979).

3.1.1. Níveis de fertilização fosfatada

A determinação dos níveis mais adequados da fertilização fosfatada, para a recuperação de pastagens, tem sido objetivo de diversos experimentos conduzidos na Região Amazônica. Em geral, observa-se que a aplicação de pequenas quantidades de P (25 a 35 kg de P₂O₅/ha) resultam, em pelo menos, no dobro da produção de forragem em pastagens degradadas. Embora se verifiquem aumentos gradativos no rendimento de forragem com a aplicação de doses maiores, pelo menos a curto prazo (um a dois anos), não há necessidade de adição de quantidades superiores a 50 kg de P₂O₅/ha (Serrão et al., 1979). Koster et al. (1977) observaram que a aplicação de 75 kg de P₂O₅/ha incrementou a produção de forragem de *P. maximum* em cerca de dez vezes, em relação à pastagem não fertilizada, valor este semelhante ao obtido com o nível de 150 kg de P₂O₅/ha.

Para pastagens de *B. humidicola* e *A. gayanus* cv. Planaltina, Costa et al. (1989b, 1990) obtiveram incrementos na produção de forragem de 92,4 e 46,9 %, respectivamente, com a aplicação de 50 kg de P₂O₅/ha. Em um Latossolo Amarelo, textura média do Amapá, Cruz et al. (1982), estimaram em 98,8 kg de P₂O₅/ha a dose de máxima eficiência técnica para a recuperação de pastagens de *B. humidicola*. No Amazonas, Italiano et al. (1982) e em Rondônia, Gonçalves et al. (1990c) sugerem como alternativa viável para a recuperação de pastagens de *P. maximum* e, *B. decumbens* e *H. rufa*, respectivamente, 50 a 75 kg de P₂O₅/ha, a qual deve ser realizada após o rebaixamento da vegetação existente, através da roçagem ou pela utilização de elevadas pressões de pastejo (Tabela 9). Em Porto Velho, Rondônia, Costa et al. (1996a) avaliaram os efeitos conjuntos da fertilização nitrogenada e fosfatada na recuperação de pastagens de *B. brizantha* cv. Marandu. Para o componente gramínea, independentemente da adubação nitrogenada, os maiores rendimentos de MS foram obtidos com a aplicação de 100 kg de P₂O₅/ha. Na ausência de P ou com a aplicação de 50 kg de P₂O₅/ha, as maiores produções de forragem foram registradas com a aplicação de 100 kg de N/ha, enquanto que no nível de 100 kg de P₂O₅/ha, a aplicação de 50 ou 100 kg de N/ha proporcionaram as maiores produções de MS, as quais não diferiram entre si. Com relação ao componente plantas invasoras, com a aplicação de 50 ou 100 kg de N/ha, não se observou efeito significativo da adubação fosfatada. Os maiores rendimentos de MS foram registrados na ausência da adubação nitrogenada; contudo, o maior valor foi obtido no tratamento testemunha (4,72 t/ha) (Tabela 10).

Tabela 9. Rendimento de matéria seca (t/ha) de pastagens degradadas de *P. maximum*, *B. decumbens* e *H. rufa*, em função da fertilização fosfatada.

Doses (kg P ₂ O ₅ /ha)	<i>P. maximum</i> ¹	<i>B. decumbens</i> ²	<i>H. rufa</i> ²
0	7,72	10,36	10,62
25	9,28	10,49	13,94
50	10,61	13,42	14,93
75	14,44	15,95	17,14
100	12,46	14,37	15,54
150	11,39	14,56	15,72

Fontes: 1 - Italiano et al. (1982); 2 - Gonçalves et al. (1990c).

Tabela 10. Rendimento de matéria seca de *B. brizantha* cv. Marandu e de plantas invasoras, teores de PB e de P da gramínea, em função da aplicação de níveis de nitrogênio e fósforo. Porto Velho, Rondônia.

Níveis (kg/ha)		<i>B. brizantha</i>	Plantas Invasoras	PB	P
Nitrogênio	Fósforo				
0	0	10,65	4,72	6,53	0,144
	50	12,51	3,48	7,63	0,149
	100	15,37	2,89	9,00	0,159
50	0	13,23	2,64	8,20	0,147
	50	13,30	2,77	8,67	0,150
	100	18,87	2,26	9,73	0,154
100	0	16,17	2,85	9,37	0,150
	50	17,31	2,33	9,97	0,158
	100	19,06	2,97	10,80	0,160

Fonte: Costa et al. (1986).

3.1.2. Utilização de fosfatos naturais

Na Região Amazônica, predominam solos ácidos, com baixo conteúdo de P disponível e elevada saturação por alumínio e, por conseguinte, apresentam alta capacidade de fixação de P, implicando menores taxas de absorção pelas plantas forrageiras. A utilização de fosfatos de rocha, como fonte de P, surge como uma alternativa tecnicamente viável, considerando-se que sua eficiência agrônômica, notadamente as taxas de dissolução, são estimuladas pela acidez do solo. Geralmente, estes apresentam menor custo unitário e maior efeito residual (Costa, 1996a,b). Veiga & Falesi (1986) e Paulino et al. (2001) recomendam o uso combinado de fontes de P com alta e baixa solubilidade. Deste modo, a fonte mais solúvel forneceria, a curto prazo, o P necessário para o rápido crescimento inicial, período crítico de competição com as plantas invasoras. A fonte menos solúvel (fosfato de rocha) liberaria o P paulatinamente, possibilitando maior persistência da pastagem.

Na Amazônia Boliviana, Espinoza (1985) e Vallejos & Ferrufino (1986) obtiveram excelentes resultados com a aplicação de fosfatos naturais como opção para a recuperação de pastagens de *B. decumbens*, cujos efeitos foram superiores aos verificados com o superfosfato triplo. Ademais, a população de plantas invasoras foi significativamente reduzida pela adubação fosfatada, como consequência do exuberante crescimento da gramínea. Os autores estimaram em 88 kg de P₂O₅/ha a dose de máxima eficiência técnica. Para pastagens de *A. gayanus* cv. Planaltina, Costa et al. (2000) constataram incrementos nos rendimentos de MS de 68,5 e 67,1%, respectivamente, com a aplicação de 50 e 100 kg/ha de fosfato natural parcialmente acidulado (FNPA). Dias Filho et al. (1989) e Costa et al. (1997), em pastagens de *B. brizantha* cv. Marandu, estimaram em 56 e 54% e, 91 e 80%, respectivamente, para as doses de 50 e 100 kg de P₂O₅/ha, a eficiência agrônômica do fosfato de rocha parcialmente acidulado, em comparação com o superfosfato simples. A adubação fosfatada, independentemente das fontes e doses, mostrou-se uma prática agrônômica tecnicamente viável para a recuperação de pastagens de *B. brizantha* cv. Marandu. Os rendimentos de MS da gramínea foram significativamente incrementados com a aplicação de níveis crescentes de P, ocorrendo o inverso em relação às plantas invasoras. Os teores de PB, Ca e P, independentemente da fonte e dose, não foram afetados pela adubação fosfatada. A aplicação de 100 kg de P₂O₅/ha, sob a forma de SFT ou SFS, resultou nos maiores rendimentos de forragem, enquanto que para o FNPA não foi detectado efeito significativo de doses (Tabela 11).

Tabela 11. Rendimento de matéria seca de *B. brizantha* cv. Marandu e de plantas invasoras, teores de PB, cálcio, fósforo, potássio e magnésio, em função da aplicação de fontes e doses de fósforo. Porto Velho, Rondônia. Médias de seis cortes.

Fontes de P	Doses kg P ₂ O ₅ /ha	Matéria seca (kg/ha)		PB %	Ca	P	K	Mg
		Gramínea	Plantas invasoras					
Testemunha	0	1303 d	847 a	8,64 a	3,75 a	1,47 a	13,3 b	3,04 a
SFT	50	2374 b	356 b	9,39 a	3,93 a	1,81 a	16,5 a	2,92 a
	100	2650 a	333 b	8,53 a	3,90 a	1,49 a	14,5ab	2,27 b
SFS	50	2044 c	389 b	8,40 a	3,77 a	1,58 a	15,7ab	2,95 a
	100	2318 b	321 b	8,47 a	3,97 a	1,46 a	15,4ab	2,92 a
FNPA	50	1863 c	285 b	8,46 a	3,95 a	1,54 a	15,8 a	2,86 a
	100	1854 c	277 b	9,47 a	3,60 a	1,76 a	17,1 a	2,84 a

- Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (P > 0,05) pelo teste de Tukey.

Fonte: Costa et al. (1997).

A combinação 1:1 de fontes solúveis (superfosfato triplo, superfosfato simples) com fontes pouco solúveis (hiperfosfato, fosfato natural de Araxá, fosfato de Yoorin e Fosfac 100), utilizando um único nível (50 kg de P_2O_5 /ha), foi avaliada por Teixeira Neto et al. (1983). Os melhores rendimentos de forragem de *P. maximum* foram obtidos com a combinação do superfosfato simples com uma fonte menos solúvel, evidenciando os benefícios da associação de fontes com diferentes solubilidades. Em Rondônia, Gonçalves et al. (1990c) concluíram que a adubação fosfatada (50 kg de P_2O_5 /ha), independentemente das fontes testadas, proporcionou efeito significativo no aumento da produção de forragem de pastagens de *P. maximum*. O uso tanto do superfosfato triplo como do superfosfato simples, aplicados isoladamente ou combinados entre si, e/ou em combinação com o hiperfosfato, mostraram-se bastante eficazes no aumento da produtividade da gramínea, ficando a escolha das fontes na dependência de seus custos. A relação 1:1 entre a fonte mais e menos solúvel, mostrou-se mais efetiva em comparação com 1:2 e 2:1 (Tabela 12).

3.1.3. Desempenho animal

A adubação fosfatada, ao incrementar a disponibilidade de forragem das pastagens degradadas e, conseqüentemente, da sua capacidade de suporte, geralmente, proporciona um melhor desempenho produtivo dos animais. Na Amazônia Peruana, Santhirasegaram (1974) registrou um ganho de peso de 79,5 kg/ha/ano para novilhos Nelore, em pastagens de *H. rufa* fertilizadas com 45 kg de P_2O_5 /ha, em comparação a 55,5 kg/ha/ano com a gramínea não fertilizada. No Pará, Kitamura et al. (1982) verificaram que pastagens de *P. maximum* recuperadas com a aplicação de 50 kg de P_2O_5 /ha e a introdução de leguminosas (*P. phaseoloides*, *S. guianensis* e *C. pubescens*), apresentaram uma capacidade de suporte de 0,8 an/ha e um ganho de peso de 191 kg/ha/ano, comparativamente a 0,4 an/ha e 92 kg/ha/ano registrados na pastagem degradada. Em Rondônia, Gonçalves et al. (1990d), utilizando os mesmos tratamentos, verificaram que pastagens recuperadas de *H. rufa* apresentavam um desempenho produtivo 46% superior ao da pastagem degradada (292 vs. 201 kg/ha/ano). Da mesma forma, Gonçalves et al. (1990e), em Porto Velho, observaram que a aplicação de 50 kg de P_2O_5 /ha, independentemente da carga animal utilizada (1,8 ou 3,2 an/ha), foi suficiente para incrementar significativamente a disponibilidade de forragem de pastagens degradadas de *B. humidicola*, a qual refletiu positivamente no desempenho animal, proporcionando maiores ganhos de peso, tanto por animal quanto por área (Tabela 13).

