

# TÉCNICAS DE PESQUISA EM PASTAGENS E APLICABILIDADE DE RESULTADOS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO

A. L. GARDNER



IICA  
PM-634  
1986





COLECCION ESPECIAL  
NO SACAR DEL BIBLIOTECA  
IICA - CILCA



**TÉCNICAS DE PESQUISA EM  
PASTAGENS E APLICABILIDADE  
DE RESULTADOS EM SISTEMAS  
DE PRODUÇÃO**

This One



UHKJ-BEA-1A3D oogle

IICA  
PMT-634  
1986

**A. L. GARDNER**

**TÉCNICAS DE PESQUISA EM  
PASTAGENS E APLICABILIDADE  
DE RESULTADOS EM SISTEMAS  
DE PRODUÇÃO**

**Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura  
Escritório no Brasil  
Unidade de Informação e Documentação**

**Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**

© IICA/EMBRAPA, 1986

Série Publicações Miscelâneas nº 634

Sistema de Registro de Publicações Seriadas nº A4/BR-86-001

Responsável pela edição: Marília Oberlander Alvarez, IICA

Editor da Série: Julio Escoto B, IICA

Proibida a reprodução parcial ou total desta obra sem a autorização expressa do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura — IICA e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA.

O conteúdo desta obra é da responsabilidade do autor e não reflete, necessariamente, a opinião do IICA ou da EMBRAPA.

IICA

PM-634

SRPS N: A4/BR-86-001 Gardner, A.L

Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção. Brasília, IICA/EMBRAPA-CNPGL, 1986.

197 pp. (IICA. Série Publicações Miscelâneas, 634)

ISSN 0534-5391

1. Pastagem — Pesquisa — Brasil. 2. Pastagem — Sistema de Produção. I. Título. II. Série.

AGRIS A50

DEWEY 633.2072

ISBN 92-9039-121-9

1986

Impresso no Brasil

Printed in Brazil

APRESENTAÇÃO / 11

AGRADECIMENTO / 13

INTRODUÇÃO / 15

CAP. I — UMA VISÃO GERAL OS PROBLEMAS E SOLUÇÕES / 17

Dificuldades e conceitos básicos / 17

Possíveis soluções / 19

Conhecimento do sistema de produção / 20

Pesquisa aplicada / 22

Seleção de prioridades, técnicas e limites dos experimentos / 24

CAP. II — AVALIAÇÃO SOB O REGIME DE CORTES / 27

Aplicabilidade dos resultados / 27

Frequência de cortes / 28

Altura do corte / 31

Desenvolvimento do meristema e estimativa da produção / 33

Método de plantio /	34
Valor agrônômico e potencial /	35
Pastejo seletivo /	36
Desfolhação por corte ou pastejo /	37
Valor de experimentos de corte para prever a produção animal e do pasto /	38

### CAP. III — AVALIAÇÃO SOB REGIME DE CORTES COM A PRESENÇA DE ANIMAIS EM PASTEJO / 49

A necessidade de inclusão do animal /	49
Efeitos do animal /	50
Retorno de nutrientes /	50
Pisoteio /	52
Pastejo seletivo /	52
Introdução do efeito animal /	53
Pastejo intensivo e rápido /	53
Pastejo realista de experimentos de corte /	58
Pastejo e corte alternados /	60
Técnica dos piquetes fantasmas /	61
Experimentos tipo "cafeteria" /	63
Ligação entre experimentos de corte e de pastejo /	65

### CAP IV — AVALIAÇÃO EM TERMOS DE UM PRODUTO ANIMAL / 71

Potencial das pastagens e dos animais /	71
Produção por hectare e por animal /	74
Técnicas experimentais /	76
Técnica da taxa de lotação variável /	76
Modificações da técnica de TLV /	80
Técnica da taxa de lotação dinâmica /	81
Técnica da taxa de lotação fixa /	84
Erros evitáveis /	87
Interações entre taxa de lotação e manejo /	89
Estimativa da produção animal /	91

<i>Ganho de peso</i>	/	91
<i>Produção de leite</i>	/	95
As decisões importantes	/	96

**CAP. V — MEDIÇÃO DOS ATRIBUTOS DAS PASTAGENS EM  
EXPERIMENTOS DE PASTEJO / 113**

A necessidade de descrever a pastagem	/	113
Os parâmetros a serem estimados	/	114
<i>Taxa de crescimento da pastagem</i>	/	114
<i>Disponibilidade total de forragem</i>	/	116
<i>Composição botânica</i>	/	122
<i>Area de solo descoberto</i>	/	125
O pacote botanal	/	125
Metadologia de campo para o botanal	/	126
<i>Estimativa da forragem disponível</i>	/	126
<i>Estimativa da composição botânica</i>	/	128
<i>Estimativa da área de solo descoberto</i>	/	128
<i>Obtenção de dados no campo</i>	/	129
<i>Obtenção de curvas de regressão</i>	/	129
<i>Sumário da metodologia</i>	/	130

**CAP. VI — PESQUISA E ADOÇÃO DE NOVA TECNOLOGIA / 141**

Funções do pesquisador	/	141
Conhecendo e entendendo o mercado	/	143
Relevância dos resultados	/	145
Seleção da fronteira do subsistema	/	149
Controle de variáveis não experimentais	/	152
Interpretação econômica correta	/	154
O estudo de sistemas completos	/	156
<i>Sistemas físicos</i>	/	156
<i>Unidades de demonstração</i>	/	158
<i>Modelos matemáticos</i>	/	159
<i>Testes na fazenda</i>	/	159
Integração da pesquisa tradicional na pesquisa em sistemas completos	/	162

**CAP. VII — CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES / 181**

**Pesquisa e desenvolvimento / 181**

***O papel do pesquisador / 181***

***O papel do pesquisador regional e nacional / 182***

***Técnicas experimentais / 183***

***Conhecimento do sistema / 183***

***Ambiente do experimento / 184***

***Modelos físicos e matemáticos / 184***

***Teste e demonstração nas fazendas / 184***

***Desenvolvimento do produto / 185***

***Referências / 187***

A necessidade de aumentar significativamente a produtividade dos rebanhos de gado de corte e de gado de leite na América Latina é amplamente reconhecida como meio de ampliar a disponibilidade de alimentos de alto valor nutritivo para uma população em constante crescimento e com exigências imediatas de melhorar a qualidade da sua alimentação.

A dieta inadequada dos rebanhos, juntamente com deficiências em aspectos sanitários e de manejo, são os principais responsáveis pelos baixos índices de produtividade atualmente registrados. Esta situação ocorre na América Latina, embora o Continente disponha de condições naturais favoráveis para intensificar sua produção de carne e leite.

Qualquer melhoria na produção de pastagens de alta qualidade que permita satisfazer as demandas alimentares dos rebanhos, de acordo com o respectivo ciclo produtivo, constitui uma solução efetiva para o problema maior. As instituições de pesquisa agrícola e as universidades vêm envidando esforços consideráveis no estudo da produtividade das pastagens, obtendo significativos progressos na identi-

ficações, cultivo, manejo e uso de espécies de pastagens mais produtivas para a pecuária. A par desses bons resultados, os pesquisadores identificaram vários problemas nas metodologias de pesquisa que requerem uma análise cuidadosa para que os resultados dos experimentos possam ser interpretados corretamente e ofereçam maior credibilidade à nova tecnologia, quando aplicada a nível de produtores comerciais.

O Dr. Andrew L. Gardner dedica-se desde 1961 à pesquisa e ao ensino de técnicas de pastagens em vários países da América Latina. Seus trabalhos foram empreendidos em diferentes zonas climáticas, com pastagens em áreas temperadas e tropicais, onde desenvolveu pesquisas que vão desde experiências em parcelas em campos experimentais até o estudo de pastagens em sistemas complexos para produção de carne e leite.

Nos últimos anos, o Dr. Andrew Gardner trabalhou no Brasil como especialista do IICA no Convênio com a EMBRAPA, junto ao Centro de Pesquisa de Gado de Leite, em Coronel Pacheco, Minas Gerais, bem como em outras unidades do sistema cooperativo de pesquisa na área da pecuária.

Nesta publicação, o autor sintetiza grande parte da sua experiência como pesquisador. Ele apresenta uma visão atual e moderna dos diferentes métodos de pesquisas em pastagens e analisa suas vantagens e limitações em função das prioridades e objetivos selecionados para os experimentos, enfatizando a importância de serem adotadas as novas tecnologias identificadas ao longo do processo de pesquisa.

*Juan Carlos Scarsi*

Maio de 1986

## **Agradecimento**

---

O autor expressa sua sincera gratidão aos colegas do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, Drs. Miguel Simão Neto e Rodolpho de Almeida Torres, pela tradução do manuscrito original para o português e pelas críticas construtivas no sentido de melhorá-lo.

Agradece também aos membros da Unidade de Informação e Documentação do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), em Brasília, a eficiente edição e correção das provas deste trabalho.

A tarefa penosa de interpretação e datilografia do primeiro manuscrito foi brava e eficientemente cumprida por Soraia Araujo Barbosa de Lima, a quem são dirigidos louvores e agradecimentos.

Um agradecimento especial é devido ao meu bom amigo, Dr. Ismar Barreto, do Rio Grande do Sul, quem primeiro sugeriu a publicação deste livro.



O material aqui apresentado resulta de uma série de cursos de curta duração ministrados a pesquisadores de várias instituições brasileiras. Muitas das informações aqui contidas figuram em obras anteriores do autor, porém, considerou-se oportuno englobá-las numa única publicação. Quando o material foi revisto, incluíram-se informações reportadas na literatura mundial, a fim de ilustrar ou esclarecer um conceito ou uma técnica.

Esses cursos fizeram parte das atividades do Programa Nacional de Pesquisa de Gado de Leite e foram coordenados pelo Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL) da EMBRAPA. Tiveram como principal objetivo o melhoramento da qualidade e a aplicabilidade da pesquisa sobre animais e pastagens, financiada pela EMBRAPA e executada em suas bases físicas, em instituições estaduais de pesquisa e em universidades.

Procurou-se, nesses cursos, discutir também os problemas da seleção adequada de prioridades de pesquisa e de técnicas experimentais, com vistas à obtenção de informações válidas para a solução dos problemas identificados. Não

houve a pretensão de descrever-se minuciosamente todas as técnicas possíveis, mas sim discutir os efeitos do uso de uma ou outra técnica nos resultados obtidos e a confiabilidade com que se extrapolariam esses resultados para sistemas comerciais de produção de leite. Outro aspecto considerado foi o problema da lenta ou quase nula adoção de tecnologias desenvolvidas a partir de resultados experimentais.

Como este trabalho não pretende ser uma revisão exaustiva de temas tão complexos, incluiu-se uma bibliografia para facilitar o estudo mais completo dos mesmos.

Inicialmente, são feitas considerações gerais sobre as dificuldades encontradas na pesquisa com animais em pastejo e a aplicabilidade dos seus resultados a produtores comerciais. Experimentos agronômicos, onde a avaliação se baseia em resultados de corte de forragem, são então considerados e seguidos de uma discussão sobre a forma e a necessidade de se introduzirem os efeitos do animal em pastejo. O estágio final da avaliação, em termos de produto animal, é seguido de breve discussão sobre técnicas de campo, a qual oferece descrições sucintas e confiáveis dos atributos da pastagem em experimentos de pastejo em larga escala. Isto se constituiu na parte prática dos cursos mencionados.

O problema de adoção da tecnologia gerada pela pesquisa, por parte dos produtores, compõe o penúltimo capítulo, no qual se apresenta um esquema para a integração da pesquisa aplicada e a transferência de tecnologia. Finalmente, os temas são resumidos e integrados em conclusões e recomendações.

# Uma visão geral dos problemas e soluções

### Dificuldades e conceitos básicos

É conveniente começar por esta pergunta: Por que tantas conferências, seminários, livros e artigos sobre avaliação de pastagens? Não existe uma literatura tão extensa no caso, por exemplo, da avaliação e condução de pesquisas em milho e trigo, cujo processo é relativamente simples: plantar, colher e pesar a produção de grãos a ser comercializada diretamente. Já a forragem não tem valor comercial até ser convertida em um produto animal, à exceção, é claro, do feno produzido para venda. A presença do animal no ecossistema acarretará dificuldades não encontradas na pesquisa com culturas, pois, ao invés de encontrarmos as possíveis interações entre duas fases biológicas — solo e planta —, a adição de uma terceira fase aumenta consideravelmente a complexidade das interações.

Considerando que as pastagens são culturas sujeitas a cortes repetidos em um período de meses ou anos, a desfolhação em determinada época pode ter um efeito marcante na produtividade posterior e na persistência da espécie forrageira na pastagem. Nos trabalhos experimentais, isto sig-

nifica que os resultados dependerão da técnica de desfolhação usada, seja o corte mecânico ou o pastejo. Portanto, não existe nenhum valor absoluto de produção de forragem com o qual possamos comparar as várias técnicas experimentais.

É possível, entretanto, obter algumas estimativas da produtividade das pastagens em termos de forragem ou de animal. A única esperança de produzir resultados relevantes é assegurando-se de que a técnica de desfolhação usada seja um reflexo do manejo que a pastagem receberia dos fazendeiros.

O manejo, a nível de fazenda, que pode ser extremamente variado, depende do sistema de produção usado. Isto implica não só a produção de leite, carne e animais para venda, como outros componentes do sistema que se interligam, tais como a relação entre área e tipo de pastagem e número de animais, o uso de alimentos suplementares, o nível de fertilizante usado, as precauções sanitárias tomadas, a raça dos animais, a relação de diferentes espécies animais, etc. O número de combinações possíveis é enorme, quase infinito. De fato, o que existe é uma série de diferentes resultados de experimentos que devem ser aplicados a uma série de sistemas de produção (fazendas), igualmente variada. Figura 1.1.

A princípio a situação pode parecer difícil, complicada e até impossível. Como veremos, há uma série de precauções que podem ser tomadas no sentido de melhorar o valor dos resultados da pesquisa e da tecnologia gerada relativamente aos sistemas de produção identificados e selecionados. É preciso, porém, reconhecer que apenas recomendações gerais podem ser feitas, as quais provavelmente vão exigir modificações a nível local. Estas considerações podem afetar o delineamento experimental, pois o que às vezes se pede não é um resultado muito preciso, de aplicação somente em determinada área (parcela ou piquete), mas talvez uma informação mais genérica, aplicável a uma grande região ou a um grande número de produtores.

