

# MANEJO INTENSIVO DE PASTAGENS

*Artur Chinelato de Camargo*

*André Luiz Monteiro Novo*

---

*EMBRAPA Pecuária Sudeste - São Carlos, SP*

*Junho 2009*

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>2. A ATIVIDADE LEITEIRA</b>	<b>7</b>
<b>3. CONCEITOS BÁSICOS DE MANEJO DE PASTAGENS</b>	<b>12</b>
3.1. Massa e Acúmulo de Forragem	12
3.2. Oferta ou Disponibilidade de Forragem	14
3.3. Resíduo Pós-Pastejo	15
3.4. Intensidade de Pastejo	16
3.5. Taxa de Lotação Animal	17
3.6. Eficiência de Pastejo	17
3.7. Seleção de Pastejo	18
3.8. Pastejo Contínuo e Pastejo Rotacionado	18
3.9. Pastejo de Ponta e Repasse	18
3.10. Lotação Fixa e Variável	19
<b>4. A PLANTA FORRAGEIRA</b>	<b>19</b>
<b>5. MANEJO DA PLANTA FORRAGEIRA</b>	<b>22</b>
<b>6. PASTEJO ROTACIONADO</b>	<b>26</b>
6.1. Ciclo de Pastejo	26
6.2. Escolha e Divisão da Área	27
6.3. Taxa de Lotação	28
6.4. Áreas de Descanso e Circulação dos Animais	29
6.5. Sombra	31
<b>7. FERTILIDADE DO SOLO</b>	<b>32</b>
7.1. Amostragem do Solo	32
7.2. Conceitos Básicos	37
7.2.1. Nutrientes	37
7.2.2. Formas de absorção	37
7.2.3. Lei do mínimo	39
7.2.4. Lei dos incrementos decrescentes	40
<b>8. MATÉRIA ORGÂNICA</b>	<b>40</b>
<b>9. CÁLCIO E MAGNÉSIO</b>	<b>41</b>
<b>10. FÓSFORO</b>	<b>44</b>
<b>11. ENXOFRE</b>	<b>46</b>
<b>12. MICRONUTRIENTES</b>	<b>48</b>
<b>13. POTÁSSIO</b>	<b>50</b>
<b>14. NITROGÊNIO</b>	<b>51</b>

## ÍNDICE

<b>15. INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE DO SOLO</b>	<b>55</b>
<b>16. DEGRADAÇÃO DAS PASTAGENS</b>	<b>79</b>
16.1. Definição	79
16.2. Causas da Degradação	80
16.2.1. Escolha da espécie forrageira	80
16.2.2. Manejo do pasto como causa da degradação	81
16.3. Reforma ou Recuperação ?	82
<b>17. LITERATURA CONSULTADA</b>	<b>84</b>

## 1. INTRODUÇÃO

No dia-a-dia do setor de difusão e transferência de tecnologia da Embrapa Pecuária Sudeste, recebemos diversas consultas e visitas, de técnicos e produtores, sobre manejo intensivo de pastagem para rebanhos leiteiros e também para gado de corte. Este grande interesse está relacionado com a necessidade de intensificação da atividade leiteira, com foco principal no aumento da produtividade dos fatores de produção, especialmente da terra, e consequente aumento na escala de produção.

A realidade das variações de preço do leite durante o ano, impõe a necessidade de maior eficiência e de redução dos custos, por meio do uso de tecnologias acessíveis à maioria dos produtores de leite.

Este cenário traz novamente o manejo intensivo de pastagens como uma das melhores alternativas de uso eficiente da terra, pois possibilita a produção de grande quantidade de forragem por área, aliada a bom valor nutricional desta forragem.

Entretanto, sabemos que essa tecnologia não é novidade há muito tempo. Sempre fica a questão: *Se é tão bom e barato porque todo mundo já não está fazendo? E o que dizer dos inúmeros produtores que tentaram, sem sucesso, aplicá-la em suas propriedades?*

As causas para a reduzida utilização do manejo intensivo de pastagens são de diversas origens. Vamos discutir rapidamente algumas delas.

Uma das mais importantes causas está relacionada à transferência da tecnologia. Na verdade, o próprio entendimento sobre o termo tecnologia tem sido confuso. Uma definição mais precisa para tecnologia é **CONHECIMENTO QUE APLICAMOS ÀS CIÊNCIAS BÁSICAS OU AOS PRODUTOS, FERRAMENTAS E PROCESSOS PARA DESENVOLVER UMA SOLUÇÃO PARA**

UMA NOVA NECESSIDADE. Outro fator citado como problemático na difusão de tecnologia é que o termo transferência implica que a tecnologia é uma entidade física, como uma cadeira ou uma máquina, que pode ser transferida da posição A para B. Na realidade, a transferência de tecnologia é um processo de compartilhamento de como utilizar a tecnologia. Este compartilhamento é feito de forma pessoal e o resultado é um aumento no conhecimento de ambas as partes (Price, 1996).

No caso da difusão do manejo intensivo de pastagens, ocorreu exatamente isto, pois não houve compartilhamento do "como fazer". Foram diversos casos de insucesso relacionados à aplicação incorreta da técnica. Adubações desequilibradas, erros no ajuste de lotação e falta de atenção ao conforto do rebanho (sombras, corredores e bebedouros) são os mais frequentes. Apesar de aparentemente simples, a implantação e condução de um sistema eficiente de manejo de pastagens depende de um planejamento racional, do acompanhamento de um técnico treinado e da constante presença do dono.

Guardadas as devidas proporções, podemos comparar o manejo intensivo de pastagens à técnica da inseminação artificial. Ninguém se aventura a inseminar, sem antes ter tido um treinamento intenso, tanto na teoria quanto na prática, pois os riscos de insucesso são grandes e os prejuízos também. Infelizmente, ainda existe o conceito de que fazer manejo intensivo de pastagens é dividir a área com cercas elétricas e jogar algum adubo (geralmente a formulação e a quantidade que o vizinho aplica) para a vacada produzir muito leite....

Outra falha conceitual na aplicação do manejo intensivo de pastagens tem sido a expectativa de que somente esta tecnologia resolva todos os

problemas da propriedade. Deve haver um entendimento de que as tecnologias são ferramentas e que aplicação isolada de alguma delas não surtirá efeito concreto no desempenho zootécnico e na lucratividade do sistema.

A intensificação da atividade leiteira via utilização do potencial das pastagens tropicais, felizmente já não é mais vista como "baixa tecnologia", aplicável somente em pequenas áreas. Sem dúvida que a possibilidade de produzir 50 a 60 toneladas de matéria seca por ha e obter altas lotações, viabiliza a exploração leiteira em pequenas áreas. Entretanto, produtores de leite de maior escala também estão aplicando o manejo intensivo de pastagem com o objetivo de redução nos custos da alimentação, menor investimento em instalações e equipamentos e maior produtividade por hectare.

Nesta apostila daremos ênfase à aplicação prática dos conceitos básicos de manejo de pastagem. Teria pouca valia os treinandos receberem toda a teoria, mas falharem no momento de interpretar uma análise de solo ou mesmo na escolha da área ou da espécie forrageira.

Acreditamos que o sucesso na aplicação desta tecnologia, não está em teorias complexas, mas na correta condução dos passos básicos. Dessa forma, pretendemos compartilhar um pouco da nossa experiência pela transmissão de "dicas" importantes, sugestões de aplicações práticas, cálculos de recomendações de adubação e simulações de custo, de uma forma simples, mas que seja principalmente aplicável por todos.

## 2. A ATIVIDADE LEITEIRA

No mundo todo, os sistemas que utilizam pastagens são adotados sempre que existe conhecimento tecnológico e condições para aplicação de conceitos de exploração intensiva de um recurso produtivo capaz de reduzir custos de produção.

Essa redução de custo advém principalmente do fato das vacas executarem a colheita e o transporte do alimento volumoso, eliminando a distribuição deste tipo de alimento nos cochos.

Assim, os menores investimentos e gastos com a manutenção de máquinas, equipamentos e construções, a redução no uso da mão de obra, e o baixo custo da matéria seca produzida no pasto: R\$ 60 a 80,00 por tonelada de matéria seca (MS), resulta em gastos reduzidos na alimentação.

De todas as tecnologias disponíveis, a produção de leite a pasto é a mais complexa, havendo a necessidade de entendimento e manipulação corretos da complicada interação:

**SOLO ⇔ PLANTA ⇔ CLIMA ⇔ ANIMAL ⇔ AÇÃO DO HOMEM**

O uso do pasto exigirá a aplicação de um conceito global, resultante da somatória de vários princípios técnicos e não do simples cálculo de atendimento de exigências nutricionais e adequação de dietas para vacas mantidas em ambientes onde o controle dos fatores do meio são mais fáceis de serem executados, como acontece nos confinamentos bem conduzidos.

Por esse motivo, técnicos que trabalham adequadamente em confinamentos, como por exemplo, os nutricionistas, e também alguns fazendeiros, sentem dificuldades e abandonam o uso do pasto, pois o sistema não depende de acertos e programações executadas antecipadamente para obtenção de resultados.

No pasto, o volumoso não pode ser mudado de última hora em qualidade ou quantidade. A disponibilidade para o animal fica na dependência de estimativas sobre a produção de matéria seca, da pressão de pastejo adotada e de técnicas de manejo dos piquetes. O consumo de forragem pode ser afetado por maturidade da planta, quantidade e densidade de forragem por unidade de área, competição entre animais, suplementação alimentar, horário e tempo de pastejo e época do ano.

No pastejo pode haver seletividade no consumo de volumoso, dependendo de como o manejo é conduzido. Esse fato pode modificar o valor nutritivo do alimento ingerido, dificultando o balanceamento da dieta.

A fertilidade do solo e sua manipulação afetam tanto a quantidade como a qualidade da forragem e, portanto, os hábitos de pastejo.

O Homem deve ser capacitado para manipular corretamente um número grande de fatores, para que haja condições favoráveis às vacas leiteiras.

Nos países de clima temperado, onde as plantas forrageiras apresentam valor nutritivo elevado, torna-se possível manter vacas de bom potencial genético consumindo somente pasto. Este fato acontece porque nas pastagens de azevém consorciadas com trevo branco, o consumo de matéria seca e de nutrientes é suficiente para garantir picos de 30 ou mais litros diários. Para esse nível de produção a vaca média deve consumir por dia, cerca de 20 kg de matéria seca, o que representa de 3,5% a 3,8% do peso vivo, contendo

nutrientes suficientes para atendimento de todas as exigências nutricionais. O leite produzido, além de barato, é rico em gordura e proteína e os índices reprodutivos do rebanho são compatíveis com sistemas eficientes e rentáveis.

Propriedades que utilizam somente o pasto para alimentação do rebanho apresentam vacas com condição corporal diferente da observada nos confinamentos, onde a disponibilidade de energia da dieta é muito maior.

As vacas apesar de mais "enxutas", são capazes de reproduzir adequadamente e produzir entre 5.000 e 6.000 kg de leite por lactação.

Nas regiões tropicais a situação é diferente e trabalhos experimentais tem indicado que as produções, usando somente pastagens de gramíneas tropicais, ficarão entre 10 e 15 litros diários por animal. Esse fato acontece porque o consumo de matéria seca é baixo, devido à natureza da parede celular dos capins tropicais e à dificuldade de consorciação com leguminosas em sistemas intensificados.

O ciclo metabólico dos capins possibilita um ritmo de crescimento muito acelerado (plantas  $C_4$ ) e as leguminosas (plantas  $C_3$ ) não conseguem competir, nem permanecer no sistema. A Tabela 1 mostra algumas diferenças fisiológicas entre esses tipos de plantas.

Tabela 1. Características diferenciais entre plantas com fotossíntese  $C_3$  e  $C_4$ \*.

PARÂMETRO	PLANTAS $C_3$	PLANTAS $C_4$
Fotossíntese x Intensidade da Luz	satura em $\pm 1/3$ da luz solar máxima	não atinge a saturação com o aumento da intensidade luminosa
Temperatura ótima para Fotossíntese	$\pm 25^\circ\text{C}$	$\pm 35^\circ\text{C}$
Taxa de fotossíntese líquida em condições de saturação de luz	15 a 35 mg $\text{CO}_2/\text{dm}^2/\text{h}$	40 a 80 mg $\text{CO}_2/\text{dm}^2/\text{h}$

(\*) em folhas completamente diferenciadas

Estima-se que a vaca média seja capaz de consumir de 10 a 12 kg de matéria seca por dia, o que equivale de 2% a 2,3% do peso vivo. A menor quantidade de alimento ingerido apresenta também menor valor energético e protéico, que o observado para a forragem de clima temperado. Assim sendo, se houver interesse de produções mais elevadas, existe necessidade de suplementação com alimentos concentrados.

A Tabela 2 pode ser usada como guia teórico para alimentação de vacas em pastagens de gramíneas tropicais, usando a premissa de que o consumo de matéria seca seja de 10 kg por dia, e o concentrado como suplementação em adição, procurando atender exigências de matéria seca e princípios nutritivos.

Deve-se considerar que o pasto de boa qualidade deve conter de 12 a 13% de proteína e de 65 a 67% de NDT (nutrientes digestíveis totais) e um concentrado padrão de boa qualidade pode ser usado para qualquer nível de produção da vaca, justificando a prática universal de comercialização de somente um tipo de concentrado para suplementação de pastagem.

A aplicação desse conceito, na prática, tem revelado que, muitas vezes, existe necessidade de se fornecer mais concentrado a partir de 18 a 20 litros

de leite por dia. Devido a essa necessidade, chegou-se à recomendação geral de usar o concentrado na proporção 1:3, ou seja, 1 kg de concentrado para cada 3 litros de leite a partir de produções acima de 10 litros de leite diários por vaca.

Pode-se notar nas informações da Tabela 2, que mesmo para produções mais elevadas de leite, a proporção do concentrado na matéria seca da dieta fica entre 45% e 50%, o que está de acordo com as recomendações técnicas.

Tabela 2. Suplementação da pastagem pelo uso de alimento concentrado, de acordo com a produção de leite por vaca por dia.

Produção de leite (kg/v/dia)	Exigências diárias das vacas (kg)			Concentrado a ser fornecido (kg/v/dia)	Relação Conc: Leite	Composição do concentrado		% Volumoso na MS da dieta
	MS	PB	NDT			% PB	% NDT	
10	10	1,2	6,71	0	0:0	-	-	100
15	12	1,62	8,21	2,3	1:6,5	18,2	65,6	83
20	14	2,04	9,72	4,5	1:4,4	18,6	67,0	71
25	16	2,46	11,22	6,8	1:3,7	18,5	66,1	62
30	18	2,88	12,73	9,0	1:3,3	18,6	66,6	55
35	20	3,30	14,23	11,3	1:3,1	18,5	66,6	50
40	22	3,72	15,74	13,6	1:2,9	18,5	66,4	45

Considerando vaca com peso vivo médio de 550 kg.

MS = matéria seca, PB = proteína bruta, NDT = nutrientes digestíveis totais

Deve-se salientar que no pasto as vacas ingerem alimento volumoso integral, sem ser picado e o efeito da fibra longa garante condições favoráveis ao funcionamento do rúmen.

Se o concentrado for fornecido em duas ou três refeições, na forma seca, a salivagem abundante para lubrificar o bolo alimentar também contribui para manter o bom funcionamento do processo digestivo.

