

RECOMENDAÇÃO E PRÁTICA DE ADUBAÇÃO DE PASTAGENS CULTIVADAS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

J.B. da VEIGA⁽¹⁾
I.C. FALESI⁽¹⁾

1. INTRODUÇÃO

Antes da década de 60 as pastagens cultivadas existentes na Amazônia eram bastante restritas. A quase totalidade da produção pecuária originava-se de pastagens nativas de áreas inundáveis e de pastagens nativas de terra firme.

Com a construção da rodovia Belém-Brasília e outras importantes vias de penetração na Amazônia, um considerável número de projetos agropecuários estabeleceram-se na região de mata, beneficiando-se dos incentivos fiscais proporcionados pelo Governo Federal que visavam atrair as empresas do sul do país para investir na pecuária de carne.

Para a implantação dessas pastagens, extensas áreas de mata foram derrubadas manualmente, ou em menor extensão com o auxílio de correntão puxado por tratores nas áreas de mata rala. Após a queima, segue-se o plantio, manual ou por avião, de sementes de colônia (*Panicum maximum*), principalmente. Outros capins também têm sido utilizados, como o jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), braquiária (*Brachiaria decumbens*) e quicuío-da-amazônia (*B. humidicola*). Atualmente estima-se que as áreas de pastagens cultivadas na Amazônia Brasileira girem em torno de 5 milhões de hectares, 30% das quais encontram-se degradadas ou em vias de degradação. Estas pastagens estão localizadas principalmente ao longo da rodovia Belém-Brasília, no sul do Pará, e no norte de Mato Grosso e Goiás. Os Estados do Amazonas, Acre e Rondônia também possuem áreas de pastagens cultivadas (Figura 1).

(1) Pesquisadores, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU-EMBRAPA, Belém (PA).

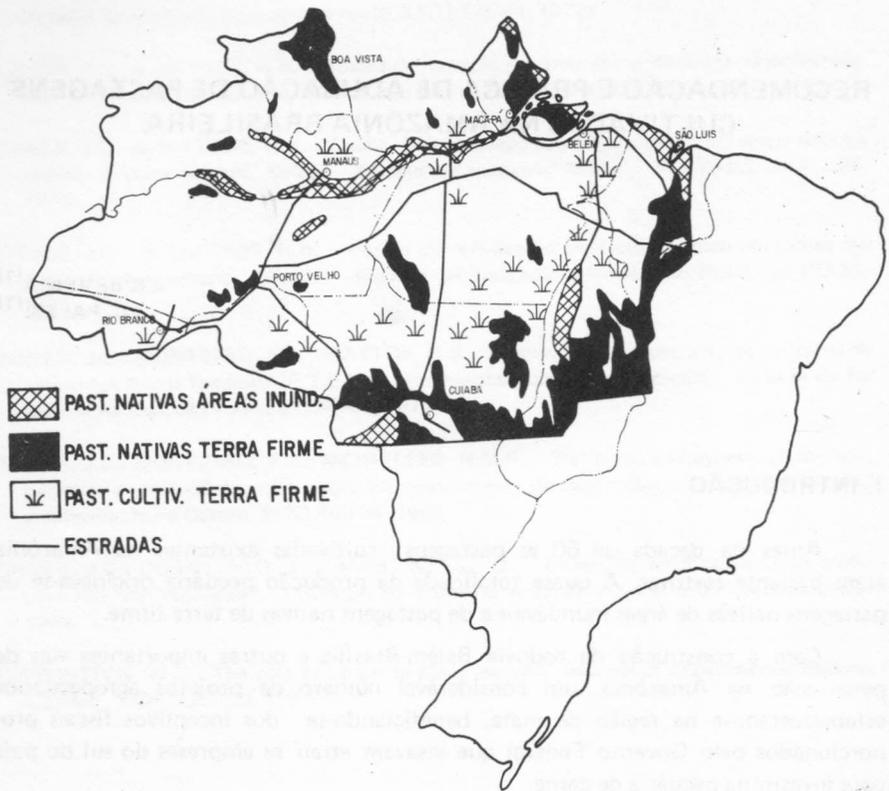


Figura 1. Pastagens da Amazônia Legal.

Este capítulo objetiva apresentar e discutir informações e resultados de pesquisa disponíveis sobre adubação de pastagens estabelecidas em áreas de floresta da Região Amazônica Brasileira.

2. A AMAZÔNIA LEGAL

A Amazônia Legal, criada por Decreto Lei de 1953, compreende os Estados do Pará, Amazonas, Acre e Rondônia, e os Territórios Federais do Amapá e Roraima. Essa imensa área inclui também parte do Estado do Maranhão (a Oeste do meridiano 44^oWG), de Goiás (ao norte do paralelo 13^o) e de Mato Grosso (ao norte do paralelo 16^o). A região corresponde a aproximadamente 59% do território nacional.

2.1. Clima

Os tipos climáticos Af, Am e Aw predominam na Amazônia Brasileira (BASTOS, 1982). De modo geral, nas áreas onde prevalecem os tipos climáticos Am e Aw, os mais característicos da região, podem-se distinguir dois períodos com respeito à precipitação: um chuvoso, que inicia-se em novembro/dezembro, prolongando-se até maio/junho, e outro, menos chuvoso, nos demais meses. Nas áreas onde ocorre o tipo Af, uma abundante precipitação se distribui mais ou menos uniformemente durante o ano todo. Quantitativamente, a precipitação na região atinge valores que variam entre 1.500 a 3.500mm anuais.

A umidade relativa na região é elevada, oscilando em torno de 90%. A luminosidade varia de 1.500 a 3.000 horas de brilho solar por ano.

As pastagens cultivadas em área de floresta concentram-se principalmente nas regiões de clima Aw e Am.

2.2. Vegetação

Os principais tipos de vegetação predominantes na região são: matas de terra firme, matas de várzeas, mata de igapó, campinas ou caatingas amazônicas, vegetação serrana e vegetação de mangue ou litorânea (PIRES, 1973).

As matas de terra firme, que cobrem uma área de $3,5 \times 10^8$ ha, assumem características distintas de acordo com o tipo climático predominante. A floresta tropical densa ocorre principalmente nos climas Af e Am e as florestas tropical aberta e semi-decídua, no clima Aw.

Na região de floresta, a maior parte das pastagens cultivadas localiza-se em áreas típicas de floresta aberta e, em menor escala, na área de floresta densa.

2.3. Solos

Contrastando com sua vegetação típica, os solos da Amazônia Brasileira, sob condições naturais, são considerados de baixa fertilidade. Os Latossolos (Oxissolos) predominam em cerca de 70% da região (FALESI, 1972). Esses solos caracterizam-se por apresentar um horizonte latossólico ou óxico, com boas características físicas, profundos, bem drenados, friáveis, com textura variando de média a muito argilosa. Os Latossolos apresentam baixo pH, elevados teores de alumínio trocável, baixos teores de bases trocáveis e fósforo. Fazem exceção, dentro deste grupo, o Latossolo Roxo, de ocorrência pequena, que possui uma fertilidade mais elevada, por ser eutrófico.