O fato de uma técnica experimental produzir resultado superior ou inferior ao que se poderia racionalmente esperar da prática nas fazendas, embora tenha custo baixo e seja

confiável, não constitui necessariamente razão para ser rejeitada, porque em alguns casos as produções relativas dos tratamentos são suficientes para determinar os pastos ou os manejos mais produtivos. Em estágio posterior da pesquisa, uma estimativa mais realista da produtividade será, sem dúvida, necessária.

O que se deve evitar é a interação tratamento-técnica experimental, como, por exemplo, na hipótese de um pasto ser melhor sob corte e inferior sob pastejo, conforme mostra a Figura 1.2. Tal situação é obviamente indesejável, caso se pretenda extrapolar os resultados de um experimento de corte relativamente barato para os sistemas reais de produção, onde via de regra a pastagem será consumida. Cabe ao pesquisador, como descreveremos a seguir, pensar muito sobre este problema e tomar as necessárias precauções.

## Possíveis soluções

Se as produções de pequenas parcelas sob corte não podem ser usadas para prever a produção animal, a pergunta a ser feita seria: Por que não medir tudo em termos de produto animal? Existem duas boas razões para não fazer isto: a primeira, os custos proibitivos dos recursos humanos, físicos e monetários, e a segunda, a não necessidade em muitos casos.

Por exemplo: um agrônomo se verá com o problema de melhorar uma pastagem natural pela introdução de espécies mais produtivas. Existem muitos fatores que podem influenciar o sucesso ou o fracasso do uso dessas espécies melhores, tais como: a) o grau de destruição da vegetação existente; b) a quantidade e o tipo de fertilizante aplicado; c) o manejo da desfolhação antes e depois do plantio; d) a estação do plantio; e) a necessidade ou não da inoculação das leguminosas; f) a compatibilidade das espécies, etc.

A tentativa de determinar a melhor combinação dos fatores, medindo-se um produto animal, seria perda de tempo e dinheiro, já que muitas combinações provavelmente falharão. Então, o que se requer é uma série de experimentos em pequena escala para eliminar as práticas de

manejo que não terão sucesso ou são antieconômicas. Com isso poucas combinações serão eventualmente avaliadas em termos de um produto animal. Talvez seja necessária a inclusão, em experimentos preliminares, do efeito do animal pastejando. Neste caso, estará sendo medido este efeito e não o da pastagem sobre o animal, que é mais difícil e caro.

Como os resultados dos experimentos dependem da técnica experimental e do manejo usado para obtê-los, os fatores de manejo devem ser relacionados com algum sistema já definido. Morley (1978) declarou que faz pouco sentido estudar-se o efeito da desfolhação intensiva das pastagens, caso esta forma de manejo não seja praticada por um número grande de produtores da região. Também é comum encontrarem-se parcelas cortadas quando a forragem atinge uma altura predeterminada, a qual é assumida como sendo representativa da altura em que as plantas seriam pastejadas. Durante a estação de crescimento ativo isto talvez resulte em cortes mensais. Quando, porém, o crescimento das plantas é reduzido, devido à seca, ao frio ou a ambos, as plantas talvez nunca atinjam a altura predeterminada ou somente o façam no final da estação crítica, sendo então desfolhadas. Esta circunstância contrasta fortemente com o que ocorre na prática, quando, devido à escassez da forragem, o fazendeiro é forçado a permitir que o animal desfole as pastagens mais freqüente e intensivamente. Falhar nesta simulação poderá levar à seleção de plantas forrageiras inadequadas ao manejo a que provavelmente serão submetidas e que, em consequência, não persistirão.

Para evitar tais erros, é obviamente necessário que se tenha uma idéia clara de onde e como as plantas e animais deverão ser manejados. Este pensamento, naturalmente, leva ao próximo ponto.

## **Conhecimento do sistema de produção**

É uma exigência básica vital para qualquer empresa bem-sucedida saber onde e por quem seus produtos serão usados. Sem esse conhecimento, corre-se o risco de gerar

um produto realmente sem importância para as condições em que se espera agir, ou de pequena demanda por parte do público esperado. Em termos de avaliação de pastagens e transferência de tecnologia isso significa que o instituto de pesquisa (a empresa) deve dispor de uma boa descrição dos sistemas de manejo, para que os problemas e os pontos de estrangulamento que os produtores têm sejam objetivamente identificados, o que permitiria o desenvolvimento de uma nova tecnologia relevante (o produto). Haveria pouca razão, na pesquisa aplicada, para o desenvolvimento de um novo manejo do sistema animal—pastagem se apenas um pequeno número de produtores o desejasse ou se, devido às pressões sócio-econômicas, não fosse capaz de adotá-lo.

Graças somente à descrição dos sistemas de produção e à classificação dos mesmos é que se poderão definir as prioridades de pesquisa relevantes e os experimentos adequados. Estas duas tarefas — identificação das prioridades e seleção dos experimentos —, que irão prover o maior volume possível de informações inequívocas para resolver o problema, são as mais difíceis e importantes que o pesquisador tem que cumprir.

Conceber novos experimentos é fácil, qualquer pesquisador competente pode desenhar uma dúzia por dia. Já as prioridades e a relevância desses experimentos para os sistemas de produção selecionados merecem maiores considerações. As informações usadas na descrição dos sistemas devem ser obtidas das fontes disponíveis (na esperança de que sejam confiáveis), tais como a experiência pessoal, a experiência de colegas pesquisadores ou extensionistas, a opinião de fazendeiros, os dados publicados e os levantamentos. Se não estiverem disponíveis, será preciso criá-las através de levantamentos formais ou informais. Um esboço de metodologia foi preparado por Byerlee e outros (1979), mas, sem essas informações, os pesquisadores estariam trabalhando virtualmente no escuro.

Tem sido questionada a necessidade de se considerar, na avaliação preliminar das plantas forrageiras, o eventual sistema de produção em que elas serão usadas. Esta atitude se deve, conforme tem sido explicado, à existência de um grande número de sistemas, não havendo, de início, neces-

sidade de se optar por algum. Maior realismo poderá ser dado ao experimento num estágio posterior da avaliação inicial. Esta não foi, contudo, a filosofia adotada por Porzeanski e outros (1979), os quais, ao darem início a um programa de avaliação de pastagem numa região com pequena tradição de uso de pastagens cultivadas, estabeleceram um *jardim de introdução*, com 107 gramíneas e 156 leguminosas plantadas isoladamente. Dois importantes sistemas de produção haviam sido identificados na região (Mato Grosso do Sul): o primeiro, a criação extensiva de vaca-bezerro em pastagens nativas e naturalizadas que não recebiam fertilização; e o segundo, a seqüência de dois a três anos de cultura (principalmente arroz) seguida da implantação de uma pastagem cultivada que se beneficiaria do resíduo do fertilizante aplicado na cultura.

O *jardim de introdução* foi dividido em dois, deixando-se metade no nível de fertilidade natural e corrigindo-se na outra metade, pelo menos parcialmente, todos os nutrientes conhecidos como deficientes. Como seria de se esperar, houve marcante interação entre níveis de fertilidade e desempenho das plantas. Transcorridos dois anos o programa estava em condições de selecionar plantas para testes posteriores, nos dois sistemas de produção identificados.

Pode-se contestar que plantas sem potencial teriam sido rejeitadas num estágio superior de avaliação, quando testadas sob pastejo e práticas de manejo introduzidas para simular mais de perto a situação do produtor. Isto talvez seja verdade, mas plantas forrageiras são muitas vezes liberadas para multiplicação comercial e uso antes mesmo de serem avaliadas sob pastejo. Em segundo lugar, por que gastar dinheiro em experimentos caros com animais, usando-se espécies que deveriam ter sido eliminadas nas etapas anteriores?

## **Pesquisa aplicada**

Existem várias definições para os chamados níveis de pesquisa, mas o termo pesquisa aplicada é realmente auto-explicativo. Corresponde à pesquisa cujos resultados têm

que ser aplicados na solução de um problema definido. No caso das pesquisas sobre animal-pastagem, os resultados têm que ser aplicados em fazendas de produção comercial. Nestas, o produtor toma diariamente decisões com respeito ao manejo, contando, em geral, com pouco mais do que a própria experiência para aconselhá-lo. O primeiro objetivo da pesquisa aplicada é, pois, fornecer informações que ajudarão o produtor a tomar decisões melhores. Se o pesquisador estiver imbuído dessa convicção, serão tomadas as decisões cabíveis em matéria de seleção e condução dos experimentos.

Toda pesquisa feita por uma instituição como a EMBRAPA é aplicada e sempre orientada para a solução de um problema prático, mesmo que se trate de uma pesquisa preliminar ou inovadora. As pesquisas básicas, por outro lado, não têm nenhum uso imediato em vista para seus resultados; há tão-somente a procura de novos conhecimentos.

Talvez não seja preciso mencionar a necessidade de um objetivo claro para um projeto de pesquisa aplicada. No entanto, ouve-se com freqüência dizer que o objetivo de uma seleção de plantas ou programa de cruzamento é produzir um cultivar "melhorado". Cabe perguntar-se: "Melhorado" para quê? Maior produção total? Melhor distribuição sazonal? Facilidade de introdução? Melhor qualidade? Ou algo mais? Sem um objetivo claro é difícil ou impossível saber o que procurar na progênie melhorada. Essa filosofia de ação empenha-se em procurar novas plantas ("melhoradas") e encontrar um lugar onde usá-las. Um enfoque melhor seria identificar uma deficiência nas plantas existentes e só então selecionar ou fazer cruzamentos no sentido de resolver o problema.

Enquanto os primeiros clientes para os resultados da pesquisa aplicada devam ser os produtores, há um segundo setor que também precisa de assistência na tomada de decisão: são os departamentos do Governo, no âmbito das decisões políticas em escala regional ou nacional. As informações oriundas de programas de pesquisas bem-conduzidos podem ser de vital importância no estabelecimento de preços e na estruturação de subsídios, sendo um dever das organizações de pesquisa assegurar que as informações cheguem

as mãos certas. É igualmente um dever do pesquisador acompanhar seus resultados até estar seguro de que eles funcionarão sob condições práticas.

## Seleção de prioridades, técnicas e limites dos experimentos

Um jovem agrônomo que trabalhe com pastagens não deve acreditar que todos os problemas foram resolvidos e que o método perfeito de avaliação de pastagens já foi descoberto, porque não é este o caso. É interessante notar que, em 1947, Lynch fez um apelo em prol de métodos melhorados de avaliação de pastagem e que, 34 anos depois, em 1981, Hodgson fez o mesmo apelo. Isto não quer dizer que não se tenha feito nenhum progresso. A relação animal-pastagem é mais bem-entendida quando há possibilidade de orientar-se a pesquisa para a aferição dos parâmetros mais importantes. Novos equipamentos de laboratório e campo vêm sendo desenvolvidos, enfatizando-se que a idade do computador já chegou.

As técnicas de avaliação foram severamente criticadas por Oram (1972), que citou o caso da liberação de um único cultivar de uma gramínea anual, no sul da Austrália, a despeito de setenta anos de testes intensivos. O cultivar liberado foi, inclusive, selecionado de uma região onde eventualmente é usado. Sua tese propõe que a pesquisa não deve ser conduzida perto das capitais, porém em regiões e sob condições onde se espera que as plantas sejam usadas.

Parece que a pesquisa que contempla sistemas completos de produção teria maior possibilidade de alcançar as prioridades e técnicas certas, conseguindo assim tecnologia mais bem-adaptada à prática do que uma que seguisse as linhas tradicionais da preferência pessoal. Este enfoque sistêmico tem muitos aspectos, mas um dos básicos é a aceitação de que o funcionamento do sistema completo não pode ser explicado ou entendido pelo simples estudo isolado dos seus componentes. Quando o componente retorna ao sistema completo há o perigo de interações que mudam o efeito do componente.

Um bom exemplo de tal ocorrência pode ser encontrado no trabalho de Woodman e Norman (1932), os quais concluíram que, como um intervalo de corte de cinco semanas produzia o maior equivalente de amido, o pastejo rotativo com um ciclo de cinco semanas também daria a produção animal máxima. Hoje, sabe-se bem que isto pode ser ou não verdade.

A seleção dos limites de um experimento é importante e grande deve ser o cuidado que o pesquisador terá nessa tarefa. Os limites significam os componentes a serem incluídos no experimento ou subsistema em estudo. Este tema será expandido no Capítulo VI.

A não-adoção da metodologia de sistemas na seleção de prioridades, escolha de variáveis experimentais, técnica experimental e limites para o experimental e limites para o experimento, poderá produzir resultados irrelevantes para os sistemas reais de produção. Tais resultados teriam pouca probabilidade de serem adotados pelos produtores.

Embora referências sejam feitas nos capítulos seguintes aos trabalhos publicados, para ilustração ou suporte dos pontos específicos apresentados, o leitor é remetido às seguintes publicações para a descrição detalhada e a discussão de técnicas experimentais: Brown (1954), Ivins (1959), Lynch (1960), *Research* (1961), *Pasture* (1962), *Some concepts* (1964), Gardner (1967), Campbell (1969), Barnes e outros (1970), Shaw e Bryan (1976), 't Mannelje (1978), Hodgson (1981) e Paladines e Lascano (1983).

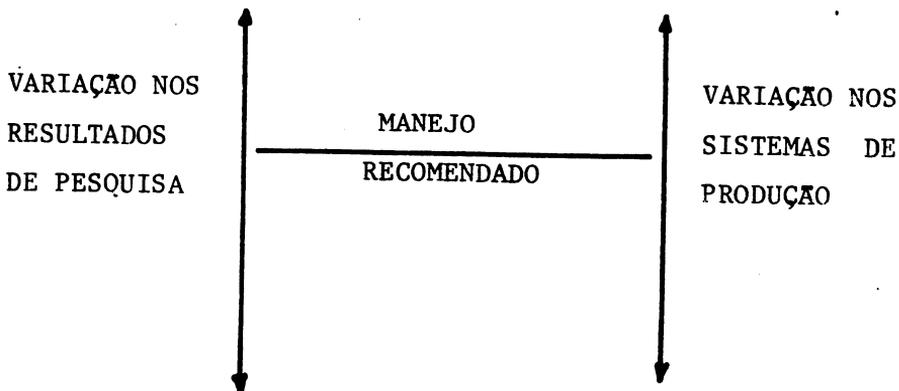


Figura 1.1. Representação diagramática dos problemas de extrapolação de resultados de pesquisas em pastagens, para as fazendas.