Acidose, laminite e demais problemas relacionados com excesso de concentrado, não ocorrerão se o consumo de volumoso for adequado nos manejos cuidadosos.

Medidas devem ser tomadas para evitar fontes de estresse que possam contribuir para uma redução no consumo de matéria seca da pastagem. Idade avançada da planta forrageira, movimentação excessiva, exposição à radiação solar nas horas quentes, restrição de água, problemas de casco, infestação por ecto e endoparasitos e, sobre tudo, horário de pastejo, são fatores que afetam as vacas nas pastagens.

O manejo deve ser estabelecido em pastos pequenos (piquetes), de solo fértil, apresentando alta produção de forragem por unidade de área, contendo plantas no ponto ideal de uso e disponibilidade de água e sombra próximas ao local de pastejo.

As vacas devem pastar somente no início e fim do dia. Nas horas quentes, precisam permanecer repousando e ruminando na sombra, pois não existe nenhuma necessidade de pastejo nesses horários. Garantindo distâncias curtas de caminhamento, evitando radiação solar direta por períodos longos e tranqüilidade durante o dia, as vacas podem produzir bastante leite.

### **3. CONCEITOS BÁSICOS DE MANEJO DE PASTAGENS**

#### **3.1. Massa e Acúmulo de Forragem**

Massa de forragem é a quantidade de forragem existente por unidade de área, acima de determinada altura de corte do capim, e acúmulo de forragem é a variação da massa de forragem entre duas medições consecutivas

de massa de forragem. Se o acúmulo de forragem for dividido pelo número de dias entre duas medições, obtêm-se a taxa diária de acúmulo de forragem.

A massa de forragem pode ser determinada com o auxílio de um quadrado, da seguinte forma:

- construir um quadrado de 1 x 1 m;
- levar o quadrado para a área em que se deseja determinar a massa de forragem;
- colocar o quadrado em locais que representem a situação do pasto (não colocar nas áreas em que o capim esteja muito baixo ou muito alto). Se o pastejo estiver uniforme, pode-se cortar quatro amostras por piquete, caso contrário, o número de amostras deve ser maior;
- cortar a forragem delimitada pelo quadrado numa altura predeterminada (utilizar a altura do pastejo);
- pesar a forragem;
- após a coleta e a pesagem de todas as amostras, deve-se calcular a média de todos os valores e multiplicar por 10.000, a fim de obter a massa de forragem por hectare.

Exemplo: Num pasto de 1 ha, foram coletadas quatro amostras com os seguintes pesos (kg): 2,0; 1,6; 2,4; e 2,0.

$$X = (2,0 + 1,6 + 2,4 + 2,0) \div 4 = 2,0 \text{ kg de matéria verde (MV)/m}^2$$

$$2,0 \text{ kg de MV/m}^2 \times 10.000 \text{ m}^2 = 20.000 \text{ kg de MV/ha} = 20 \text{ t/ha}$$

Esse procedimento permite calcular a massa de forragem em matéria original. Como a percentagem de água na forragem é muito variável, o ideal é determinar também o teor de matéria seca e calcular a massa de forragem em quilogramas de matéria seca por hectare (kg de MS/ha).

Para determinar o teor de matéria seca da forragem, deve-se:

- misturar bem as amostras após a pesagem (pode ser necessário picar o capim);
- retirar uma pequena amostra (sub-amostra) e pesá-la;
- colocar a sub-amostra para secar em estufa ou em forno de microondas, até que seu peso fique constante;

Observação: A secagem em estufa deve ser feita a 65°C e demora, em média, 72 horas. Para secagem em microondas, deve-se utilizar o procedimento descrito no "folder", "Teor de matéria seca em amostras de plantas: determinação com forno de microondas doméstico".

De posse do teor de matéria seca da forragem, pode-se calcular a massa de forragem em matéria seca, por regra de três.

Exemplo: Considerando a massa de forragem de 20.000 kg de MV/ha, com 20% de matéria seca, temos:

100 kg de MV ----- 20 kg de MS

20.000 kg de MV ----- X kg de MS

então,

$X = 20.000 \times 20 \div 100 = 4.000 \text{ kg de MS/ha.}$

### **3.2. Oferta ou Disponibilidade de Forragem**

Oferta de forragem é a massa de forragem (kg de MS/ha) por unidade de peso vivo animal (kg/ha), expressa em percentagem.

Ex.: 6% de oferta de forragem significa que existem 6 kg de MS para cada 100 kg de peso vivo.

O termo **pressão de pastejo** também tem sido utilizado para designar esse valor, porém, ele é na realidade o inverso da oferta de forragem, ou seja, é a relação entre unidade de peso vivo animal e unidade de massa de forragem.

A oferta de forragem influencia o desempenho animal no pasto e pode auxiliar no cálculo do número de animais que deve ser colocado numa área de pastagem.

O consumo de matéria seca por bovinos em pastagens varia, normalmente, de 1,5 a 4,5% do peso vivo e depende de características do animal (ex.: peso, tamanho, raça, dieta, estágio de desenvolvimento, etc.) e do pasto (ex.: arquitetura das plantas, qualidade da forragem, oferta de forragem). O consumo observado em áreas com pequena oferta de forragem é baixo e, à medida que a oferta aumenta, o consumo também aumenta, até se estabilizar. Por outro lado, com oferta de forragem muito elevada, a perda de pasto aumenta e a eficiência de colheita será muito baixa. O valor recomendado de oferta de forragem para que os animais não sofram restrição alimentar varia de acordo com características da pastagem e dos animais. Estudos desenvolvidos no Rio Grande do Sul, principalmente com pastagens nativas, indicam ofertas de forragem por volta de 12%. Por outro lado, experimentos realizados em São Paulo, com capim-elefante, mostram que valores por volta de 6% são mais adequados.

### **3.3. Resíduo Pós-Pastejo**

O resíduo pós-pastejo corresponde à forragem remanescente após o pastejo, expresso em altura ou massa de forragem. A determinação do resíduo pós-pastejo pode ser feita por meio de medições ou avaliações visuais. As

medições mais utilizadas são: a) determinação da massa de forragem (conforme metodologia descrita no item 2.1, sendo o corte feito ao nível do solo); b) determinação da altura com régua ou trena.

A avaliação visual é mais rápida e menos trabalhosa, no entanto, exige o treinamento de pessoal. Uma das formas de treinamento pode ser:

- colocar um quadrado de 1 m<sup>2</sup> em áreas do pasto com diferentes níveis de resíduo e atribuir notas: 1 = baixo; 2 = médio baixo; 3 = médio; 4 = médio alto; 5 = alto;
- cortar a forragem delimitada pelo quadrado e pesar;
- comparar os pesos obtidos com as notas estabelecidas;
- repetir a operação, até que a avaliação visual seja confiável.

Para determinar a altura com régua ou trena, deve-se caminhar ao longo de todo o pasto, medir a altura das plantas em vários pontos e depois tirar a média dos valores obtidos.

A quantidade de resíduo pós-pastejo está diretamente relacionada ao desempenho animal. O aumento do resíduo determina, até certo ponto, o aumento do desempenho animal. Por outro lado, um resíduo muito baixo, além de influenciar negativamente o desempenho animal, pode levar à degradação da pastagem. Desse modo, informações sobre resíduo pós-pastejo são importantes para determinar o momento adequado de mudar os animais de pasto.

### **3.4. Intensidade de Pastejo**

Intensidade de pastejo refere-se à intensidade com que a planta é desfolhada. Pode ser quantificada por meio do resíduo pós-pastejo.

### **3.5. Taxa de Lotação Animal**

Taxa de lotação animal é o número de unidades animais (UA) por unidade de área (ha), considerando-se que uma unidade animal corresponde a um animal que consome 10 kg MS de forragem /dia. De modo geral, considera-se que uma unidade animal corresponde a um animal de 450 kg de peso vivo, porém, para animais recebendo suplementação concentrada, é preferível usar o conceito original (um animal que consome 10 kg de forragem MS/dia) .

Muitas vezes, a taxa de lotação é expressa em número de animais por hectare, o que não é muito recomendável, pois o tamanho dos animais é muito variado.

A taxa de lotação não é necessariamente determinante do desempenho animal. É possível obter desempenho elevado em áreas com alta taxa de lotação, desde que a oferta de forragem seja adequada.

### **3.6. Eficiência de Pastejo**

Eficiência de pastejo é a quantidade de forragem consumida, expressa como proporção da forragem disponível. A eficiência de pastejo diminui com o aumento de perdas por pisoteio e por envelhecimento e morte de partes da planta forrageira.

O aumento da oferta de forragem determina a redução da eficiência de pastejo.

### **3.7. Seleção de Pastejo**

Seleção é a remoção de algumas partes da planta em detrimento de outras. É função da preferência animal, modificada pela oportunidade de seleção, ou seja, quanto maior for a oferta de forragem, tanto maior será a seletividade pelo animal no pasto.

### **3.8. Pastejo Contínuo e Pastejo Rotacionado**

No pastejo contínuo, os animais têm livre acesso ao pasto durante toda a estação de crescimento. Já no pastejo rotacionado, as áreas são divididas em piquetes, de forma que o pasto é submetido a períodos alternados de pastejo e de descanso.

### **3.9. Pastejo de Ponta e Repasse**

No método de pastejo em que são utilizados dois grupos de animais, um grupo entra primeiro no piquete, aí permanecendo durante um período curto (normalmente, um dia). Depois, um segundo grupo é levado à área para realizar o "pastejo de repasse". Com isso, procura-se favorecer o primeiro grupo, que faz o "pastejo de ponta", proporcionando-lhe dieta de melhor qualidade. Esse método de pastejo é comum em sistemas de produção de leite, em que, normalmente, as vacas em lactação fazem o "pastejo de ponta" e as vacas secas ou de descarte fazem o "pastejo de repasse".

### **3.10. Lotação Fixa e Variável**

Na lotação fixa, o número de unidades animais por área é constante. Na lotação variável, o número de unidades animais por área varia de acordo com a disponibilidade de forragem.

## **4. A PLANTA FORRAGEIRA**

O conhecimento de algumas características da planta forrageira, como hábito de crescimento e localização dos pontos de crescimento, são essenciais para a determinação do seu manejo.

No Brasil, as plantas mais utilizadas como forrageiras pertencem à família das gramíneas.

A unidade básica de produção das gramíneas é o perfilho. Depois de formado, o perfilho possui um sistema radicular próprio e é capaz de gerar novos perfilhos, resultando na perenidade do pasto. Um perfilho típico apresenta: haste (composta por nós e entre-nós), folhas (composta por lâmina e bainha), gemas, meristema apical (também chamado de gema terminal) e sistema radicular (Figura 1).

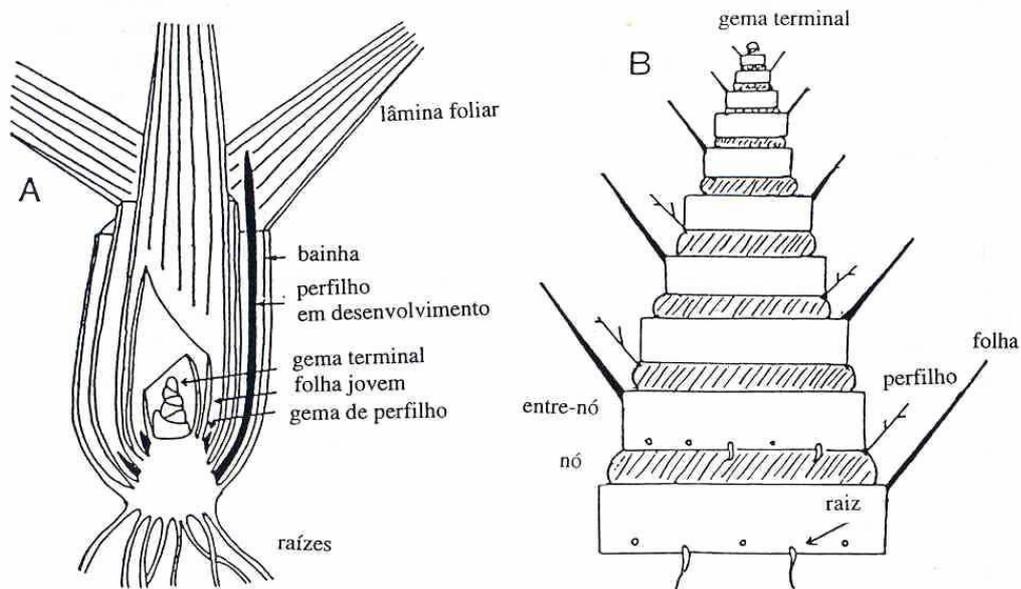


Figura 1. Corte esquemático de uma gramínea no estágio vegetativo

Fonte: Jewiss (1977) e Gillet (1980), adaptados por Nabinger & Medeiros (1995)

As hastes das gramíneas geralmente se tornam mais evidentes no período do florescimento, quando ocorre a elevação do meristema apical. Ao longo da fase vegetativa, há uma pseudo-haste, formada pelo conjunto das bainhas foliares. As folhas são originadas a partir do meristema apical ("olho do capim") e são responsáveis pela fotossíntese. O meristema apical é um tecido que, durante a fase vegetativa, dá origem às folhas e posteriormente se diferencia para formar a inflorescência ("pendão"). As gemas são responsáveis pela formação de novos perfilhos. O sistema radicular dá sustentação às plantas e permite a absorção de água e de nutrientes do solo.

O arranjo e a forma desses diversos componentes das plantas determinam o hábito de crescimento da espécie. As gramíneas cespitosas formam touceiras e crescem eretas (ex.: capim-colonião). As plantas decumbentes são mais baixas, seus perfilhos se desenvolvem próximo ao solo, porém é possível distinguir as plantas (ex.: capim-braquiária). As plantas que "gramam", sendo difícil diferenciar uma das outras, são classificadas como estoloníferas ou rizomatosas (ex.: grama-estrela).

Os principais pontos de crescimento das gramíneas forrageiras são o meristema apical e as gemas. A rebrota a partir do meristema apical é mais rápida. Além disso, a rebrota, a partir das gemas depende do potencial de perfilhamento da espécie e das condições ambientais. Por esse motivo, geralmente o manejo de pastagens se baseia na preservação do meristema apical.

O manejo baseado na preservação dos meristemas apicais é bem sucedido em sistemas pouco intensivos ou com plantas de hábito de crescimento decumbente, estolonífero ou rizomatoso. Nesses casos, o meristema apical se mantém próximo ao solo durante a maior parte da estação de crescimento, o que impede a sua eliminação durante o pastejo. No entanto, em sistemas mais intensivos e, principalmente, quando se utilizam plantas cespitosas, a preservação dos meristemas apicais se torna difícil, pois as hastes se alongam, colocando-os acima da altura de pastejo. Nesses casos, o manejo deve ser baseado na exploração da capacidade de perfilhamento da planta forrageira.

## 5. MANEJO DA PLANTA FORRAGEIRA

Até pouco tempo, o objetivo no manejo de pastagens era apenas permitir que a planta tivesse rebrota vigorosa e elevada produção. Contudo, observou-se que isso nem sempre resultava em elevada produção animal. Atualmente, considera-se que um pasto bem manejado é aquele no qual se consegue colher elevada quantidade de forragem de boa qualidade. Para atingir esse objetivo, é necessário aliar alta produção a perdas reduzidas, não esquecendo que o pasto deve ser colhido enquanto apresentar bom valor nutritivo.