Outro grupo de solo de grande importância na Região Amazônica por sua extensão é o dos Podzólicos, que caracterizam-se por possuírem um horizonte textural ou argílico. As características físicas dos Podzólicos não são tão boas quanto as dos Latossolos, por causa do acúmulo de argila com a profundidade. O Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico (Ultissolo) é o mais representativo na região. A Tabela 1 apresenta a distribuição percentual das principais unidades de solos da Amazônia.

Tabela 1. Solos da Amazônia Brasileira-extensão e distribuição (Adaptado de BAENA, 1983).

Unidade ou grupo de solos	Extensão (10 ³ ha)	Porcentagem
Distróficos ^(a)	459.702	92,11
Gley Pouco Húmico e Gley Húmico ^(b)	19.000	3,81
Cambissolo-Alfissolo ^(c)	14.025	2,81
Terra Roxa Estruturada-Podzólico		
Vermelho-Amarelo Eutrófico ^(d)	4.075	0,82
Terra Roxa Estruturada ^(d)	1.625	0,33
Brunizen Avermelhado ^(d)	350	0,07
Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico ^(d)	275	0,05
Total	499.052	100,00

(a) Inclui Oxissolo, Ultissolo, Entissolo, Inceptissolo e Cambissolo;

(b) Entissolos (Várzeas);

(c) Eutróficos;

(d) Alfissolo.

Nas pastagens cultivadas em área de mata, os solos que predominam são o Latossolo Amarelo, o Latossolo Vermelho-Amarelo, o Latossolo Vermelho-Escuro e o Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico.

2.4. Características físicas e químicas dos solos

As características e manejo dos solos da Amazônia têm sido discutidos por FALESI (1972 e 1974), a nível nacional, e por COCHRANE & SÁNCHEZ (1982), a nível continental. As principais limitações edáficas foram discutidas por SÁNCHEZ & COCHRANE (1980).

Conforme o relato de COCHRANE e SÁNCHEZ (1982), cerca de 72% da Amazônia Continental tem topografia suave (0 a 8% de declividade). As áreas medianamente acidentadas (8 a 30% de declividade) somam 21% e as fortemente acidentadas (> 30% de declividade), apenas 7% da área total. Por causa da favorável combinação de declividades suaves com uniformidade textural do perfil, a erosão não parece ser um dos problemas principais na região. No entanto, sob manejo

inadequado, que diminua a cobertura vegetal por algum tempo, os solos, como os Latossolos e Podzólicos, podem ficar sujeitos à erosão laminar.

As principais limitações de fertilidade são acidez elevada, deficiência de P, baixa capacidade de troca de cátions e deficiência de N, K, S, Ca, Mg, B, Cu e Zn. Além disso, deve-se mencionar a alta capacidade desses solos para fixar P aplicado através da adubação (SÁNCHEZ & COCHRANE, 1980). A Tabela 2 apresenta a extensão de algumas características químicas dos solos bem drenados da Amazônia Continental, por ecossistemas.

Essas limitações químicas, no entanto, são características do solo sob condições naturais, com a cobertura vegetal original. Para utilização agropecuária, essa vegetação original é geralmente derrubada e queimada antes do plantio das culturas ou das pastagens. Como resultado da incorporação no solo das cinzas proporcionadas pelas queimadas, ocorrem grandes modificações, principalmente nas propriedades químicas do solo. Há um aumento do pH, das bases trocáveis e do P, e uma redução do Al trocável e da porcentagem de saturação de Al (FALESI et alii, 1980; SÁNCHEZ & SALINAS, 1981). Por outro lado, é possível que a redução no teor de Al trocável possa reduzir a capacidade de fixação de P (SÁNCHEZ & UEHARA, 1980).

Essas modificações no solo, com a queimada, garantem o sucesso, pelo menos nos primeiros anos, dos cultivos de subsistência. A reutilização da área, no processo de agricultura itinerante, fica, no entanto, dependendo de um período de pousio necessário ao acúmulo de biomassa (formação da capoeira), visando o próximo ciclo de cultivo. A dinâmica do ecossistema de pastagens cultivadas em área de floresta será discutida a seguir.

3. ECOSSISTEMA DE PASTAGENS CULTIVADAS EM ÁREAS DE FLORESTA

As mudanças ecológicas ocorridas com o desmatamento de grandes extensões da Floresta Amazônica para implantação de pastagem têm sido, nos últimos anos, objeto de grande polêmica, tendo em vista as implicações relacionadas com a preservação dos recursos naturais da região.

Como resultado da incorporação de grandes quantidades de nutrientes durante a queima da floresta (Tabela 3), as pastagens estabelecidas apresentam uma alta produtividade nos primeiros anos. Entretanto, após 5 a 7 anos de utilização, um declínio da produção forrageira é bastante evidente, principalmente nas pastagens de colônia.

A dinâmica das pastagens cultivadas formadas em áreas de floresta tropical úmida tem sido discutida por SERRÃO et alii (1979) e TOLEDO & SERRÃO (1982). Todos os modelos propostos indicam as mudanças na fertilidade do solo após a queimada como a principal razão para o declínio paulatino da produção das

Tabela 2. Extensão de algumas características químicas dos solos bem drenados da Amazônia Continental (Adaptado de COCHRANE & SÁNCHEZ, 1982).

Características	Floresta tropical chuvosa	Floresta semi-decídua	Savanas
----- Milhões de ha -----			
pH (H ₂ O)			
< 5,3	98,3	207,5	21,0
5,3--7,3	22,7	17,1	3,3
Matéria orgânica (%)			
> 4,5	16,1	22,8	2,6
1,5--4,5	101,5	172,9	17,9
< 1,5	3,3	28,7	3,6
Saturação de Al (%)			
> 70	85,8	150,7	9,5
40--70	7,8	50,9	7,4
10--40	5,4	7,2	5,8
< 10	21,8	15,6	10,6
Ca trocável (e.mg/100g)			
> 4,0	25,6	28,4	1,0
0,4--4,0	38,8	71,7	9,5
< 0,4	56,5	124,4	13,7
Mg trocável (e.mg/100g)			
> 0,8	27,5	33,2	1,5
0,2--0,8	37,6	91,5	14,6
< 0,2	55,8	96,9	8,3
K trocável (e.mg/100g)			
> 0,3	15,3	16,4	0,5
0,15--0,3	26,0	48,7	9,4
< 0,15	79,7	159,4	14,4
CTC* efetiva (e.mg/100g)			
> 8	42,7	48,2	2,1
4--8	76,5	126,4	4,2
< 4	1,8	49,7	18,1
P disponível (ppm)			
> 7	7,9	6,1	0,0
3--7	47,4	52,2	9,2
< 7	65,7	166,1	15,1

* Capacidade de troca catiônica.

Tabela 3. Nutrientes contidos nas cinzas provenientes da queimada de uma mata secundária de 17 anos; Yurimaguas, Peru (SEUBERT et alii, 1977).