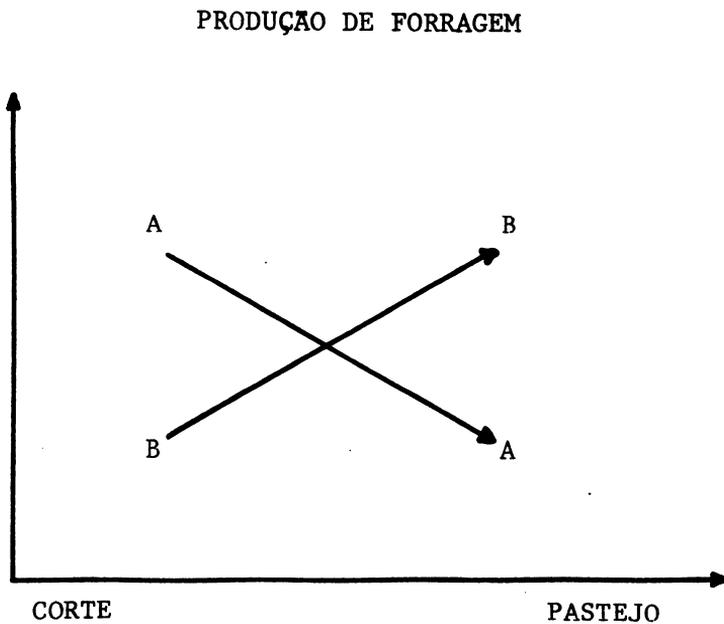


Figura 1.2. Produção de duas pastagens (A ou B) avaliadas segundo as técnicas de corte ou pastejo.

### **Avaliação sob o regime de cortes**

#### **Aplicabilidade dos resultados**

Na maioria dos casos, as pastagens são utilizadas por animais em regime de pastejo. Por conseguinte, os resultados obtidos em experimentos em que a produção de forragem é medida sob o regime de cortes poderão não refletir o desempenho da pastagem quando a mesma é pastejada. Mesmo se uma técnica de corte der uma boa estimativa da produção de pastagens utilizadas por animais em pastejo, ela não deverá ser encarada como estágio final num programa de avaliação, uma vez que é a produção animal que precisa ser estimada.

Seria uma expectativa muito otimista supor que a medida do crescimento da pastagem sob o regime de cortes represente uma estimativa boa e confiável da produção de um animal em pastejo. Além do método de desfolhação ser diferente, não só ele não permite medir a eficiência com que o animal utiliza a forragem ingerida, como os efeitos do pastejo seletivo, do pisoteio e do retorno de nutrientes ao solo não estariam presentes. Se o manejo da pastagem consistisse no pastejo em faixas, a intervalos diários, evitando-se

que os animais desfolhassem a pastagem rebrotada, então uma técnica de cortes poderia fornecer uma estimativa razoável do crescimento da pastagem, mas não necessariamente da produção animal. Considerando-se o outro extremo, o pastejo contínuo, nenhuma técnica de corte com a qual se possa simular este manejo foi até hoje desenvolvida.

Não obstante essas restrições, o uso de técnicas de corte ainda é necessário em situações específicas num programa de avaliação de pastagens. Sua finalidade é reduzir a um nível razoável o número de plantas ou de tratamentos a serem testados, antes de dar início a experimentos em que o animal é usado como mero instrumento para colher a forragem, ou a produção animal é medida. Uma vez que alguns experimentos de corte normalmente farão parte de um programa de pesquisas, é importante que se considerem os problemas associados a tais experimentos, como evitá-los, se possível, e como interpretar corretamente os resultados obtidos.

## Frequência de cortes

Decidida a realização de um experimento de corte, o pesquisador imediatamente defronta com várias outras decisões a serem tomadas. A primeira diz respeito a quando cortar as parcelas, ou seja, a frequência dos cortes. Se o manejo de utilização a que as plantas serão submetidas puder ser definido, a frequência do corte deverá simulá-lo tanto quanto possível. Por exemplo, os cortes pouco frequentes, isto é, duas a três vezes por ano, não poderiam ser comparados com um pastejo rotativo intensivo nem com um pastejo contínuo. Há, entretanto, ocasiões em que é impossível definir qualquer manejo específico e as parcelas são cortadas com uma frequência predeterminada, a qual, espera-se, representará em termos gerais um sistema de pastejo.

Se diferentes espécies de gramíneas ou certos cultivares estiverem sendo comparados, a data do corte pode ter um efeito marcante nos resultados, devido a uma interação com a fase de crescimento fisiológico das gramíneas. Isto pode ser observado na Figura 2.1. Neste caso ambos os cultivares foram cortados no mesmo dia (manejo A), tendo sido o

primeiro corte feito no dia 13 de maio. A produção do cultivar S24 foi muito superior à do S23, vantagem que persistiu durante a estação de crescimento. Sob o manejo B, onde o primeiro corte foi feito por ocasião da emergência da espiga, para cada um dos cultivares (11 de maio e 9 de junho para os cultivares S24 e S23, respectivamente), as produções dos dois cultivares foram muito semelhantes.

Para entender por que essa interação ocorreu, é necessário considerar as taxas de crescimento das gramíneas em relação ao estágio fisiológico de desenvolvimento. Isto é mostrado graficamente na Figura 2.2.

Como é possível observar, há um aumento rápido da taxa de crescimento quando a gramínea passa do estágio vegetativo para o estágio reprodutivo, que se inicia pelo alongamento dos perfilhos florais. Se no momento do corte uma gramínea já tivesse passado pelo estágio de crescimento intenso, enquanto a outra ainda estivesse no estágio vegetativo, a primeira seria tida como mais produtiva. Se, por outro lado, as gramíneas fossem cortadas independentemente, quando as inflorescências emergissem, qualquer diferença encontrada poderia ser um reflexo do potencial produtivo. Isto pode explicar os resultados mostrados na Figura 2.1. Quando o primeiro corte foi feito, no dia 13 de maio, o cultivar S24, de floração precoce, já havia alcançado o estágio de alongamento do caule e, por conseguinte, evidenciou maior produção de matéria seca ao longo do tempo. Esta vantagem do cultivar S24 sobre o S23 desapareceu quando ambos foram cortados no mesmo estágio fisiológico.

Na comparação de espécies ou de cultivares de gramíneas, outros efeitos podem atuar se no momento do corte o meristema apical for removido. Os resultados mostrados na Tabela 2.1 ilustram este fato.

Na primeira comparação, entre Irish e S23, o corte feito em 5 de maio resultou numa grande vantagem para o primeiro, porque naquela data esse cultivar já havia passado pela fase de alongamento do caule. Quando um primeiro corte foi feito, em 18 de abril, seguido de um segundo, em 7 de maio, esta vantagem desapareceu. Embora as datas de corte não coincidissem (5 de maio e 7 de maio), porque o experimento não foi delineado para esse tipo de comparação,

elas estavam suficientemente próximas para permitir algumas conclusões. Evidentemente, o corte de 18 de abril removeu os meristemas apicais do cultivar Irish, que no começo do alongamento do caule estava acima da altura de corte. Isto significou que a rebrota teve que se fazer à custa de perfilhos basais e, portanto, foi mais lenta. O cultivar S23, que não teve seu meristema apical removido no corte de 18 de abril, teve uma rebrota mais rápida, a qual permitiu que a produção de matéria seca dos dois cortes fosse um pouco maior do que a do cultivar Irish.

Situação semelhante foi observada no ano seguinte, com os cultivares New Zealand e S23. A reduzida rebrota do New Zealand, após o primeiro corte em 2 de maio, eliminou a sua vantagem sobre o S23, obtida quando apenas um corte foi feito, em 19 de maio.

Esse problema certamente só ocorrerá durante a fase reprodutiva das gramíneas. Em outras ocasiões, o crescimento dependerá do número e tamanho dos perfilhos produzidos e, caso outros fatores sejam semelhantes, a frequência de corte afetará todas as gramíneas por igual.

Uma forma de superar tais problemas seria cortar as gramíneas quando estivessem no mesmo estágio de desenvolvimento, durante a fase reprodutiva. Após este período, uma frequência de corte, comum a todas as gramíneas estudadas, poderia ser adotada. Isto seria possível com espécies que apresentam um período definido de alongamento do caule, como é o caso das gramíneas *Melinis minutiflorum* e *Hyparrhenia rufa*. Entretanto, com espécies tais como *Panicum maximum* ou *Brachiaria spp*, que não possuem um período de floração definido e são encontradas com caules alongados a maior parte do ano, esta solução não se aplicaria.

Uma alternativa seria cortar a gramínea com maior frequência durante a fase reprodutiva, para prevenir a produção de perfilhos florais. Isto, entretanto, poderia ser aplicado apenas a certas espécies.

Anslow (1965) propôs um outro método, que requeria três parcelas por gramínea, ao invés de uma só. Toda semana ele cortava uma das parcelas e depois tomava a produção dos períodos de três semanas como sendo a média das produções das três parcelas. Este sistema tenderia a reduzir as

diferenças oriundas do corte de gramíneas em diferentes estágios de crescimento.

Nem sempre, porém, poderão ser evitadas as tendências decorrentes da variação do período de floração das gramíneas num mesmo experimento de corte. O pesquisador deve ficar atento para o fato de que o problema existe e analisar seus resultados de forma apropriada. Se a produção fosse expressa como matéria seca ou matéria orgânica digestível, ao invés de matéria seca, as diferenças, devido ao estágio de desenvolvimento da planta, se reduziriam consideravelmente, caso não fossem eliminadas.

A freqüência do corte também pode interagir com cultivares de leguminosas. O exemplo mostrado na Tabela 2.2 resulta de um experimento que comparava vários cultivares de *Lotus corniculatus*, sob dois sistemas de manejo. Apenas para ilustração, são apresentados os resultados de três cultivares.

Com oito cortes (corte seguido de uma técnica de pastejo) por ano, não houve diferenças significativas entre os cultivares. Entretanto, quando se reduziu a freqüência do corte para seis por ano, grandes diferenças ocorreram. O cultivar Empire, de hábito rastejante, evidentemente não poderia ter a vantagem do período de crescimento extra, ao contrário dos cultivares eretos Viking e Mugello. Dada a possibilidade de que tais interações ocorressem, seria conveniente incluir mais de um sistema de manejo na comparação de cultivares ou espécies. Isto também daria uma primeira estimativa da reação das plantas ao manejo, essencial à formulação de recomendações.

## Altura do corte

Tomada a decisão sobre a freqüência do corte, a próxima questão a ser resolvida é a da altura acima da superfície do solo a que as plantas deverão ser cortadas. Esta medida é às vezes referida como intensidade de desfolhação.

Tal como ocorre na decisão sobre a freqüência do corte, a intensidade deste pode produzir efeitos importantes na estimativa da produção de forragem. Isto acontece porque

o tecido das plantas próximo ao solo é mais denso e pesado, a fim de servir de suporte à parte aérea. Se assim não fosse, as plantas tombariam por terra! A Figura 2.3 mostra a distribuição vertical de duas plantas de espécies contrastantes: *Dactylis glomerata* e *Lolium perenne*.

A maior concentração do peso próximo ao solo pode ser observada, significando que uma variação mínima na altura do corte nesta região pode alterar consideravelmente a estimativa da produção. É claro que as duas gramíneas tiveram hábitos diferentes de crescimento, uma vez que a S143 produziu muito mais forragem próximo ao solo do que a New Zealand.

Isso conduz à próxima consideração: as possíveis interações entre altura do corte e hábito de crescimento das plantas. Na Figura 2.4 são apresentados os resultados de um experimento em que três cultivares contrastantes de *Dactylis glomerata* foram cortados mecânica ou manualmente. As produções relativas ao corte mecânico a uma altura maior do que a do corte manual mostraram que os cultivares de hábito ereto eram mais produtivos. Isto ocorreu porque parcela considerável dos cultivares menos eretos foi deixada sem cortar. Quando a altura do corte foi reduzida, usando-se tesouras, as diferenças entre cultivares quase desapareceram. Como este tipo de tendência pode facilmente ocorrer, o pesquisador precisa estudar bem a(s) altura(s) a ser(em) empregada(s).

Dados disponíveis mostram que, embora num experimento de corte uma gramínea de hábito prostrado fosse julgada inferior a outra de hábito ereto, a produção animal, num experimento em que ambas foram pastejadas, não foi diferente. Isto ocorreu porque os animais pastejaram a uma altura inferior à do corte usada no primeiro experimento. Gardner, (1967).

O mesmo problema ocorre com espécies tropicais, conforme mostram os dados da Tabela 2.3. O capim-gordura, como era de esperar-se, produziu consideravelmente menos com cortes mais intensivos, enquanto os capins pangola, angola e napier aumentaram de produção. O capim-colonião não foi afetado.

Obviamente, é preciso muito cuidado ao se interpretarem os resultados de experimentos de cortes em que gra-

míneas de crescimento contrastante estão envolvidas. Se possível, plantas de hábito de crescimento semelhante devem ser agrupadas e cortadas a uma altura adequada à sua forma de crescimento. Alternativamente, mais de uma altura de corte poderia ser utilizada, a fim de dar uma estimativa da resposta à intensidade da desfolhação e detectar interações tais como as mostradas na Tabela 2.3.

Não se deve inferir que, graças à maior área foliar deixada em uma planta do que em outra, devido a hábitos diferentes de crescimento, uma subsequente e portanto total produção compensaria o menor crescimento inicial. Isto ocorre não só porque as velhas folhas basais são menos eficientes em fotossíntese, como também porque há sempre uma perda elevada provocada pela senescência e queda das folhas.

### **Desenvolvimento do meristema e estimativa da produção**

A resposta das pastagens à fertilização nitrogenada, onde há predominância de gramíneas, é em geral muito evidente e linear até 400 kg N/ha. Entretanto, Jones (1959) descobriu que a fertilização nitrogenada aumentou a velocidade de alongamento do caule, que poderia resultar na elevação do meristema apical a um ponto acima da altura de corte. Nas parcelas não fertilizadas o ponto de crescimento pode escapar aos danos e subsequente resultar em rebrota mais rápida.