Para se explorar ao máximo o potencial de produção das plantas forrageiras, é preciso considerar suas curvas de crescimento, após cada corte e ao longo das estações do ano. O crescimento das plantas forrageiras, após a desfolha, é caracterizado por uma curva sigmóide (Figura 2), em que há uma fase inicial de crescimento lento (fase 1), seguida de uma fase de crescimento acelerado (fase 2) e por uma outra fase de crescimento lento (fase 3).

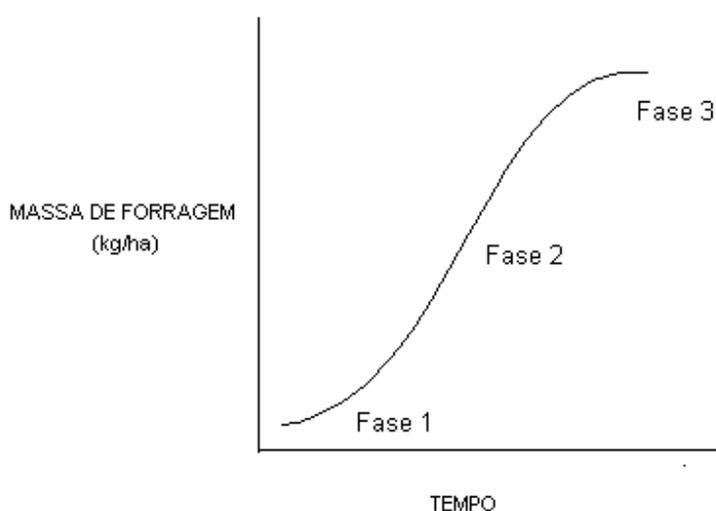


Figura 2. Curva de crescimento das plantas forrageiras após a desfolha.

Após a desfolha, o ritmo de crescimento das plantas é mais lento, em consequência da redução da área foliar fotossinteticamente ativa e da eliminação de pontos de crescimento (meristema apical). Essa fase deve ser a mais curta possível (cerca de uma semana), pois representa oportunidade para o estabelecimento de plantas invasoras.

É importante observar que o aparecimento de plantas invasoras é, normalmente, evitado pelo sombreamento proporcionado pela parte aérea da planta forrageira. Dessa forma, não é necessário que o pasto esteja "gramado" para evitar a infestação por plantas daninhas, ou seja, a área basal das touceiras pode ser pequena, desde que a área de sombreamento seja grande o suficiente para evitar que a luz solar atinja o solo. Quanto mais intensa for a desfolha, maior será o período necessário para a planta recompor sua área foliar e atingir a fase de crescimento rápido.

Durante a fase 2 (Figura 1), o acúmulo de forragem é máximo. Para se obter elevada produção de forragem, o pastejo deve ser realizado próximo ao ponto de inflexão da curva, ou seja, no final da fase 2. Na fase 3, o acúmulo de forragem se estabiliza, pois há equilíbrio entre o crescimento e a morte de tecidos. Com o sombreamento das folhas basais da touceira, a taxa de fotossíntese diminui e a taxa de envelhecimento aumenta.

A estacionalidade de produção de forragem é um fato já bem conhecido. De modo geral, a produção é maior no período de verão, quando as condições de temperatura, luminosidade e precipitação são favoráveis ao desenvolvimento das plantas.

Nos sistemas tradicionais de manejo, o ajuste da taxa de lotação é feito com base na produção de inverno. Dessa forma, no período de verão há sobra grande de forragem, o que leva ao pastejo desuniforme. Como há muita

fornagem disponível, os animais começam a pastear nas áreas de mais fácil acesso e/ou próximas a bebedouros e saleiros. Antes de os animais precisarem ir para as áreas mais distantes, as primeiras áreas utilizadas já rebrotaram e voltam a ser pasteadas. Com o tempo, o pasto passa a apresentar áreas superpastejadas, áreas subpastejadas e áreas intermediárias. Na parte superpastejada, a fase lenta de crescimento do pasto fica cada vez mais longa, favorecendo o estabelecimento de plantas invasoras. Em pouco tempo, essa área se degrada e os animais passam a superpastejar em outro local. Dessa forma, a cada ano a percentagem de área degradada aumenta, até que seja necessária a reforma do pasto. Além disso, nas áreas subpastejadas há perda em termos de acúmulo líquido de matéria seca. Como o pasto não é desfolhado, ele permanece na fase 3 da curva de crescimento.

Obter elevada produção de forragem com gramíneas tropicais não é problema, desde de que as condições de fertilidade do solo e o manejo sejam favoráveis. No entanto, em pastagens tropicais com manejo tradicional, dificilmente se consegue aproveitar mais do que 50% do que é produzido, enquanto que para pastagens de clima temperadas existem dados que mostram aproveitamento de 80%. Dessa forma, o controle das perdas e da qualidade da forragem se torna o principal desafio no manejo de pastagens.

Os perfilhos das plantas forrageiras conseguem manter número relativamente constante de folhas e, após ser atingido esse número, sempre que aparecer uma folha nova a mais velha morre. Isso significa que, quando a folha não é colhida em determinado espaço de tempo, ela inevitavelmente morre. Desse modo, para reduzir as perdas por morte de tecidos, é necessário conhecer o tempo de vida das folhas, e os intervalos de pastejo devem ser

determinados de tal forma que a maior parte das folhas tenha chance de ser colhida.

A ação do trânsito dos animais sobre a planta forrageira, fazendo com que os perfilhos tombem e fiquem sujeitos ao pisoteio, também é responsável por perdas de forragem. Esse efeito se torna mais significativo à medida que o pasto fica mais alto, podendo, em casos extremos, chegar a prejudicar a rebrota. Um dos pontos mais importantes no manejo de pastagens é o controle do desenvolvimento das hastes, pois, se por um lado elas são responsáveis por boa parte da produção de matéria seca, por outro elas interferem na capacidade de colheita do animal e na qualidade da forragem.

A profundidade do horizonte de pastejo, ou seja, a altura até a qual o animal consegue rebaixar o pasto, vai depender da altura das hastes. A forragem que não for colhida pelo animal envelhecerá e, após algum tempo, não será mais consumida pelos animais; em alguns casos, o resíduo pós-pastejo será tão alto que poderá prejudicar a rebrota da planta. Além disso, as hastes perdem valor nutritivo mais rapidamente do que as folhas, ou seja, o aumento da sua participação na dieta provoca a redução do desempenho animal.

Para controlar esses tipos de perda, é preciso estabelecer os intervalos de pastejo adequados para cada espécie forrageira.

## 6. PASTEJO ROTACIONADO

### 6.1. Ciclo de Pastejo

O pastejo rotacionado permite o controle mais rigoroso da colheita da forragem e o melhor aproveitamento do pasto, evitando a desuniformidade de pastejo. Com esse sistema é possível, também, controlar a frequência de desfolha das plantas, possibilitando sua recuperação de forma adequada, evitando a degradação da pastagem.

Quando se faz a opção por sistemas rotacionados de pastejo, torna-se necessário estabelecer o ciclo de pastejo, ou seja, os períodos de ocupação e de descanso a serem adotados.

O período de ocupação depende do ritmo de crescimento das plantas e da infra-estrutura disponível na propriedade. Quanto menor for o tempo de permanência dos animais em cada piquete, tanto maior deve ser o controle do homem sobre o pasto e tanto maior será a necessidade de infra-estrutura (bebedouros, cercas e corredores). Dessa forma, em áreas mais intensificadas, onde o ritmo de crescimento das plantas for elevado, o período de ocupação deve ser de um dia. Já nas áreas mais extensivas, com solos menos férteis, esse período pode ser estendido, não devendo, no entanto, ultrapassar uma semana.

Para determinar o período de descanso, deve-se levar em consideração informações sobre a produção, as perdas, a curva de crescimento e o valor nutritivo da planta forrageira. Quanto maior for a idade da planta, tanto maiores serão as perdas e a participação das hastes na produção e tanto menor será a qualidade da forragem. Por outro lado, intervalos de pastejo muito frequentes são indesejáveis, pois não permitem que o potencial produtivo da

planta seja explorado (a planta é cortada antes de atingir a fase 2 da curva de crescimento - Figura 2) e podem levar à degradação do pasto. Na Tabela 3, observa-se o intervalo de pastejo recomendado para algumas espécies forrageiras.

Tabela 3. Período de descanso recomendado para algumas espécies forrageiras durante a estação de crescimento ("verão").

<b>Espécie</b>	<b>Período de Descanso</b>
Capim-elefante ( <i>P. purpureum</i> )	30 a 40 dias
Capim-colonião ( <i>P. maximum</i> )	30 dias
Capim-tanzânia ( <i>P. maximum</i> )	30 dias
Capim-tobiatã, capim-mombaça ( <i>P. maximum</i> )	25 a 30 dias
Capim-braquiária ( <i>B. decumbens</i> )	25 dias
Capim-braquiarão ( <i>B. brizantha</i> )	25 a 30 dias
Capim-humidícola ( <i>B. humidicola</i> )	15 a 20 dias
Gramma-estrela, grama-tifton ( <i>Cynodon</i> spp.)	15 a 20 dias
Demais capins	25 a 30 dias

## 6.2. Escolha e Divisão da Área

A montagem de um sistema de pastejo rotacionado pode ser feita aproveitando-se apenas as divisões já existentes ou redividindo-se os pastos.

No caso de se redividir as áreas, o primeiro passo deve ser definir os locais onde serão implantados os sistemas de pastejo rotacionados e as áreas de descanso, dando preferência, inicialmente, às áreas com boa população de plantas e de melhor fertilidade de solo. Em seguida, deve-se determinar o número de piquetes necessário e fazer as divisões. O número de piquetes depende do período de descanso e do período de ocupação indicados para a

forrageira com que se está trabalhando e deve ser calculado de acordo com a seguinte equação:

$$\text{n}^\circ \text{ de piquetes} = \frac{\text{Período de Descanso (dias)}}{\text{Período de Ocupação (dias)}} + 1$$

Nesse caso, quanto menor for o período de ocupação para o mesmo período de descanso, tanto maior será a necessidade de número de piquetes (Tabela 4).

Tabela 4. Necessidade de piquetes para cada período de descanso e para cada período de ocupação.

Período de Descanso (dias)	Período de Ocupação (dias)	Número de piquetes
18	1	19
18	2	10
18	3	7
25	1	26
25	2	13
25	3	9
45	1	46
45	2	23
45	3	16

### 6.3. Taxa de Lotação

A intensidade de pastejo pode ser quantificada por meio da avaliação do resíduo pós-pastejo. O resíduo pós-pastejo corresponde à forragem remanescente após o pastejo, expresso em altura ou massa de forragem. A

determinação do resíduo pós-pastejo pode ser feita por meio de medições diretas ou avaliações visuais.

#### 6.4. Áreas de Descanso e de Circulação dos Animais

Em sistemas de pastejo rotacionados é necessária a instalação de corredores e de áreas de descanso. Isso facilita o manejo dos animais e proporciona melhor aproveitamento do espaço disponível.

A área de descanso deve ser localizada, preferencialmente, no centro do sistema de pastejo. Em algumas situações, no entanto, é interessante que ela seja colocada ao lado do sistema (p. ex.: pasto irrigado). A energia gasta pelos animais para ir da área de descanso ao piquete depende da distância e da declividade do percurso percorrido pelos animais. O comprimento e as características desse percurso interferem na produção animal (Tabela 5).

Tabela 5. Efeito da distância e da declividade do percurso percorrido por bovinos de leite sobre a estimativa de produção de leite (Cornell Net Protein and Carbohydrate System – Fox et al., 1992).

Declividade	Distância Percorrida Pelos Animais		
	500 m	1.000 m	2.000 m
Produção de leite (kg/vaca/dia)			
5%	21,4	20,9	19,7
10%	21,2	20,5	18,9
20%	20,8	19,7	17,3

De modo geral, a distância entre o pasto mais afastado e a área de descanso deve ser por volta de 500 m para gado de leite. Em áreas com relevo plano, essa distância pode ser maior, pois o animal gastará menos energia para percorrer o percurso (Tabela 5).

Uma das principais dúvidas com relação à montagem de áreas de descanso é quanto ao seu dimensionamento. A área de descanso adequada deve ter tamanho tal que permita a sobrevivência da vegetação que recobre o solo. Dentre outras vantagens, isso evita o acúmulo de lama e melhora o estado sanitário dos animais. No caso de áreas de descanso localizadas no centro do sistema de pastejo e mais próximas aos piquetes, pode-se utilizar 30 m<sup>2</sup>/animal ou menos; já quando a área de descanso está localizada nas extremidades ou ao lado do sistema de pastejo, ficando mais distante dos piquetes, a relação deve ser de 50 m<sup>2</sup>/animal ou mais. Essa diferença se justifica pelo fato de, quando a área de descanso fica mais distante, os animais tenderem a freqüentá-la em lotes maiores.

Em uma fazenda, os animais transitam por áreas de circulação internas e externas aos sistemas de pastejo. As áreas de circulação externas são aquelas que dão acesso aos sistemas de pastejo e as internas, aquelas que permitem a circulação dos animais entre os piquetes e a área de descanso. As cercas nas áreas de circulação interna podem ser elétricas, o que reduz o custo de implantação do sistema. Já nas áreas externas, a preferência é por cercas convencionais. O dimensionamento adequado das porteiras e dos corredores das áreas de circulação ajuda na prevenção de acidentes com os animais.

Para o dimensionamento de corredores e de porteiras, é preciso considerar a média do tamanho dos lotes de animais e se haverá ou não trânsito de máquinas e de equipamentos na área. De modo geral, os corredores e as porteiras devem ter de 4 a 10m.

### 6.5. Sombra

A implantação de áreas de sombra é extremamente importante, principalmente, para vacas de leite de elevada produção. Dados experimentais mostram que as vacas submetidas a estresse térmico no pré-parto podem ter sua produção de leite comprometida em até 13,6% e que a taxa de concepção das vacas inseminadas pode ser reduzida devido à morte precoce do embrião.

A sombra pode ser natural (árvores) ou artificial (sombrites). Para o sombreamento natural deve-se escolher árvores adaptadas às condições ambientais da região, de rápido crescimento, que não apresentem taxa de desfolha acentuada, que não possuam frutos grande e tóxicos ou espinhos e que sejam resistentes às pragas e às doenças e ao acúmulo de esterco. Árvores de folhas largas, com copas densas e baixas, não são recomendadas, pois dificultam a circulação do ar e a penetração de luz.

No caso de sombreamento artificial, deve-se dar preferência às telas plástica que retenham, pelo menos, 80% da radiação incidente. A sombra artificial deve ser montada em, no mínimo, dois locais, permitindo o rodízio de sua utilização e o pé direito da estrutura de sustentação deve ter 4 metros.

O maior comprimento da área de sombra deve ser no sentido NORTE/SUL e a sua projeção deve ser dentro da área de descanso. Recomenda-se utilizar 3 a 6 m<sup>2</sup> de sombra por animal.