Elementos	Composição	Incorporação (kg/ha)
N	1,72%	67
P	0,15%	6
K	0,97%	38
Ca	1,91%	75
Mg	0,41%	16
Mn	0,19%	7,3
Fe	0,19%	7,6
Cu	81 ppm	0,3
Zn	137 ppm	0,5

pastagens com o tempo, culminando com a sua degradação (Figura 2). Embora o nível da maioria dos nutrientes decresça com os anos, há evidências de que a drástica redução nos níveis de P é a mais crítica variação na fertilidade do solo (Tabela 4). Isto também se reflete numa gradual modificação na composição botânica da comunidade da pastagem em direção a um completo domínio de "juquira" (termo regional para o conjunto de plantas invasoras de pastagem). Nessas condições, a erosão é menor do que se pode supor, porque, com a degradação, as pastagens são transformadas em capoeiras, que protegem o solo (SÁNCHEZ & COCHRANE, 1980).

O processo de degradação das pastagens é acelerado sob condições particulares de solo. Parece que solos mais pesados ou mais argilosos são mais propensos à degradação do que solos mais leves ou arenosos (FALESI, 1976; SERRÃO et alii, 1979). Também, outros fatores importantes são a espécie forrageira e a eficiência no estabelecimento e no manejo da pastagem (SERRÃO et alii, 1979). Por essa razão, é plenamente justificável que pastagens bastante exigentes em nutrientes, como as de colônia, sejam mais facilmente degradadas quando plantadas em solos pesados e manejadas sob altas lotações animais, em sistemas de pastejo contínuo ou com insuficiente descanso.

A prática adotada para prolongar o período produtivo das pastagens cultivadas tem sido o controle periódico das plantas invasoras de pasto por métodos manuais, químicos, físicos ou integrados, o que é geralmente associado a queimadas, seguido de "vedação" do pasto (descanso variável). A eficiência desse controle diminui com o tempo, tornando a operação de limpeza mais freqüente, uma vez

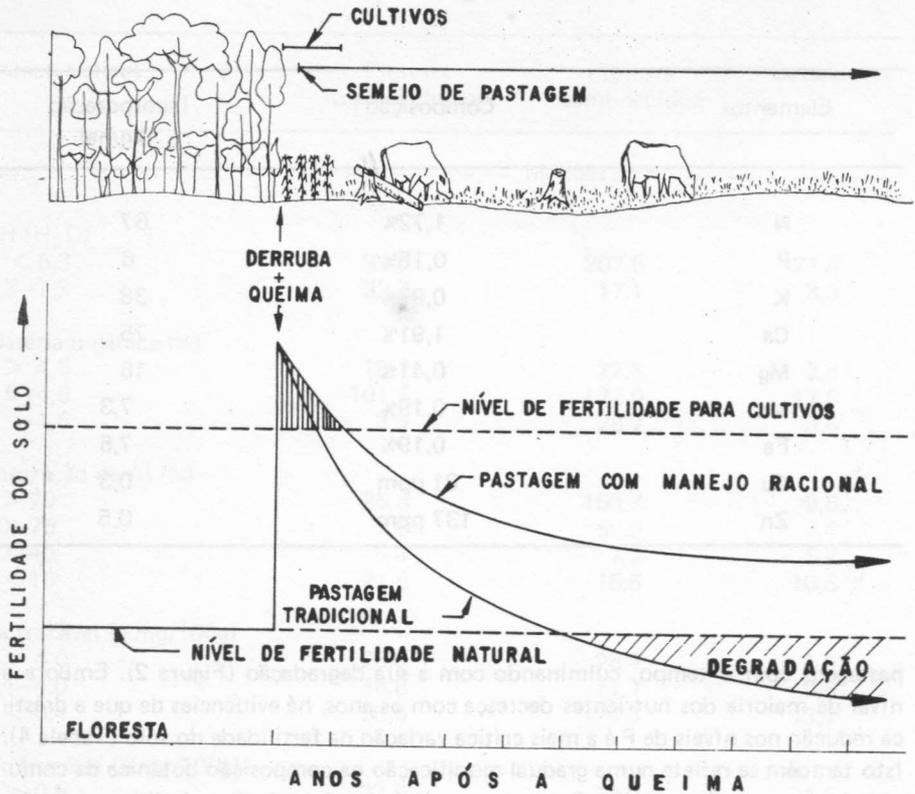


Figura 2. Concepção gráfica das mudanças no solo e nas pastagens cultivadas (TOLEDO & SERRÃO, 1982).

que a capacidade de rebrota das gramíneas também fica comprometida por fatores edáficos, além da competição com as plantas invasoras (SERRÃO & FALESI, 1977).

Vários fatores contribuem para a predominância de plantas invasoras nas pastagens degradadas. Essas plantas, além de serem adaptadas às condições ecológicas da região, por serem nativas, geralmente não são consumidas pelos animais, ao contrário das gramíneas introduzidas. Por outro lado, as limitações químicas do solo afetam mais as gramíneas, de raiz superficial, que a maioria das invasoras, por possuírem raízes profundas, podendo absorver nutrientes e água das camadas mais profundas do solo.

Tabela 4. Características de um Latossolo Amarelo textura muito argilosa sob floresta e sob pastagem de colômbio de diversas idades em Paragominas (PA); 0–20cm de profundidade (Adaptado de FALESI, 1976).

Origem do solo	Argila total (%)	Análise da Matéria Orgânica (%)		pH (H ₂ O)	Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (e.mg/100g de solo)	Al ³⁺	K (ppm)	P	Saturação em bases (%)	Saturação em Al ³⁺ (%)
		M.O.	N							
Floresta	65	2,79	0,16	4,4	1,47	1,8	23	1	16	53
Pasto de 1 ano	50	2,04	0,09	6,5	7,53	0,0	31	10	76	0
Pasto de 3 anos	60	3,09	0,18	6,9	7,80	0,0	78	11	85	0
Pasto de 4 anos	55	2,20	0,11	5,4	3,02	0,2	62	2	40	6
Pasto de 5 anos	50	1,90	0,10	5,7	2,81	0,2	66	3	42	6
Pasto de 6 anos	51	1,90	0,09	6,0	3,84	0,0	74	7	56	0
Pasto de 7 anos	48	1,77	0,08	5,7	2,61	0,0	47	1	47	0
Pasto de 8 anos	52	1,69	0,08	5,4	2,10	0,0	39	1	40	0
Pasto de 9 anos	50	2,34	0,11	5,9	4,10	0,1	70	2	52	2
Pasto de 11 anos	45	3,37	0,15	6,0	4,10	0,0	86	1	51	0
Pasto de 13 anos*	62	2,80	0,20	5,6	4,80	0,0	54	1	57	0

* Pastagem em avançado estágio de degradação.

4. UTILIZAÇÃO DE PASTAGENS SEM FERTILIZAÇÃO

Em vista do exposto, e considerando a situação atual de maneira mais realista, é aconselhável o uso de todos os meios, genéticos ou de manejo, para racionalizar a utilização dos recursos naturais antes de se decidir pela modificação das condições do solo, através do uso de fertilizantes e/ou corretivos.