Tal situação foi encontrada num experimento com aveia forrageira. A Tabela 2.4 mostra a produção de forragem após um corte prévio. Pode-se observar o aumento da produção até o nível de 100 kg N/ha, após o qual a produção diminuiu.

Uma primeira avaliação desses resultados poderia levar à conclusão de que, após determinado nível, o nitrogênio é tóxico para a aveia. Isto poderia ser verdadeiro para aplicações excessivas mas não para o nível estudado. Uma forma de explicar este fenômeno seria pela contagem do número de perfilhos vivos antes do corte e dos que rebrotassem após o

corte: a diferença constatada representaria o número de perfilhos que tiveram seu meristema apical eliminado.

Resultado semelhante poderá ser obtido quando uma gramínea cresce associada com leguminosas que estão fixando quantidades variáveis de nitrogênio. Isto foi observado em misturas de *Festuca arundinacea* com *Trifolium repens* ou *Lotus corniculatus*. *Trifolium*, por ser mais vigorosa, produziu mais nitrogênio para a gramínea consorciada do que *Lotus*. Em conseqüência, num dado momento, *Festuca* consorciada com *Trifolium* se encontrava totalmente no estágio vegetativo, ao passo que, quando associada com *Lotus*, produzira caules florais. A explicação, tal como no caso precedente, é que o ponto de crescimento dos perfilhos de *Festuca* consorciada com *Trifolium* estava acima da altura de corte na colheita anterior e, quando consorciada com *Lotus*, não estava. Deve-se considerar também que, além da produção, o valor nutritivo pode ser afetado por estas interações.

O mesmo fenômeno foi observado num experimento em que se mediu a resposta de *Panicum maximum* a fósforo, em solo de cerrado. Evidentemente, nos altos níveis de fósforo, a velocidade de alongamento do caule foi acelerada, resultando numa rebrota vegetativa, e quando pouco ou nenhum fósforo foi adicionado houve uma rebrota de partes reprodutivas.

Seria muito difícil, evidentemente, evitar tais ocorrências, mas o pesquisador deve ser capaz de reconhecê-las e fazer as interpretações corretas.

## Método de plantio

Nos estágios iniciais de um programa de avaliação, a dificuldade de se obterem sementes pode forçar o pesquisador a colocar as plantas em linhas ou espaçadas umas das outras. A menos que estes métodos de plantio representem a forma pela qual as plantas serão utilizadas na prática, erros sérios na avaliação podem ocorrer. A ordem de produção pode ser revertida em plantios a lanço, quando comparados com plantios em linhas com espaçamento entre as plantas (Green e Eyles, 1960). Portanto, a estimativa da

produção de um pasto plantado a lanço não pode ser feita de maneira confiável a partir de plantas semeadas em linhas ou espaçadas umas das outras.

Todavia, plantas espaçadas umas das outras podem fornecer importantes informações sobre características botânicas e morfológicas que seriam úteis no delineamento e manejo de outros experimentos. Por exemplo, a época de floração, a relação entre perfilhos férteis e perfilhos vegetativos e hábitos de crescimento seriam parâmetros úteis para se ter à mão. No caso da *Lolium perenne*, espécie que há anos vem sendo extensivamente estudada, as características botânicas estão relacionadas com o seu desempenho agrônomico, permitindo que se façam extrapolações (Thompson, 1961).

Até que tal informação esteja disponível para outras espécies, principalmente tropicais, o pesquisador deve, tão logo seja possível, fazer sua avaliação nas condições de plantio representativas das vigentes nas fazendas.

## Valor agrônomico e potencial

Outro problema presente na decisão sobre o tipo e o manejo de um experimento de corte é a finalidade do plantio das espécies, gramíneas e leguminosas, puras ou consorciadas. Se uma espécie de gramínea, por exemplo, for plantada pura e for adequadamente fertilizada com nitrogênio, isto representa a produção potencial dessa gramínea sob as condições prevaletentes de clima e solo. Se na prática se soubesse que tal gramínea seria geralmente plantada junto com uma leguminosa, então a produção da mistura seria o valor agrônomico.

Não se desconhece que uma gramínea muito produtiva e agressiva pode ter um alto valor potencial e um baixo valor agrônomico, devido à supressão de uma leguminosa com a qual está consorciada. O reverso também pode ser verdadeiro, isto é, uma gramínea não-agressiva pode ter um nível mais alto de valor agrônomico do que de valor potencial.

Uma solução para isso, caso não se tenha certeza de como as plantas serão utilizadas na prática, seria plantar as espécies num sistema xadrez, em que todas as gramíneas se consorciassem com todas as leguminosas e também estivessem presentes sozinhas. Pode certamente acontecer que, num sistema intensivo em que se utilizam gramíneas fertilizadas com nitrogênio, os valores agrônomico e potencial sejam os mesmos.

## Pastejo seletivo

Um terceiro problema, provavelmente de maior importância, é que o sistema de cortes de gramíneas e leguminosas consorciadas não permite que a seletividade animal seja levada em conta. Uma vez que a seletividade animal pode ser muito importante não só para a estabilidade botânica de uma pastagem como para a sua produtividade, experimentos de corte não pastejados devem ser revistos com certa cautela. Isto é sobretudo verdadeiro para misturas de gramíneas e leguminosas tropicais, pois é sabido que as gramíneas, durante a estação chuvosa, quando crescem ativamente, são preferidas pelos animais em pastejo. Esta é uma situação muito útil, uma vez que as leguminosas ricas em proteínas permanecem para serem utilizadas na estação seca e para equilibrar a baixa qualidade das gramíneas maduras. Este efeito é ilustrado pelos dados da Tabela 2.5.

Os dados resultam de observações visuais feitas em 22 de abril, ao final da estação chuvosa. As parcelas tinham sido intensivamente pastejadas desde 8 de janeiro, e a gramínea consorciada *Melinis minutiflora*, reduzida à altura de 10 cm. Se essas parcelas tivessem sido cortadas, haveria consideravelmente menos leguminosas presentes, e o valor nutritivo estimado para a estação seca seria incorreto.

Em contraposição ao exposto acima, Middleton e Millor (1982) descobriram que *Calopogonium caeruleum* era promissora como leguminosa forrageira, em experimentos de corte. Todavia, avaliações feitas sob o regime de pastejo mostraram que ela dominou completamente a gramínea associada *Panicum maximum* e causou a redução do ganho

de peso vivo pelos animais. Isto aconteceu porque *P. maximum* foi totalmente pastejada, enquanto *C. caeruleum* raramente foi consumida. A evidência indica que os animais em pastejo devem ser colocados em experimentos de avaliação de forrageiras o mais cedo possível.

## Desfolhiação por corte ou por pastejo

Uma das razões por que os resultados de experimentos de corte não simulam necessariamente uma situação de pastejo é que os métodos de desfolhiação são muito diferentes. No caso de corte, todas as partes das plantas acima da altura do corte são removidas no mesmo momento. Isto contrasta sobremaneira com a desfolhiação feita pelo animal, a qual remove apenas parte de uma planta, com uma frequência que pode estender-se até mesmo por 14 dias. A Tabela 2.6 mostra alguns resultados de um experimento em que a frequência e a intensidade de desfolhiação foram medidas sob pastejo. Estes dados indicam que, mesmo sob a mais severa pressão de pastejo, a frequência de desfolhiação de *T. repens* ainda foi de nove dias e apenas 39% da forragem disponível foram consumidos. Esta é uma situação muito diferente daquela em que se fazem cortes, na qual toda a forragem é removida acima de determinada altura.

Em virtude dessa diferença no processo de desfolhiação, conclusões errôneas podem ser tiradas de experimentos de cortes. Por exemplo, um experimento de pastejo foi conduzido para determinar o potencial da aveia forrageira para produção de leite. Ao lado deste experimento, houve um outro, de corte, no qual se mediu a resposta da aveia a fertilizante nitrogenado. Ambos os experimentos foram implantados em 7 de maio. Após um corte em 25 de agosto, quase não havia rebrota da aveia, enquanto que o experimento de pastejo continuou até 5 de outubro (Cosser e Gardner, 1983). A causa disto foi, sem dúvida, o fato de que a lâmina de corte removeu a maior parte dos meristemas apicais da aveia, que, sendo uma planta anual, possui uma alta proporção de perfilhos férteis. Sob o pastejo, muitos dos meristemas apicais não foram desfolhados e os perfilhos continuaram a crescer, prolongando o período de utilização.

Concluindo, seria desaconselhável avaliar cereais forrageiros por meio de sistemas de cortes mecânicos, caso se deseje prever o desempenho dos mesmos sob pastejo. Esta conclusão é confirmada pelo trabalho de Spurway e outros (1976).

## Valor de experimentos de corte para prever a produção animal e do pasto

De modo geral, o valor de experimentos de corte para prever o desempenho dos animais e do pasto, em regime de pastejo, não é grande. Exemplos disto já foram dados, e Squires e Rodgers (1972) relataram o seguinte: "O teste agrônomico de plantas forrageiras por sistemas de corte tem valor apenas nos primeiros estágios de um programa de seleção. Uma vez determinadas as reações das espécies ao meio e assegurado o suprimento adequado de sementes, a avaliação em termos de produção animal deve ser iniciada". Esta declaração talvez seja extremista no sentido de que a influência do animal em pastejo possa ser utilizada como uma ponte entre experimentos de corte e de pastejo. Com isto se economizariam os recursos empregados para testar plantas ou manejos que poderiam ser eliminados antes da onerosa fase de estudos sobre produção animal.

Considerando-se os vários pontos apresentados, não deve causar surpresa o fato de que estimativas inexatas ou errôneas às vezes são feitas no tocante ao provável desempenho de uma pastagem, em regime de pastejo, quando apenas resultados de experimentos de cortes estão disponíveis. Watson e Whiteman (1981), por exemplo, conduziram um experimento para medir o ganho de peso em pastagens de *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens* e *B. mutica*, cada uma com quatro taxas de lotação, porque experimentos de corte haviam sugerido que a gramínea mais comumente utilizada, *B. mutica*, fora inferior às outras gramíneas. Entretanto, o experimento de pastejo mostrou que *B. mutica* foi superior às outras duas e, inclusive, os animais tiveram que ser retirados da pastagem de *P. maximum* que estava com a taxa de lotação mais alta. Este experi-

mento não só confirmou que os fazendeiros locais estavam certos quanto à escolha da espécie de forrageira, como também forneceu estimativas úteis da resposta à taxa de lotação animal.

É certo que os experimentos de corte são úteis para demonstrar princípios gerais, tal como o trabalho de Jones (1967), que mostrou que a persistência de Siratro foi reduzida quando a frequência do corte aumentou. Em termos gerais, esta foi uma informação útil, embora maior trabalho se faça necessário antes que práticas de manejo sejam definidas.

O trabalho clássico de Brougham (1956) não só mostrou a relação entre altura de corte, velocidade de crescimento da rebrota e interceptação de luz, como explicou por que o superpastejo contínuo culmina na destruição da pastagem e, uma vez que toda a luz tenha sido interceptada, o ritmo de crescimento não aumenta. Não se discute a veracidade destes resultados, embora eles tenham sido obtidos sob regime de cortes. Resta saber se tais resultados seriam mantidos sob um regime de pastejo.

Isso foi respondido, pelo menos parcialmente, por um experimento de Matches (1966), que tentou simular a desfolhação pelos animais quando estudou os efeitos da titura do corte na rebrota de gramíneas. Ele conduziu o experimento numa casa de vegetação, usando *Festuca arundinacea* como planta teste. Os tratamentos consistiram em alturas de corte de 2,5, 6,25 e 10 cm, num delineamento fatorial onde zero, 10, 20 e 30% dos perfilhos foram deixados sem corte. Isto pelo menos se aproximou do tipo de desfolhação encontrado em experimento de pastejo (Tabela 2.6), comparando-se com um só corte. Uma técnica de corte certamente foi representada pelo tratamento onde todos os perfilhos foram cortados nas diversas alturas estabelecidas. Os resultados estão representados na Figura 2.5. Quando todos os perfilhos foram cortados, os resultados, em termos de crescimento e brotação, acompanharam os sugeridos pelo trabalho de Brougham (1956). Entretanto, quando alguns perfilhos foram deixados sem corte, as diferenças, devido à altura de corte, foram muito menores e, de acordo com

o autor, estatisticamente, não significativas. Tais resultados podem parcialmente explicar por que, em muitos casos, nenhuma diferença foi encontrada entre pastejo contínuo e rotacionado, embora experimentos de corte provem que, até determinado ponto, quanto mais longo o intervalo entre desfolhações, maior a produção. Stobbs (1969a) também descobriu que um sistema de pastejo com seis piquetes, recomendado com base num experimento de corte, não era melhor do que um sistema de três piquetes, este mais simples e mais econômico.

Pode-se notar que, embora os experimentos de produção animal demandem um volume de recursos relativamente maior, quando comparados com os experimentos de corte em geral, não se deve esperar que estes últimos substituam os experimentos de pastejo. Um passo à frente pode, entretanto, ser tomado pela realização de experimentos essencialmente de corte, mas que sejam pastejados por animais. Como fazer isto é o tema do próximo capítulo.

Outros aspectos das técnicas de corte são discutidos por Lynch (1960), *Research* (1961), Baker e Taylor (1963), Gardner (1967), Shaw e Bryan (1976), 't Mannetje (1978) e Hodgson e outros (1981).

TABELA 2.1

Produção de matéria seca (g/920 cm<sup>2</sup>) de três cultivares de *Lolium perenne* sob diferentes freqüências de corte

Datas de Corte	Cultivares	
	Irish	523
5 de maio de 1959	37,8	19,8
18 de abril + 7 de maio de 1959	21,6	27,4
	New Zealand	523
19 de maio de 1960	49,2	24,0
2 de maio + 24 de maio de 1960	37,3	35,2

Fonte: Gardner (1961).

TABELA 2.2

Produção de forragem verde (t/ha) de cultivares de *Lotus corniculatus* sob dois sistemas de desfolhação

	Cultivares		
	VIKING	MUGELLO	EMPIRE
8 cortes por ano	27,0 a	26,0 a	18,5 a*
6 cortes por ano	51,5 b	65,9 a	24,0 c

\* Dentro de cada manejo valores seguidos pela mesma letra não diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

Fonte: Centeno (1965).