Tabela 12. Rendimento de matéria seca (t/ha) de *P. maximum*, em função da aplicação de diferentes fontes de fósforo. Porto Velho, Rondônia.

Tratamentos	Primeiro Ano ¹	Segundo Ano ¹	Total
Testemunha	6,94	3,47	10,41
Superfosfato Triplo (SFT)	13,64	7,54	21,18
Superfosfato Simples (SFS)	13,21	8,38	21,59
Hiperfosfato (H)	10,55	6,54	17,09
½ SFS + ½ H	13,23	7,31	20,54
½ SFS + ½ SFT	12,67	10,82	23,49
½ SFT + ½ H	12,09	9,10	21,19
2/3 SFS + 1/3 H	11,85	6,49	18,34
1/3 SFS + 2/3 H	10,17	6,44	16,61

1. Totais de cinco cortes a intervalos de 45 dias.
Fonte : Gonçalves et al. (1990c).

Tabela 13. Efeito da carga animal e da fertilização fosfatada sobre o desempenho produtivo de novilhos Nelore e a disponibilidade de forragem em pastagens de *B. humidicola*. Porto Velho, Rondônia.

Tratamentos	Carga animal (an/ha)	Ganho de Peso		Forragem disponível (t MS/ha)
		kg/an	kg/ha	
<i>B. humidicola</i> (BH)	1,8	150	270	2,67
	3,2	107	342	2,36
BH + 50 kg P ₂ O ₅ /ha	1,8	183	329	3,44
	3,2	150	480	3,12

Fonte : Gonçalves et al. (1990e).

3.2. Recuperação de pastagens via leguminosas forrageiras

Na Região Amazônica, as pastagens cultivadas têm como principal componente florístico as gramíneas forrageiras. No entanto, visando à obtenção de níveis satisfatórios de produção de forragem, evitando a degradação, torna-se necessário a utilização de alguma fonte de N (química ou biológica), já que a baixa disponibilidade deste nutriente tem sido apontada como uma das principais causas da degradação de pastagens (Werner, 1984; Sanzonowicz et al., 1987). A deficiência de N ocorre pela diminuição dos teores de matéria orgânica do solo, devido ao manejo inadequado do sistema solo-planta-animal. Solos que se apresentam com aparência de compactados, geralmente, possuem baixos teores de matéria orgânica. Deste modo, se houver um suprimento adequado de N para as pastagens, provavelmente, não ocorrerá a limitação de P, em razão da acumulação deste nutriente na fitomassa e de sua reciclagem (Spain & Salinas, 1985; Spain et al., 1989). A recuperação de pastagens através da aplicação de fertilizantes nitrogenados pode tornar-se inviável devido a seus altos custos. Deste modo, a introdução de leguminosas surge como a alternativa mais prática, eficiente e econômica para o fornecimento de N ao sistema solo-planta-animal, além de aumentar a capacidade de suporte, melhorar o valor nutritivo da forragem e ampliar a estação de pastejo, refletindo positivamente na produção de carne e/ou leite.

3.2.1. Métodos de estabelecimento

O preparo do solo através da aração e calagem constitui sempre o melhor recurso para o estabelecimento de leguminosas em pastagens degradadas. Existem, no entanto, locais onde este tipo de operação é extremamente dificultado ou impossibilitado, seja pela pequena profundidade do solo, umidade excessiva, declividade muito acentuada ou demasiada pedregosidade. Dentre os métodos de estabelecimento que não envolvem o preparo convencional, deve-se diferenciar aqueles que preconizam alguma movimentação do solo e, conseqüentemente da vegetação e aqueles em que o solo permanece intacto e apenas a vegetação existente sofre algum preparo, ou em que nem mesmo esta é alterada. O tipo de cobertura vegetal e as condições de solo, drenagem, características físicas e químicas e as condições climáticas são os aspectos mais importantes na determinação do sistema mais adequado à recuperação de pastagens pela introdução de leguminosas (Konig & Mott, 1960; Robinson & Cross, 1960).

3.2.2. Estabelecimento sem cultivo mecânico

Neste método, o fator mais importante é o vigor da vegetação existente. O controle de sua agressividade dará maior chance de sobrevivência às plântulas recém-estabelecidas, reduzindo a competição por água, luz e nutrientes. A queima, roçagem ou superpastejo antes da semeadura, não só reduzirá a cobertura, diminuindo o sombreamento, mas também proporcionará uma razoável sementeira (Lowe, 1972). Cook (1984) observou que quando as condições climáticas foram favoráveis, apenas uma roçagem era suficiente para um bom estabelecimento de *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro em pastagens nativas. Contudo, com a ocorrência de déficit hídrico logo após a emergência das plântulas, este método tornou-se ineficiente, sendo os melhores resultados obtidos com a aplicação de herbicida, a qual, além de reduzir a competição da vegetação existente, proporcionou um ambiente mais úmido ao redor das plântulas, através da proteção contra a ação direta dos raios solares e do vento.

Na Colômbia, Garcia & Soto (1990) verificaram que o controle das plantas invasoras, manual ou quimicamente, após a semeadura de *Arachis pintoii* CIAT-17434, em pastagens degradadas de *B. decumbens* foi o fator que mais favoreceu a cobertura do solo e a produção de forragem da leguminosa. No Peru, Reategui & Ruiz (1990); na Colômbia, Garcia (1989) e na Bolívia, Villegas et al. (1990) concluíram ser possível a recuperação de pastagens de *B. decumbens* degradadas com a introdução de *D. ovalifolium* CIAT-350, *P. phaseoloides* e *A. pintoii* CIAT-17434, respectivamente, desde que a vegetação nativa fosse eliminada pela aplicação de herbicida antes da semeadura das leguminosas. Resultados semelhantes foram reportados por Azevedo et al. (1978), Canto (1978) e Veiga et al. (1978) para pastagens degradadas de *P. maximum* e *H. rufa*, nas quais as leguminosas (*S. guianensis*, *P. phaseoloides* e *C. pubescens*) foram semeadas a lanço após a capina manual e queima das plantas invasoras, durante o período seco, associado ou não à aplicação de herbicida no início do período chuvoso.

O superpastejo antes ou após a semeadura da leguminosa tem sido utilizado como alternativa eficaz para reduzir a agressividade da cobertura existente (Suckling, 1959; Robinson & Cross, 1960; Norman, 1961; Cullen, 1970). Quando o pastejo é realizado após o plantio pode ajudar a enterrar as sementes através do pisoteio e movimentar o solo (Lowe, 1972), criando microrelevos que auxiliarão no estabelecimento, principalmente pelo aumento da superfície de contacto entre a semente e o solo (Dowling et al., 1971). Andrade & Ferreira (1981) avaliaram os efeitos do método de plantio (sulco, lanço e em faixa) de quatro leguminosas (*Stylosanthes humilis*, *S. guianensis*, *C. pubescens* e *M. atropurpureum* cv. Siratro) em pastagens degradadas de *H. rufa*, a qual recebeu, previamente ao início do trabalho, intenso pastejo para rebaixamento da vegetação. Os métodos de plantio em faixas ou em sulcos foram superiores ao plantio a lanço, sendo o em faixas, ligeiramente superior ao em sulcos. Das leguminosas introduzidas, apenas *S. humilis* não persistiu, sendo a sua participação quase nula a partir do segundo corte. Os rendimentos de forragem e os teores de proteína bruta (PB) da gramínea foram significativamente incrementados com a introdução das leguminosas (Tabela 14).

Tabela 14. Rendimento de matéria seca (kg/ha) de leguminosas forrageiras estabelecidas em pastagens de *Hyparrhenia rufa*, em função do sistema de plantio.

Sistemas de plantio	Siratro	Centrosema	<i>S. humilis</i>	<i>S. guianensis</i>
Faixas	568	474	107	1.555
Sulcos	322	340	11	1.321
Lanço	294	173	26	363

Fonte: Andrade & Ferreira (1981).

Utilizando o superpastejo para reduzir a competição da vegetação Gomide & Obeid (1979) e Andrade (1985) verificaram que o plantio em sulcos foi o método mais eficiente para a introdução de *M. atropurpureum* cv. Siratro, *Desmodium intortum* e *C. pubescens* em pastagens degradadas de capim-gordura (*Melinis minutiflora*), em áreas de cerrado. Já, Cóser & Cruz Filho (1989) observaram que tanto a queima como o pastejo pesado foram eficientes no controle da vegetação nativa, embora a queima tenha proporcionado um estabelecimento mais rápido das leguminosas. Os maiores rendimentos de forragem foram obtidos com os plantio em faixas alternadas ou em sulcos. Resultados semelhantes foram relatados por Singh et al. (1981, 1987), em pastagens nativas sobresemeadas com *S. humilis*, *C. pubescens* e *Leucaena leucocephala*. Kusekwa & Lwoga (1986) observaram que a queima ou pastejo intensivo, independentemente da fertilização fosfatada, foram os métodos mais efetivos para o estabelecimento de *Desmodium uncinatum*, *S. humilis*, *M. atropurpureum* e *Neonotonia wightii* em pastagens nativas degradadas. No Kenia, Keya et al. (1972) obtiveram bons resultados utilizando o método manual (matraca ou tico-tico) para a introdução de *D. uncinatum* em pastagens de *H. rufa*.

3.2.3. Estabelecimento com tratamentos físico-químicos

Neste processo, os métodos mais comuns de introdução de leguminosas em pastagens degradadas consistem na utilização de fertilizantes e semeadura sobre o solo parcial ou totalmente movimentado. A aração e a gradagem têm sido as alternativas mais eficientes para o melhoramento das condições físicas do solo (porosidade, estrutura, taxas de infiltração e capacidade de armazenamento de água), reduzindo, assim, a competição entre as espécies forrageiras estabelecidas e a vegetação presente.