## 7. FERTILIDADE DO SOLO

### 7.1. Amostragem do Solo

Apesar de ser um item bastante conhecido pela maioria daqueles que atuam na área, a amostragem do solo é uma das etapas mais críticas de todo o processo de correção e adubação dos solos destinados ao manejo intensivo. Todo o planejamento e cálculo estará baseado em uma pequena amostra de terra que representará um enorme volume de solo.

Se tivermos com base 1 ha, e realizarmos uma amostragem de 0 a 20 cm de solo, 1 amostra composta (ao redor de 0,05 kg que efetivamente entra no laboratório) representará 2.000 m<sup>3</sup> (100 m x 100 m x 0,2 m) ou ainda ao redor de 20.000 t de solo (se a densidade deste solo for 1,0 g/cm<sup>3</sup>).

Assim, se esta pequena parte não for representativa, todo o trabalho poderá ficar comprometido, por um desempenho inferior na lotação animal da pastagem ou por gastos desnecessários com insumos.

Recomendações básicas:

Divida o terreno em glebas de no máximo 20 ha, usando como fatores de diferenciação na divisão:

- cor do solo
- grau de uso - vegetação
- erosão
- fertilidade natural
- profundidade do solo
- relevo
- umidade - solos de várzea

- pastagens
- culturas anuais
- culturas perenes

O histórico da área, como correções com calcário, aplicação de fertilizantes e adubos orgânicos, tamanho das glebas, são informações importantes a serem enviadas com a amostra do solo.

No manejo intensivo de pastagens, deve-se fazer a análise das áreas adubadas pelo menos uma vez ao ano, criando um histórico da evolução da fertilidade. O formulário apresentado a seguir, pode ser usado, facilitando o trabalho de recomendação das adubações.

FORMULÁRIO PARA ENVIO DE AMOSTRA DE SOLO	
Nome da Propriedade _____	
Município _____	Estado _____
Nome do Proprietário _____	
Remetente _____	
Endereço _____	
Município _____	Estado _____
Identificação da Amostra _____	
Cultura Anterior _____	
Cultura a ser Plantada _____	
Cultura a ser Cuidada _____	
Área (ha) _____	
Última Produção/Lotação _____	
Histórico de adubações/correções:	
_____	
_____	
_____	
comentários _____	
_____	
_____	
_____	

Observações:

1. Não mande amostras molhadas para o laboratório. Seque-as à sombra antes de enviá-las.
2. Coloque a etiqueta do lado de fora do saco plástico, bem visível, para facilitar sua identificação no laboratório.
3. Use um formulário para cada amostra.

Para a coleta do solo poderão ser usados as seguintes ferramentas:

- pá reta
- enxadão
- trado tipo sonda
- trado holandês
- trado tipo rosca

No caso do trado tipo sonda, alguns cuidados devem ser tomados:

⇒ usar sempre martelo de borracha ou outro material qualquer, desde que encapado com borracha (pneu, por exemplo)

⇒ nunca usar marreta ou martelo de ferro

⇒ não usar em solo contendo cascalho

⇒ não coletar amostras quando o solo estiver muito seco ou muito úmido

⇒ uma vez enterrado à profundidade desejada, deve-se proceder à torção do trado, a fim de quebrar a coluna de solo formada

⇒ esta torção deverá obedecer a direção dos ponteiros do relógio, ou seja, da direita para a esquerda, para evitar que a ponta de aço rosqueada se solte e se perca dentro do solo

⇒ a ponta de maior diâmetro é indicada para solos arenosos

⇒ a ponta de menor diâmetro é indicada para solos argilosos

⇒ com a utilização deste trado pode-se dispensar o uso do balde na coleta das amostras simples, podendo ser substituído por um saco plástico resistente de 25 x 35

⇒ vá juntando no saco plástico as amostras recolhidas de cada um dos pontos amostrados

⇒ misture bem a terra, quebrando os torrões, sem colocar as mãos diretamente no solo (para evitar contaminação da amostra), trabalhando as amostras com as mãos por fora

⇒ da terra misturada, passar  $\pm 0,5$  kg para um outro saco plástico menor (15 x 25) já etiquetado (amostra composta)

⇒ se preferir usar as mãos na mistura das amostras simples, use o próprio saco plástico da amostra composta, no lado avesso, como luva

⇒ em seguida, use o mesmo saquinho, do lado certo, como embalagem da amostra composta

A etiqueta de identificação da amostra, a ser grudada pelo lado de fora do saco plástico, deverá conter:

- data da amostragem
- nome da área amostrada
- profundidade amostrada
- nome da propriedade
- município e estado onde localiza-se a propriedade
- nome do proprietário

Amostre a área a ser trabalhada naquele ano agrícola e dentre essas selecione a(s) prioritária(s), se houver dificuldade de recurso financeiro.

O número de amostras simples (ponto de coleta) por ha dependerá do tamanho da área:

- Se a área a ser amostrada for pequena (menor que 5 ha) colete de 10 a 15 amostras simples/ha.
- Se a área a ser amostrada for de tamanho médio (5 a 20 ha) colete de 8 a 10 pontos/ha.
- Se a área a ser amostrada for grande (maior que 20 ha), colete de 5 a 8 amostras/ha.

Lembre-se que quanto mais amostras forem coletadas, maior será a possibilidade da amostra composta, expressar a verdade sobre a fertilidade do solo.

Para amostrar o solo, caminhe em zigue-zague pela gleba selecionada.

Colete o solo na profundidade de 0 a 20 cm.

Retire da superfície do solo, folhas, gravetos, paus e toda sorte de material que possa comprometer a qualidade da amostragem.

Não retire amostras perto de estradas, carreadores, cercas, terraços (conhecidos como curva de nível), formigueiros, cupinzeiros, aguadas, malhadouros, sombras, construções, depósitos de adubos, calcário ou lixo.

Caso a amostra composta esteja muito úmida, espalhe-a em fina camada sobre um plástico e deixe-a secar à sombra. Não envie ao laboratório amostras úmidas, para que não haja interferência no resultado das análises.

Envie a amostra composta a um laboratório que participe de um programa de controle de qualidade oficial para que sejam efetuadas as análises química e física (somente na primeira vez) do solo.

O Instituto Agronômico de Campinas (IAC) é uma instituição pública gabaritada, que controla a qualidade de vários laboratórios de análise de solo do País.

## **7.2. Conceitos Básicos**

A fertilidade natural do solo depende de seu material de origem, do clima, do relevo, da idade desse material e dos organismos presentes, podendo, no entanto, ser corrigida por meio da aplicação de corretivos e fertilizantes.

O planejamento correto das práticas de adubação e correção do solo é essencial para alcançar-se os níveis de produtividade almejados e evitar-se impactos econômicos (custo do fertilizante) e ambientais (contaminação de mananciais, liberação de gases do efeito estufa) negativos no sistema de produção.

### **7.2.1. Nutrientes**

Os nutrientes são elementos químicos indispensáveis à vida vegetal. Eles são classificados em:

- macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), cálcio (Ca) e magnésio (Mg)
- micronutrientes: zinco (Zn), boro (B), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu), molibdênio (Mo), cloro (Cl)

### **7.2.2. Formas de absorção**

As plantas obtêm os nutrientes que necessitam por meio da absorção pelas raízes dos elementos existentes na solução do solo. A absorção pode ocorrer por:

- intercepção radicular: o sistema radicular, ao desenvolver-se, encontra os nutrientes que podem ser absorvidos
- fluxo de massa: a água por estar sendo constantemente absorvida pelas raízes, carrega os nutrientes
- difusão: devido à absorção de nutrientes, cria-se um gradiente de concentração na solução do solo próximo da superfície das raízes, com teores mais baixos próximo e mais altos distante dela, ocasionando o movimento lento por difusão dos nutrientes para a raiz.

A Tabela 6 mostra como cada nutriente é absorvido pelo sistema radicular.

Tabela 6. Meios de absorção dos nutrientes por parte das plantas.

NUTRIENTES	% FORNECIDA POR		
	Intercepção	Fluxo de Massa	Difusão
<b>MACRO</b>			
N (nitrogênio)	1,2	98,8	0
P (fósforo)	2,9	5,7	91,4
K (potássio)	2,3	20,0	77,7
Ca (cálcio)	28,6	71,4	0
Mg (magnésio)	13,0	87,0	0
S (enxofre)	5,0	95,0	0
<b>MICRO</b>			
Zn (zinco)	33,3	33,3	33,3
B (boro)	2,8	97,2	0
Cu (cobre)	2,4	97,6	0
Mo (molibdênio)	4,8	95,2	0
Fe (ferro)	10,5	52,6	36,9
Mn (manganês)	20,0	80,0	0

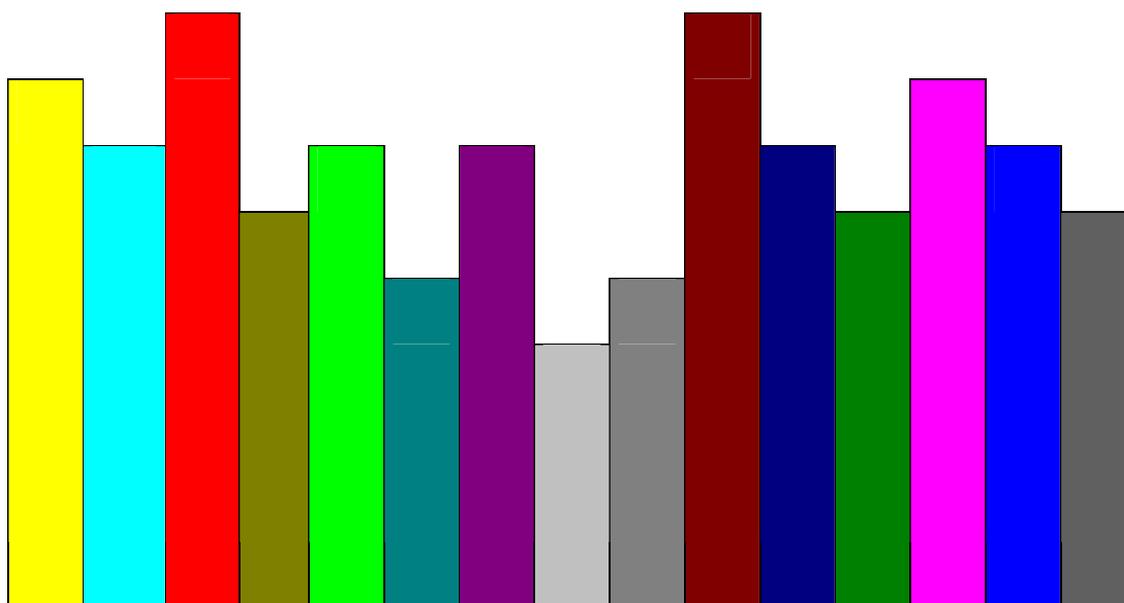
### 7.2.3. Lei do mínimo

A Lei do Mínimo diz que: *"o rendimento de uma colheita é limitado pela ausência de qualquer um dos nutrientes essenciais ou qualquer um dos fatores de produção, mesmo que todos os demais estejam disponíveis em quantidades adequadas"* ou, em outras palavras, *"o crescimento da planta é limitado por aquele nutriente que ocorre em menores proporções e ele é o único a limitar a produção"*.

A aplicação dessa lei é limitada quando vários nutrientes são limitantes. Nesse caso, a aplicação de qualquer um deles levará a aumentos de produção. Devido a essa limitação deve-se interpretar a Lei do Mínimo sob o seguinte aspecto: *"se existe um fator limitante ao crescimento (não apenas nutrientes), a correção de um outro fator em deficiência pode não produzir o efeito esperado, enquanto o primeiro não for corrigido"*.

#### LEI NO MÍNIMO - A BASE DA PRODUTIVIDADE

Luz H<sub>2</sub>O °C mo N P K Ca Mg S B Cu Mn Mo Zn



Na figura ilustrativa acima, nota-se que de nada adiantará adubar as pastagens com nitrogênio, se os fatores que estão limitando a produção são o cálcio e o magnésio. A partir do momento que esses dois elementos tiverem sido adequados para permitir elevadas produções de forragens, o fósforo passará a ser limitante, devendo ser corrigido e assim sucessivamente.

#### **7.2.4. Lei dos incrementos decrescentes**

Segundo a Lei dos Incrementos Decrescentes, "ao adicionar quantidades sucessivas de um nutriente, o maior incremento é obtido com a primeira quantidade adicionada. Com aplicações sucessivas de quantidades iguais de nutriente, os incrementos de produção são cada vez menores". Ela é utilizada para a análise econômica de experimentos de adubação.

## **8. MATÉRIA ORGÂNICA**

A matéria orgânica do solo consiste em resíduos de plantas e de animais em fases distintas de decomposição.

A matéria orgânica é benéfica de várias formas:

⇒ melhora as condições físicas (estrutura) do solo

⇒ aumenta a capacidade de retenção de água

⇒ diminui as perdas por erosão

⇒ favorece o controle biológico de pragas, pela maior população microbiana

⇒ apresenta alta capacidade de troca catiônica (CTC)

⇒ fornece nutrientes às plantas, liberando lentamente fósforo, nitrogênio e enxofre

⇒ serve como reservatório de água

Quando a matéria orgânica está sendo decomposta, os microrganismos do solo necessitarão de nitrogênio para formar proteínas em seus corpos.

Se o material que estiver sendo decomposto possuir uma alta relação carbono/nitrogênio ( $C/N$ ), o que significa pouco N, estes organismos usarão o nitrogênio disponível, proveniente do solo e dos fertilizantes.

O aumento de matéria orgânica nas pastagens está diretamente ligado ao aumento na produção vegetal das mesmas, ou seja, a planta é uma ***fábrica de matéria orgânica***.

A matéria orgânica de um solo está diretamente relacionada com a capacidade deste em reter cargas positivas (cations). Isto significa que se o nível de matéria orgânica aumentar, conseqüentemente, a capacidade do solo em reter cargas positivas (Ca, Mg e K), também será aumentada.

## 9. CÁLCIO E MAGNÉSIO

O cálcio nas gramíneas forrageiras é essencial para o crescimento do sistema radicular. Sua deficiência provoca redução no sistema radicular, com morte da extremidade das raízes e como conseqüência, clorose nas folhas novas.

O magnésio é componente da clorofila, pigmento verde responsável pela fotossíntese, auxiliando também na absorção de fósforo. Sua deficiência afeta o crescimento da planta sendo caracterizada por listras esbranquiçadas paralelas às nervuras nas folhas inferiores.

A fonte mais importante de cálcio e magnésio para as plantas é o calcário, que pode ser classificado em três tipos:

- calcário dolomítico - 25 a 30% de CaO e 13 a 20% de MgO
- calcário magnesiano - 30 a 40% de CaO e 6 a 12% de MgO
- calcário calcítico - 40 a 45% de CaO e 1 a 5% de MgO

Recomenda-se que seja utilizado um calcário de qualidade (PRNT acima de 90%) e ensacado.

A vantagem do produto ensacado é a possibilidade de se adubar piquete por piquete com a quantidade exata recomendada e a diminuição das perdas em relação do produto a granel. A desvantagem é o preço mais elevado.

O calcário pode ser aplicado a lanço no caso de área de pastagem a ser recuperada ou incorporado ao solo (calagem) quando deseja-se reformar a pastagem (novo plantio) ou implantar alguma cultura forrageira como milho e sorgo para ensilagem e cana de açúcar para corte.