TABELA 2.3

Produção de cinco gramíneas tropicais sob dois regimes de corte (kg.M.S./ha)

Altura de Corte	Gordura	Pangola	Angola	Napier	Colonião
18 — 25,5 cm	5473	9051	8962	10533	11451
0 — 7,6 cm	1791	13300	11226	12658	11192
	**	**	**	**	N.S.

\*\* Diferença significativa ao nível de  $P < 0,01$ .

N.S. = diferença não-significativa.

Fonte: Caro-Costas e Vicente-Chandler (1961).

TABELA 2.4

Produção de aveia forrageira em 29 de setembro, após um corte em 20 de agosto

kg N aplicado/ha	0	100	200	300	400
kg matéria seca/ha	546	892	473	303	88

Fonte: Martins (1982).

TABELA 2.5

Estimativa visual da preferência por leguminosas mostrada por novilhas leiteiras. As leguminosas foram estabelecidas em parcelas separadas, associadas com *Melinis minutiflora* em um piquete comum.  
Médias de três repetições

---

<i>Leguminosa</i>	<i>Nota*</i>
<i>Dolichos axilaris</i>	0
<i>Indigofera subulata</i> (Minas Gerais)	1
<i>Macroptilium atropurpureum</i> CV. Siratro	1
<i>Stylosanthes guianensis</i> CV. IRI 1022	1
<i>Stylosanthes guianensis</i> CV. CIAT 63	0
<i>Stylosanthes capitata</i> (Viçosa)	0
<i>Galactia striata</i> (comercial)	1/3
<i>Teramnus uncinatus</i> CGL 721	0
<i>Centrosema pubescens</i> (comercial)	0
<i>Neonotonia wightii</i> CV. Tinaroo	1/3
<i>Pueraria javanica</i> (comercial)	0
<i>Rhinchosia minima</i> CGL 074	0

---

\* 0 = não pastejada;

1/3 = uma das três repetições foi pastejada;

1 = todas as repetições foram pastejadas.

Fonte: Botrel (1982).

TABELA 2.6

Intervalos entre desfolhações e porcentagem de tecido de plantas disponível removido de *Phalaris arundinacea* associada com *Trifolium repens* durante um período de 20 dias de pastejo contínuo por ovinos

	Lotação animal			
	9,9 ovinos/ha		22,0 ovinos/ha	
	<i>Phalaris</i>	<i>Trifolium</i>	<i>Phalaris</i>	<i>Trifolium</i>
Dias entre desfolhações	12,0	11,0	11,6	9,0
% removida de uma planta*	18,6	26,4	18,9	39,0

\* Planta de *Phalaris* = um perfilho.

Planta de *Trifolium* = os últimos 10 cm de um estóloz.

Fonte: Gardner e Rendon (1969).

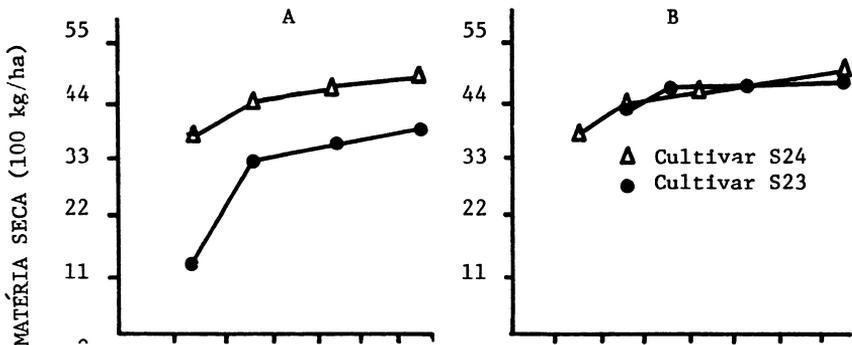


Figura 2.1. Produção acumulada de matéria seca de dois cultivares de *Bolium perenne* sob dois manejos de corte: A) primeiro corte em 13 de maio e B) primeiro corte no estágio de emergência da espiga.  
 Fonte: Green e Eyles (1960).

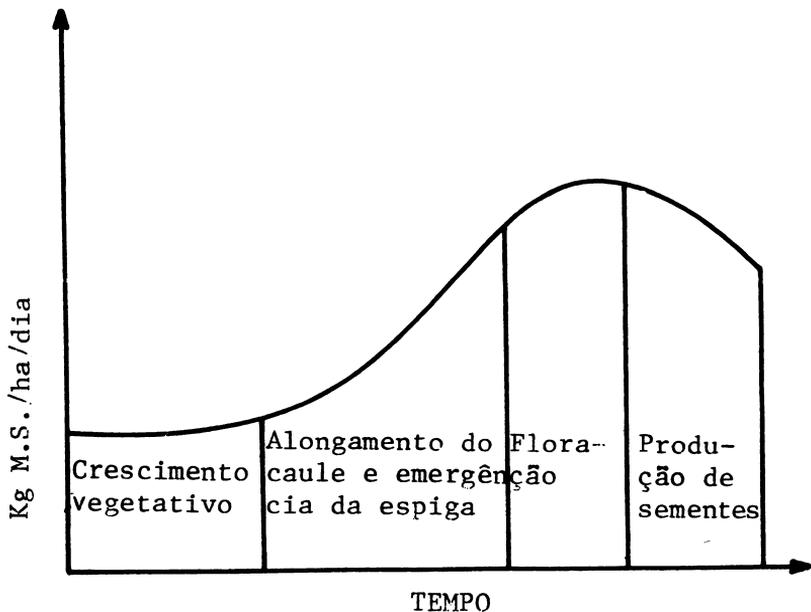


Figura 2.2. Relação entre a taxa de crescimento e o estágio fisiológico de gramíneas.

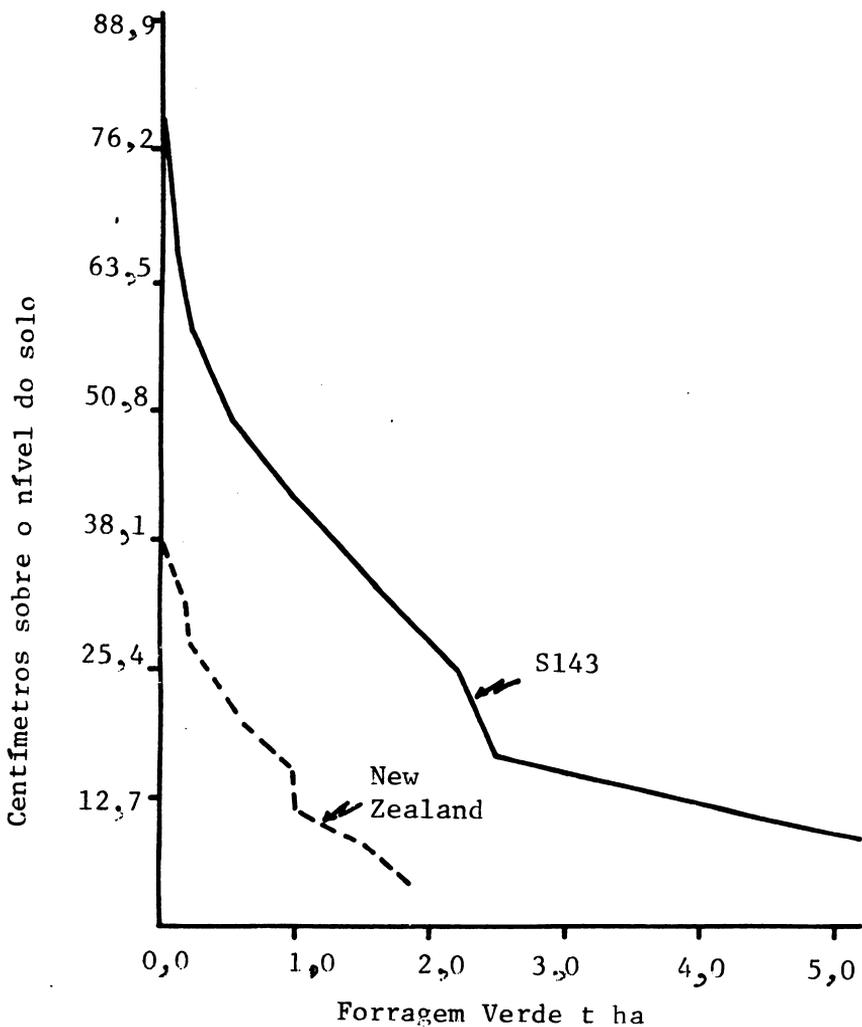


Figura 2.3. Distribuição da forragem verde segundo a altura sobre o nível do solo em *Dactylis glomerata* (S143) e *Lolium perenne* (New Zealand). (Adaptada de Hunt, 1961.)

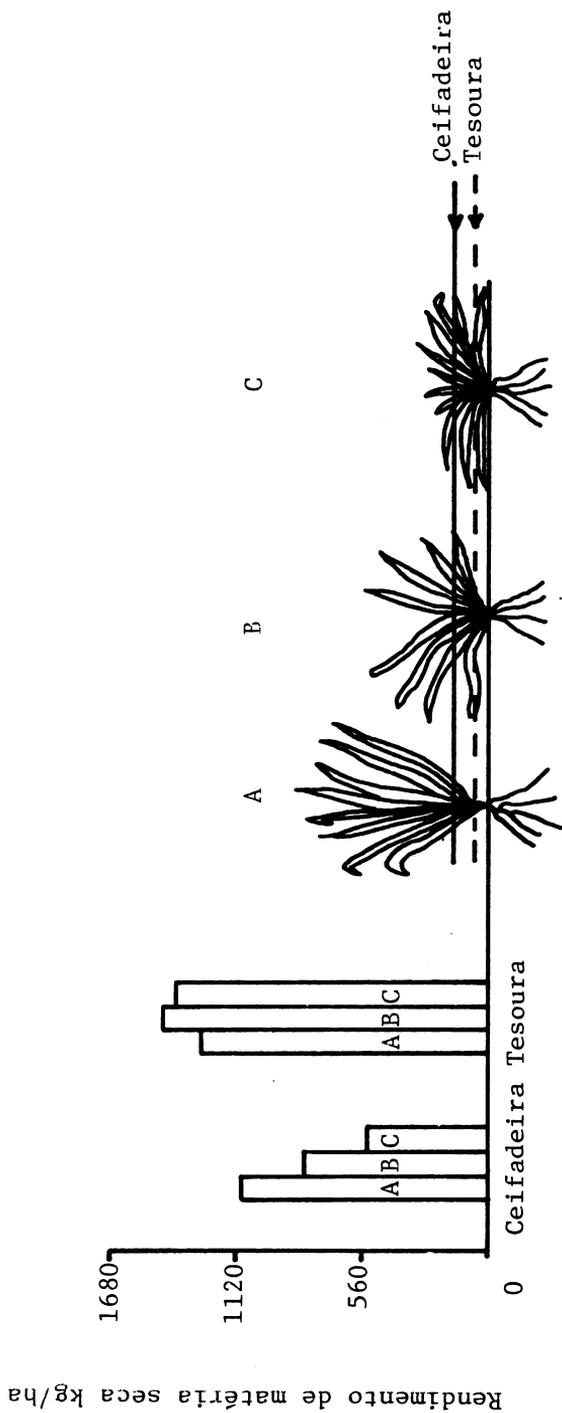


Figura 2.4. Interação entre hábito de crescimento de três cultivares de *Dactylis glomerata* e altura de corte. (Adaptada de Jones, 1959.)