Na Bolívia, Daza (1990a) avaliou diversos métodos de preparo do solo (arado de disco, arado de aiveca, gradagem leve e gradagem pesada) para a introdução de *Calopogonium mucunoides* em pastagens degradadas de *B. decumbens*. Os maiores rendimentos de forragem e as melhores relações gramínea-leguminosa foram obtidas com a utilização da aração. Independentemente dos métodos físicos avaliados, os teores de PB da forragem foram significativamente incrementados (Tabela 15). König & Mott (1960) compararam o efeito do preparo convencional do solo com a simples gradagem na recuperação de pastagens naturais, com a introdução de leguminosas. A gradagem proporcionou os maiores rendimentos de forragem e foi o método mais econômico. Já, Schreiner (1970) verificou que o estabelecimento de *N. wightii* em pastagens nativas esteve diretamente correlacionado com o preparo do solo, mas que a gradagem isoladamente, não diferiu significativamente do preparo convencional. Vicenzi (1974) comparou o estabelecimento de *N. wightii*, *M. atropurpureum* cv. Siratro, *S. humilis* e *D. intortum*, semeadas em linhas ou a lanço, consorciadas ou não com capim-de-Rhodes (*Chloris gayana*). O preparo superficial do solo com grade possibilitou o estabelecimento de todas as leguminosas. A semeadura em linhas ou a lanço produziu efeitos semelhantes sobre as produções de

matéria seca (MS) e PB das misturas. A partir do primeiro corte, as plantas invasoras foram dominadas pelas espécies introduzidas. Peres & Barreto (1981) avaliaram quatro métodos de introdução de *D. intortum* e *M. atropurpureum* cv. Siratro (sem preparo, uma gradagem, duas gradagens e aração + gradagem) em pastagens nativas. As intensidades de preparo de solo influenciaram no estabelecimento, na composição botânica e produções de MS e PB, sendo que, uma ou duas gradagens foram suficientes para o estabelecimento das leguminosas avaliadas. Os maiores rendimentos de forragem e PB foram fornecidos por *D. intortum*, superiores aos demais tratamentos, em todas as intensidades de preparo do solo. Já, para *M. atropurpureum*, o preparo convencional (aração + gradagem) foi o mais eficiente para o seu estabelecimento e produção (Tabela 16). Da mesma forma, Alvarado (1990) e Moreira & Arruda (1990) obtiveram um ótimo estabelecimento de *P. phaseoloides* e *D. ovalifolium*, respectivamente, em pastagens de *B. decumbens* com a utilização da aração + gradagem em toda a área.

Tabela 15. Rendimento de matéria seca, teor de proteína bruta e percentagem de *C. mucunoides* em pastagens de *B. decumbens*, em função dos métodos de introdução da leguminosa.

Métodos de preparo do solo	Matéria seca (kg/ha)	Proteína bruta (%)	Leguminosa (%)
Testemunha	3.768	5,9	--
Arado de disco	4.795	9,0	16,6
Arado de aiveca	5.106	9,3	22,5
Grade leve	4.180	8,5	4,5
Grade pesada	4.445	9,8	14,3

Fonte: Daza (1990a).

Tabela 16. Rendimento de matéria seca (t/ha) de pastagens nativas, em função da introdução de leguminosas e intensidades de preparo do solo.

Preparo do solo	Testemunha	Desmódio	Siratro
Sem preparo	0,97	1,04	0,89
Uma gradagem	1,10	3,13	1,74
Duas gradagens	1,50	4,06	2,22
Convencional	3,10	4,54	3,60

Fonte: Peres & Barreto (1981).

O preparo do solo em faixas pode ser uma alternativa a ser utilizada, visando a reduzir os custos da recuperação. Villegas et al. (1990) sugerem faixas de 2,5 m da leguminosa como a melhor alternativa para a introdução de *P. phaseoloides* em pastagens degradadas de *B. decumbens*. Por outro lado, Norman (1961) verificou que a aração proporcionou melhor estabelecimento de *Stylosanthes sunaica*, do que a simples gradagem. Os efeitos foram devidos, principalmente, à velocidade de recuperação da pastagem natural. A cobertura nativa foi reduzida em 32% no primeiro mês após a gradagem e em 79% após a aração. Três meses após o plantio da leguminosa, a cobertura original havia aumentado para 84% nas parcelas gradeadas e para apenas 30% nas aradas. Nabinger & Barreto (1978) avaliaram o efeito de métodos de preparo de solo na introdução de leguminosas em pastagens de *Digitaria decumbens*. O revolvimento prévio da gramínea com duas gradagens superficiais em sentido cruzado propiciou o melhor desenvolvimento de todas as leguminosas introduzidas, sendo *M. atropurpureum* cv. Siratro a de maior capacidade

de estabelecimento. Suas produções de MS foram 119 e 137% superiores às de *N. wightii* e *D. intortum*, respectivamente. Resultados semelhantes foram reportados por Daza (1990b), avaliando diversos métodos de introdução de *D. ovalifolium*, *C. mucunoides* e *P. phaseoloides* em pastagens de *B. humidicola*.

Em pastagens de *Hemarthria altissima* e *D. decumbens*, Gomes (1978) constatou que o método mais eficiente para a introdução de leguminosas foi a gradagem, seguida do plantio a lanço. Dentre as espécies avaliadas, *Aeschynomene americana* e *C. pubescens* foram as de melhor estabelecimento, duplicando os rendimentos de forragem e aumentando em cinco vezes a produção de PB da consorciação, comparativamente ao método sem gradagem. Resposta semelhante foi obtida por Sollenberger & Quesenberry (1985), também em pastagens de *H. altissima*. Estes autores verificaram que, independentemente da época e densidade de semeadura, o preparo do solo com gradagem proporcionava as melhores condições para a semeadura de *A. americana*. Na Colômbia, Michielin et al. (1976) verificaram que a gradagem, seguida de rolo compactador, foi o método mais efetivo para a introdução de *C. mucunoides* e *Clitoria ternatea* em pastagens de *D. decumbens* e *Dicanthium aristatum*. Já, Zimmer & Pimentel (1982) obtiveram melhor estabelecimento de *C. mucunoides*, *M. atropurpureum* e *C. pubescens*, em pastagens de *H. rufa*, utilizando a gradagem ou o plantio em sulcos das leguminosas.

Em solos de baixa fertilidade natural, a utilização exclusiva de métodos físicos pode ser insuficiente para a recuperação da pastagem. Neste caso, torna-se indispensável assegurar um adequado suprimento, notadamente daqueles nutrientes limitantes à produção de forragem. Na Região dos Cerrados do Distrito Federal, Carvalho et al. (1990) observaram que a gradagem, associada à calagem (elevação da saturação de bases a 20%) e a adubação corretiva (300 kg da fórmula 02-30-15 + 30 kg de FTE BR-12/ha) mostrou-se agronomicamente eficiente para a introdução de *C. mucunoides*, *S. capitata* BRA-005886 e *S. macrocephala* cv. Pioneiro em pastagens degradadas de *B. decumbens*. Este método apresentou rendimentos de forragem 78% superiores aos verificados com a utilização apenas da gradagem.

Em pastagens de *B. humidicola*, Costa et al. (1996b) verificaram que os rendimentos de forragem das leguminosas introduzidas (*P. phaseoloides*, *S. guianensis* e *C. pubescens*) foram significativamente incrementados com a aplicação de até 75 kg de P_2O_5 /ha. Do mesmo modo, Silva (1974) detectou efeito significativo da gradagem, no estabelecimento de *S. guianensis* em pastagens degradadas de *H. rufa*, apenas quando esta foi precedida da aplicação de 100 kg de P_2O_5 /ha. No entanto, Santhirasegaram (1975), em pastagens de *H. rufa* sobressemeadas com *S. guianensis*, observou comportamento inverso, ou seja, efeito da adubação fosfatada (200 kg de P_2O_5 /ha), apenas quando na ausência da gradagem, o que pode ser atribuído ao alto grau de adaptação da leguminosa a solos ácidos e com baixa disponibilidade de P.

Em Rondônia, Costa et al. (1999a) constataram que a introdução de *P. phaseoloides*, independentemente da adubação fosfatada, mostrou-se uma prática tecnicamente viável para a recuperação de pastagens de *B. brizantha* cv. Marandu. Os rendimento de MS da gramínea e da leguminosa foram significativamente incrementados pela adubação fosfatada, ocorrendo o inverso em relação às plantas invasoras. A aração + gradagem, independentemente da adubação fosfatada e a aração, associada à aplicação de P, foram os métodos mais eficientes para a introdução da leguminosa em pastagens degradadas da gramínea (Tabela 17).

3.2.4. Densidade de sementeira

O sucesso no estabelecimento de leguminosas em pastagens degradadas pode estar diretamente correlacionado com sua densidade de sementeira. Monzote & Garcia (1985) verificaram que para *M. atropurpureum* cv. Siratro ou *N. wightii*, a utilização de 3 kg de sementes/ha resultou em rendimentos de forragem e cobertura do solo semelhantes às obtidas com 5 kg/ha, porém foram significativamente superiores às registradas com 1 kg/ha, a qual foi insuficiente para permitir a introdução das leguminosas nas pastagens. Da mesma forma, Peres et al. (1986) concluíram que a utilização de 20 sementes viáveis/m² foi suficiente para o estabelecimento de *M. atropurpureum* cv. Siratro em pastagens de *B. humidicola*, sem qualquer interferência mecânica. Já, Keya & Van Eijnatten (1975), avaliando diferentes densidades de sementeira de *D. uncinatum* (1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 e 15 kg/ha), em pastagens degradadas de *H. rufa*, recomendam a utilização de 1 e 3 kg/ha, respectivamente para o plantio em sulcos e a lança como suficientes para um satisfatório estabelecimento da leguminosa. Para *S. guianensis*, Silva (1974) verificou que 6 kg de sementes/ha foi a densidade de plantio que proporcionou uma efetiva introdução da leguminosa em pastagens de *H. rufa*. Peñaloza et al. (1993), avaliando diferentes métodos de introdução de *S. guianensis* cv. Mineirão, em pastagens degradadas de *B. decumbens* cv. Basilisk, constataram que, independentemente da densidade de sementeira (0,5; 1,0 e 2,0 kg/ha), a utilização da grade aradora + grade niveladora, seguida da passagem de rolo compactador foi o método que permitiu o melhor estabelecimento da leguminosa. Em Rondônia, Townsend et al. (1999) constataram a viabilidade de introdução de *D. ovalifolium* e *P. phaseoloides*, em pastagens degradadas de *B. brizantha* cv. Marandu, independentemente dos métodos de plantio (lança ou sulcos), sendo recomendado densidades de sementeira entre 2 e 3 kg/ha.

Tabela 17. Disponibilidade de matéria seca de pastagens degradadas de *B. brizantha* cv. Marandu, submetidas a diferentes métodos de introdução de *P. phaseoloides*, em função da adubação fosfatada.

Métodos de Introdução	Fósforo kg P ₂ O ₅ /ha	Gramínea	Leguminosa	Gram. + Leg.	Plantas Invasoras
		t/ha			
Testemunha	0	3,58	---	3,58	1,82 (33,8) ¹
	50	5,33	---	5,33	1,71 (24,3)
Roçagem	0	6,91	1,10 (11,4) ¹	8,01	1,62 (16,8)
	50	10,40	1,09 (8,2)	11,49	1,74 (13,2)
Aração (A)	0	5,39	1,89 (19,7)	7,28	2,33 (24,2)
	50	8,47	2,80 (17,5)	11,27	1,90 (14,4)
Gradagem (G)	0	8,66	1,55 (13,1)	10,21	1,63 (13,8)
	50	11,66	1,54 (10,8)	13,20	1,30 (8,9)
A + G	0	3,63	2,40 (29,8)	6,03	2,13 (26,1)
	50	8,44	4,60 (38,0)	11,04	1,72 (13,6)
Matraca	0	8,50	0,84 (7,6)	9,34	1,68 (15,2)
	50	12,37	1,19 (7,8)	13,56	2,03 (13,0)

¹ - Percentual em relação à disponibilidade total de matéria seca.