A aplicação de calcário na recuperação de uma pastagem em áreas declivosas (morro) deve ser precedida pela formação de massa de forragem (macega). Esta macega pode ser formada a partir da vedação da área a ser trabalhada. Após a aplicação do calcário, o material produzido ao longo do tempo de vedação, deve ser roçado, reduzindo as perdas por lavagem em decorrência de chuvas.

A época indicada para a aplicação do calcário em pastagens é o final da estação de crescimento acelerado, ou seja, os meses de março/abril. De acordo com a análise de solo anual, faz-se o planejamento da correção com cálcio e magnésio.

A aplicação de calcário em pastagens já formadas durante o período seco do ano não trará nenhum benefício para a forrageira, podendo ocorrer perdas devido a ação do vento.

O objetivo do uso de calcário quanto à fertilidade do solo é atingir:

- saturação por bases (V%) - 70 a 80 %
- cálcio - 55 a 60 % da CTC
- magnésio - 15 a 20 % da CTC

A necessidade de calcário (NC) expressa em t/ha, pode ser obtida pela fórmula:

$$NC = \frac{(V_2 - V_1) \times CTC}{10 \times PRNT}$$

onde:

$V_1$  (%) = saturação por bases atual, dada pela fórmula  $V\% = S \div CTC \times 100$ , sendo S, a soma de bases (Ca + Mg + K)

$V_2$  (%) = saturação por bases desejada - no caso de pastagens e culturas forrageiras de produção elevada, a  $V_2$  deverá ser de 80 %.

CTC (mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = capacidade de troca de cations - é a soma de bases (S) + as concentrações de H e Al

PRNT (%) = poder relativo de neutralização total - é um indicativo da qualidade do calcário, que quanto mais próximo de 100 %, melhor

## 10. FÓSFORO

O fósforo é essencial para o crescimento das plantas forrageiras. Desempenha importante papel no desenvolvimento radicular e no perfilhamento das gramíneas.

Assim sendo, recomenda-se aplicá-lo junto às sementes/mudas na formação da pastagem ou no início da estação de crescimento das plantas, no caso de recuperação de um pasto.

Sua deficiência é caracterizada pela coloração púrpura (arroxeadada) de colmos e folhas.

O fósforo reage quimicamente com elementos como o ferro, o alumínio e o cálcio para formar compostos que as raízes não podem aproveitar de imediato.

O fósforo movimenta-se muito pouco na maioria dos solos. Ele geralmente permanece onde é colocado pela adubação. Assim, pouco fósforo é perdido por lixiviação, apesar dele poder movimentar-se um pouco mais em solos arenosos do que em solos argilosos.

Quase todo o fósforo movimenta-se no solo por *difusão*, um processo lento e de pouca amplitude, que depende da umidade do solo.

Condições de seca reduzem drasticamente a difusão, justificando sua aplicação durante o período das chuvas ou sob condição de irrigação.

Apesar da aplicação superficial de fósforo ser geralmente o modo menos eficiente para adubar as culturas, o plantio direto e o sistema rotacionado de pastejo são exceções.

Com resíduos na superfície, os níveis de umidade estimulam o enraizamento pouco profundo. Isto faz com que as raízes utilizem o fósforo da superfície ou próximo a ela.

Os resultados de adubações fosfatadas em pastagens degradadas, poderão ser incipientes, caso não haja a presença de material morto cobrindo o solo, justificando o aparecimento de conceitos errôneos de que esse nutriente deva ser incorporado pela gradagem.

A erosão superficial pode remover partículas de solo contendo fósforo. Juntamente com a remoção pela colheita (pastejo ou corte), são as únicas formas significativas de perdas de fósforo.

Para o início de um trabalho de intensificação da produção de forragem, o nível mínimo é de 10 mg/dm<sup>3</sup> (10 ppm) de fósforo resina, sendo o objetivo alcançar e posteriormente manter, este nível em 30 mg/dm<sup>3</sup> (30 ppm).

A quantidade de fósforo a ser adicionada, prevendo fixação média de 50%, será de

10 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> para cada incremento de 1 mg/dm <sup>3</sup> (1 ppm) no solo
---

Os adubos fosfatados solúveis em água são freqüentemente utilizados na produção intensiva de forragens, devido a necessidade elevada deste nutriente no solo para absorção imediata pela planta.

Devem ser aplicados após a calagem no caso de plantio da pastagem e após a adubação com calcário no caso de recuperação da pastagem.

A pH entre 4,0 e 4,5, a eficiência da adubação fosfatada é de apenas 40 % devido a complexação do PO<sub>4</sub> pelo cálcio, alumínio e ferro.

A pH entre 6,0 e 6,5, esta eficiência atinge 100 % .

Os fosfatos naturais devem ser incorporados ao solo (plantio da pastagem) antes da calagem, para que haja reação com o solo ácido (pH baixo). No caso de recuperação de uma pastagem, onde não ocorrerá a incorporação ao solo, não recomenda-se a utilização deste tipo de fertilizante.

Na Tabela 7 são apresentados os principais adubos fosfatados utilizados no Brasil.

Tabela 7. Composição dos principais adubos fosfatados usados no Brasil.

ADUBO	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			%			
	Água	HCl*	Total	CaO	MgO	N	S
<b>SOLÚVEIS</b>							
Superfosfato Simples	18	18	20	28	0	0	12
Superfosfato Triplo	38	40	45	15	0	0	1
MAP (fosfato monoamônio)	50	50	52	0	0	11	0
DAP (fosfato diamônico)	40	42	45	0	0	18	0
<b>INSOLÚVEIS</b>							
Termofosfato magnésiano	0	16	19	28	16	0	0
FAPS (Parcialmente acidulado)	8	10	26	35	0	0	6
Araxá	0	5	36	42	0	0	0
Catalão	0	3	37	0	0	0	0
Patos de Minas	0	4	23	0	0	0	0

\* HCl = ácido cítrico a 2%

## 11. ENXOFRE

O enxofre é essencial na formação de proteína na planta, fazendo parte de alguns aminoácidos. Os aminoácidos são "blocos formadores" das proteínas.

Auxilia ainda, na produção de enzimas e vitaminas.

As plantas deficientes em enxofre apresentam uma cor verde pálida, geralmente começando pelas folhas novas.

As deficiências de enxofre ocorrem mais frequentemente em solos arenosos, pobres em matéria orgânica, em áreas com precipitação pluviométrica de moderada a elevada.

A matéria orgânica é uma fonte considerável de enxofre na maioria dos solos.

Por estar na solução do solo, movimenta-se com a água, sendo facilmente lixiviado.

Como fontes de enxofre podem ser citados:

- superfosfato simples - 12% de S, 28% de CaO e 18% de  $P_2O_5$
- sulfato de amônio - 24% de S e 21% de N
- sulfato de potássio e magnésio - 22% de S, 11% de Mg e 22% de  $K_2O$
- gesso - 15 a 17% de S e 22% de Ca

Para obtenção de elevada produção, a necessidade da planta forrageira está entre 60 e 90 kg de enxofre/ha/ano.

Isto significa que se for usado o superfosfato simples como fonte de fósforo, provavelmente não deverá ocorrer deficiência de enxofre.

Caso isto não ocorra, pode-se adubar o solo com gesso. A quantidade a ser jogada por hectare, equívale a:

$$\text{Gesso/ha} = 60 \times \% \text{ de argila no solo}$$

O uso do gesso está diretamente relacionado à distância da fonte à propriedade, devido ao valor do frete.

Não ultrapasse os níveis de gesso recomendados, para que o ânion  $SO_4$ , não comece a complexar o Ca, Mg, K e Zn.

Quando for usado, deverá ser aplicado em conjunto com o calcário.

A época de aplicação do gesso é a mesma do calcário, ou seja, no final do período de crescimento (março/maio).

## 12. MICRONUTRIENTES

Os micronutrientes são tão importantes para a nutrição das plantas quanto os macronutrientes, em que pese a menor quantidade requerida desses elementos.

O uso de micronutrientes na adubação deve ser tratado como qualquer outro insumo para a produção.

O pH do solo afeta consideravelmente a disponibilidade dos micronutrientes.

Em geral, a disponibilidade diminui à medida que o pH aumenta, com exceção do molibdênio. A Tabela 8 mostra a faixa de pH do solo onde há a maior disponibilidade de cada nutriente.

Tabela 8. Faixa de pH que favorece a disponibilidade de cada micronutriente.

MICRONUTRIENTE	FAIXA DE pH PARA DISPONIBILIDADE MÁXIMA
Boro (B)	5,0 a 7,0
Cobre (Cu)	5,0 a 7,0
Ferro (Fe)	4,0 a 6,5
Manganês (Mn)	5,0 a 6,5
Molibdênio (Mo)	7,0 a 8,5
Zinco (Zn)	5,0 a 7,0

À medida que o valor do pH se eleva devido à aplicação de calcário, aumentam as chances de ocorrência de deficiências de micronutrientes.

Assim sendo, como a produção intensiva de pastagens requer uso freqüente de calcário e como não existem parâmetros para a recomendação de micronutrientes nesse tipo de pastagem, recomenda-se a aplicação anual de uma mistura que contenha esses nutrientes

Existem várias fontes de micronutrientes, entretanto, a mais usada e mais completa, contendo os elementos necessários são as fritas, também chamadas "elementos traços fritados", tradução literal do inglês "frited trace elements", originando a sigla FTE.

As fritas mais recomendadas para o uso em pastagens e suas composições encontram-se na Tabela 9.

Tabela 9. Principais fritas brasileiras e suas composições.

FTE	GARANTIAS (%)					
	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
BR-12	1,8	0,8	3,0	2,0	0,1	9,0
BR-12 EXTRA	2,5	1,0	3,0	3,0	0,1	15,0
BR-13	1,5	2,0	2,0	2,0	0,1	7,0
BR-15	2,8	0,8	-	-	0,1	8,0

De uma forma geral, a recomendação para áreas de produção intensiva de pastagens, tem sido da ordem de 50 kg de FTE BR-12, BR-13 ou BR-15 por hectare, aplicados anualmente no início da estação de maior crescimento.

Como a quantidade recomendada é pequena, utiliza-se o adubo fosfatado (geralmente, o superfosfato simples) como veículo dos micronutrientes.

### 13. POTÁSSIO

O potássio é essencial para o uso eficiente da água, além de ser o responsável pelo aumento da resistência da planta ao acamamento, às pragas e as doenças.

Sua deficiência é caracterizada pelo amarelecimento e bronzeamento nas margens das folhas inferiores.

O potássio não se movimenta muito no solo, sendo a *difusão* sua principal forma de absorção pelas raízes. As condições de seca diminuem este movimento.

As perdas de potássio por lixiviação ocorrem sob condições de solos muito arenosos, com baixo teor de matéria orgânica e sujeitos a elevados índices pluviométricos.

O objetivo em relação da adubação potássica é elevar o nível deste nutriente no solo para 4 a 6% da CTC (capacidade de troca catiônica).

Dados de pesquisa apontam um aproveitamento de 70% do potássio via adubação.

Para se efetuar a recomendação de adubação potássica, siga os seguintes passos:

1. encontre a porcentagem de potássio em relação à CTC, dividindo a quantidade expressa na análise do solo, pelo valor da CTC, multiplicando o resultado por 100;
2. estipule uma meta para a % de potássio em relação à CTC (objetivo é 4 a 6% de K em relação à CTC);
3. a diferença entre a meta e o nível atual (ambos em %) é a deficiência a ser coberta pela adubação;
4. multiplique a diferença em % pelo valor da CTC, obtendo a quantidade necessária de potássio a ser adicionada em  $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$ ;

5. multiplique o resultado por 100, já que para elevar o potássio em 1  $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$  de solo são necessários 100 kg de  $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}$ ;
6. divida o resultado da operação anterior por 0,7 pois o nível de aproveitamento do adubo potássico é de 70% e
7. o resultado final será a quantidade de  $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}$ .

Os principais fertilizantes contendo potássio são:

- cloreto de potássio (KCl) - 60% de  $\text{K}_2\text{O}$
- sulfato de potássio e magnésio - 22% de  $\text{K}_2\text{O}$ , 22% de S e 11% de Mg
- formulações comerciais - várias concentrações de K e N, principalmente

Sob pastejo, grande parte do potássio é reciclado no sistema pela morte de partes da planta, perdas por pastejo e incorporação de fezes e urinas.

A contribuição das fezes e urinas é irregular e dependente do manejo.

À semelhança do fósforo, as adubações potássicas apresentam maior sucesso quando efetuadas no período das chuvas ou sob irrigação e em pastagens que disponham de matéria morta na superfície do solo.

## 14. NITROGÊNIO

O aumento da produção das plantas forrageiras tropicais é modulado pela adubação nitrogenada, desde que haja equilíbrio entre os outros nutrientes em níveis elevados.

O nitrogênio está ligado diretamente ao teor de proteína e ao crescimento da planta. Esse nutriente é modulador do crescimento e interfere no perfilhamento e na expansão foliar.

O adubo nitrogenado deve ser aplicado após cada pastejo ou corte, durante a estação de crescimento, melhorando a eficiência de sua utilização.

A eficiência da adubação nitrogenada depende da temperatura, da luminosidade e da disponibilidade de água. Nada poderá ser feito para minimizar o efeito negativo desses fatores sobre o crescimento das plantas, caso a temperatura esteja abaixo da ideal para as gramíneas forrageiras tropicais (menos de 35°C durante o dia e menos de 15°C no período noturno) e/ou o comprimento do dia (fotoperíodo), seja menor que 12 horas .

Quanto a deficiência de água, a presença de material morto na superfície do solo, pode garantir a umidade necessária para que ocorra a absorção do nitrogênio.

Deve ser adotado como rotina a adubação com nitrogênio somente no final da tarde/início da noite, independentemente da ocorrência de chuvas ou não.

Mesmo durante um veranico (período seco durante a estação de crescimento), é interessante adubar com nitrogênio desde que haja cobertura morta sobre a superfície do solo.

A perda de nitrogênio por volatilização quando a fonte for uréia, pode chegar a 50% da quantidade aplicada, caso não haja cobertura morta e/ou não esteja chovendo no momento da adubação.

Mesmo que não esteja chovendo, a ocorrência de sereno ou orvalho durante a noite, garantirá a solubilização do adubo nitrogenado.

Como a quase totalidade do nitrogênio é absorvido por *fluxo de massa* (a água por estar sendo constante absorvida pelas raízes, carrega o nutriente), o deslocamento do nitrogênio dissolvido pela umidade noturna, da superfície para o interior da cobertura morta, permitirá que as raízes entremeadas à esta, encontrem e absorvam o nutriente.

A absorção do nitrogênio provoca de imediato, um aumento na quantidade de células. A expansão (crescimento) das células, no entanto, só ocorrerá quando houver disponibilidade de água (chuva ou irrigação), resultando numa resposta compensatória por parte da planta.

Assim, se o único fator que estiver limitando o crescimento da planta forrageira for a umidade do solo, a irrigação das pastagens deverá ser considerada como um instrumento vital para o aumento de produção de forragem.

O nitrogênio em nível adequado produz uma cor verde escura nas folhas, devido a uma alta concentração de clorofila.

Sua deficiência é caracterizada pelo amarelecimento das folhas (clorose), iniciando-se nas folhas mais velhas.