4.1. Uso de germoplasma com baixo requerimento de nutrientes

O emprego de plantas forrageiras adaptadas às condições de baixa fertilidade dos solos regionais é uma tecnologia de baixo insumo. Trata-se de se conviver com as limitações edáficas do solo ao invés de se tentar corrigir as suas características para atender as exigências das plantas. No contexto regional, as espécies mais adequadas seriam aquelas capazes de sustentar uma produção aceitável sem fertilização e, concomitantemente, possuir a capacidade de utilizar, o mais eficientemente possível, a maior fertilidade nos primeiros anos após a queima.

Há evidências de que as espécies forrageiras devam ser selecionadas mais para tolerar as condições de baixos teores de nutrientes do que a toxidez do solo, uma vez que as modificações favoráveis ocasionadas pela queima, nos teores de pH, Al trocável e porcentagem da saturação de Al, persistem por muito tempo no ecossistema de pastagens cultivadas (FALESI, 1976). Além do mais, algumas espécies tropicais, como jaraguá e colônião, são tolerantes a essas limitações do solo e ao mesmo tempo têm relativamente maiores requerimentos por nutrientes (TOLEDO, 1984).

A tolerância das forrageiras a níveis baixos de fertilidade do solo pode ser comparada através da medida do requerimento interno dos nutrientes minerais essenciais. Essa metodologia permitiu que ANDREW & ROBINS (1971) encontrassem significantes diferenças na porcentagem de P necessária para produções máximas no tecido de diversas forrageiras tropicais.

A Tabela 5 ilustra a variabilidade dos requerimentos nutricionais para P, K, Ca, Mg e S nos tecidos de algumas forrageiras tropicais. Observa-se que gramíneas do gênero *Brachiaria* e a espécie *Andropogon gayanus* apresentam menores exigências em P e Ca do que colônião e jaraguá. Existem também marcantes variações entre as leguminosas.

4.2. Uso de germoplasma com alta capacidade de competição

A competitividade das espécies forrageiras é tão importante quanto a adaptação à baixa fertilidade dos solos. Entre os fatores ecofisiológicos envolvidos no mecanismo de competição por luz, água e nutrientes, o hábito de crescimento das plantas parece ser muito importante. Plantas estoloníferas ou decumbentes, como o quicuí-da-amazônia, têm apresentado grandes vantagens em relação a outras com respeito à capacidade de dominar as plantas invasoras (VEIGA & LIMA, 1985) e mesmo outras gramíneas.

Tabela 5. Requerimentos nutricionais de alguns nutrientes no tecido de algumas forrageiras tropicais (TOLEDO, 1984).

	P	K	Ca	Mg	S
----- % -----					
GRAMÍNEAS					
<i>Panicum maximum</i>	0,17	1,15	0,60	0,20	0,15
<i>Hyparrhenia rufa</i>	0,16	1,06	0,34	0,22	0,14
<i>Andropogon gayanus</i>	0,10	0,95	0,23	0,13	0,13
<i>Brachiaria brizantha</i>	0,09	0,82	0,37	0,24	0,12
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	0,13	0,98	0,25	0,22	0,12
<i>Brachiaria decumbens</i>	0,08	0,83	0,37	0,21	0,12
<i>Brachiaria humidicola</i>	0,08	0,74	0,22	0,16	0,11
LEGUMINOSAS					
<i>Stylosanthes humilis</i>	0,27	0,60	2,00	0,25	0,14
<i>Stylosanthes guianensis</i>	0,16	0,82	0,85	0,30	0,14
<i>Stylosanthes capitata</i>	0,12	1,13	0,97	0,22	0,12
<i>Stylosanthes macrocephala</i>	0,10	0,93	0,78	0,20	0,14
<i>Pueraria phaseoloides</i>	0,22	1,22	1,04	0,20	0,17
<i>Centrosema pubescens</i>	0,18	1,40	0,98	0,24	0,16
<i>Centrosema macrocarpum</i>	0,16	1,24	0,72	0,22	0,16
<i>Zornia latifolia</i>	0,12	1,16	0,82	0,20	0,14
<i>Desmodium ovalifolium</i>	0,10	1,03	0,74	0,21	0,12

Um outro mecanismo importante na capacidade de competição das plantas forrageiras na comunidade da pastagem é a produção e a viabilidade de sementes. Essa qualidade é bastante característica no capim andropogon. Apesar do ambiente regional não ser favorável à produção de sementes de forrageiras por motivos climáticos ou fitopatológicos, essa espécie, de hábito entouceirado, apresenta uma grande produção de sementes que, após a germinação, ajudam a preencher os espaços vazios deixados na pastagem.

Esses mecanismos naturais, que ajudam a competição da pastagem com a comunidade de invasoras, atuam tanto no aumento da produtividade como na persistência da pastagem.

Outros aspectos, como resistência às pragas e às doenças, e também o manejo da pastagem, são deveras importantes no desempenho das pastagens sem o uso de fertilizantes na Amazônia. Tanto o uso de germoplasma apropriado para as condições locais, como o manejo utilizado, são fatores essenciais no eficiente aproveitamento dos escassos nutrientes disponíveis no sistema através da reciclagem.

5. CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS CULTIVADAS

Nos tópicos anteriores mostrou-se que logo após a derrubada e a queima da floresta não ocorrem limitações de ordem química no solo que impeçam a obtenção de elevadas produções forrageiras, mesmo com espécies pouco adaptadas. A queda de produtividade só começa a ser notada 5 a 7 anos depois, quando os níveis de nutrientes, como P e outros, baixam a níveis não toleráveis para as plantas. Nessas condições, a compactação do solo pode ser considerada como um fator agravante.

Por esse motivo, qualquer esforço para aumentar a produtividade das pastagens cultivadas na Amazônia está sempre ligado à idéia de recuperação da pastagem degradada ou de evitar essa degradação.

A tecnologia de baixo insumo é a mais adequada para aumentar o potencial produtivo das pastagens regionais. Ocupando extensas áreas, quase sempre de difícil acesso, essas pastagens dificilmente responderiam economicamente a uma tecnologia cara, tendo em vista os atuais custos dos insumos modernos. Por outro lado, a taxa de exportação de nutrientes na pecuária é baixa em relação à maioria dos cultivos anuais, visto que o animal devolve ao solo grande parte dos nutrientes consumidos (70–80%).

Os princípios em que atualmente se baseiam as recomendações de adubação de pastagem em áreas de floresta da Amazônia Brasileira foram obtidos nos últimos dez anos em trabalhos coordenados pelo Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU) da EMBRAPA (FALES, 1976; SERRÃO et alii, 1979; EMBRAPA, 1980). Nesses estudos ficou evidenciado que o P é o elemento nutritivo, tanto das plantas como dos animais, que mais limita a produção pecuária regional.

5.1. Calagem

A queima da floresta, usada no estabelecimento de pastagem (ver item 2.4), parece impor modificações prolongadas no solo que tornam desnecessária a prática de calagem para produção de forragem. Nos experimentos de fertilização de solos de pastagens degradadas de áreas de mata, realizados no Projeto de Melhoramento de Pastagem da Amazônia Legal – PROPASTO (EMBRAPA, 1980), o efeito da calagem na produção forrageira foi praticamente nulo. Isto foi evidente, por exem-

plo, quando o calcário, na base de 1000kg/ha, foi aplicado juntamente com a adubação fosfatada ao nível de 50kg/ha de P_2O_5 em Paragominas (PA) (Tabela 6).