Fonte: Costa et al. (1999).

3.2.5. Desempenho animal

O desempenho animal, em pastagens recuperadas com a introdução de leguminosas, geralmente, está diretamente correlacionado com o estabelecimento e a sua participação na composição botânica da forragem em oferta. A introdução de *M. atropurpureum* e *N. wightii*, em pastagens de *P. maximum*, em vias de degradação, permitiu elevar a capacidade de suporte de 0,35 UA/ha para 0,81 e 1,1 UA/ha, respectivamente para o primeiro e segundo ano de utilização (Arruda, 1988). Em pastagens de *B. decumbens* degradadas, a introdução de *C. macrocarpum* CIAT-5713 + *C. acutifolium* CIAT-5568 resultou em ganhos de 830 kg/ha/ano e 607 g/animal/dia, comparativamente a 550 kg/ha/ano e 451 g/animal/dia obtido na pastagem não recuperada (Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1989). No entanto, Braúl (1990) registrou ganhos de 548 e 573 g/an/dia, respectivamente para *B. decumbens* pura e recuperada com a introdução de *C. macrocarpum*. Segundo o autor, a utilização de pastejo alterno flexível e de apenas 1,0 UA/ha foi insuficiente para expressar o potencial produtivo da pastagem consorciada. No Pará, Camarão et al. (1980) verificaram que o estabelecimento de *P. phaseoloides*, *C. pubescens* e *S. guianensis* em pastagens degradadas de *P. maximum* proporcionava incrementos de 16 e 63%, respectivamente para os ganhos de peso vivo/animal/ano e hectare/ano. Utilizando as mesmas leguminosas, Gonçalves et al. (1990d,e), em Rondônia, obtiveram acréscimos de 46 e 40% nos ganhos de peso vivo/ha/ano, respectivamente para pastagens degradadas de *H. rufa* e *B. humidicola* (Tabela 18). Na Colômbia, Rincón (1990) registrou ganhos de 191 g/dia para bovinos de corte em pastagens de *B. decumbens* sobressemeadas com *A. pintoi*, comparativamente a 158 g/dia para as da gramínea, em vias de degradação.

Tabela 18. Desempenho produtivo de novilhos Nelore em pastagens de *B. humidicola* e *H. rufa*, recuperadas com a introdução de leguminosas forrageiras tropicais. Rondônia.

Pastagens	Ganho de Peso	
	Kg/animal/ano	kg/hectare/ano
<i>B. humidicola</i> (BH)	183	206
BH + Leguminosas*	133	426
<i>H. rufa</i> (HR)	134	201
HR + Leguminosas*	196	294

* *P. phaseoloides* + *C. pubescens* + *S. guianensis*.

Fonte: Gonçalves et al. (1990d,e).

Na Região dos Cerrados, Vilela et al. (1989) compararam os efeitos da gradagem; gradagem + nitrogênio (40 kg de N/ha/ano) e gradagem + *C. mucunoides* na recuperação de pastagens de *B. decumbens* e na performance animal de bovinos de corte. A maior disponibilidade de forragem (2,6 t/ha de MS) e o maior ganho de peso vivo/animal (70,0 kg) foram registrados no tratamento com leguminosa, os quais superaram em 30 e 59%, respectivamente, àqueles obtidos com a pastagem não recuperada. Ademais, foi o único tratamento em que não se observou perda de peso durante o período seco. No Acre, Valentim & Costa (1982) constataram a viabilidade da recuperação de pastagens de *P. maximum* através da introdução de leguminosas, associadas à fertilização fosfatada (50 kg de P₂O₅/ha), independentemente da carga animal utilizada (Tabela 19).

Tabela 19. Desempenho produtivo de novilhos Nelore em pastagens de *P. maximum*, recuperadas com a introdução de leguminosas forrageiras tropicais e fertilização fosfatada.

Pastagens	Carga animal	Ganho de peso	
	(an/ha)	kg/an/ano	kg/ha/ano
<i>P. maximum</i> (PM)	0,5	179,7	89,9
	1,0	150,6	150,6
	1,5	139,4	209,1
PM + leguminosas* + 50 Kg P ₂ O ₅ /ha	0,5	147,0	147,0
	1,0	164,1	245,6
	1,5	184,1	367,8

* *P. phaseoloides* + *C. pubescens* + *S. guianensis*.

Fonte: Valentim & Costa (1982).

3.3. Recuperação de pastagens via métodos físicos

Em Rondônia, as práticas mais utilizadas para deter o declínio de produtividade das pastagens têm se restringido ao controle de plantas invasoras, através de métodos manuais, químicos ou físicos, isolados ou integrados. Estes são, geralmente, associados com queimas periódicas e seguidos de um período de descanso variável, com a finalidade de reduzir a competição da comunidade de plantas invasoras e favorecer um melhor desenvolvimento da planta forrageira. Entretanto, na maioria dos casos, mesmo um descanso prolongado das pastagens não tem proporcionado o efeito desejado, tornando-se os processos de limpeza cada vez mais freqüentes e menos eficientes, pois, geralmente, não são suficientes para que as gramíneas e/ou leguminosas forrageiras recuperem seu vigor. Como as plantas invasoras são, na maioria, nativas e perfeitamente adaptadas às condições edafoclimáticas da região e, dificilmente são consumidas pelos animais, tendem a predominar no ecossistema.

Quando o principal fator da degradação da pastagem é a compactação do solo, a utilização apenas de métodos físicos pode proporcionar bons resultados. No entanto, esta prática só tem sucesso quando, paralelamente, são combatidas as causas da compactação, notadamente o superpastejo. Martinez et al. (1985) avaliaram os efeitos de quatro níveis de gradagem (1, 2, 3 e 4 passagens) na recuperação de pastagens de *Digitaria decumbens*. Os maiores rendimentos de forragem (15,4 t/ha de MS) foram obtidos com duas gradagens, como consequência do aumento da percentagem da gramínea a pastagem e do melhoramento das condições físicas do solo (porosidade, umidade e formação de agregados), além da redução significativa da percentagem de plantas invasoras. Martinez (1981), também em pastagens degradadas de *D. decumbens*, avaliou o efeito de quatro métodos físicos (grade simples de 2.045 kg; grade dupla de 2.045 kg; arado + grade de 1.000 kg e arado + grade de 2.045 kg) em sua recuperação. A utilização de arado + grade de 1.000 kg foi o tratamento mais efetivo, proporcionando um incremento de 46,1% no rendimento de MS, em relação à testemunha.

Para pastagens de *B. dictyoneura* e *B. brizantha*, a aração + duas gradagens ou, gradagem + aração, seguidas de três gradagens, foram os métodos mais eficientes de recuperação, aumentando em mais de dez vezes os rendimentos de forragem das gramíneas, em comparação com apenas uma gradagem (Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1989). Da mesma forma, Sistachs & Leon (1985) constataram que a aração em faixas e a gradagem cruzada incrementaram em 203 e 148%, respectivamente, os rendimentos de MS de *D. decumbens*, quando comparados com os da pastagem degradada não submetida a nenhum método de recuperação.

Em solos de baixa fertilidade natural, os efeitos de métodos físicos podem ser potencializados com a utilização de fertilizantes químicos, notadamente o P. Moya (1991) verificou que o método mais eficiente para a recuperação de pastagens de *B. decumbens* consistiu na gradagem (uma ou duas passagens), seguida da aplicação de 22 ou 44 kg de P/ha. Em Rondônia, Costa et al. (2001a,b) verificaram que a utilização de métodos físicos, associados à adubação fosfatada, mostrou-se uma prática tecnicamente viável para a recuperação de pastagens de *B. brizantha* cv. Marandu. Os rendimentos de MS da gramínea foram incrementados pela adubação fosfatada, ocorrendo o inverso com relação às plantas invasoras. Considerando-se a disponibilidade total de forragem, a gradagem, aração + gradagem, associadas à adubação fosfatada, foram os métodos mais eficientes para a recuperação de pastagens degradadas da gramínea (Tabela 20). Os métodos físicos proporcionaram melhorias significativas nas propriedades físicas do solo, bem como no seu teor de umidade (Tabela 21) (Townsend et al., 2002).

Tabela 20. Disponibilidade de matéria seca (kg/ha) de pastagens degradadas de *B. brizantha* cv. Marandu, submetidas a diferentes métodos físicos de recuperação, em função da adubação fosfatada.

Métodos de Recuperação	Fósforo kg/ha de P ₂ O ₅	Período chuvoso ¹		Período seco ²	
		Gramínea	Invasoras	Gramínea	Invasoras
Testemunha	0	4761	1566	1493	964
	50	5116	1634	2114	1007
Aração (A)	0	5766	1484	1734	941
	50	6375	1066	2393	1094
Gradagem (G)	0	7021	1502	1955	792
	50	7231	1299	2896	782
A + G	0	5936	1849	1808	1306
	50	7071	1317	2882	1197

Fonte: Costa et al. (2001); ¹ Totais de quatro cortes; ² Totais de dois cortes.

Tabela 21. Efeito de métodos de preparo do solo na resistência à penetração e umidade do solo sob pastagens degradadas de *B. brizantha* cv. Marandu.

Métodos de Preparo do Solo	Pressão (kgf/cm ²)	Umidade do solo (%)
Testemunha	40	21,5
Aração (A)	29	22,1
Gradagem (G)	32	22,8
A + G	29	22,8

Fonte: Townsend et al. (2002).

4. Renovação de Pastagens Via Culturas Anuais

Quando a pastagem original atinge um estágio de degradação em que torna-se impossível, técnica e economicamente, sua recuperação, a renovação tem sido a prática mais comum (Serrão et al., 1979; Serrão & Homma, 1982; Dias Filho & Serrão, 1982; Veiga et al., 1985), envolvendo a mecanização, práticas culturais e insumos que caracterizam um uso mais intensivo do solo.

O alto custo de renovação da pastagem, principalmente devido à mecanização e aplicação de adubos, tem sido o maior entrave, considerando-se as grandes áreas a serem renovadas. A associação de culturas alimentares com forrageiras na renovação

de pastagens degradadas tem sido recomendada como uma alternativa de minimizar os custos de implantação da pastagem (Veiga et al., 1985). Extensas áreas têm sido renovadas através desse processo, especialmente na região nordeste do Pará, principalmente com o milho, e nordeste do Mato Grosso, notadamente com o arroz. No entanto, é preciso conhecer a compatibilidade das espécies que vão ser cultivadas. O ideal é a obtenção de um bom estabelecimento da forrageira, sem que ela afete a produção de grãos das culturas. Para tanto, é preciso considerar o hábito de crescimento da cultura, o ciclo de crescimento, a arquitetura da planta, a densidade adequada de plantio da cultura e das forrageiras, a época de semeadura, as exigências nutricionais das plantas e o uso de fertilizantes e corretivos.