Como principais fontes de nitrogênio podem ser citados:

- uréia - 45% de N
- sulfato de amônio - 21% de N e 24% de S
- nitrato de amônio - 34% de N
- nitrocálcio - 27% de N, 5% de CaO e 3% de MgO
- formulações comerciais - várias concentrações de N e K, principalmente

Respostas lineares à adubação nitrogenada tem sido obtidas até o nível de 800 kg de N/ha/ano, com eficiência variando entre 40 a 70 kg de matéria seca por kg de nitrogênio aplicado.

Na Tabela 10 é mostrada uma simulação muitas vezes obtidas no campo, entre o nível de nitrogênio aplicado e a capacidade de suporte das gramíneas forrageiras tropicais.

Tabela 10. Simulação entre o nível de nitrogênio aplicado e a capacidade de suporte de gramíneas forrageiras tropicais.

UA/ha	N (kg)/ha	URÉIA (kg)/ha
1	-	-
2	50	110
3	100	220
4	150	330
5	200	440
6	250	560
7	300	670
8	350	780
9	400	890
10	450	1.000
11	500	1.110
12	550	1.220
13	600	1.330
14	650	1.440
15	700	1.550

## 15. INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE DO SOLO

A interpretação da análise de um solo dependerá da cultura que a ser implantada ou cuidada. No caso de pastagens, devido sua elevada produção de matéria seca por unidade de área, as recomendações para correção e fertilização do solo, são invariavelmente superiores às recomendações para outras culturas.

As unidades utilizadas no Programa de Controle de Qualidade de Laboratórios pelo Sistema IAC, estão de acordo com a legislação brasileira e o Sistema Internacional, desde 1.996. Alguns laboratórios usam ainda unidades antigas podendo no entanto, ser convertida em unidades atuais conforme relação sumarizada na Tabela 11.

Tabela 11. Unidades antigas e atuais utilizadas na análise de solo e seus respectivos fatores de conversão.

DETERMINAÇÃO	UNIDADE ANTIGA	UNIDADE NOVA	FATOR DE CONVERSÃO <sup>1</sup>
M.O.(matéria orgânica)	%	g/dm <sup>3</sup>	10
Fósforo resina (P)	mg/dm <sup>3</sup> , ppm	mg/dm <sup>3</sup>	1
Cálcio (Ca)	meq/100cm <sup>3</sup>	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	10
Magnésio (Mg)	meq/100cm <sup>3</sup>	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	10
Potássio (K)	meq/100cm <sup>3</sup>	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	10
Hidrogênio + Alumínio (H+Al)	meq/100cm <sup>3</sup>	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	10
Alumínio (Al)	meq/100cm <sup>3</sup>	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	10
Soma de bases (S) <sup>2</sup>	meq/100cm <sup>3</sup>	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	10
Capacidade de Troca Catiônica (CTC) <sup>3</sup>	meq/100cm <sup>3</sup>	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	10

1. Para obter o valor numérico das novas unidades, multiplicar o valor das antigas pelo fator de conversão.

2. Soma de bases = K + Ca + Mg

3. CTC = K + Ca + Mg + H + Al

Alguns laboratórios utilizam metodologias e unidades como:

- Fósforo - obtido pelo método Mehlich - não há conversão para a determinação de P obtido pelo método de extração pela resina.
- Potássio - determinação feita em ppm - para converter em  $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$ , dividir o valor por 39.

Na Tabela 12, são apresentados alguns exemplos reais de análises de solo da região de São Carlos, que serão usados para cálculo da adubação e comentários sobre a estratégia de recuperação da fertilidade de cada uma delas.

Tabela 12. Exemplos de análises de solo.

SOLO	pH	pH	M.O. g/dm <sup>3</sup>	P * mg/dm <sup>3</sup>	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S	CTC	V%
	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>										
1	4,9	4,1	14	1	0,6	2	1	33	10	3,6	36,6	9,8
% CTC					1,6	5,5	2,7					
2	4,7	4,1	28	13	0,5	3	1	90	15	4,5	94,5	4,8
% CTC					0,5	3,2	1,1					
3	5,7	4,8	15	10	1,2	9	2	26	1	12,2	38,2	31,9
% CTC					3,1	23,6	5,2					
4	6,3	5,4	17	15	1,9	16	5	22	0	22,9	44,9	51,0
% CTC					4,2	35,6	11,1					
5	6,2	5,2	15	17	1,4	11	5	26	0	17,4	43,4	40,1
% CTC					3,2	25,3	11,5					
6	7,0	6,5	21	23	1,7	31	15	14	0	47,7	61,7	77,3
% CTC					2,8	50,2	24,3					
7	6,2	5,5	21	10	1,0	30	25	21	0	56,0	77,0	72,7
% CTC					1,3	39,0	32,5					
8	5,7	5,1	21	54	5,3	21	6	28	0	32,3	60,3	53,6
% CTC					8,8	34,8	10,0					

\* extrator - resina

Considerando as análises apresentadas e os calcários (calcítico ou dolomítico) com PRNT de 90%, são apresentados abaixo as características do solo amostrado, as recomendações de adubação, os respectivos comentários e o

custo dessas adubações, lembrando que foi considerado o litro de leite vendido a um preço de R\$ 0,45 e os seguintes preços dos adubos:

- calcários dolomítico ou calcítico - R\$ 100,00/t
- superfosfato simples - R\$ 1.000,00/t
- micronutrientes (BR-12) - R\$ 2.000,00/t
- cloreto de potássio - R\$ 2.000,00/t
- uréia - R\$ 2.000,00/t

## **Análise do Solo 1**

### Características

Areia quartzosa com vegetação de cerrado que nunca recebeu qualquer tipo de corretivo, fertilizante ou matéria orgânica.

O objetivo do produtor nessa área, é plantar braquiário (Braquiaria brizanta) para iniciar o manejo intensivo de pastagens.

### Recomendações

A calagem para este ano agrícola, será de 2,0 t/ha e o calcário será o dolomítico.

A adubação fosfatada será de 90 kg de  $P_2O_5$ /ha. No caso de usar o superfosfato simples deverão ser aplicados 450 kg/ha.

Conjuntamente com a adubação fosfatada, deverá ser utilizada uma mistura de micronutrientes (BR-12) na dosagem de 50 kg/ha.

A quantidade de potássio recomendada é de 100 kg de  $K_2O$ /ha. Se o adubo utilizado for o cloreto de potássio (KCl), serão necessários 170 kg/ha.

A adubação nitrogenada deverá ser de 150 a 200 kg de N/ha, o que equivale a uma quantidade de uréia entre 350 a 450 kg/ha, por exemplo.

Pode ser usada também, uma formulação que contenha N e  $K_2O$ , como por exemplo, 20-00-10 na dosagem de 1000 kg/ha. Pode-se ter como alternativa o uso da fórmula 20-00-20 (mais facilmente encontrada) se a diferença de preço for pequena.

### Comentários

Num solo arenoso, com baixo teor de matéria orgânica, baixa CTC (pequena capacidade de retenção de cargas - Ca, Mg e K), não é recomendado elevar-se a saturação por bases, de uma só vez, para 80%. A correção do solo para reduzir o efeito da elevada quantidade de alumínio presente, terá como meta a saturação por bases de 60%. O nível baixo de magnésio no solo determinou a escolha pelo calcário dolomítico.

Para elevar o nível de fósforo de 1 para 10 ppm (nível mínimo para se iniciar qualquer trabalho de intensificação de produção pecuária), será necessário acrescer o nível de fósforo no solo em 9 ppm. Nas adubações fosfatadas de todas as análises, recomendou-se a utilização do superfosfato simples, para que a planta seja suprida de enxofre.

Outra recomendação geral, para todas as análises, diz respeito à mistura de micronutrientes. Devido a elevação do pH, via uso intenso de calcário, tornar menos disponível alguns desses elementos, podendo provocar deficiências nas plantas e conseqüentemente, redução na produção, recomenda-se o uso anual de dosagem básica de 50 kg/ha de BR-12.

Como a CTC está baixa, a adubação potássica poderá ter como meta para este ano agrícola, alcançar 3,5% de K na CTC, lembrando que o objetivo é atingir 5 a 6% de K na CTC. Assim, a deficiência é de 1,9% de K na CTC. Isto corresponde a  $0,69 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$  de solo. A multiplicação por 100 para encontrar

a quantidade de  $K_2O/ha$  e a divisão por 0,7, que é o fator de aproveitamento da adubação potássica resultam na recomendação acima.

De uma forma geral, no início de um trabalho de intensificação na produção de forragem, o nível de nitrogênio acompanha o nível da adubação potássica.

### Costo da adubação

ADUBO	QUANTIDADE (t)	PREÇO UNITÁRIO (R\$/t)	VALOR TOTAL (R\$/ha)
Calcário Dolomítico	2,00	100,00	200,00
Superfosfato Simples	0,45	1.000,00	450,00
BR-12	0,05	2.000,00	100,00
Cloreto de Potássio	0,17	2.000,00	340,00
Uréia	0,45	2.000,00	900,00
TOTAL	-	-	1.990,00

Utilização da pastagem = 180 dias

Costo da adubação por hectare por dia = R\$ 11,06/ha/dia

Preço do leite = R\$ 0,45/l

Costo da adubação em litros de leite por hectare por dia = 24,57 l/ha/dia

Lotação esperada = 4 UA/ha

Costo da adubação em litros de leite por UA por dia = 6,14 l/UA/dia

## **Análise do Solo 2**

### Características:

Latossolo vermelho amarelo textura média, cultivado nos últimos dois anos com milho para silagem, obtendo baixas produções (abaixo de 10 t de matéria verde/ha).

O objetivo do produtor nesta área, é formar pastagens de Tanzânia rotacionado.

#### Recomendações:

A calagem para este ano agrícola, será de 3,7 t/ha e o calcário será o dolomítico.

A adubação fosfatada será de 70 kg de  $P_2O_5$ /ha, equivalendo a 350 kg de superfosfato simples/ha.

Conjuntamente com a adubação fosfatada, deverá ser aplicada uma mistura de micronutrientes (BR-12) na dosagem de 50 kg/ha.

A quantidade de potássio a ser aplicada será da ordem de 140 kg de  $K_2O$ /ha. Se o adubo utilizado for o cloreto de potássio (KCl), serão aproximadamente 230 kg/ha.

A adubação nitrogenada deverá ser de 200 a 250 kg de N/ha, o que equivale a uma quantidade de uréia entre 200 e 350 kg/ha, por exemplo.

Como opção, pode ser usada uma formulação que contenha N e  $K_2O$ , como por exemplo 20-00-20 na dosagem de 700 kg/ha.

#### Comentários:

Por não ter realizado calagem ou adubação de cobertura em anos anteriores, os níveis de cálcio, magnésio e potássio estão extremamente baixos, resultando numa saturação por bases praticamente zero. A elevada concentração de hidrogênio e alumínio, caracteriza a condição ácida do solo.

Como a CTC deste solo é alta, em função de suas características granulométricas e do bom teor de matéria orgânica, se a meta neste primeiro ano for elevar a saturação por bases para valores acima de 40%, a quantidade de calcário será enorme. Lembre-se que o importante não é atingir rapidamente os níveis ideais de fertilidade do solo, e sim estar preocupado em recuperá-la, independentemente do tempo que isto levará. O nível baixo de magnésio no solo determinou a escolha pelo calcário dolomítico. Recomenda-se não ultrapassar a dosagem de 4,0 t/ha de calcário.

O teor de fósforo não está baixo, devido as adubações contínuas no plantio do milho com a formulação 04-14-08. Neste ano agrícola, a meta em relação ao nível de fósforo é atingir 20 ppm.

A % de K em relação à CTC está muito baixa (0,5%). Como a CTC está elevada, devido a alta concentração de H+Al, a meta estipulada para este ano agrícola foi atingir 1,5%. Se a meta fosse 2,0 ou 2,5% de K na CTC, a quantidade de adubo potássico seria grande, podendo advir dois problemas: custo elevado de adubação e lixiviação do K.

Apesar de utilizar uma espécie forrageira de alto potencial de produção, neste primeiro ano, não recomendamos uma adubação nitrogenada intensiva, pois certamente haveria restrições nos demais nutrientes. A proposta de adubação de 200 a 250 kg de N/ha/ano deverá resultar em lotações ao redor de 5,0 a 6,0 UA/ha.

De uma forma geral, no início de um trabalho de intensificação na produção de forragem, o nível de nitrogênio acompanha o nível da adubação potássica.

Costo da adubação

ADUBO	QUANTIDADE (t)	PREÇO UNITÁRIO (R\$/t)	VALOR TOTAL (R\$/ha)
Calcário Dolomítico	3,70	100,00	370,00
Superfosfato Simples	0,35	1.000,00	350,00
BR-12	0,05	2.000,00	100,00
Cloreto de Potássio	0,23	2.000,00	460,00
Uréia	0,35	2.000,00	700,00
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>1.980,00</b>

Utilização da pastagem = 180 dias

Costo da adubação por hectare por dia = R\$ 11,00/ha/dia

Preço do leite = R\$ 0,45/l

Costo da adubação em litros de leite por hectare por dia = 24,44  
l/ha/dia

Lotação esperada = 6 UA/ha

Costo da adubação em litros de leite por UA por dia = 4,07 l/UA/dia

**Análise do Solo 3**Características

Latossolo vermelho amarelo textura arenosa, cultivado com pastagem de capim braquiária decumbens em processo de degradação (aumento da presença de plantas invasoras).

O objetivo do produtor é recuperar a pastagem, devido ao bom "stand" da braquiária decumbens.

Recomendações

A adubação com calcário (área de pastagem em recuperação) para este ano agrícola, será de 1,6 t/ha e o calcário será o dolomítico.

A adubação fosfatada será de 100 kg de  $P_2O_5$ /ha. No caso de usar o superfosfato simples deverão ser aplicados 500 kg/ha.

Conjuntamente com a adubação fosfatada, deverá ser utilizada uma mistura de micronutrientes (BR-12) na dosagem de 50 kg/ha.

A quantidade de potássio recomendada é de 100 kg de  $K_2O$ /ha. Se o adubo utilizado for o cloreto de potássio (KCl), serão necessários 170 kg/ha.

A adubação nitrogenada deverá ser de 150 a 200 kg de N/ha, o que equivale a uma quantidade de uréia de 350 kg/ha, por exemplo.

Pode ser usada também, uma formulação que contenha N e  $K_2O$ , como por exemplo, 20-00-10 na dosagem de 800 a 1.000 kg/ha.

### Comentários

As adubações realizadas em anos anteriores premiam a pastagem com todos os elementos, porém em dosagens abaixo do recomendado.

Os teores de cálcio e magnésio estão muito baixos, refletindo na saturação por bases. Como a CTC está baixa, optou-se por elevar a saturação por bases para o nível de 70%. O nível baixo de magnésio no solo determinou a escolha pelo calcário dolomítico.

Com a adubação fosfatada a meta para este ano agrícola é alcançar um teor de 20 ppm de fósforo no solo.

Devido à baixa CTC do solo, o cálculo da adubação potássica foi direcionado no sentido de obter um teor de K no solo ao redor de 5% em relação à CTC.

A dosagem de nitrogênio utilizada, permitirá uma produção de massa capaz de suportar uma lotação ao redor de 4 UA/ha, caso os outros fatores de produção (temperatura, fotoperíodo e água) não limitem o crescimento.