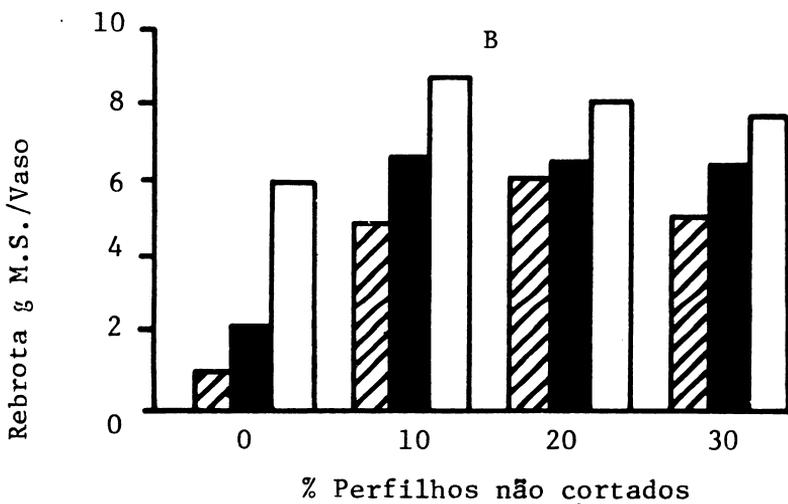
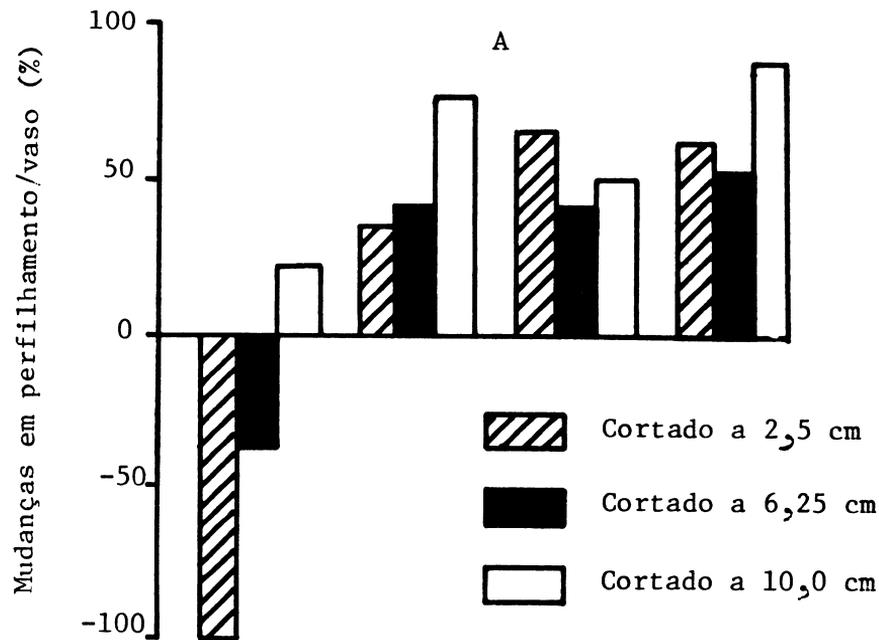
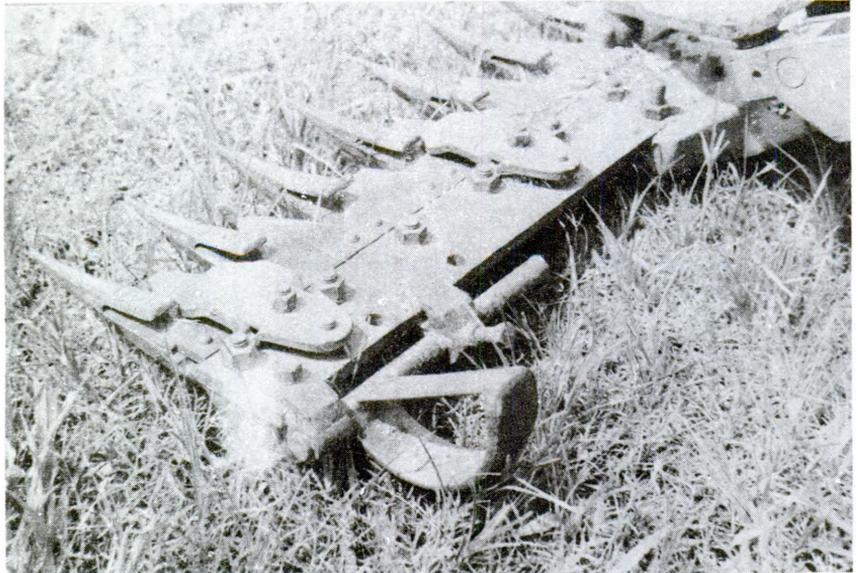
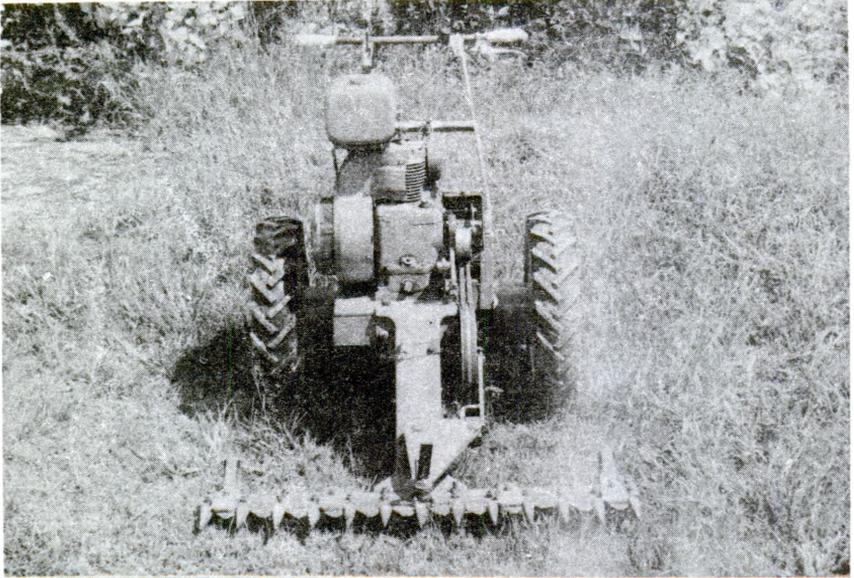


Figura 2.5. Mudança no perfilamento (A) e produção de forragem (B) em plantas de *Festuca arundinacea* cortadas a três alturas acima do nível do solo e com diferentes porcentagens de perfilhos deixados sem corte. (Adaptada de Matches, 1966.)



**Fotografia 2.1.** Ceifadeira motorizada para amostragem em pequenas parcelas. A ampliação da lâmina de corte mostra um suporte ajustável utilizado para controlar a altura de corte (Fotografia: Eduardo Castor, CNPGL).

### **Avaliação sob regime de cortes com a presença de animais em pastejo**

#### **A necessidade de inclusão do animal**

Passando-se da avaliação no regime exclusivo de cortes para a técnica de cortes que inclui a presença de animais em pastejo, pressupõe-se que os resultados obtidos representarão melhor as condições encontradas nas fazendas. O que deve ser levado em conta é como se conseguir isto a um custo razoável, uma vez que, neste estágio, o objetivo seria a seleção de pastagens ou sistemas de manejo para testes finais em experimentos orientados para a medição da resposta animal.

Na discussão que se segue, será mostrada a necessidade de se imprimir realismo ao manejo de pastagens, modificando-se os custos e a necessidade de se estimarem os efeitos mais prováveis dos animais sob determinadas condições de clima, solo e forragem. Sugere-se que alguns métodos de inclusão, em experimentos de corte, de animais sob o regime de pastejo poderão ou não ser vantajosos e que dados igualmente úteis poderiam ser obtidos, de forma menos onerosa, sob o regime exclusivo de cortes. Técnicas que se aproximam mais da resposta animal são igualmente descritas neste

capítulo. Estas também são utilizadas na seleção de tratamentos, antes da avaliação final.

## Efeitos do animal

### *Retorno de nutrientes*

Os principais nutrientes de plantas que retornam ao solo através das fezes e urina são: nitrogênio, fósforo e potássio. Com relação ao nitrogênio, nutriente retornado via urina juntamente com o potássio, há resultados que demonstram que ele não só pode afetar o crescimento da pastagem, como também o equilíbrio entre a gramínea e a leguminosa (Sears 1949, Frame 1967). Considera-se que tal efeito se deve ao estímulo do nitrogênio que retorna da urina para a gramínea, com a conseqüente supressão da leguminosa consorciada.

Outros estudos têm mostrado efeitos semelhantes, podendo-se então pensar que o animal deveria estar sempre presente quando se pretendesse ter uma pastagem típica de uma situação de pastejo, em termos botânicos. Entretanto, é preciso notar que os resultados de Sears (1949) e Frame (1967) foram obtidos em pastagens de azevém (*Lolium perenne*) e trevo branco (*Trifolium repens*), as quais cobriram completamente o solo sob um regime pluvial moderado e freqüente. Também foram usados carneiros como desfolhadores. Estas condições, inclusive o pastejo em pequenas parcelas, conduziram a um retorno e utilização muito eficientes do nitrogênio da urina. Entretanto, em regiões semi-áridas, com uma cobertura incompleta do solo e um pastejo mais extensivo, as perdas de nitrogênio podem ser elevadas. Isto se deve à volatilização da amônia, cujas perdas podem atingir níveis muito elevados (Vallis, 1972; Watson e Lapins, 1969).

A importância do retorno de nitrogênio dependerá, pois, das condições locais e poderá ser ou não importante na comparação de pastagens.

Onde a resposta ao nitrogênio está sendo estudada, certamente uma gramínea pura ou dominante na pastagem será utilizada. Assim, em tal situação, a supressão da leguminosa

não seria importante. Caso várias espécies estejam sendo comparadas no tocante à sua resposta ao nitrogênio, uma estimativa da resposta relativa (kgMS/kgN) será suficiente, independentemente de uma estimativa da produção absoluta. Uma vez que a resposta de gramíneas ao nitrogênio seja linear até níveis de 400 kgN/ha, é pouco provável que o nitrogênio aplicado mais o nitrogênio da urina ultrapassem este nível, de modo que todas as espécies estariam na parte linear da curva, tornando-se então comparáveis.

O retorno ou não de potássio, no experimento de corte, pode ter sérias conseqüências. A extensão de tais efeitos pode ser observada na Figura 3.1, a qual mostra resultados de experimentos em que várias técnicas de retorno de nutrientes foram comparadas.

Em todos os anos a forragem com a mais baixa concentração de potássio procedeu das parcelas que eram cortadas e a forragem descartada. As diferenças entre as outras técnicas não foram importantes. A técnica de "corte mais retorno de forragem" requer alguma explicação. Tal como foi descrita por Lynch (1947), consiste no corte e na pesagem da forragem produzida, a qual é então espalhada uniformemente pela parcela. Isto tende a manter a pastagem mais próxima da situação de pastejo, em termos botânicos. Apresenta, entretanto, várias desvantagens, uma das quais o fato de que a forragem não deve estar acima de 10 cm, quando cortada, senão o material cortado produzirá um efeito de cobertura que pode afetar a rebrota. A técnica tem sido de fato usada apenas em pastagens de azevém-trevo branco e não seria adequada a pastagens tropicais.

Deve-se observar que, no experimento de Woylton (1963), o fertilizante potássio foi aplicado em 1959 e 1960. Resultado semelhante foi relatado por Blue e Gammon (1963). Pode-se concluir que o uso de uma técnica de corte com a remoção da forragem produzida poderia induzir a uma deficiência de potássio, a qual não ocorreria necessariamente num regime de pastejo. Pode-se também afirmar que se a deficiência de potássio não aparecer quando do uso de uma técnica de corte, ela certamente não aparecerá quando do uso de uma técnica de pastejo. Todavia, uma resposta ao potássio em regime de cortes não implica uma resposta em regime de pastejo.

A situação no tocante ao fósforo é muito confusa. McLachan (1968) concluiu que as pastagens requerem menos fósforo quando pastejadas do que quando cortadas. Entretanto, Ozanne e Howes (1971) acharam exatamente o oposto. Um aspecto importante, do ponto de vista da avaliação de espécies, é que os experimentos sejam feitos em solos cujo teor de fósforo se assemelhe ao daqueles em que as plantas serão utilizadas.

É pouco provável que, num experimento de curta duração (três anos), tanto o corte quanto o pastejo influenciem nos resultados, em confronto com a situação real das fazendas. Bromfield (1961), por exemplo, mostrou que o fósforo orgânico se tornava disponível apenas lentamente, a menos que as fezes fossem incorporadas ao solo.

### *Pisoteio*

O segundo efeito causado pelo animal é o da compactação do solo e dano às plantas, pelo pisoteio. Este efeito pode ser importante e afetar diferentemente os componentes da pastagem (Edmond, 1964). O teor de umidade dos solos também tem influência: o efeito do pisoteio é muito mais intenso quando o solo está úmido ou molhado (Edmond 1963). Neste caso o efeito está obviamente condicionado à taxa de lotação e pode assumir proporções desastrosas nos solos severamente pastejados e compactados, com séria erosão laminar e por sulcos.

É claro que os experimentos de corte em pequenas parcelas, sem a presença de animais, não podem reproduzir o efeito do pisoteio. Uma vez que este aspecto pode se tornar importante, a inclusão de animais é fortemente justificada, porém, como será discutido, o efeito do pisoteio deve simular a situação real que prevalece nas fazendas e não um efeito artificial criado pela técnica experimental.

### *Pastejo seletivo*

A seleção da dieta de um animal em pastejo não pode ser simulada por uma técnica de corte. Como isto pode cons-

tituir um fator importante que afeta a produção e a composição botânica de uma pastagem, sua não-inclusão num experimento pode influenciar os resultados de forma marcante. Isto é especialmente verdadeiro no caso de misturas de gramíneas e leguminosas tropicais, uma vez que tais espécies têm uma aceitação diferente pelos animais, variando de acordo com o tempo. Gardner e Rendon (1969) também encontraram variação sazonal na escolha que o animal faz entre uma gramínea e uma leguminosa de zona temperada. Mesmo quando uma só espécie é utilizada, o animal selecionará uma parte da planta, antes das demais. Assim sendo, a forragem cortada poderá dar apenas uma estimativa muito pobre da dieta dos animais. Este efeito seria influenciado pela pressão de pastejo, conforme pode ser observado na Tabela 3.1.

Como se vê, as amostras cortadas não deram uma verdadeira estimativa da dieta de animais em pastejo e, por conseguinte, a previsão da produção animal a partir de forragens produzidas em experimentos de corte não será confiável. A estimativa pode ser melhorada pela amostragem manual, que tenta simular a ação do pastejo.

Quando a taxa de lotação e a pressão de pastejo são altas, a seletividade diminui para os animais, que são forçados a consumir plantas, ou parte delas, que em condições normais rejeitariam. A seletividade é, pois, uma função do manejo.

## **Introdução do efeito animal**

Realçados os principais efeitos que os animais em pastejo produzem sobre o solo e as plantas, serão discutidas a seguir as técnicas usadas para introduzir esses efeitos em experimentos de corte.

### *Pastejo intensivo e rápido*

O modo mais freqüente de se introduzirem animais num experimento de corte é fazendo com que um grande número deles pasteje por um período curto de tempo

("mob grazing", onde *mob* significa um grande número de indivíduos).

A técnica consiste no corte de várias amostras de uma série de parcelas contornadas por uma cerca comum. A amostra cortada é então pesada e uma subamostra retirada para determinação da matéria seca e da composição química, se necessário. A forragem cortada é descartada ou levada de volta para a parcela da qual procedeu. Um grande número de animais (bovinos ou ovinos) é então introduzido no piquete, para rápido pastejo da forragem, até a altura de corte estabelecida. Um ou dois dias depois os animais são removidos e as manchas de forragem não consumida são aparadas. Este processo é repetido de acordo com um critério preestabelecido de frequência de desfolhação.

São feitas, a seguir, algumas considerações sobre os efeitos dessa técnica comparados com um manejo mais realista. Em primeiro lugar, a seletividade animal é eliminada, a fim de evitar-se o pastejo leve ou pesado em algumas parcelas. Isto poderá não ter muita importância para alguns experimentos, porém, para a mistura de espécies contrastantes, os resultados só poderiam ser aplicados a este tipo de manejo. Nas condições reais das fazendas, o pastejo diário em faixas seria o único sistema de manejo similar, aplicado apenas por poucos fazendeiros. Em segundo lugar, deve-se inferir que o retorno de nutrientes, através das fezes e urina, é uniforme para todas as parcelas, significando que as de baixa produção receberão mais nutrientes do que deveriam, se fossem pastejadas separadamente. Isto acontece porque, havendo menos forragem disponível, seriam necessários menos animais e menos tempo para pastejá-la. Por conseguinte, haveria menor retorno de nutrientes. Já uma parcela altamente produtiva teria um retorno de nutrientes menor do que o devido.