Avaliando a viabilidade de formação de pastagens de *B. decumbens* em associação com a cultura do arroz cv. IAC 47, foram testadas seis densidades de semeadura da forrageira (0 a 3 kg/ha) e três níveis de adubação fosfatada (0 a 300 kg de P_2O_5 /ha), além da aplicação de 100 kg de K_2O /ha e 4,5 t/ha de calcário. A mistura das sementes de arroz e da forrageira foi plantada em sulcos espaçados de 0,5 m. A produtividade do arroz, que oscilou entre 1,0 e 1,3 t/ha, não foi afetada pelos níveis de adubação fosfatada nem pelas diferentes densidades de semeadura da forrageira (Embrapa, 1979). No Pará, Veiga (1986) verificou que o milho é mais indicado que o arroz como cultura precursora para a formação de pastagens de *P. maximum* ou *A. gyanus*. Os métodos de plantio mais eficientes, em termos de produção de grãos e rendimento de forragem, foram a semeadura da cultura e das gramíneas no mesmo sulco, no espaçamento de 1,0 m, com adubação corretiva (45 kg/ha de N; 60 kg/ha de K_2O ; 60 kg/ha de P_2O_5 e 2 kg/ha de Zn) ou, semeadura da cultura mais adubação em sulcos afastados de 1,0 m e plantio das gramíneas em sulcos intercalares sem adubação.

No Amapá, Souza Filho et al. (1992) avaliaram durante três anos, diferentes sistemas de formação de pastagens em associação com a cultura de arroz. As gramíneas introduzidas foram *A. gyanus* cv. Planaltina (andropogon) e *B. humidicola* (quicuío-da-amazônia), consorciadas ou não com *Cajanus cajan* (guandu) e *D. ovalifolium*, tendo como cultura precursora o arroz IAC-47. Após o preparo do solo, através da limpeza da vegetação, aração e gradagem, o arroz e as forrageiras foram semeadas, simultaneamente, em sulcos, sendo o solo adubado à base de 50 kg/ha de P_2O_5 e N, 60 kg/ha de K_2O e 30 kg/ha de FTE BR-12. A produtividade do arroz foi decrescente com o decorrer do tempo, passando, em média, de 869 kg/ha de grãos com casca no 1º ano, para 64 kg/ha no 3º. No início das avaliações, a associação do arroz com andropogon rendeu 915 kg/ha de grãos, enquanto que com o quicuío-da-amazônia o rendimento foi de 783 kg/há; durante o 2º e 3º anos, os rendimentos do arroz associado ao quicuío-da-amazônia, foram o dobro dos obtidos com o andropogon. A produtividade média da gramíneas foi de 2,1; 4,4; 3,2 t de MS/ha, para o 1º, 2º e 3º anos de avaliação, respectivamente, sendo que a produção total do andropogon (7,7 t de MS/ha) superou à do quicuío-da-amazônia (5,9 t de MS/ha). Ao compararem os custos de formação de pastagens pelo processo tradicional, os autores constataram que quando as gramíneas foram implantadas no 1º ano de cultivo, houve redução de custos na ordem de 26% para o quicuío-da-amazônia e de 31% para o andropogon.

Em Roraima, a semeadura de *C. cajan* ou *B. humidicola* juntamente com arroz cv. IAC 25, não afetou o rendimento de grãos da cultura e permitiu um bom estabelecimento das pastagens (Gianluppi et al., 1983a). Já, quando o plantio do arroz foi associado ao de *A. gyanus*, a produção de grãos foi significativamente reduzida (Gianluppi et al., 1983b). Duarte et al. (1995) obtiveram excelentes produções de forragem de *B. brizantha* e *P. purpureum* cv. Mott estabelecidas em associação com milho ou feijão-cowpea, não

sendo observado efeito depressivo das gramíneas sobre o rendimento de grãos das culturas. Na Bolívia, Espinoza & Trujillo (1985) concluíram que o plantio simultâneo do arroz e *B. decumbens* foi a alternativa mais promissora, técnica e economicamente, para a renovação de pastagens. Shelton & Humphreys (1975) constataram que a mistura de arroz + *S. guianensis*, independentemente do ciclo das cultivares, não afetou significativamente o rendimento de grãos, além de permitir um satisfatório estabelecimento da leguminosa. Thomas & Bennett (1975), avaliando o efeito do método de plantio sobre a formação de pastagens de *C. gayana* + *D. uncinatum* associadas à cultura do milho, verificaram que os rendimentos da cultura não foram influenciados, contudo, as maiores produções de forragem foram obtidas com o plantio em sulcos, comparativamente ao plantio a lanço. Resultados semelhantes foram relatados por Kornelius et al. (1978) avaliando o estabelecimento de *B. decumbens* e *M. minutiflora* em associação com o arroz. Do mesmo modo, Alvim et al. (1989) verificaram que o rendimento de grãos do milho não foi afetado pela época (mesmo dia e 21 dias após) ou método de plantio (em sulcos, a lanço ou em covas) de *B. decumbens*. Contudo, o rendimento de forragem da gramínea foi beneficiado pelo plantio em covas intercaladas com as do cereal.

Em Rondônia, a viabilidade técnica de renovação de pastagens de *B. brizantha* cv. Marandu, *B. humidicola* e *P. atratum* cv. Pojuca, consorciadas com milho cv. BR 106 ou arroz de sequeiro cv. Progreso foi avaliada por Townsend et al. (2004a,b). As gramíneas foram semeadas simultaneamente com os cereais, utilizando-se dois métodos de plantio: linhas e entrelinhas. Os rendimentos de grãos do milho não foram afetados pelas gramíneas, enquanto que para o arroz de sequeiro, as maiores produções foram obtidas na associação com *B. brizantha* cv. Marandu (2.491 kg/ha) e *P. atratum* cv. Pojuca (2.315 kg/ha). O rendimento de MS das gramíneas foi influenciado pelos métodos de plantio e espécie. As gramíneas em cultivo isolado atingiram maiores rendimentos do que quando consorciadas com arroz de sequeiro ou milho, tanto nos plantios na linha como na entrelinha da cultura acompanhante. Com o milho ou arroz de sequeiro, *B. brizantha* cv. Marandu foi a gramínea mais produtiva, independentemente do método de plantio (Tabelas 22 e 23).

Tabela 22. Rendimentos de grãos e de matéria seca (kg de MS/ha) em cultivos consorciados de gramíneas tropicais com milho. Porto Velho, RO. 1995/98.

Gramíneas	Produção de milho (kg/ha)	Gramíneas em cultivo Isolado	Gramíneas em cultivos consorciados	
			Métodos de plantio	
			Linha	Entrelinha
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	1.410	2.248	2.007	1.963
<i>P. atratum</i> cv. Pojuca	1.413	2.072	1.347	947
<i>B. humidicola</i>	1.673	1.525	490	391

Fonte: Townsend et al. (2004a).

Tabela 23. Rendimentos de matéria seca (kg de MS/ha) e de grãos em cultivos consorciados de gramíneas tropicais com arroz de sequeiro. Porto Velho, RO. 1995/98.

Gramíneas	Gramíneas em cultivo Isolado	Gramíneas em cultivos consorciados		Rendimento de arroz em casca (kg/ha)
		Métodos de plantio		
		Linha	Entrelinha	
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	2.491	2.940	2.277	853
<i>P. atratum</i> cv. Pojuca	2.315	1.666	1.569	1.247
<i>B. humidicola</i>	1.771	864	741	1.374

Fonte: Townsend et al. (2004b).

Na Região dos Cerrados, o Sistema Barreirão, técnica que associa o plantio de cereais com forrageiras vem sendo apontado como uma alternativa bastante promissora para a renovação de pastagens (Kluthcouski et al., 1991). Este método consiste na realização sequencial das seguintes práticas:

1. redução da população de braquiária existente através da passagem de uma grade pesada, para o desenraizamento e trituração das plantas ainda no período seco, aproximadamente 30 dias antes do início do período chuvoso;
2. aração profunda (30 a 35 cm), com arado de aiveca, no início do período chuvoso, visando à incorporação profunda e homogênea da MS gradeada anteriormente e a descompactação do solo;
3. passagem de grade niveladora, imediatamente antes da semeadura do arroz;
4. adubação com 12 kg de N, 90 kg de P₂O₅; 48 kg de K₂O; 20 kg de sulfato de zinco e 30 kg de FTE BR-12 por hectare;
5. semeadura do arroz, no máximo uma semana após a aração, visando a reduzir a competição da braquiária com o arroz. O espaçamento do arroz tem sido 40-45 cm entrelinhas e a densidade de 80 sementes/m linear para variedades de ciclo médio e 100 sementes/m linear para as variedades de ciclo curto;
6. aplicação de 5 kg/ha de sementes usinadas de braquiária, misturada ao adubo e colocadas a uma profundidade de 8 a 10 cm por ocasião do plantio, o que retarda a sua germinação e permite ao arroz escapar da competição precoce;
7. adubação nitrogenada em cobertura (20 a 30 kg de N/ha), visando a estimular a decomposição da matéria orgânica incorporada e reduzir os problemas oriundos da forte demanda de N;
8. vedação da pastagem, por aproximadamente 60 dias após a colheita do arroz, visando ao seu melhor estabelecimento após a retirada da cultura.

Referências Bibliográficas

- ALVIM, M.J.; BOTREL, M. de A.; SALVATI, J.A. Métodos de estabelecimento de *Brachiaria decumbens* em associação com a cultura do milho. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.18, n.5, p.417-425, 1989.
- ANDRADE, I.F. Métodos de introdução de leguminosas em pastagem nativa de cerrado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.14, n.2, p.151-158, 1985.
- ANDRADE, I.F.; FERREIRA, J.G. Introdução de leguminosas tropicais em pastagens estabelecidas de capim-jaraguá. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.10, n.3, p.427-449, 1981.
- ARRUDA, M.L. de R. Estabelecimento e recuperação de pastagens no Vale do Rio Doce. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.13, n.153/154, p.23-25, 1988.
- AZEVEDO, G.P.C. de; SERRÃO, E.A.S.; TEIXEIRA NETO, J.F.; VEIGA, J.B. da. Fósforo, nitrogênio e leguminosas na recuperação de pastagens de jaraguá em degradação em Marabá-PA. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 15., 1978, Belém. **Anais...** Belém: SBZ, 1978. p.372-373.
- BARCELLOS, A. de O. Recuperação de pastagens degradadas. **Curso de formação e manejo de pastagens**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1990. s.n.t. (Embrapa-CPAC. Série Treinamento).