#### Custo da adubação

ADUBO	QUANTIDADE (t)	PREÇO UNITÁRIO (R\$/t)	VALOR TOTAL (R\$/ha)
Calcário Dolomítico	1,60	100,00	160,00
Superfosfato Simples	0,50	1.000,00	500,00
BR-12	0,05	2.000,00	100,00
Cloreto de Potássio	0,17	2.000,00	340,00
Uréia	0,35	2.000,00	700,00
TOTAL	-	-	1.800,00

Utilização da pastagem = 180 dias

Custo da adubação por hectare por dia = R\$ 10,00/ha/dia

Preço do leite = R\$ 0,45/l

Custo da adubação em litros de leite por hectare por dia = 22,22 l/ha/dia

Lotação esperada = 4 UA/ha

Custo da adubação em litros de leite por UA por dia = 5,56 l/UA/dia

#### **Análise do Solo 4**

##### Características

Latossolo vermelho amarelo textura arenosa, cultivado com pastagem de capim braquiarião em recuperação.

O produtor deseja continuar o processo de recuperação da pastagem.

### Recomendações

A adubação com calcário (área de pastagem em recuperação) para este ano agrícola, será de 1,5 t/ha e o calcário será o dolomítico.

A adubação fosfatada será de 100 kg de  $P_2O_5$ /ha. No caso de usar o superfosfato simples deverão ser aplicados 500 kg/ha.

Conjuntamente com a adubação fosfatada, deverá ser utilizada uma mistura de micronutrientes (BR-12) na dosagem de 50 kg/ha.

A quantidade de potássio recomendada é de 120 kg de  $K_2O$ /ha. Se o adubo utilizado for o cloreto de potássio (KCl), serão necessários 200 kg/ha.

A adubação nitrogenada deverá ser de 200 a 250 kg de N/ha, o que equivale a uma quantidade de uréia entre 450 e 550 kg/ha, por exemplo.

Pode ser usada também, uma formulação que contenha N e  $K_2O$ , como por exemplo, 25-00-25 na dosagem de 800 kg/ha.

### Comentários

Mesma situação da amostra de solo anterior, porém, utilizando dosagens de adubos mais próximas do indicado.

O teor de cálcio está baixo, mas o de magnésio aproxima-se do ideal (15 a 20% da CTC), e a saturação por bases por conseguinte, está num nível médio. O nível de alumínio no solo foi zerado.

Como este solo apresenta uma saturação por bases mediana e a CTC está baixa, optou-se por elevar a V% de uma só vez, para o nível ideal. O teor médio de magnésio no solo determinou a escolha pelo calcário dolomítico.

O nível de fósforo está acima do nível mínimo. O produtor poderia optar por uma dosagem maior, com o intuito de alcançar o ideal de 30 ppm no solo.

Entretanto, optou-se por atingir a meta de 25 ppm, em função da redução no custo de adubação.

Em resposta às adubações de cobertura realizadas no passado, o teor de potássio encontra-se próximo ao ideal. Assim optou-se por alcançar 6% de K em relação à CTC. Provavelmente, com o passar do tempo, e o aumento do teor de matéria orgânica do solo e o conseqüente aumento da CTC, haja queda no teor relativo de potássio, sendo necessária a reposição via adubação. Análises anuais da fertilidade do solo, permitirão um monitoramento detalhado da fertilidade do solo.

A adubação nitrogenada é uma moduladora da produção desde que os outros nutrientes e os fatores de produção não estejam limitando o crescimento. Desse modo, a recomendação de nitrogênio foi feita no sentido de obter lotações entre 5 a 6 UA/ha.

Deve-se ressaltar que a quantidade de animais existentes no rebanho, o tamanho da área a ser trabalhada e o recurso disponível, são fatores fundamentais na determinação das dosagens dos adubos utilizados.

#### Custo da adubação

ADUBO	QUANTIDADE (t)	PREÇO UNITÁRIO (R\$/t)	VALOR TOTAL (R\$/ha)
Calcário Dolomítico	1,50	100,00	150,00
Superfosfato Simples	0,50	1.000,00	500,00
BR-12	0,05	2.000,00	100,00
Cloreto de Potássio	0,20	2.000,00	400,00
Uréia	0,55	2.000,00	1.100,00
TOTAL	-	-	2.250,00

Utilização da pastagem = 180 dias

Custo da adubação por hectare por dia = R\$ 12,50/ha/dia

Preço do leite = R\$ 0,45/l

Custo da adubação em litros de leite por hectare por dia = 27,78  
l/ha/dia

Lotação esperada = 6 UA/ha

Custo da adubação em litros de leite por UA por dia = 4,63 l/UA/dia

## **Análise do Solo 5**

### Características

Latossolo vermelho amarelo textura média, cultivado com pastagem de capim elefante em recuperação.

### Recomendações

A adubação com calcário (área de pastagem em recuperação) para este ano agrícola, será de 2,0 t/ha e o calcário será o dolomítico.

A adubação fosfatada será de 80 kg de  $P_2O_5$ /ha. No caso de usar o superfosfato simples deverão ser aplicados 400 kg/ha.

Conjuntamente com a adubação fosfatada, deverá ser utilizada uma mistura de micronutrientes (BR-12) na dosagem de 50 kg/ha.

A quantidade de potássio recomendada é de 50 kg de  $K_2O$ /ha. Se o adubo utilizado for o cloreto de potássio (KCl), serão necessários 90 kg/ha.

A adubação nitrogenada deverá ser de 250 a 300 kg de N/ha, o que equivale a uma quantidade de uréia entre 550 e 650 kg/ha, por exemplo.

### Comentários

Como este solo apresenta uma V% mediana e a CTC está baixa, optou-se por elevar a V% de uma só vez para o nível objetivo, a fim de ampliar a capacidade do solo em reter cargas. O nível de magnésio no solo, ainda abaixo do ideal, determinou a escolha pelo calcário dolomítico.

Via adubação fosfatada busca-se neste ano agrícola a meta de 25 ppm de fósforo. O produtor optou por não ir de uma vez para um nível de fósforo de 30 ppm, devido ao custo da adubação. Além disso, a fertilidade atual acrescida de fertilização em dose mediana, permitirá a resposta desejada no que diz respeito à produção de forragem.

A adubação potássica foi realizada em quantidade reduzida por dois motivos: o nível atual não irá limitar o crescimento da planta forrageira e haverá diminuição de gasto com a adubação. Em resumo, o produtor queria gastar o mínimo necessário, sem que a capacidade de suporte desejada fosse afetada. Assim a meta para o ano agrícola foi atingir 4% de K em relação à CTC do solo.

O recurso existente foi direcionado para a adubação nitrogenada. O resultado da análise deste solo, mostrou que era possível utilizar a base da fertilidade existente (outros nutrientes) e utilizar uma elevada dosagem de nitrogênio. Além disso, o capim elefante possui um dos maiores potenciais para a produção de forragem. A meta quanto a capacidade de suporte foi atingir de 6 a 7 UA/ha.

Custo da adubação

ADUBO	QUANTIDADE (t)	PREÇO UNITÁRIO (R\$/t)	VALOR TOTAL (R\$/ha)
Calcário Dolomítico	2,00	100,00	200,00
Superfosfato Simples	0,40	1.000,00	400,00
BR-12	0,05	2.000,00	100,00
Cloreto de Potássio	0,09	2.000,00	180,00
Uréia	0,65	2.000,00	1.300,00
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>2.180,00</b>

Utilização da pastagem = 180 dias

Custo da adubação por hectare por dia = R\$ 12,11/ha/dia

Preço do leite = R\$ 0,45/l

Custo da adubação em litros de leite por hectare por dia = 26,91  
l/ha/dia

Lotação esperada = 7 UA/ha

Custo da adubação em litros de leite por UA por dia = 3,84 l/UA/dia

**Análise do Solo 6**Características

Latossolo vermelho amarelo textura média, cultivado com pastagem de capim elefante em recuperação.

É o mesmo solo da gleba da amostra anterior (nº 5), porém no ano seguinte. O produtor deseja continuar o processo de recuperação da pastagem.

Recomendações

A adubação com calcário (área de pastagem em recuperação) para este ano agrícola, será de 200 kg/ha e o calcário será o calcítico.

A adubação fosfatada será de 70 kg de  $P_2O_5$ /ha. No caso de usar o superfosfato simples deverão ser aplicados 350 kg/ha.

Conjuntamente com a adubação fosfatada, deverá ser utilizada uma mistura de micronutrientes (BR-12) na dosagem de 50 kg/ha.

A quantidade de potássio recomendada é de 150 kg de  $K_2O$ /ha. Se o adubo utilizado for o cloreto de potássio (KCl), serão necessários 250 kg/ha.

A adubação nitrogenada deverá ser de 350 a 400 kg de N/ha, o que equivale a uma quantidade de uréia entre 750 e 900 kg/ha, por exemplo.

Pode ser usada também, uma formulação que contenha N e  $K_2O$ , como por exemplo, 25-00-10 na dosagem de 1.500 kg/ha.

### Comentários

Como resultado da adubação com calcário dolomítico recomendada no anterior, a saturação por bases e o nível de cálcio aproximaram-se do ideal (80% de V e 55 a 60% da CTC, respectivamente). Já o nível de magnésio ultrapassou o desejado (15 a 20% da CTC). Para atingir os níveis de cálcio e V%, deverá ser aplicado calcário calcítico, cujo teor de magnésio é baixo.

A resposta do solo quanto a adubação com fósforo foi positiva. Uma nova fertilização permitirá atingir o nível ideal de 30 ppm de fósforo no solo.

A quantidade absoluta de potássio foi incrementada, apesar da pequena dosagem aplicada no ano anterior, passando de 1,4 para 1,7  $mmol_c/dm^3$ . No entanto, devido a elevação da saturação por bases (via adição de calcário) e do teor de m.o. houve aumento da CTC, o teor de potássio em relação à CTC caiu. Isto significa que houve, em termos relativos, um empobrecimento do solo, no que diz respeito ao potássio.

Este é um fato comum, pois a primeira preocupação em relação aos objetivos quanto à fertilidade de um solo é a elevação da saturação por bases. Na seqüência, deve-se alcançar o ideal quanto ao nível de fósforo e posteriormente, quanto ao de potássio.

A adubação potássica para o próximo ano agrícola buscará elevar a participação desse nutriente em relação à CTC, para 4,5%.

A elevada adubação nitrogenada justifica-se pelo potencial da gramínea explorada e pela fertilidade equilibrada do solo, estando em condições de suportar uma produção intensiva de forragem que permita obter uma lotação de 8 a 9 UA/ha.

#### Costo da adubação

ADUBO	QUANTIDADE (t)	PREÇO UNITÁRIO (R\$/t)	VALOR TOTAL (R\$/ha)
Calcário Dolomítico	0,20	100,00	200,00
Superfosfato Simples	0,35	1.000,00	700,00
BR-12	0,05	2.000,00	100,00
Cloreto de Potássio	0,25	2.000,00	500,00
Uréia	0,90	2.000,00	1.800,00
TOTAL	-	-	3.300,00

Utilização da pastagem = 180 dias

Costo da adubação por hectare por dia = R\$ 18,33/ha/dia

Preço do leite = R\$ 0,45/l

Costo da adubação em litros de leite por hectare por dia = 40,74  
l/ha/dia

Lotação esperada = 9 UA/ha

Costo da adubação em litros de leite por UA por dia = 4,53 l/UA/dia

## **Análise do Solo 7**

### Características

Latossolo vermelho escuro textura média, cultivado com pastagem de capim tanzânia em recuperação.

### Recomendações

A aplicação de calcário (área de pastagem em recuperação), foi dispensada para este ano agrícola.

A adubação fosfatada será de 100 kg de  $P_2O_5$ /ha. No caso de usar o superfosfato simples deverão ser aplicados 500 kg/ha.

Conjuntamente com a adubação fosfatada, deverá ser utilizada uma mistura de micronutrientes (BR-12) na dosagem de 50 kg/ha.

A quantidade de potássio recomendada é de 190 kg de  $K_2O$ /ha. Se o adubo utilizado for o cloreto de potássio (KCl), serão necessários 320 kg/ha.

A adubação nitrogenada deverá ser de 250 a 300 kg de N/ha, o que equivale a uma quantidade de uréia entre 550 e 650 kg/ha, por exemplo.

Pode ser usada também, uma formulação que contenha N e  $K_2O$ , como por exemplo, 20-00-15 na dosagem de 1.200 kg/ha.

### Comentários

A saturação por bases está próxima do ideal, no entanto o nível de cálcio é apenas mediano em relação à CTC. Em contrapartida, o nível de magnésio está acima de desejado, revelando que o aumento na V% foi obtido através da aplicação constante de calcário dolomítico. O teor acima do desejado de magnésio no solo interfere na absorção de potássio. A recomendação de não

premiar a pastagem com calcário tem por objetivo, provocar o consumo de magnésio. Após o 2º ou 3º ano de manejo intensivo tem sido comum, em diversos tipos de solo, a redução dos teores de cálcio e manutenção dos teores de magnésio, provavelmente pela extração e lixiviação deste nutriente.

O nível de fósforo no solo está no patamar mínimo. A adubação recomendada procurou atingir um teor de 20 ppm de P no solo.

O resultado da análise revelou um teor de potássio muito baixo. As adubações potássicas foram definidas com a meta de alcançar 3% no próximo ano agrícola e o objetivo de 6% de K na CTC, num prazo de três anos.

Os níveis baixos de fósforo e potássio revelam que a recuperação da fertilidade do solo nesta propriedade, está sendo realizada de forma segmentada, ou seja, primeiro eleva-se a V%, posteriormente, o nível de fósforo e finalmente o de potássio. A recuperação de um solo deve ser feita de forma harmoniosa, devendo haver sim a preocupação com a seqüência V%, P e K, mas não a recuperação estanque de cada elemento, como se um nada tivesse a ver com o outro na produção vegetal.

A elevada adubação nitrogenada justifica-se pelo potencial da gramínea explorada e pela fertilidade equilibrada do solo, estando em condições de suportar uma produção intensiva de forragem que permita obter uma lotação de 6 a 7 UA/ha.

Custo da adubação

ADUBO	QUANTIDADE (t)	PREÇO UNITÁRIO (R\$/t)	VALOR TOTAL (R\$/ha)
Calcário Dolomítico	-	100,00	-
Superfosfato Simples	0,50	1.000,00	500,00
BR-12	0,05	2.000,00	100,00
Cloreto de Potássio	0,32	2.000,00	640,00
Uréia	0,65	2.000,00	1.300,00
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>2.540,00</b>

Utilização da pastagem = 180 dias

Custo da adubação por hectare por dia = R\$ 14,11/ha/dia

Preço do leite = R\$ 0,45/l

Custo da adubação em litros de leite por hectare por dia = 31,36  
l/ha/dia

Lotação esperada = 7 UA/ha

Custo da adubação em litros de leite por UA por dia = 4,48 l/UA/dia

**Análise do Solo 8**Características

Latossolo vermelho escuro textura média, cultivado com pastagem de capim tanzânia em recuperação.

A análise da amostra do solo nº 8, refere-se à mesma área, 4 anos depois. O produtor continua com o processo de recuperação da pastagem.

Recomendações

A adubação com calcário (área de pastagem em recuperação) para este ano agrícola, será de 1,8 t/ha e o calcário será o dolomítico.