Em vista desses resultados, as diferenças entre as parcelas mais e menos produtivas seriam menores do que se elas fossem pastejadas separadamente. Este efeito foi medido por Sears (1944) e Lynch (1947). Usando sua técnica de retorno normal de nutrientes comparada com a de retornos proporcionais à produção de matéria seca, Sears encontrou

diferenças para menos de até 19%, entre as parcelas de maior e de menor produção, sob o regime de retorno normal. Lynch comparou produções de parcelas cortadas com outras de parcelas pastejadas em comum. Em dois experimentos chegou à conclusão de que o pastejo comum resultou em diferenças 7,9% e 4,2% menores. O efeito é aparentemente real, embora possa variar em intensidade. Sears comentou que a técnica de pastejo e corte daria resultados conservativos, porém não enganosos.

O terceiro efeito, o pisoteio, estaria obviamente presente, mas de certa forma seria influenciado por essa modalidade intensiva de manejo de pastagens. Sabendo-se que os efeitos adversos do pisoteio são marcantes quando o solo está úmido, pode acontecer que uma chuva pesada durante o período de pastejo produza um efeito atípico, em comparação com um sistema normal e menos intensivo.

Um efeito desagradável, porém importante, pode ser produzido quando muitos animais pastejam juntos em um piquete pequeno. Pode ser chamado de pastejo desigual, tendo sido observado em um experimento descrito por Gardner e Centeno (1966), no qual foram comparados cinco cultivares de trevo branco sob três frequências de desfolhação. Uma técnica de "mob grazing" usando carneiros foi empregada. As produções de forragem verde obtidas no segundo ano do experimento são mostradas na Figura 3.2. Pode-se observar que houve gradientes de produção nos blocos I e III das linhas M-N. Este efeito foi muito menos evidente no bloco II. Foi também maior no pastejo mais frequente, o A, menor no B, e quase imperceptível no C, especialmente no bloco II.

Pode-se observar que as produções dos cultivares (subparcelas) parecem estar relacionadas com a sua posição dentro de uma frequência de pastejo (parcelas principais) e não com qualquer potencial de produção inerente. O fato de o efeito ter sido maior sob o pastejo mais frequente indicou que ele foi causado pelos animais. Ao longo de dois anos, as frequências A, B e C foram pastejadas 26, 17 e 14 vezes, sendo de dois dias a permanência máxima dos animais em cada ocasião. Foi possível ajustar as produções por meio de uma análise de co-variância, usando-se como variável independente a distância do centro de cada subparcela às

linhas M-N. O ponto importante, entretanto, é entender como o efeito indesejado se produziu, de forma a evitar a sua repetição em trabalhos futuros.

Nenhum dado quantitativo que pudesse caracterizar o comportamento dos carneiros em pastejo foi anotado, mas observou-se que as subparcelas mais próximas das linhas M-N foram pastejadas preferencialmente e que períodos de descanso ocorreram em outros pontos das parcelas principais. Embora a forragem não consumida tenha sido removida por cortes efetuados após os pastejos, o efeito foi acumulativo e, à medida que o experimento se aproximava do seu fim, fez com que se tornasse cada vez mais difícil deixar um resíduo uniforme.

É provável que a forma retangular das parcelas principais (30 x 60 m<sup>2</sup>) tenha induzido os carneiros a se reunirem numa das extremidades, tal como notado também por Sears (1944). Ademais, o eixo maior das parcelas principais era perpendicular a uma rodovia pública, de um lado, e a uma via interna, do outro. O movimento ao longo dessas vias pode ter causado o afastamento dos animais para pontos menos afetados por distúrbio. Isto resultou na utilização não uniforme da forragem, ocasionando às parcelas superpastejadas uma rebrota mais lenta e o conseqüente enfraquecimento das plantas, à medida que o experimento avançava.

O efeito da fertilidade acumulada graças ao depósito de fezes nas áreas onde os carneiros tendiam a reunir-se não pode ser ignorado. Entretanto, como pastagens puras de trevo branco estavam envolvidas, é provável que, em grande parte, o nitrogênio da urina tenha substituído o nitrogênio fixado pelas bactérias, produzindo então um efeito compensatório.

A importância do pastejo não uniforme, conforme foi medida nesse experimento, pode ser julgada pelo fato de que algumas produções observadas foram ajustadas em até  $\pm 25\%$ , como resultado da análise de co-variância. Se as produções relativas podem ser mascaradas até tal nível, é possível que diferenças importantes passem despercebidas ou resultados ruins sejam obtidos.

Uma solução óbvia para esse problema seria a de cercar e pastejar cada parcela, porém seu custo poderia descartá-la, no caso de experiências com muitos tratamentos. Onde o pastejo em comum é determinado pela natureza do experimento, piquetes de forma quadrangular, em vez de retangular, devem ser utilizados, com uma grande área não-experimental ao redor da área experimental. Experimentos em andamento no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), em Coronel Pacheco, MG, indicam que uma margem segura seria alcançada com apenas a metade do pasto coberta por parcelas experimentais. A área experimental deve também ser afastada de influências externas, tais como estradas.

A seguir, serão feitas algumas considerações sobre os benefícios a serem obtidos no "mob grazing" comparado com uma técnica de corte e remoção de forragem. Grande parte dos pesquisadores concorda em que a introdução do animal mais cedo em um programa de avaliação de pastagens é desejável, porém, a menos que o manejo animal seja realista, os resultados esperados talvez não sejam obtidos.

Uma vez que o pastejo seletivo, o retorno de nutrientes e os efeitos do pisoteio dependem em parte do número e do tipo de animais no pastejo, pode-se entender que uma técnica artificial de manejo, tal como a do "mob grazing", não reflita verdadeiramente o que pode na prática ocorrer. O uso de muitos animais por um curto espaço de tempo eliminaria a desfolhação seletiva, o que pode ser um aspecto crítico do pastejo. O retorno de nutrientes também tende a mascarar os efeitos reais do pisoteio, que apenas simularia este tipo de manejo. Qualquer tentativa no sentido de se economizar em cercas e ter as parcelas experimentais bem próximas das mesmas pode resultar em pastejo não-uniforme. Cabe, pois, questionar a existência de algum benefício nesta técnica, comparada com a de cortes.

No tocante ao pastejo seletivo, nada se ganharia, e o efeito do pisoteio, enquanto presente, poderia ser atípico. O retorno de nutrientes seria obtido e poderia ser importante para manter o balanço em termos de misturas de gramíneas e leguminosas, mas também poderia resultar na

redução das diferenças entre tratamentos, pela transferência de fertilidade. A importância dos efeitos de fertilidade depende das condições de solo, planta e clima. Uma possível técnica alternativa, que simula o retorno de nutrientes pelo animal e parece dar resultados semelhantes aos do método de retorno proporcional de Sears (1944), foi descrita por McNeur (1963). A técnica consiste em retornar uma mistura de fertilizantes orgânicos e inorgânicos proporcionalmente à produção de matéria seca de cada parcela.

Parece portanto duvidoso que se faça qualquer progresso, em termos reais, pelo uso do "mob grazing" em lugar de uma técnica comum de corte e remoção da forragem, mediante a tomada de algumas simples precauções.

### *Pastejo realista de experimentos de corte*

Uma vez que a frequência e a intensidade da desfolhação são fatores críticos que influem na produção e na estabilidade das pastagens, a introdução dos mesmos de forma mais realista que a do "mob grazing", no início de um programa de avaliações, permitirá a seleção das plantas mais adequadas a determinado manejo. Isto pode ser feito pelo aumento do piquete experimental até um ponto que permita a presença de animais em pastejo por apreciáveis espaços de tempo. Tal esquema tem sido utilizado com sucesso no CNPGL, para o segundo estágio de avaliação de gramíneas e leguminosas. A área total do piquete usado foi de 6.500 m<sup>2</sup>, com uma área experimental de 3.000 m<sup>2</sup>. Isto significa que o experimento ocupou apenas 46% da área total. Não se sabe se esta é uma proporção correta, mas pode-se dizer que não houve, neste experimento, indicação de pastejo não uniforme, ou mesmo de pastejo seletivo das 25 gramíneas ou 25 leguminosas usadas.

Eram de fato dois os experimentos: um, com 25 gramíneas plantadas sozinhas e com a área em torno plantada com *B. decumbens*, e o outro, com 25 leguminosas tropicais plantadas em mistura com *M. minutiflora*. Cada parcela ocupou uma área de 5x8 m<sup>2</sup>, repetida três vezes num delineamento aleatório de blocos (Botrel, 1982).

O manejo adotado para o pastejo foi semelhante ao empregado por Edye (1975), no qual períodos de pastejo contínuo se intercalaram com períodos de recuperação, finidos os quais foi feito um corte para estimar a produção. A composição botânica também foi anotada. Por exemplo, a área foi pastejada por novilhas leiteiras, de janeiro até o início de junho, a uma taxa de lotação variável, mantendo-se uma pressão de pastejo bem alta. No início de junho os animais foram retirados, permitindo-se então que as plantas crescessem até o início de agosto, quando foi determinada a produção de forragem. Imediatamente após este corte os animais ingressaram novamente na área experimental, onde permaneceram até o final de novembro. Durante o mês de dezembro a forragem foi acumulada e no final do mês foi feita uma amostragem para produção. Os animais entraram na área em janeiro e o ciclo se reiniciou.

Ao usar essa técnica, a estimativa da produção total é necessariamente sacrificada, embora, por outro lado, se obtenha a reação das plantas a um manejo mais realista, além de uma estimativa da produção durante o período crítico do inverno. O corte efetuado na estação chuvosa foi incluído, para assegurar que um nível razoável de produção fosse obtido nesse período, mas de modo geral não faltou forragem no verão. A seleção de plantas para futuros testes baseou-se na produção da estação seca e na persistência. No caso das leguminosas, dois piquetes foram estabelecidos, para permitir a inclusão de duas pressões de pastejo, uma vez sabido que este fator pode influir muito mais na sobrevivência das leguminosas do que na das gramíneas.

A técnica descrita permite ao pesquisador introduzir e estudar variações no manejo da pastagem e, ao mesmo tempo, obter uma estimativa da produtividade em quaisquer períodos do ano considerados críticos. Uma decisão terá que ser tomada quanto ao método de avaliação, isto é, se a produção e a persistência medidas sob um manejo realista são melhores ou piores do que a estimativa mensal de produção pelo critério de cortes (ou por qualquer outro), com ou sem "mob grazing". Considera-se que o manejo animal realista deve ser preferível, embora esta técnica envolva pastejo em comum, devido ao grande número de espécies,

cultivares e ecótipos no experimento. Uma crítica que se poderia fazer seria à ocorrência do pastejo seletivo durante longos períodos de pastejo contínuo. Isto pode acontecer, fazendo-se necessária a observação freqüente das parcelas, para detectar tal ocorrência. As conclusões poderiam, pois, modificar-se à luz dessas observações. No experimento descrito o pastejo seletivo não ocorreu. Com efeito, o pastejo foi tão uniforme que não houve necessidade de cortes para aparar os excedentes ao final dos períodos de pastejo. Se uma parcela não for constantemente pastejada ou se for superpastejada, seria interessante estudar as plantas nela contidas em um pastejo separado.

Essa técnica seria um avanço sobre o "mob grazing", uma vez que os efeitos produzidos pelos animais, como, por exemplo, a desfolhação seletiva de gramíneas e leguminosas tropicais, estariam presentes (Tabela 2.5). Por outro lado, as plantas avaliadas estariam sujeitas à desfolhação intensiva que certamente sofreriam sob condições práticas. Uma planta forrageira que requer um manejo especial e cuidadoso para a sua sobrevivência em geral tem pouca aceitação pelos produtores.

### *Pastejo e corte alternados*

Outra possibilidade que tem sido explorada é o estabelecimento de duas áreas idênticas de pequenas parcelas, separadas por uma cerca. No primeiro ano a produção é determinada numa das áreas, por uma técnica de corte, enquanto a outra área é pastejada. No ano seguinte, a posição se inverte, as parcelas pastejadas são cortadas, enquanto aquelas anteriormente cortadas são pastejadas.

Essa técnica tem a vantagem de manter um melhor balanço entre a gramínea e a leguminosa do que o resultado de uma técnica só de cortes. De certa forma é semelhante à técnica previamente descrita, embora permita uma estimativa contínua da produção de forragem. Se as áreas forem suficientemente grandes para sustentar três a quatro animais jovens, uma estimativa de ganho de peso vivo pode ser obtida. Naturalmente este ganho não estaria associado a nenhuma espécie ou mistura em particular, mas pode for-

necer informações preliminares sobre o potencial das forrageiras. A feitura de cercas para as duas áreas por certo implicaria custos extras.

### *Técnica de piquetes fantasmas*

No manejo de pastagens, os fatores mais importantes que estão sob o controle do fazendeiro são: o número e a espécie de animais em pastejo, o número de dias em que determinado piquete é pastejado e o número de dias em que o piquete descansa. A quantidade e o tipo de fertilizantes, bem como o uso ou não de irrigação, são outros fatores. Uma vez que este capítulo trata da introdução de animais sob o regime de pastejo, em experimentos de corte, a discussão limitar-se-á ao manejo animal, embora outros fatores, como fertilização e irrigação, possam ser acrescentados aos tratamentos de manejo animal.

Para incluir taxas de lotação e freqüências de pastejo e descanso em escala que permita medir-se a produção animal, seria preciso um grande emprego de recursos. Entretanto, o efeito das decisões de manejo sobre a pastagem pode ser estimado de forma mais barata, se a produção animal não for medida.

Suponhamos, por exemplo, que o pesquisador esteja interessado em um trabalho de pastejo de 20 dias de ocupação do piquete, seguidos de 60 de descanso. Isto exigiria quatro piquetes, cada um pastejado por 20 dias, com um descanso de 60. Todavia, eliminando-se as medidas de ganho dos animais, três dos quatro piquetes poderiam ser eliminados (piquetes fantasmas), de tal forma que os animais pastejassem o piquete restante por 20 dias e então saíssem do experimento por 60 dias, antes de retornarem ao pastejo do mesmo piquete. Esta técnica somente seria adequada quando o número de tratamentos a serem testados se tivesse reduzido a uma cifra manipulável (digamos, menos de 10). Isto porque, embora apenas um piquete de uma série seja utilizado, este terá de ser suficientemente grande para sustentar pelo menos dois animais no período de pastejo predeterminedo.