- BRAÚL, E.L. Evaluación bajo pastoreo de una pastura recuperada de *Brachiaria decumbens* y asociada con *Centrosema macrocarpum* en Pucallpa. In: REUNIÓN DE LA RED INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE PASTOS TROPICALES - AMAZONÍA, 1., 1990, Lima, Peru. **Memórias...** Cali, Colombia: CIAT, 1990, v.2, p.643-647.
- BUDOWSKI, G. **Sistemas agrosilvopastoris en los trópicos húmedos**. Turrialba: CATIE, Costa Rica, 26p. 1978.
- CAMARÃO, A.P.; AZEVEDO, G.P.C. de; SERRÃO, E.A.S. **Fósforo, leguminosas, quicuío-da-Amazônia e manejo no melhoramento de pastagens de capim-colonião (*Panicum maximum*) em São João do Araguaia, Pará**. Belém: Embrapa-CPATU, 1980. 4p. (Embrapa-CPATU. Pesquisa em Andamento, 28).
- CANTO, A. do C. Níveis de fósforo e leguminosas na recuperação de pastagens degradadas no Estado do Amazonas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 15., 1978, Belém. **Anais...** Belém: SBZ, 1978. p.381.
- CARVALHO, M.M. **Recuperação de pastagens degradadas**. Coronel Pacheco: Embrapa-CNPGL, 1993. 51p. (Embrapa-CNPGL. Documentos, 55).
- CARVALHO, S.I.C.; VILELA, L.; SPAIN, J.M.; KARIA, C.T. Recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk na região dos cerrados. **Pasturas Tropicales**, Cali, v.12, n.2, p.24-28, 1990.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Programa de pastos tropicales**. Informe Anual 1988. Cali: Colombia, 1989. p.12/1-12/19.
- COOK, S.J. Establishment of four pasture grasses and Siratro from seed oversown into dense and open speargrass pastures. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.24, n.126, p.360-369, 1984.
- COCHARANE, T.T.; SANCHEZ, P.A. **Recursos de tierras, suelos y su manejo en la Región Amazónica**: Informes acerca del estado de conocimientos. In: AMAZÔNIA: INVESTIGAÇÃO SOBRE AGRICULTURA Y USO DE TIERRAS. Cali, Colombia: CIAT. p.141-218. 1982
- CÓSER, A.C.; CRUZ FILHO, A.B. da. Estabelecimento de leguminosas em pastagens de capim-gordura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.18, n.5, p.410-416, 1989.
- COSTA, N. de L. Adubação fosfatada na recuperação de pastagens degradadas da região amazônica. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.49, n.425, p.16-19, 1996a.
- COSTA, N. de L. **Programa de pesquisa com pastagens em Rondônia - 1975/1995**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 1996b. 46p. (Embrapa Rondônia. Documentos, 32).
- COSTA, N. de L.; GONÇALVES, C.A.; BOTELHO, S.M.; OLIVEIRA, J.R. da C. **Efeito da calagem e adubação fosfatada na produção de forragem de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina**. Porto Velho: Embrapa-UEPAE Porto Velho, 1990. 5p. (Embrapa-UEPAE Porto Velho. Comunicado Técnico, 85).
- COSTA, N. de L.; GONÇALVES, C.A.; OLIVEIRA, J.R. da C. **Efeito de níveis de fósforo, enxofre e micronutrientes sobre o crescimento de *Brachiaria humidicola* consorciada com leguminosas em Porto Velho-RO**. Porto Velho: Embrapa-UEPAE Porto Velho, 1989a. 5p. (Embrapa-UEPAE Porto Velho. Comunicado Técnico, 78)
- COSTA, N. de L.; GONÇALVES, C.A.; OLIVEIRA, J.R. da C. **Nutrientes limitantes ao crescimento de *Brachiaria humidicola* consorciada com leguminosas em Porto Velho-RO**. Porto Velho: Embrapa-UEPAE Porto Velho, 1989b. 4p. (Embrapa-UEPAE Porto Velho. Comunicado Técnico, 70).
- COSTA, N. de L.; GONÇALVES, C.A.; TOWNSEND, C.R. Resposta de *Brachiaria humidicola* consorciada com leguminosas forrageiras à adubação fosfatada. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DE SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus. **Anais...** Manaus: EDUA, 1996b. p.494-495.

- COSTA, N. de L.; RODRIGUES, A.N.A.; PAULINO, V.T. Efeito da adubação fosfatada sobre o rendimento de foragem e composição química de *Paspalum atratum*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999a. 4p.(CD-ROM).
- COSTA, N. de L.; THUNG, M.; TOWNSEND, C.R.; MOREIRA, P.; LEÔNIDAS, F. das C. Quantificação das características físico-químicas do solo sob pastagens degradadas. **Pasturas Tropicais**, Cali, v.21, n.2, p.74-77, 1999b.
- COSTA, N. de L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A. **Efeito de níveis de nitrogênio e fósforo na recuperação de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. Porto Velho, Embrapa-CPAF Rondônia, 1996a. 4p. (Embrapa-CPAF Rondônia. Comunicado Técnico, 119).
- COSTA, N. de L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G. de A. **Efeito de doses e fontes de fósforo na recuperação de pastagens degradadas de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina**. Porto Velho: Embrapa-CPAF Rondônia, 1997. 4p. (Embrapa-CPAF Rondônia. Comunicado Técnico, 180).
- COSTA, N. de L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G.A. Métodos de introdução de *Pueraria phaseoloides* em pastagens degradadas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. 3p.(CD-ROM).
- COSTA, N. de L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G. de A. **Resposta de pastagens degradadas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu à fontes e doses de fósforo**. Porto Velho: Embrapa-CPAF Rondônia, 1997. 4p. (Embrapa-CPAF Rondônia. Comunicado Técnico, 138).
- COSTA, N. de L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G. de A. Métodos de introdução de *Desmodium ovalifolium* em pastagens degradadas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Amapá Ciência e Tecnologia**, Macapá, v.2, n.2, p.225-232, 2001a.
- COSTA, N. de L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G. de A. Métodos de recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Amapá Ciência e Tecnologia**, Macapá, v.2, n.2, p.305-311, 2001b.
- CRUZ, E. de S.; COUTO, W.S.; OLIVEIRA, R.F. de; DUTRA, S. Adubação fosfatada na região Norte. In: OLIVEIRA, A.J. de. (Ed.). **Adubação fosfatada no Brasil**. Brasília: Embrapa-DID, 1982. 326p. (Embrapa-DID. Documentos, 21).
- CULLEN, N.A. The effect of grazing, time of sowing, fertilizer and paraquat on the germination and survival of oversown grasses and clovers. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 11., 1970, Surfers Paradise, Austrália. **Proceedings...** Queensland: University Queensland Press, 1970. p.796-800.
- DAZA, L.A. Recuperación de *Brachiaria decumbens* Stapf. mediante prácticas agronómicas. In: REUNIÓN DE LA RED INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE PASTOS TROPICALES - AMAZONÍA, 1., 1990, Lima, Peru. **Memórias...** Cali, Colombia: CIAT, 1990a. v.2, p.929-934.
- DAZA, L.A. Prácticas culturales e introducción de leguminosas forrajeras en la recuperación de *Brachiaria humidicola*. In: REUNIÓN DE LA RED INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE PASTOS TROPICALES - AMAZONÍA, 1., 1990, Lima, Peru. **Memórias...** Cali, Colombia: CIAT, 1990b. v.2, p.935-938.
- DIAS FILHO, M.B.; SIMÃO NETO, M.S.; SERRÃO, E.A.S. Utilización de roca fosfórica parcialmente acidulada y superfosfato simples en el establecimiento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Pasturas Tropicais**, Cali, v.11, n.2, p.25-28, 1989.
- DIAS FILHO, M.B.; SERRAO, E.A.S. **Recuperação, melhoramento e manejo de pastagens na região de Paragominas, Pará**. Belém: Embrapa-CPATU, 1982. 24p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 5).
- DOWLING, P.M.; CLEMENTS, R.J.; McWILLIAM, J.R. Establishment and survival of pasture from seeds sown the soil surface. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.22, n.1, p.61-74, 1971.

DUARTE, J.M.; PÉREZ, H.E.; PEZO, D.A. Producción de maíz (*Zea mays* L.), soya (*Glycine max* L.) y caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) sembrados en asociación con gramíneas en el Trópico Húmedo. **Pasturas Tropicales**, Cali, v.17, n.2, p. 12-19, 1995.

EMBRAPA. **Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados-CPAC**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1979. 223p. (Relatório Técnico Anual CPAC 1979).

ESPINOZA, J. Efecto de la tasa y metodo de aplicación de roca fosfórica en la recuperación de praderas de *Brachiaria decumbens*. **Forrajes y Semillas Forrajeras**, La Paz, v.6, p.111-115, 1985.

ESPINOZA, J.; TRUJILLO, E. Arroz (*Oryza sativa*) como precursor del establecimiento de *Brachiaria decumbens*. **Forrajes y Semillas Forrajeras**, La Paz, v.6, p.111-115, 1985.

FALESI, C.I. **Ecosistema de pastagens cultivadas na Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa-CPATU, 1976. 193p. (Embrapa-CPATU. Boletim Técnico, 1).

FEARNSIDE, P.M. Os efeitos das pastagens sobre a fertilidade do solo na Amazônia brasileira: conseqüências para a sustentabilidade de produção bovina. **Acta Amazônica**, Manaus, v.10, n.1, p.119-132, 1980.

FENSTER, W.E.; LEON, L.A. Considerações sobre a fertilização fosfatada no estabelecimento e persistência de pastagens em solos ácidos e de baixa fertilidade na América latina Tropical. In: TERGAS, L.E.; SANCHEZ, P.; SERRÃO, E.A.S. (Eds.). **Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos**. São Paulo: Editerra. 1978. p.127-140.

FINEGAN, B. **El funcionamiento de ecosistemas de bosques tropicales**. In: Curso bases ecológicas para la producción sostenible. San José: CATIE, 26p. 1993.

GARCIA, R. **Métodos de establecimiento de *Brachiaria decumbens* CIAT-606 y *Arachis pintoi* CIAT-17434 en la recuperación de pasturas nativas degradadas del Piedemonte Amazónico**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 1989. 132p. Tesis Zootecnista.

GARCIA, R.; SOTO, G. Métodos de establecimiento de *Brachiaria decumbens* CIAT-606 y *Arachis pintoi* CIAT-17434 en la recuperación de pasturas degradadas del Piedemonte Amazónico. In: REUNIÓN DE LA RED INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE PASTOS TROPICALES - AMAZONÍA, 1., 1990, Lima, Peru. **Memórias...** Cali, Colombia, CIAT, 1990. v.2, p.1021-1024.

GIANLUPPI, V.; MORAES, E. de.; CAMARGO, A.H.A. **Sistema de produção seqüencial de arroz com forrageiras, em solos de cerrado de Roraima**. I. Andropogon e guandu. Boa Vista: Embrapa-UEPAE Boa Vista, 1983a. 4p. (Embrapa.UEPAE Boa Vista. Pesquisa em Andamento, 4).

GIANLUPPI, V. MORAES, E. de; CAMARGO, A.H.A. **Sistema de produção seqüencial de arroz com forrageiras, em solos de cerrado de Roraima**. II. Quicuío da Amazonia e guandu. Boa Vista: Embrapa-UEPAE Boa Vista, 1983b. 4p. (Embrapa.UEPAE Boa Vista. Pesquisa em Andamento, 5).

GOMES, D.T. **Establishment methods and comparative persistence of five tropical legumes in grass sods**. Gainesville, Florida, 1978, 143p. Ph.D. Thesis.

GOMIDE, J.A.; OBEID, J.A. Introdução de leguminosas tropicais em pastagens de gramíneas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.8, n.4, p.593-609, 1979.