Tabela 6. Efeito de fósforo, calcário e micronutrientes na produção de matéria seca e teor de fósforo do capim colonião em solo de pastagem degradada de Paragominas (PA); Latossolo Amarelo textura muito argilosa; produção obtida 45 dias após a emergência (Adaptado de EMBRAPA, 1980).

Tratamentos (kg/ha)			M.S. (g/vaso)	P (% na MS)
P_2O_5	$CaCO_3$	FTE ⁽¹⁾		
0	0	0	1,5	0,08
25	0	0	3,5	0,20
50	0	0	5,4	0,16
50	1000	0	5,6	0,33
-50	0	30	4,6	0,35

(1) Mistura comercial de micronutrientes.

Em Rondônia, GONÇALVES et alii (1984) testaram níveis crescentes de calcário dolomítico (0 a 18.000kg/ha) no crescimento de quicuío-da-amazônia em três diferentes locais. Em Porto Velho (Latossolo Amarelo) a produção de forragem não foi incrementada além do nível de 600kg/ha, enquanto em Presidente Médici (Podzólico Vermelho-Amarelo) este ponto foi alcançado aos 400kg/ha. No entanto, em Vilhena (Latossolo Vermelho-Amarelo) não foi obtida resposta à calagem.

Esses dados sugerem que a aplicação de calcário como corretivo do solo em pastagem degradada de área de floresta é prática desnecessária. As respostas observadas, em alguns casos, a níveis baixos de calcário dolomítico, podem ser explicadas pelo atendimento das exigências das plantas em Ca e Mg.

5.2. Determinação dos elementos críticos

Em vários locais da Amazônia foram conduzidos experimentos em áreas de pastagens degradadas com o objetivo de se avaliar o efeito de macro e microelementos na produção de capim colonião. A Tabela 7 mostra os resultados obtidos em três locais. Observa-se que, em todos os locais, o elemento mais crítico foi o P,

Tabela 7. Produção relativa de colônião com adubação completa menos um elemento e sem adubação, em área de pastagem degradada (TOLEDO & SERRÃO, 1982).

Adubação	Local		
	Paragominas ⁽¹⁾ (PA)	Sul do ⁽²⁾ Pará (PA)	Rod. Manaus ⁽¹⁾ Itacoatiara (AM)
	----- % -----		
Completa (C)	100	100	100
C - N	101	90	120
C - P	45	37	36
C - K	75	62	84
C - S	87	74	106
C - Ca	91	84	84
C - FTE*	85	74	104
Sem adubação	33	33	41

(1) Latossolo Amarelo textura muito argilosa;

(2) Areias Quartzosas;

* Mistura comercial de micronutrientes.

cuja ausência na adubação completa proporcionou as mais drásticas reduções na produção forrageira. O efeito de K, N, S, Ca e micronutrientes não pareceu ser tão importante, embora em outros estudos (SERRÃO et alii, 1979), níveis mais altos de P (150kg/ha de P_2O_5) mostraram sintomas de deficiência de K, sugerindo que, nesses casos, a adubação potássica pode ser necessária. Os resultados obtidos na ausência de Ca (aplicado na quantidade de 1t/ha de $CaCO_3$) pareceram reforçar a idéia de que a calagem é prática desnecessária nas condições de pastagens cultivadas em áreas de mata, face às modificações químicas prolongadas impostas ao solo pela queima da floresta.

5.3. Interação forrageira x adubação fosfatada

As exigências em fósforo certamente variam com o potencial genético das plantas. A Figura 3 mostra a resposta de três gramíneas e quatro leguminosas utilizadas, ou potencialmente utilizáveis, na rodovia Manaus—Itacoatiara (AM). O colônião e o jaraguá pareceram responder mais à adubação fosfatada que o qui-

Fig. 3

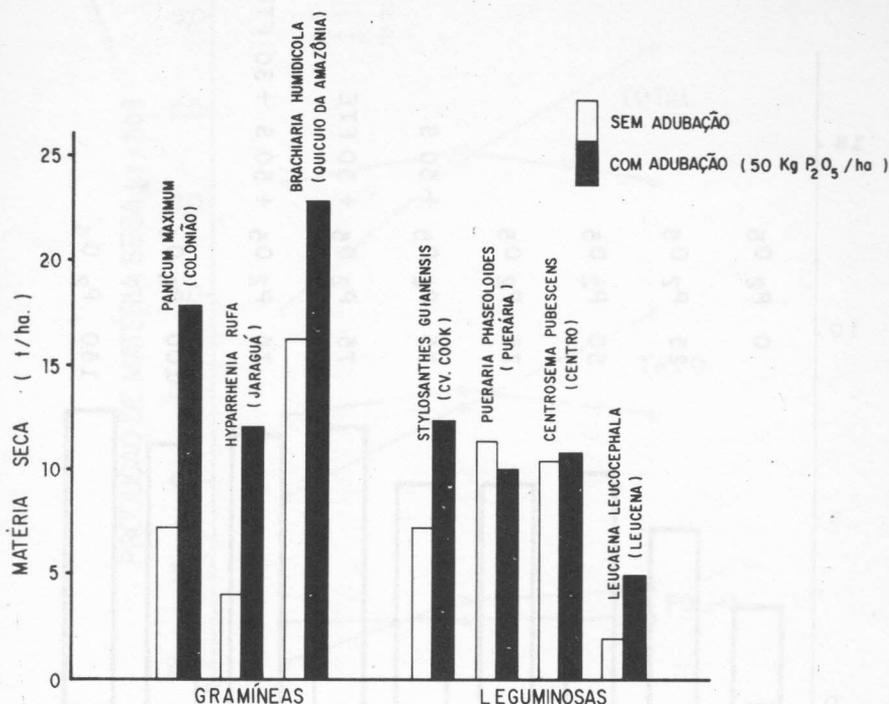


Figura 3. Produção de gramíneas e leguminosas, com e sem adubação fosfatada, num Latossolo Amarelo textura muito argilosa, sob pastagem degradada de Paragominas (PA) (SERRÃO et alii, 1979).

cuio-da-amazônia que, mesmo sem adubação, apresentou uma produção bastante satisfatória. Também é evidente que as leguminosas tendem a ser mais tolerantes a baixos níveis de fósforo do que as gramíneas. Este fato foi confirmado nos estudos conduzidos por KOSTER et alii (1977), tanto em Paragominas como em Mato Grosso.