A adubação fosfatada não é necessária para o próximo ano agrícola.

Para que não haja deficiência de enxofre, a recomendação é que se adube com 90 kg de S/ha, o que equivaleria a 600 kg de gesso, por exemplo. O sulfato de amônio pode ser outra opção para quem está distante da fonte de gesso.

No início do período de crescimento deverá ser aplicada a mistura de micronutrientes (50 kg de BR-12/ha), podendo ser usado como veículo, o superfosfato simples em pequena dosagem (150 a 200 kg/ha).

A adubação potássica não será necessária para o próximo ano agrícola.

A adubação nitrogenada deverá ser de 400 a 450 kg de N/ha, o que equivale a uma quantidade de uréia entre 900 e 1.000 kg/ha, por exemplo. Se a opção for de utilizar o sulfato de amônia (para fornecimento de S), pode-se alternar com a uréia desde seja mantida o teor de N por aplicação.

### Comentários

Durante quatro anos, o calcário calcítico pode não ter sido aplicado ou o foi em dosagens pequenas com o intuito de haver o consumo de magnésio, reduzindo sua participação relativa na CTC. Conseqüentemente, ocorreu um acentuado decréscimo na saturação por bases e um pequeno declínio na % de Ca em relação à CTC. Em síntese, deu-se um passo para trás para retomar o caminho correto do equilíbrio entre os nutrientes no solo. Para o próximo ano agrícola será necessária a aplicação de calcário dolomítico com o objetivo de alcançar a V% e os níveis de Ca e Mg, ideais.

O monitoramento anual da fertilidade do solo, impedirá que erros como o que foi cometido (excesso de Mg), aconteçam novamente.

As adubações fosfatada e potássica são desnecessárias este ano agrícola, pois os níveis de P e K estão acima do desejado.

Se não fosse a análise de solo, provavelmente o produtor continuaria adubando a pastagem com esses elementos, prejudicando o equilíbrio entre os nutrientes no solo e comprometendo o lucro da atividade.

A recomendação de adubação com enxofre via gesso ou sulfato de amônio, deve-se ao fato de não haver para pastagens, parâmetro seguro na determinação de níveis desejados no solo. O mesmo raciocínio se aplica aos micronutrientes.

A elevada adubação nitrogenada justifica-se pelo potencial da gramínea explorada e pela fertilidade equilibrada do solo, estando em condições de suportar uma produção intensiva de forragem que permita obter uma lotação de 9 a 10 UA/ha.

#### Costo da adubação

ADUBO	QUANTIDADE (t)	PREÇO UNITÁRIO (R\$/t)	VALOR TOTAL (R\$/ha)
Calcário Dolomítico	1,80	100,00	180,00
Gesso Agrícola	060	1.000,00	600,00
Superfosfato Simples	0,20	1.000,00	200,00
BR-12	0,05	2.000,00	100,00
Cloreto de Potássio	-	2.000,00	-
Uréia	1,00	2.000,00	2.000,00
TOTAL	-	-	3.080,00

Utilização da pastagem = 180 dias

Costo da adubação por hectare por dia = R\$ 17,11/ha/dia

Preço do leite = R\$ 0,45/l

Custo da adubação em litros de leite por hectare por dia = 38,02  
l/ha/dia

Lotação esperada = 10 UA/ha

Custo da adubação em litros de leite por UA por dia = 3,80 l/UA/dia

### **OBSERVAÇÕES:**

Deve-se observar que apesar do elevado custo por área, a adubação torna-se cada vez mais econômica (R\$/UA/dia) quando se obtém altas lotações. Basta comparar o custo por UA/dia obtido na adubação do solo 1 (braquiária com baixa lotação) e os demais exemplos de custos maiores por área, porém, melhor custo benefício.

Em áreas bem manejadas, existe a tendência da reposição de nutrientes ser anualmente menor, principalmente para o fósforo e potássio. Em outras palavras, o desempenho da pastagem tende a melhorar (principalmente pela incorporação de matéria orgânica) e os custos de adubação serão decrescentes, o que se revela em custos muito menores por unidade animal neste sistema.

O formulário apresentado a seguir poderá ser utilizado para recomendação de adubações, definindo-se conjuntamente com o proprietário, as metas para cada um dos nutrientes.

PRODUTOR \_\_\_\_\_

PROPRIEDADE \_\_\_\_\_

MUNICÍPIO \_\_\_\_\_

data da amostragem - \_\_\_\_\_

identificação da amostra \_\_\_\_\_

### CALCÁRIO

atual - \_\_\_\_\_

objetivo - \_\_\_\_\_

meta ano agrícola \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

Ca/CTC - \_\_\_\_\_

Mg/CTC - \_\_\_\_\_

PRNT do calcário - \_\_\_\_\_

calcário \_\_\_\_\_

necessidade de calcário - \_\_\_\_\_

### FÓSFORO

atual - \_\_\_\_\_

objetivo - \_\_\_\_\_

meta ano agrícola \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

deficiência - \_\_\_\_\_

necessidade de fósforo - \_\_\_\_\_

### POTÁSSIO

atual - \_\_\_\_\_

objetivo - \_\_\_\_\_

meta ano agrícola \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

deficiência - \_\_\_\_\_

necessidade de potássio - \_\_\_\_\_

### NITROGÊNIO

meta ano agrícola \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

lotação desejada - \_\_\_\_\_

necessidade de nitrogênio - \_\_\_\_\_

### MICRONUTRIENTES

recomendação - \_\_\_\_\_

### COMENTÁRIOS

---

---

---

## 16. DEGRADAÇÃO DAS PASTAGENS

### 16.1. Definição

Tradicionalmente, as pastagens são consideradas em degradação quando:

"... a produção de forragem é insuficiente para manter determinado número de animais no pasto por um certo tempo" (Meirelles, 1993).

Esta definição, no entanto, é incompleta e subjetiva. De acordo com esta definição, praticamente todas as pastagens podem ser enquadradas como "em degradação", dependendo apenas do nível de produção e da taxa de lotação que forem impostos como limite.

Uma definição mais completa seria:

"Degradação de pastagens é um termo usado para designar um processo evolutivo de perda de vigor, produtividade e da capacidade de recuperação natural de uma dada pastagem, tornando-a incapaz de sustentar os níveis de produção e qualidade exigidos pelos animais, bem como o de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras" (Kichel et al., 1997).

A caracterização do nível de degradação não é uma tarefa fácil, porém, alguns métodos têm sido propostos como, por exemplo:

- **Grau 1:** redução na produção de forragem, na qualidade, na altura e no volume durante a época de crescimento
- **Grau 2:** diminuição da área coberta pela vegetação, pequeno número de plantas novas
- **Grau 3:** aparecimento de plantas invasoras de folhas largas, início de processo erosivo por ação das chuvas
- **Grau 4:** presença, em alta proporção, de espécies invasoras; aparecimento de gramíneas nativas e processos erosivos acelerados.

## **16.2. Causas de Degradação**

A degradação de uma pastagem pode ser decorrente de uma série de fatores que, em muitos casos, ocorrem de forma concomitante. Os principais fatores determinantes da degradação de um pasto são: falta de adaptação ao ambiente da espécie semeada; má formação do pasto; manejo inadequado; invasão de plantas indesejáveis; ataque de pragas e doenças; baixa fertilidade do solo e compactação do solo.

### **16.2.1. Escolha da espécie forrageira**

Um dos fatores determinantes da degradação de pastagens é a implantação de espécies forrageiras não adaptadas às condições de solo, clima e manejo. Desta forma, para a escolha da espécie forrageira a ser implantada deve-se levar em consideração fatores como:

- histórico da área: época de abertura da área; espécie em uso; nível de tecnologia adotado; produtividade em anos anteriores; presença de invasoras; banco de sementes; pragas e doenças
- clima: precipitação anual; temperatura mínima, máxima e média; geadas e fotoperíodo
- solo: topografia; susceptibilidade à erosão; impedimentos físicos; deficiência ou excesso de água; impedimentos à mecanização; nível de fertilidade do solo; profundidade e textura do solo

A Tabela 13 dá exemplo de forrageiras indicadas para diferentes condições de solo.

Tabela 13. Exemplos de espécies forrageiras recomendadas para a região dos Cerrados, considerando-se algumas condições edafoclimáticas.

CONDIÇÕES GERAIS	ESPÉCIES INDICADAS
Solos úmidos (mal drenados) e/ou temporariamente úmidos, com baixa fertilidade ou solos de baixa fertilidade com alto grau de erodibilidade	<i>Brachiaria humidicola</i> <i>Brachiaria dictioneura</i>
Solos de baixa fertilidade e/ou rasos (com cascalho)	<i>Andropogon gayanus</i>
Solos de baixa e média fertilidades, bem drenados, em regiões de baixa incidência de cigarrinhas	<i>Brachiaria decumbens</i> <i>Andropogon gayanus</i>
Solos de média e alta fertilidades, bem drenados, em regiões com ou sem cigarrinhas	<i>Brachiaria brizantha</i>
Solos de média e alta fertilidade, profundos, bem drenados	<i>Panicum</i> spp. <i>Pennisetum purpureum</i> <i>Cynodon</i> spp.
Solos úmidos (mal drenados), profundos, de média e alta fertilidades	<i>Setaria</i> spp. <i>Paspalum</i> spp. <i>Brachiaria mutica</i>

Adaptado de Kichel et al. (1997).

### 16.2.2. Manejo do pasto como causa da degradação

A degradação do pasto pode ocorrer tanto devido ao super, quanto ao subpastejo. Em situações de subpastejo ocorre o sombreamento da base da touceira, o que prejudica o perfilhamento e a rebrota das plantas. Já o superpastejo pode provocar: redução da área fotossinteticamente ativa; esgotamento das reservas orgânicas; abertura da comunidade, dando oportunidade ao aparecimento de plantas invasoras; compactação do solo; erosão e redução da fertilidade do solo.

Para evitar a degradação do pasto é preciso se respeitar a recomendação de intensidade e de ciclo de pastejo (período de ocupação e de descanso) adequados para cada espécie forrageira.

O momento mais crítico em termos de degradação do pasto é o início do período chuvoso. Nesta fase, normalmente os pastos estão baixos e as plantas com poucas reservas orgânicas. Ao mesmo tempo, as condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento aceleram o metabolismo da planta, fazendo com que esta use as reservas restantes para rebrotar. O superpastejo nesta fase pode determinar o esgotamento da planta levando à degradação da área.

Com o menor ritmo de crescimento das espécies forrageiras e a abertura da comunidade, as plantas invasoras encontram espaço para se desenvolverem e passam a competir com o capim pelos fatores de crescimento, principalmente, água, luz e nutrientes.

A compactação do solo, ao contrário do que muitos acreditam, é fruto, principalmente, do superpastejo e da redução do ritmo de crescimento da planta. A compactação devido ao pisoteio ocorre em profundidades de 7 a 10 cm. Em áreas bem manejadas, o sistema radicular do capim é capaz de romper esta camada compactada, impedindo a degradação física do solo. Já nas áreas em processo de degradação, o sistema radicular não é capaz de quebrar esta camada, e a compactação passa a representar mais um impedimento ao bom desenvolvimento da planta, acelerando a degradação do pasto.

### **16.3. Reforma ou Recuperação ?**

Uma das principais dúvidas da maioria dos pecuaristas brasileiros é o que fazer para interromper o processo de degradação e restabelecer o potencial produtivo do pasto.

O processo de reforma de pastagens consiste na eliminação da população de plantas existente, preparo do solo, implantação de um programa de controle de erosão, correção do solo, adubação e semeadura do capim a ser implantado.

Já no caso da recuperação, a forrageira existente na área é mantida e busca-se restabelecer a produtividade do pasto por meio da adubação e correção do solo e do ajuste do manejo da planta.

Como optar pela recuperação ou pela reforma da pastagem? Um ponto que deve ser levado em consideração é o grau de infestação de daninhas e o tipo de planta daninha da área. Algumas plantas daninhas são de fácil controle (baixo custo e controle eficiente) como, por exemplo, as guanxumas. Nesse caso, a recuperação química do solo é interessante, e deve ser feita sempre após o controle das daninhas.

Por outro lado, quando existem plantas daninhas de difícil controle, como algumas arbustivas (ex.: cigarinha), e essas se apresentam com grau de infestação alto, deve-se optar pela reforma da pastagem. Áreas infestadas por gramas (grama batatais e outras) são de difícil recuperação e, nesse caso, deve-se optar também pela reforma. A Tabela 14 apresenta parâmetros que podem auxiliar na tomada de decisão.

Tabela 14. Critérios para tomada de decisão quanto à reforma ou a recuperação de uma pastagem degradada.

<b>É POSSÍVEL RECUPERAR</b>	<b>HÁ A NECESSIDADE DE REFORMA</b>
Áreas com ausência de plantas da espécie forrageira de interesse menores do que 2 m <sup>2</sup>	Áreas com solo exposto ou coberto por plantas daninhas maiores do que 2 m <sup>2</sup>
Existe pelo menos uma touceira/m <sup>2</sup> de capim-colonião ou capim-elefante	Em vários locais da pastagem, encontra-se área de 1 m <sup>2</sup> com ausência de plantas da espécie de interesse
Existem pelo menos duas touceiras/m <sup>2</sup> das variedades de capim-braquiária	Quando há necessidade de se trocar a espécie forrageira, por motivos como a implantação de uma espécie forrageira resistente a cigarrinhas ou o uso de uma pastagem com maior potencial produtivo

Fonte: Oliveira & Corsi (2005).

## 17. LITERATURA CONSULTADA

- CORSI, M. Pastagens de alta produtividade. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 499-512.
- FOX, D. G.; SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J.D.; RUSSEL, J. B.; SOEST, P. J. van. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: 3. Cattle requirements and diet adequacy. *Journal of Animal Science*, v. 70, p. 3578 - 3596, 1992.
- HILLESHEIM, A. Manejo do gênero *Pennisetum* sob pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 9., 1988, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1988. p. 78-108.
- MEIRELLES, N.M.F. Degradação de pastagens - critérios de avaliação. In: Paulino, V.T. et al. (Ed). Encontro sobre Recuperação de Pastagens. Anais. Nova Odessa, SP, Instituto de Zootecnia, 1993, p.27-48.
- KICHEL, A.N.; Miranda, C.H.B.; Zimmer, H. Fatores de degradação de pastagem sob pastejo rotacionado com ênfase na fase de implantação. In: Peixoto, A.M. et al. (Ed.). Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 14. Anais. Piracicaba, SP, FEALQ, 1997, p.193-212.
- RODRIGUES, L.R.A. Espécies forrageiras para pastagens: gramíneas. In: Peixoto, A.M. et al. (Ed.). Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 8. Anais. Piracicaba, SP, FEALQ, 1986, p.375-387.
- MARASCHIN, G. E. Produção de carne a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 13., 1996, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 243-274.

- MARASCHIN, G. E. Sistemas de pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 261-290.
- NABINGER, C. Manejo da desfolha. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 19., 2002, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 133-158.
- NABINGER, C.; MEDEIROS, R. B. de. Produção de sementes de *Panicum maximum* Jacq.. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 12., 1995, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 59-128.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of beef cattle. Washington, D. C.: National Acad. Sci. 1996.
- PEDREIRA, C. G. S. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. Anais... Recife: SBZ, 2002. p. 100-150.