GONÇALVES, C.A.; COSTA, N. de L.; OLIVEIRA, J.R. da C. Efeito de níveis de fósforo, enxofre e micronutrientes sobre o crescimento de duas gramíneas forrageiras. In: REUNIÓN DE LA RED INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE PASTOS TROPICALES - AMAZONIA, 1., 1990, Lima, Peru. **Memórias...** Cali, Colombia: CIAT, 1990b, v.2, p.717-719.

GONÇALVES, C.A.; COSTA, N. de L.; OLIVEIRA, J. R. da C. Fontes de fósforo na produção de forragem de capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) em Porto Velho, Rondônia, Brasil. In: REUNIÓN DE LA RED INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE PASTOS TROPICALES - AMAZONIA, 1., 1990, Lima, Peru. **Memórias...** Cali, Colombia: CIAT, 1990c. v.2, p.709-711.

GONÇALVES, C.A.; COSTA, N. de L.; OLIVEIRA, J.R. da C. Métodos de recuperação e manejo de pastagens de *Hyparrhenia rufa* em Presidente Médici, Rondônia. In: REUNIÓN DE LA RED INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE PASTOS TROPICALES - AMAZONIA, 1., 1990, Lima, Peru. **Memórias...** Cali, Colombia: CIAT, 1990e, v.2, p.597-599.

- GONÇALVES, C.A.; COSTA, N. de L.; OLIVEIRA, J.R. da C. Métodos de renovação e manejo de pastagens em Porto Velho, Rondônia. In: REUNIÓN DE LA RED INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE PASTOS TROPICALES - AMAZONIA, 1., 1990, Lima, Peru. **Memórias...** Cali, Colombia: CIAT, 1990d. v.2, p.593-595.
- GONÇALVES, C.A.; COSTA, N. de L.; OLIVEIRA, J.R. da C. Nutrientes limitantes ao crescimento de duas gramíneas forrageiras tropicais em Porto Velho, Rondônia, Brasil. In: REUNIÓN DE LA RED INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE PASTOS TROPICALES - AMAZONIA, 1., 1990, Lima, Peru. **Memórias...** Cali, Colombia: CIAT, 1990a. v.2, p.721-723.
- ITALIANO, E.C.; MORAES, E. de; CANTO, A. do C. **Fertilização de pastagem de capim-colonião em degradação.** Manaus: Embrapa-UEPAE Manaus, 1982. 3p. (Embrapa-UEPAE Manaus. Comunicado Técnico, 31).
- JORDAN, C.F. Amazon rain forest. **American Scientist**, v.70, n.4, p.394-401, 1982.
- JORDAN, C.F. **Nutrients cycling in tropical forest ecosystems.** New York: John Wiley. 190p. 1985.
- JORGE, H. D.; SOUZA LIMA, J. A. Características químicas e aptidão agrícola de alguns solos de Rondônia. In: SEMINÁRIO AGROPECUÁRIO DO ACRE, 2., 1986, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: Embrapa-DPU, 1988. p.194-204. (Embrapa Acre. Documentos, 10).
- KEYA, N.C.O.; VAN EIJNATTEN, C.L.M. Studies on oversowing of natural grassland. III. The seeding rates for the establishment of *Desmodium uncinatum* (Jacq) when oversown or sod-seeded in *Hyparrhenia rufa* grassland. **East African Agriculture and Forestry Journal**, v.40, n.4, p.439-365, 1975.
- KEYA, N.C.O.; OLSEN, F.J.; HOLLIDAY, R. Comparison of seed-beds for over-sowing a *Chloris gayana* Kunth./*Desmodium uncinatum* Jacq. mixture in *Hyparrhenia rufa* grassland. **East African Agriculture and Forestry Journal**, v.37, p.286-293, 1972.
- KITAMURA, R.C.; DIAS FILHO, M.B.; SERRÃO, E.A.S. **Análise econômica de algumas alternativas de manejo de pastagens cultivadas em Paragominas, Pará.** Belém: Embrapa-CPATU, 1982. 40p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 41).
- KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A.R.; TEIXEIRA, S.M.; OLIVEIRA, E.T. **Renovação de pastagens de cerrado com arroz.** I. Sistema Barreirão. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1991. 20p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 33).
- KONIG, N.C.O.; MOTT, N. Resowing, improvement without ploughing oversowing: results of manurial experiments in performance meadows in the Chamb Valley. **Herbage Abstracts**, v.30, n.1, p.9-10, 1960.
- KORNELIUS, E.; SAURESSIG, M.G.; GOEDERT, W.J. Pasture establishment and management in the cerrado of Brazil. In: SANCHEZ, P.A.; TERGAS, L.E. (Eds.). **Pasture production in acid soils of the tropics.** Cali: CIAT, 1978. p.233-249.
- KOSTER, H.W.; KHAN, E.J.A.; BOSSHART, R.P. **Programa e resultados preliminares dos estudos de pastagens na região de Paragominas, Pará e nordeste do Mato Grosso.** Belém: SUDAM-IRI, 1977. 31p.
- KUSEKWA, M.L.; LWOGA, A.B. Establishment and early survival of nine pasture legumes oversown into natural pasture in northern Tanzania. In: POTENTIALS OF FORAGE LEGUMES IN FARMING SYSTEMS OF SUB-SAHARAN AFRICA, Addis Ababa, Ethiopia, 1986. **Proceedings...** Addis Ababa: Ethiopia, International Livestock Centre for Africa, 1986. p.490-504.
- LOWE, K.F. Methods of establishment of legume into native pastures. **Tropical Grasslands**, v.6, n.3, p.246-249, 1972.
- MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H. Sistema pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In FAVORETTO, V.; RODRIGUES, L.R.A. DE; REIS, R.A. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS, 2., 1993, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1993. p.216-245.

MARTINEZ, H.L. Labores agrotecnicos en la rehabilitacion de pastizales de pangola. 2. Suelo latosolico y suelo pardo. **Pastos y Forrajes**, La Habana, v.4, n.2, p.201-212, 1981.

MARTINEZ, H.L.; ALVAREZ, J.L.; MENDONZA, R. Efectos de la grada en un pastizal establecido de pangola (*Digitaria decumbens*). **Pastos y Forrajes**, La Habana, v.8, n.1, p.81-97, 1985.

MICHIELIN, A.; RAMIREZ, A.; LOTERO, C.; ALARCOM, M. Métodos de establecimiento de leguminosas forrajeras tropicales en potreros. **Revista ICA**, Bogotá, v.11, n.4, p.339-348, 1976.

MONZOTE, M.; GARCIA, M. Dosis de semillas para el establecimiento de glycine (*Neonotonia wightii*) y siratro (*Macroptilium atropurpureum*) en pasto natural. **Ciencia y Tecnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes**, La Habana, v.8, n.1, p.33-41, 1985.

MOREIRA, E.M.; ARRUDA, N.G. de. Métodos de introdução de *Pueraria phaseoloides* em pastagens de *Brachiaria decumbens*. In: REUNIÓN DE LA RED INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE PASTOS TROPICALES - AMAZONÍA, 1., Lima, Peru, 1990. **Memórias...** Cali, Colombia, CIAT, 1990. v.2, p.945-948.

MOTT, G.O. Nutrient recycling in pastures. In: MAYS, D.A. (Ed.). **Forage fertilization**. Madison: ASA-CSSA-SSSA, 1974. p. 323-339.

MOYA, M.C. **Recuperacion de una pradera de *Brachiaria decumbens* con diferentes prácticas culturales y fertilizacion con dos fuentes de fosforo y caracterizacion de los métodos de recuperación en la región**. Santa Fé de Bogota: Universidad Nacional de Colombia. Tesis Zootecnista. 168p. 1991.

NABINGER, C.; BARRETO, I.L. Efeito de métodos de sobre-semeadura e doses de nitrogênio, no estabelecimento de leguminosas tropicais em pastagens de capim-pangola (*Digitaria decumbens* Stent.). **Anuário Técnico do IPZFO**, Porto Alegre, v.5, p.941-1022, 1978.

NORMAN, M.J.T. **The establishment of pastures species with minimum cultivation at Katherine, N.T. (Australia)**. CSIRO, Aust. Div. Land Res. Reg. Survey, Melbourne, 1961. 12p. (Thechnical Paper, 14).

PAULINO, V.T.; COSTA, N. de L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G. de A. Sources and rates of phosphorus in improving degraded pasture in Brazilian west Amazon. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba. **Proceedings...** Piracicaba: ESALQ, 2001. p.186-188.

PEÑALOZA, A. del P. de S.; VILELA, L.; BARCELLOS, A.de O.; COSTA, N. de L. Introdução de *Stylosanthes guianensis* BRA 017817 em pastagem degradada de *Brachiaria decumbens*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBZ, 1993. p.118.

PERES, R.M.; PEDREIRA, J.V.S.; CUNHA, P.B.; FIGUEIREDO, L.A.; ABRAMIDES, P.L.G.; PAULINO, V.T.; COUTINHO FILHO, J.L.V.; Introdução de leguminosas em pastagens já estabelecidas de gramíneas com hábito decumbente. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., 1986, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 1986. p.251.

REATEGUI, K.J.; RUIZ, R. Recuperación de pasturas degradadas en Pendiente Puerto Bermudez, Peru. In: REUNIÓN DE LA RED INTRNACIONAL DE EVALUACIÓN DE PASTOS TROPICALES - AMAZONÍA, 1., 1990, Lima, Peru. **Memórias...** Cali, Colombia: CIAT, 1990, v.2, p.1055-1060.

RINCÓN, A. Renovación de una pradera de *Brachiaria decumbens* con la introducción de *Arachis pintoii*. **Suelos Ecuatoriales**, Santa Fé de Bogotá, v.20, n.2, p.45-49, 1990.

ROBINSON, G.S.; CROSS, M.W. Improvement of some New Zealand grassland by oversowing and overdrilling. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 8., 1960, Reading, England. **Proceedings...** Reading: University of Reading, 1961. p.402-405.