5.4. Determinação do nível "ótimo" de fósforo

Vários estudos têm sido conduzidos objetivando determinar o nível mais adequado da adubação fosfatada na recuperação de pastagens degradadas de capim colônião (SERRÃO et alii, 1979). A adubação fosfatada, variando de 0 a 150kg/ha de P₂O₅, foi aplicada a lanço. O nível intermediário de 75kg/ha de P₂O₅ também recebeu micronutrientes (FTE) e/ou S. Os dados obtidos em Paragominas (Figura 4) mostram que níveis tão baixos como 50kg de P₂O₅ são suficientes para,

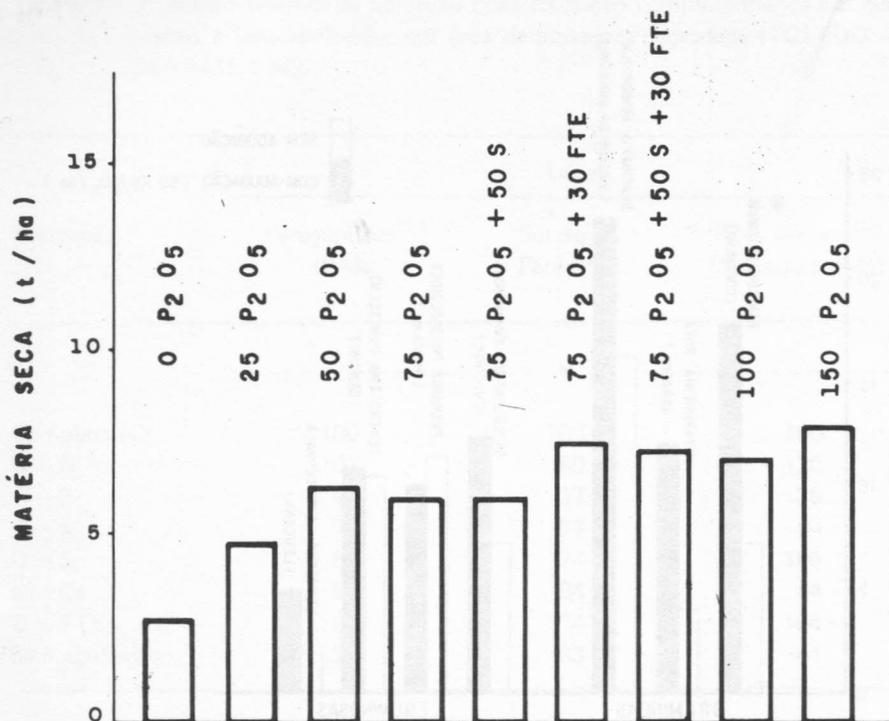


Figura 4. Produção de uma pastagem de colônião de 13 anos, em avançado estágio de degradação, adubada com fósforo, enxofre e micronutrientes, em Latossolo Amarelo textura muito argilosa de Paragominas (PA) (SERRÃO et alii, 1979).

praticamente, dobrar a produção forrageira. Embora se observem respostas positivas com o aumento do P aplicado, pode-se constatar que, a curto prazo, não há necessidade de se aplicar níveis maiores que 50kg/ha de P₂O₅. A adição de S e de micronutrientes não afetou acentuadamente a resposta ao nível intermediário de P. Resultados semelhantes foram obtidos no sul do Pará e na rodovia Manaus-Itacoatiara (SERRÃO et alii, 1979) e Paragominas (KOSTER et alii, 1977).

A resposta do capim andropógon, em fase de estabelecimento, a níveis baixos de P e N foi recentemente estudada (VEIGA et alii, 1985). O solo era um Latossolo Amarelo textura muito argilosa sob uma pastagem degradada. Os resultados (Figura 5) mostram que apenas o P favoreceu o estabelecimento do andropógon. Tanto a produção total de forragem, como a de talo, aumentaram linearmente com a aplicação de P, enquanto a produção de folhas não aumentou além do nível de 25kg/ha de P₂O₅. Esse mesmo estudo mostrou que não houve influência nem de P nem de N na qualidade da forragem produzida.

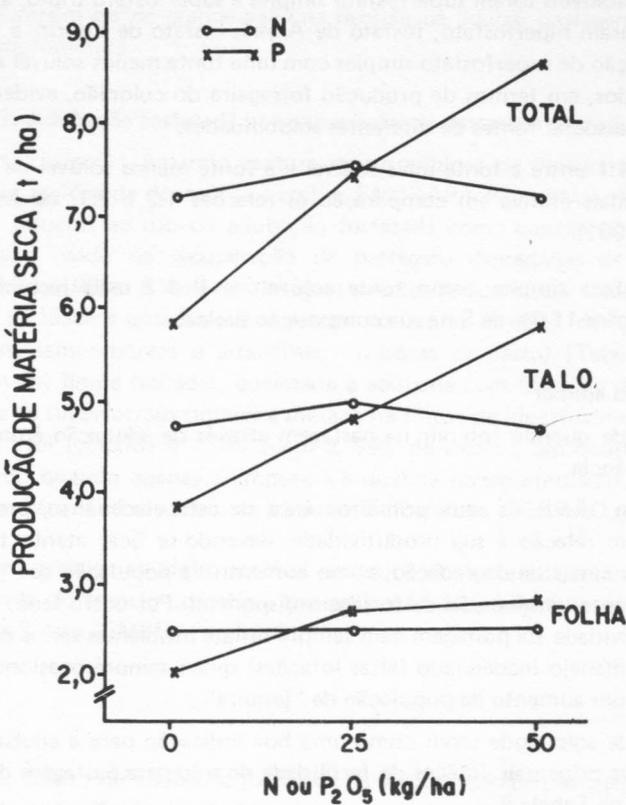


Figura 5. Estabelecimento de andropogon com fósforo e nitrogênio num Latossolo Amarelo textura muito argilosa de Paragominas (PA) (VEIGA et alii, 1985).

Esses dados e outros obtidos em diferentes locais (EMBRAPA, 1980), indicam que numa estratégia de baixo uso de insumo, 50kg/ha de P_2O_5 é um nível adequado de adubação fosfatada.

5.5. Fontes de fósforo

Com respeito à adubação fosfatada, tem sido recomendado (CATI, 1974) o uso combinado de duas fontes de P, uma solúvel e outra menos solúvel. Com isso, espera-se que a fonte mais solúvel forneça, a curto prazo, o P necessário para o rápido crescimento inicial, período crítico de competição com as plantas invasoras. A fonte menos solúvel (fosfatos de rocha) seria liberada paulatinamente com o tempo, possibilitando a persistência da pastagem.

TEIXEIRA NETO et alii (1983) testaram em casa de vegetação a combinação (1:1) de várias fontes solúveis com fontes não solúveis de P, na base de 50kg/ha de

P_2O_5 . As fontes solúveis foram superfosfato simples e superfosfato triplo; as fontes menos solúveis foram hiperfosfato, fosfato de Araxá, fosfato de Yoorin e "Fosfac 100". A combinação de superfosfato simples com uma fonte menos solúvel apresentou bons resultados, em termos de produção forrageira do colômbio, evidenciando a vantagem de se associar fontes de diferentes solubilidades.

A relação 1:1 entre a fonte mais solúvel e a fonte menos solúvel de fósforo tendeu a ser a mais efetiva em comparação às relações 1:2 e 2:1, no ensaio de GONÇALVES (1981).

O superfosfato simples como fonte solúvel de P é a mais recomendável, pois contém também 11,6% de S na sua composição básica.

5.6. Quando adubar

A decisão de quando intervir na pastagem através de adubação é um ponto de grande importância.