- RODRIGUES, L.R.A.; QUADROS, D.G.; RAMOS, A.K. Recuperação de pastagens degradadas. In: SIMPÓSIO PECUÁRIA 2000, 1., 2000, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: UNESP, 2000, 20p. (CD-ROM).
- SANTHIRASEGARAM, K. Manejo de praderas de leguminosas y gramíneas en un ecosistema de selva lluviosa tropical en Perú. In: BORNEMISZA, E.; ALVARADO, A. (Eds.). **Manejo de suelos en la America Tropical**. Cali, Colombia: CIAT, 1974. p.445-464.
- SANZONOWICZ, C.; BARCELLOS, A. de O.; COUTO, W.; PERES, J.R.R.; ANDRADE, R.P. de. **Identificação de deficiência nutricional de pastagem e sua recuperação**. In: RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS - 1987. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1987. p.146-149.
- SCHREINER, H.G. **Efeito do preparo do solo, herbicidas e métodos de semeadura no estabelecimento de soja perene, *Glycine javanica* L. e capim Pensacola, *Paspalum sauræ* (Parodi) Parodi, em pastagem natural**. Porto Alegre: UFRGS, 1970. Dissertação de Mestrado. 81p.
- SCHUBART, H.O.R.; FRANKEN, W.; LUIZÃO, F.J. Uma floresta sobre solos pobres. **Ciência Hoje**, São Paulo, v.2, n.10, p.26-32, 1988.
- SERRÃO, E.A.S.; DIAS FILHO, M.B. Establecimiento y recuperación de pasturas entre los productores del trópico húmedo brasileño. In: LASCANO, C.E. y SPAIN, J.M. (Eds.). **Establecimiento y renovación de pasturas**. Cali, Colombia: CIAT, 1991. p.347-384. (CIAT Publication, 178)
- SERRAO, E.A.S.; FALESÍ, I.C. **Pastagens do trópico brasileiro**. Belém: Embrapa-CPATU, 1977. 71p.
- SERRÃO, E.A.S.; FALESÍ, I.C.; VEIGA, J.B da; TEIXEIRA NETO, J.F. Productivity of cultivated pastures on low fertility soil in the Amazon of Brazil. In: SANCHEZ, P.A.; TERGAS, L.E. (Eds.). **Pasture production in acid soils**. Cali: Colombia: CIAT, 1979. p.257-280.
- SERRÃO, E.A.S.; HOMMA, A.K.O. **Recuperação e melhoramento de pastagens cultivadas em área de floresta amazônica**. Belem: Embrapa-CPATU, 1982, 22p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 17).
- SHELTON, H.M.; HUMPHREYS, L.R. Undersowing rice (*Oryza sativa*) with *Stylosanthes guyanensis*. II. Delayed sowing time and crop variety. **Experimental Agriculture**, v.2, p.97-101, 1975.
- SEUBERT, C.E.; SANCHEZ, P.A.; VALVERDE, C. Effect of land clearing methods on soil properties of on ultisol and crop performance in the amazon jungle of Peru. **Tropical Agriculture**, v.54, n.4, p.307321, 1977.
- SILVA, G. **Seed rate, soil preparation and phosphate fertilization on the establishment of *Stylosanthes guyanensis* into a sward of *Hyparrhenia rufa***. National Agrarian University, La Molina. 1974. Tesis de Maestria. 121p.
- SINGH, L.N.; KATOCH, D.C.; DOGRA, K.K. Effect of legume introduction on forage yield and quality of natural grassland. **Forage Research**, v.7, n.1, p.71-76, 1981.
- SINGH, C.B.; GUPTA, S.R.; GUPTA, J.N. Improvement of native pastures with *Stylosanthes humilis* H.B. & K. in semi-arid regions. **Annals of Arid Zone**, v.26, n.1-2, p.99-104, 1987.
- SISTACHS, M.; LEON, J.J. Metodos de rehabilitacion de un pastizal de pangola (*Digitaria decumbens* Stent.) con alta infestacion de malezas. **Boletín Técnico de Pastos**, La Habana, n.1, p.129-135, 1985.
- SMYTH, T.J.; BASTOS, J.B. Alterações na fertilidade de um latossolo Amarelo álico pela queima de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Piracicaba, n.8, p.127-132, 1984.
- SOARES FILHO, C.V. Tratamentos físico-mecânicos, correção e adubação para recuperação de pastagens. In: PAULINO, V.T. (Ed.). ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS, 1., 1995, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1993. p.79-117.

- SOLLENBERGER, L.E.; QUESENBERRY, K.H. Factors affecting the establishment of *Aeschynomene* in Florida limpgrass sod. **Proceedings of Soil Crop Science Society of Florida**, v.44, p.141-146, 1985.
- SOUZA FILHO, A.P.S.; DUTRA, S.; MEIRELLES, P.R.L.; KOURI, J. **Sistema de formação de pastagem em associação com a cultura do arroz em área de cerrado do Amapá**. Macapá: Embrapa-CPAF-Amapá. 1992, 14p. (Embrapa-CPAF-Amapá. Boletim de Pesquisa, 10).
- SPAIN, J.M., GUALDRÓN, R. Degradación y rehabilitación de pasturas. In: LASCANO, C.E.; SPAIN, J.M. (Eds.). **Establecimiento y renovación de pasturas**. Cali: CIAT. 1991. 269-283.
- SPAIN, J.M.; GUALDRÓN, R.; PERDOMO, C.E.; AVILA, P. Phosphorus efficiency in the establishment and maintenance of tropical legume-based pastures on Oxisols. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1989, Nice, France. **Proceedings...** Nice, France: French Grassland Society, 1989. p.47-48.
- SPAIN, J.M.; SALINAS, J.G. A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES NA AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS. Ilhéus, 1985. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1985. p.259-299.
- SUCKLING, F.E.T. Pasture management trials on unpoughable hill country at Te Awe. **New Zealand Journal of Agriculture Research**, v.2, n.3, p.488-543, 1959.
- TEIXEIRA, L.B. **Dinâmica do ecossistema de pastagem cultivada em área de floresta na Amazônia central**. Manaus: INPA/FUA, 1987, 100p. (Tese de Doutorado).
- TEIXEIRA, L.B.; BASTOS, J.B. **Matéria orgânica nos ecossistemas de floresta primária e pastagem na Amazônia central**. Belém: Embrapa-CPATU, 1989b. 26p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 99).
- TEIXEIRA, L.B.; BASTOS, J.B. **Nutrientes nos solos de floresta primária e pastagem de *Brachiaria humidicola* na Amazônia central**. Belém: Embrapa-CPATU, 1989a. 31p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 98).
- TEIXEIRA NETO, J.F.; DIAS FILHO, M.B.; SERRÃO, E.A.S. Fontes fosfatadas comerciais em capim-colonião (*Panicum maximum*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20., 1983, Pelotas. **Anais...** Viçosa: SBZ, 1983. p.346.
- THOMAS, D.; BENNETT, A.J. Establishing a mixed pasture under maize in Malawi. I. Time of sowing. **Experimental Agriculture**, v.2, p.257-263, 1975.
- TOLEDO, J.M.; SERRAO, E.A.S. **Proyecto de investigación em pasturas y ganaderia**. Lima, Perú: Red de Investigación Agroecologica para la Amazonia. 1984. 71p.
- TOLEDO, J.M.; SERRAO, E.A.S. 1982. **Producción de pastos y ganado en la Amazonia**. In: AMAZÔNIA: INVESTIGACIÓN SOBRE AGRICULTURA Y USO DE TIERRAS. Cali, Colombia: CIAT, p.297-323. 1984
- TOWNSEND, C.R.; COSTA, N. de L.; MAGALHÃES, J.A.; MENDES, A.M.; RESENDE, L.A.D. **Resistência à penetração em solo sob pastagem degradada submetido a diferentes métodos de preparo e a introdução de teca (*Tectona grandis*)**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2002. 6p. (Embrapa Rondônia. Comunicado Técnico, 220).
- TOWNSEND, C.R.; COSTA, N. de L.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G.A. Renovação de pastagens degradadas em consórcio com arroz de sequeiro na Amazônia Ocidental. **Pasturas Tropicais**, Cali, v.26, n.2, p.9-14, 2004a.
- TOWNSEND, C.R.; COSTA, N. de L.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G.A. Renovação de pastagens degradadas em consórcio com milho na Amazônia Ocidental. **Pasturas Tropicais**, Cali, v.26, n.2, p.15-19, 2004b.
- TOWNSEND, C.R.; COSTA, N. de L.; PEREIRA, R.G.A.; MAGALHÃES, J.A. **Métodos de plantio e densidades de semeadura no estabelecimento de leguminosas em pastagens degradadas na Amazônia Ocidental**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 1999. 4p. (Embrapa Rondônia. Comunicado Técnico, 175).

- VALENTIM, J.F.; COSTA, A.L. da. **Recuperação, melhoramento e manejo de pastagens no Acre: resultados de pesquisas e informações práticas.** Rio Branco: Embrapa-UEPAE Rio Branco, 1982. 33p. (Embrapa-UEPAE Rio Branco. Circular Técnica, 5).
- VALLEJOS, A.; FERRUFINO, A. **Respuesta a la aplicación de nitrógeno, fósforo y abonos orgánicos en la recuperación de una pastura degradada de *Brachiaria decumbens*.** In: INSTITUTO BOLIVIANO DE TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA. Programa de Pastos y Forrajes. Informe Anual 1985/86. La Paz: 1986. p.14-24.
- VEIGA, J.B. da. Associação de culturas de subsistência com forrageiras na renovação de pastagens degradadas em área de floresta. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa-CPATU, 1986. v.6, p.175-181. (Embrapa-CPATU. Documentos, 36).
- VEIGA, J.B. da.; FALESI, I.C. Recomendação e prática de adubação de pastagens cultivadas na Amazônia Brasileira. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1., 1985, Nova Odessa. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1986. p.257-282.
- VEIGA, J.B. da.; SERRÃO, E.A.S.; MARQUES, L.C.T.; CAMARÃO, A.P.; PEREIRA NETO, L.G.; SEIXAS, L.C.C.; CALDERÓN, M.; COVRE, J.L. **Pesquisa agropecuária em Paragominas-PA.** Belém: Embrapa-CPATU, 1985. 19p. (Embrapa-CPATU. Comunicado Técnico, 55).
- VEIGA J.B. da; TEIXEIRA NETO, J.F.; SERRÃO, E.A.S.; TEIXEIRA, R.N.G. Fósforo, leguminosas e quicuío-da-Amazônia na recuperação de pastagens de colônias em degradação em área da floresta amazônica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 15., 1978, Belém. **Anais...** Belém: SBZ, 1978. p.374-375.
- VICENZI, M.L. **Estabelecimento de leguminosas tropicais consorciadas ou não com capim-de-Rhodes, introduzidas em pastagens naturais com preparo superficial do solo.** Porto Alegre: UFRGS, 1974. Dissertação de Mestrado. 116p.
- VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; SANZONOWICZ, C.; ZOBY, J.L.F.; SPAIN, J.M. **Recuperação de pastagem de *Brachiaria ruziziensis* através do uso de grade aradoura, nitrogênio e introdução de leguminosas.** Planaltina: Embrapa-CPAC, 1989. 4p. (Embrapa-CPAC. Pesquisa em Andamento, 18).
- VILLEGAS, V.J.; ESPINOZA, J.F.; GUTIERREZ, F.; VEIZAGA, M. Efecto de *Pueraria phaseoloides* incorporada en franjas sobre pasturas de *Brachiaria decumbens* en vias de degradación. In: REUNIÓN DE LA RED INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE PASTOS TROPICALES - AMAZONÍA, 1., 1990, Lima, Peru. **Memórias...** Cali, Colombia: CIAT, 1990. v.2, p.1043-1048.
- WALKER, I.; FRANKEN, W. Ecosistemas frágeis: A floresta de terra firme da Amazônia central. **Ciências Interamericanas**, San José, v.23, n.1-4, p.9-24, 1993.
- WERNER, J.C. **Adubação de pastagens.** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1984. 49p. (Boletim Técnico, 18).
- ZIMMER, A.H.; PIMENTEL, D.M. Introdução de leguminosas em pastagens de capim-jaraguá *Hyparrhenia rufa* (Ness.)Stapf. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 19., 1982, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 1982. p.375-376.