A pastagem, desde os seus primeiros anos de estabelecimento, precisa ser acompanhada com relação à sua produtividade, devendo-se ficar atento tão logo sejam observados sinais de degradação, como aumento da população de "juquira" e, conseqüentemente, diminuição da forragem disponível. Por outro lado, uma redução na produtividade da pastagem nem sempre reflete problemas sérios de fertilidade do solo. O manejo inadequado (altas lotações) quase sempre ocasiona prejuízos à pastagem, com aumento da população de "juquira".

A análise de solo pode servir como uma boa indicação para a adubação. Os níveis críticos dos principais índices de fertilidade de solo para pastagens da região são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Níveis críticos de alguns índices de fertilidade de solo (0-20cm) para pastagens cultivadas da Amazônia (DIAS FILHO & SERRÃO, 1982).

Índices	Nível crítico
Fósforo	5 ppm
Potássio	60 ppm
Cálcio + Magnésio	2 e.mg %
Alumínio	0,3 e.mg %
Matéria orgânica	1,5%
pH	5,5

Informações adicionais sobre a idade da pastagem, queimas e tipo de solo, podem também ser de grande valia na decisão de adubar pastagens com produtividade comprometida.

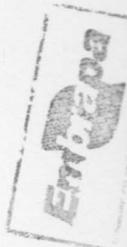
5.7. Adubação fosfatada na recuperação de pastagens degradadas

Em Latossolo Amarelo textura muito argilosa de Paragominas, assim como em outras regiões da Amazônia Legal, a EMBRAPA tem obtido resultados relevantes com respeito ao uso da adubação fosfatada como componente de um pacote tecnológico usado na recuperação de pastagens degradadas de capim colômbio (EMBRAPA, 1980). A área de pastagem selecionada para esse estudo tinha cerca de 13 anos de idade e uma biomassa vegetal contendo 75–80% de "juquira" (plantas herbáceas, semi-arbóreas e arbustivas, invasoras de pasto) (Tabela 9). Quando a pastagem foi limpa (roçada), queimada e adubada com 50kg/ha de P_2O_5 (metade na forma de superfosfato simples e metade na forma de hiperfosfato), a biomassa de "juquira" foi reduzida a $\pm 5\%$ (com $\pm 95\%$ de capim), em contraste com $\pm 50\%$ alcançando quando apenas a limpeza e a queima foram efetuadas. O teor de P no capim também foi acrescido com a adubação fosfatada (SERRÃO et alii, 1979).

Com respeito ao efeito residual da adubação fosfatada, há indicações de que, dependendo do manejo adotado, nova aplicação do fertilizante somente será necessária após 3 anos (EMBRAPA, 1980).

Tabela 9. Efeito da adubação fosfatada na recuperação de pastagens degradadas de colômbio; avaliação feita 4 meses após a aplicação dos tratamentos (SERRÃO et alii, 1979).

Tratamento	Forragem disponível (t/ha)	"Juquira" (%)	P no capim (%)
Pasto degradado	—	75–80	—
Limpeza + queima	1,5	± 50	0,08
Limpeza + queima + 50kg/ha de P_2O_5	5,0	± 5	0,13



Num programa de recuperação e melhoramento de pastagens as intervenções devem ser feitas de acordo com a situação, desde pastagens ainda produtivas até aquelas em avançada fase de degradação (Figura 6). Essa tecnologia pode incluir as seguintes operações, de acordo com o caso (EMBRAPA, 1980):

- a) Limpeza da pastagem seguida ou não de queima da biomassa, dependendo da quantidade de "juquira" e da época do ano;
- b) Descompactação parcial da área, necessária muitas vezes para melhorar a estrutura do solo;
- c) Adubação fosfatada a lanço na base de 50kg/ha de P_2O_5 (metade na forma de superfosfato simples e metade na forma de fosfato de rocha);
- d) Semeio de leguminosas forrageiras como puerária (*Pueraria phaseoloides*) e centrosema (*Centrosema pubescens*) no início das chuvas, com objetivo de incorporar N atmosférico ao sistema e melhorar a qualidade forrageira, principalmente na seca;
- e) Conforme o grau de degradação da pastagem, plantio, durante ou logo após a adubação, de gramíneas mais adaptadas às condições de baixa fertilidade do solo e mais competitivas. As espécies recomendadas são quicuidamazônia e andropogon, que podem ser plantadas em toda a área ou nos espaços deixados pela pastagem original;
- f) Descanso necessário da pastagem para permitir a sua plena restauração.

Comparando-se os custos para formação e infraestrutura de novas pastagens em áreas virgens, o melhoramento ou a recuperação de pastagens é mais econômico, mesmo sem considerar a aquisição de novas áreas (Tabela 10).

5.8. Adubação fosfatada e leguminosas na produção animal

A adubação fosfatada e a introdução de leguminosas na pastagem parecem ser o ponto chave para a produção de carne nos trópicos. No entanto, ainda não existe na região uma tecnologia que possibilite introduzir e manejar satisfatoriamente leguminosas em pastagens cultivadas por tempo prolongado. Por outro lado, são poucos os dados experimentais que mostram a contribuição dessa tecnologia na produção animal.

Na Tabela 11 é mostrado o efeito da adubação fosfatada e de leguminosas na produção animal em pastagens de colônia em Paragominas (PA) (KITAMURA et alii, 1982).

A recuperação com adubação fosfatada e introdução de leguminosas aumentou as capacidades de suporte potencial e final da pastagem e, conseqüentemente, proporcionou maior produção animal por hectare. A pressão de pastejo afetou posi-

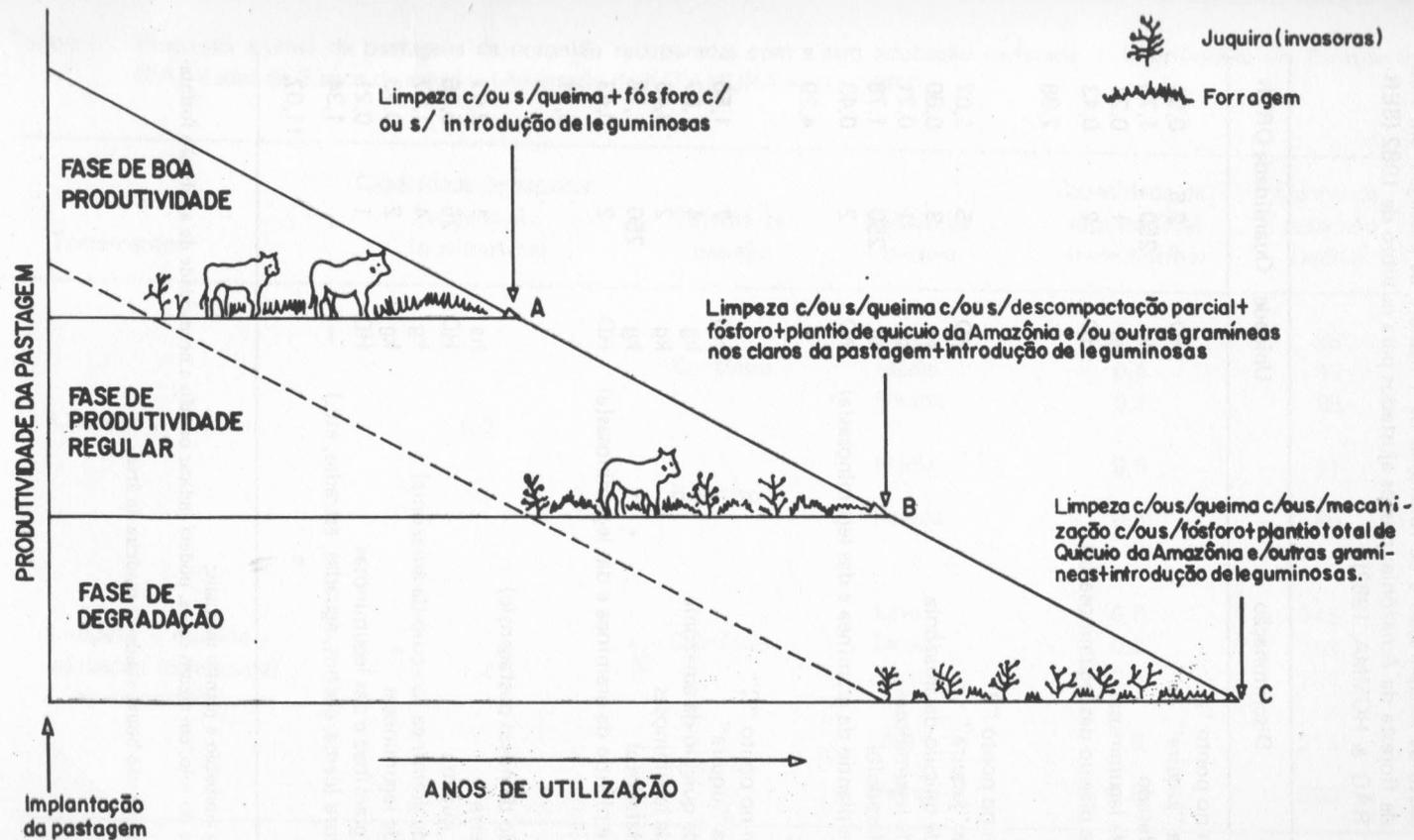


Figura 6. Intervenções de melhoria ou recuperação de pastagem de acordo com a produtividade (DIAS FILHO & SERRÃO, 1982).

Tabela 10. Custo de recuperação e de formação de 1 hectare de pastagem em área de floresta da Amazônia; preços ajustados para outubro de 1982 (SERRÃO & HOMMA, 1982).

Discriminação	Unidade	Quantidade ORTN	
— Pastagem no ponto "A"			
Limpeza da "juquira"	HD	2,5	0,54
Adubo fosfatado	kg	250	1,78
Sementes de leguminosas	kg	1	0,21
Adubação e plantio das leguminosas(a)	HD	2	0,43
Total			2,98
— Pastagem no ponto "B"			
Limpeza da "juquira"	HD	5	1,07
Sementes de quicuío-da-amazônia	kg	3	0,80
Sementes de leguminosas	kg	1	0,21
Adubo fosfatado(b)	kg	250	1,78
Adubação e plantio da gramínea e das leguminosas(a)	HD	2	0,43
Total			4,29
— Pastagem no ponto "C"			
Limpeza da "juquira"	HD	7	1,50
Sementes de quicuío-da-amazônia	kg	4	1,07
Sementes de leguminosas	kg	2	0,43
Adubo fosfatado(b)	kg	250	1,78
Adubação e plantio da gramínea e das leguminosas(a)	HD	2	0,43
Total			5,21
— Formação de novas pastagens(c)			
Custo da terra	ha	1	2,67
Derruba + queima	HD	25	5,35
Sementes de gramínea (quicuío-da-amazônia)	kg	4	1,07
Sementes de leguminosas	kg	2	0,43
Plantio da gramínea e das leguminosas	HD	1	0,21
Infraestrutura (cerca, cochos, aguadas, estradas, etc.)	—	—	1,34
Total			11,07

(a) Supondo adubação e plantio manuais;

(b) A análise do solo, em alguns casos, poderá indicar ou não a necessidade de adubação fosfatada;

(c) Supondo que não houve venda de madeira da área.

Tabela 11. Produção animal de pastagens de colônia recuperadas com e sem adubação fosfatada + leguminosas, em Paragominas (PA); dados de 2 anos de estudos (Adaptado de KITAMURA et alii, 1982).

Tratamentos	Capacidade de suporte potencial (novilhos/ha)	Sistema de pastejo	Pressão de pastejo	Capacidade de suporte final (novilhos/ha)	Ganho de peso/ano (kg/ha)
Limpeza + queima	0,8	Contínuo	Leve	0,4	83
			Média	0,4	92
			Pesada	0,3	86
		Rotativo	Média	0,5	91
			Pesada	0,5	86
Limpeza + queima + adubação fosfatada(a) + leguminosas(b)	1,2	Contínuo	Leve	0,8	145
			Média	0,8	191
			Pesada	0,6	209
		Rotativo	Média	1,0	214
			Pesada	0,8	250

(a) 50kg/ha de P_2O_5 ;

(b) Puerária + Centrosema + *Stylosanthes guianensis*.

tivamente a produção de carne apenas na pastagem recuperada com fósforo + leguminosas. Contudo, a viabilidade econômica dessa tecnologia dependerá largamente de financiamentos acessíveis devido aos elevados investimentos requeridos (KITAMURA et alii, 1982).

6. CONCLUSÕES

a) Os solos nos quais se tem implantado as pastagens cultivadas da Região Amazônica não apresentam propriedades químicas satisfatórias, porém as propriedades físicas são muito boas;

b) Os nutrientes incorporados pela queima da vegetação original elevam significativamente a fertilidade do solo e possibilitam uma boa produtividade das pastagens de colônia estabelecidas em área de floresta. O período de boa produtividade, entretanto, dura 5 a 7 anos, dependendo do manejo do solo;

c) Entre as mudanças das propriedades químicas do solo que determinam a queda de produtividade da pastagem, a redução do teor de P é a mais crítica;

d) O uso de germoplasma com baixo requerimento de nutrientes e com alta capacidade de competição com as plantas invasoras do pasto, embora com menor produtividade, é uma alternativa válida quando não se pretende fazer a fertilização da pastagem;

e) Para o estabelecimento ou recuperação de pastagem na região de mata a calagem é desnecessária;

f) O fósforo é o elemento mais crítico para a produção forrageira na região. O nível recomendado para a adubação fosfatada é de 50kg/ha de P_2O_5 (metade na forma de superfosfato simples e metade na forma de fosfato de rocha), pelo menos a cada 3 anos;

g) A recuperação ou o melhoramento de pastagens na Amazônia têm sido feitos com sucesso através da limpeza, queima, descompactação do solo, adubação fosfatada, plantio de leguminosas e/ou plantio de gramíneas mais adaptadas, como quicuío-da-amazônia e andropogon;

h) A viabilidade econômica da tecnologia de recuperação e de melhoramento de pastagem, que inclui adubação fosfatada, só será possível através de financiamentos acessíveis, uma vez que são necessários elevados investimentos.