O exemplo a seguir esclarece melhor o método:

- Admitamos que dois sistemas de pastejo a três taxas de lotação devam ser estudados em determinada pastagem.

### Tratamentos

Sistemas de pastejo	}	10 dias de ocupação — 30 dias de descanso (sistema de quatro piquetes)
		10 dias de ocupação — 50 dias de descanso (sistema de seis piquetes)

Taxas de lotação	}	1,0;	1,5;	2,0 UA/ha.

- Admitamos também que dois animais jovens, equivalentes a 0,5 UA, sejam utilizados cada vez que um piquete tiver que ser pastejado. A área total necessária pode então ser calculada.

Número total de piquetes para cada sistema	}	1,0 UA/ha 4:6	1,5 UA/ha 4:6	2,0 UA/ha 4:6	(1)

Área total (ha) para cada taxa de lotação para sustentar 0,5 UA	}	1:1	0,67:0,67	0,5:0,5	(2)

Área (ha) de cada piquete [(2) + (1)]	}	0,25:0,17	0,17:0,11	0,125:0,08	(3)

Área total por repetição = 0,25 + 0,17 + 0,17 + 0,11 + 0,125 + 0,08 = 0,905 ha  
[soma das áreas em (3)]

Se quatro repetições forem utilizadas, um total de 3,62 ha e 24 piquetes pequenos será requerido, ou 1,81 ha e 12 piquetes, para duas repetições.

Dessa forma, um experimento que teste três taxas de lotação e dois sistemas de manejo poderá ser estudado em aproximadamente um décimo da área de um experimento em que a produção animal é medida. As taxas de lotação poderiam ser modificadas, em bases sazonais, para simular um sistema real ou imaginário, conforme discutido no Capítulo IV. As relações entre o número de bovinos e de ovinos poderiam ser facilmente incorporadas, bem como estratégias de fertilização e irrigação. Alguns piquetes reserva talvez fossem requeridos em certas épocas do ano, a fim de evitar a transferência de sementes nas fezes, de um piquete para outro.

Um sistema de pastejo contínuo exigiria um piquete maior, mas isto pode ser bastante bem simulado por um pastejo alternado semanalmente, em dois piquetes. Usando-se somente um piquete, a área seria obviamente apenas a metade.

Um método alternativo ao uso de taxas de lotação fixa seria o estudo dos efeitos da pressão do pastejo, estipulando-se as alturas ou quantidades de forragem em que os animais seriam colocados nos piquetes ou deles retirados. Paladines e Lascano (1983) deram exemplos numéricos de como tais pressões de pastejo podem ser calculadas.

A decisão sobre o uso de uma seqüência de pastejo fixa ou variável dependerá de como a informação será utilizada e do sistema de produção relevante que a utilizaria. Estes tópicos são minuciosamente discutidos, com referência a experimentos de produção animal, no Capítulo IV.

Os experimentos desse tipo podem rapidamente se tornar muito grandes, quando vários sistemas de manejo ou tipos de forrageiras são incluídos. Em tais casos, seria vantajoso o uso de um delineamento do tipo central composto ("central composite design", Mott, 1983).

### *Experimentos tipo "cafeteria"*

Este tipo de experimento é utilizado apenas para detectar diferenças de palatabilidade (ou aceitabilidade) entre espécies, quando todas elas são oferecidas, num único pique-

te, a animais em pastejo. O método consiste em estimar, por cortes, a quantidade de forragem de cada espécie ou cultivar presente, antes que os animais entrem no piquete. Após determinada porção da forragem ter sido pastejada, os animais são retirados e outras amostras são colhidas do resíduo de forragem. A diferença entre as quantidades colhidas antes e depois do pastejo dará o índice da palatabilidade relativa.

Se essa informação for utilizada como indicador do consumo provável e do ganho de peso do animal, conclusões errôneas poderão ser tiradas, porque nas condições reais das fazendas os animais jamais teriam uma escolha de várias espécies. Mais provavelmente haveria uma gramínea sozinha, ou consorciada com uma, duas ou três leguminosas. O que o pesquisador e o fazendeiro querem saber é quanto um animal come quando lhe é oferecida apenas uma espécie ou uma mistura simples de espécies. Depois, sabe-se que o estado fisiológico do crescimento de uma espécie pode afetar consideravelmente a preferência do animal. Isto significa que, a menos que todas as espécies no experimento estejam no mesmo estágio de crescimento, a medida que está sendo tomada é a da palatabilidade relativa, em virtude de diferenças no estágio de maturidade, ao invés de diferenças intrínsecas entre espécies.

Dois experimentos que evidenciam o problema da interpretação correta dos resultados de um teste tipo "cafeteria" foram conduzidos por Marten e Donker (1968). O primeiro experimento constou de uma "cafeteria" típica, onde *Bromus inermis* e *Phalaris arundinacea* foram deixadas à escolha dos bovinos em pastejo. Os resultados são apresentados na Tabela 3.2.

Com base nessa informação, o especialista em pastagens ou o fazendeiro poderia concluir que *B. inermis* foi consumida mais prontamente do que *P. arundinacea* e, como o consumo desempenha um papel importante na determinação da produção animal, *B. inermis* deveria ser utilizada de preferência. Afortunadamente, os mesmos pesquisadores conduziram um segundo experimento, em que se mediu a produção animal durante quatro anos e cada espécie foi pastejada separadamente. Estes resultados são mostrados na Tabela 3.3. A situação, agora, mudou completamente, uma vez

que ambas as pressões de pastejo de *P. arundinacea* foram superiores às de *B. inermis*. As recomendações baseadas nos resultados do primeiro experimento (“cafeteria”) seriam, portanto, completamente errôneas.

Em certas instâncias, um experimento tipo “cafeteria” pode ser útil. Os geneticistas, por exemplo, podem proceder à seleção de ecótipos dentro de uma espécie com base na aceitabilidade pelos animais, caso se suspeite de que algum fator físico ou químico esteja causando redução no consumo. Neste caso, ter-se-á também o cuidado de assegurar que todos os cultivares ou ecótipos estejam no mesmo estágio de crescimento. Esta estratégia foi empregada por Barnes e outros (1970) em estudos sobre *Phalaris arundinacea*.

## Ligação entre experimentos de corte e de pastejo

Alguns tipos de experimentos podem ser classificados como híbridos entre os de corte e de resposta animal. Desse modo, eles formam uma ponte sobre a qual passam apenas as plantas mais promissoras para o teste final, em termos de produção animal.

Um exemplo de tal experimento foi relatado por Bryan (1968). Ele trabalhou numa região sem qualquer tradição de produção animal em pastagens cultivadas. O aspecto da região, chamada Wallum, na Austrália, não difere muito do campo limpo dos cerrados. Uma vez que nenhuma informação se achava disponível sobre o potencial de produtividade das pastagens cultivadas, o experimento foi delineado para verificar a persistência e a possível disseminação de 15 misturas de gramíneas e leguminosas. Um segundo objetivo seria a determinação da viabilidade de se manterem bovinos de corte apenas em pastagens cultivadas e do nível de produção que se poderia esperar.

○ experimento foi implantado num delineamento de blocos totalmente casuais, com quatro repetições. Cada repetição continha as 15 misturas, plantadas em parcelas de 16,7 x 30,2 m<sup>2</sup>. Foi deixada uma bordadura nas extremidades de cada repetição, perfazendo uma área de 0,809 ha. Para as quatro repetições foi utilizada uma área total de 3,2 ha.

Durante seis anos as repetições foram pastejadas em rotação (duas semanas de pastejo, seis semanas de descanso); nos últimos dois anos utilizou-se o pastejo contínuo. Os parâmetros medidos foram ganho de peso vivo, composição botânica, disponibilidade de forragem e teor de nitrogênio da forragem.

Para uma região sem nenhuma informação sobre o potencial das pastagens cultivadas este experimento propiciou um grande volume de informações práticas e úteis. Ao final do experimento, após um ano seco, houve um teste muito rigoroso da habilidade com que as plantas suportam um acidente real que os fazendeiros podem sofrer e dele se recuperam. Algum pastejo seletivo certamente ocorreu, mas os resultados foram interpretados levando este fato em conta. Bryan não pôde, obviamente, atribuir o ganho de peso a nenhuma das forrageiras em particular, porém, numa região em desenvolvimento, a informação obtida foi valiosa.

Outra técnica em que dados incompletos sobre o desempenho animal foram obtidos serviu para selecionar forrageiras para avaliações posteriores. Esta técnica foi descrita por 't Mannelje (1972). Ele a utilizou para comparar 5-10 pastagens, incluindo sempre uma como padrão. Depois que as pastagens estavam bem-estabelecidas (um ano após o plantio), deixava-se que crescessem, desde as primeiras chuvas (Queensland, Austrália) até 2 de janeiro, quando a produção de matéria seca, a composição botânica e a digestibilidade *in vitro* (de amostras colhidas à mão) eram estimadas. No dia seguinte, dois novilhos entravam em cada piquete (0,4 ha). Eram feitas pesagens mensais, até que a quantidade de forragem disponível se tornasse crítica. A partir daí as pesagens passavam a ser quinzenais. Se os animais perdessem peso em duas pesagens consecutivas eram removidos do experimento. Após a remoção dos animais as pastagens eram deixadas em descanso até a primavera seguinte.

Embora esse manejo não fosse muito realista, pelo menos testava as pastagens durante o período crítico do inverno seco e as colocava na ordem de potencial de produtividade. O período de descanso antes do começo do pastejo poderia, certamente, ser modificado para qualquer ambien-

te em particular, mas o experimento deveria assegurar que as pastagens estivessem sob estresse durante o período crítico do ano. Manejada desta forma, a técnica oferece um método rápido e barato de seleção de forrageiras sob pastejo, embora não se enquadrando nas exigências de um experimento de pastejo clássico.

TABELA 3.1

Composição botânica de amostras obtidas através de fístula esofágica e de amostras cortadas em uma pastagem de *Brachiaria decumbens*

LOTAÇÃO CABEÇAS/HA	FOLHA (%)		TALO VERDE (%)		MATERIAL MORTO (%)	
	Cortada	Dieta	Cortado	Dieta	Cortado	Dieta
1,0	28	76	37	10	33	12
1,6	30	73	38	12	31	13
2,4	24	68	32	15	42	16
3,5	23	59	28	18	47	21

Fonte: Lourenço e outros (1982).

TABELA 3.2

Rendimento e palatabilidade de *Bromus* e *Phalaris* pastejadas juntas

Espécies	N aplicado kg/ha	Matéria seca (t/ha)		% Consumida
		Disponível	Consumida	
<i>Bromus inermis</i>	0	1,26	0,92	73
	157	2,40	1,77	74
<i>Phalaris arundinacea</i>	0	1,64	0,56	34
	157	3,30	1,43	43

Fonte: Marten e Donker (1968).

**TABELA 3.3**

**Ganho de peso vivo (kg/ha) de novilhas pastejando *Bromus* ou *Phalaris* a duas pressões de pastejo — médias de quatro anos**

<b>Pressão de Pastejo</b>	<b><i>B. inermis</i></b>	<b><i>P. arundinacea</i></b>
<b>Leve</b>	<b>455</b>	<b>538</b>
<b>Pesada</b>	<b>530</b>	<b>638</b>
<b>Média</b>	<b>492</b>	<b>588</b>

Fonte: Marten e Donker (1968).

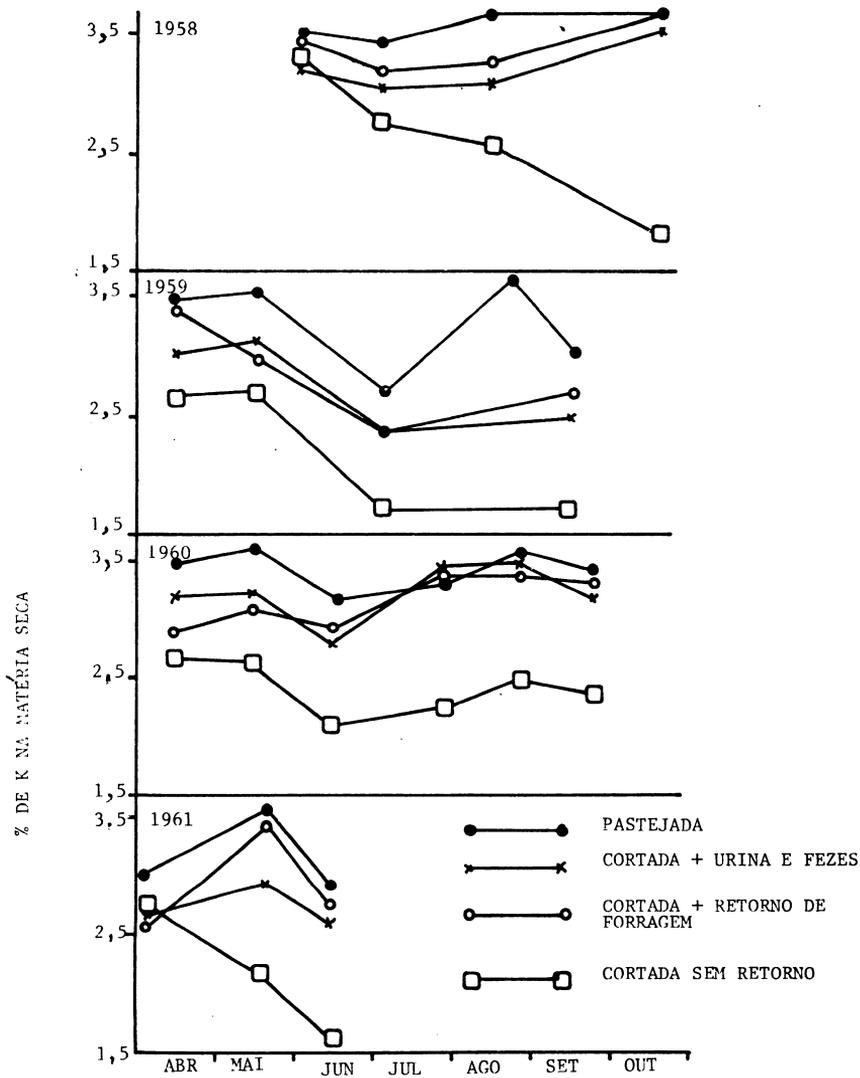


Figura 3.1. Conteúdo de potássio na forragem segundo o método de retorno.

Fonte: Wolton (1963).

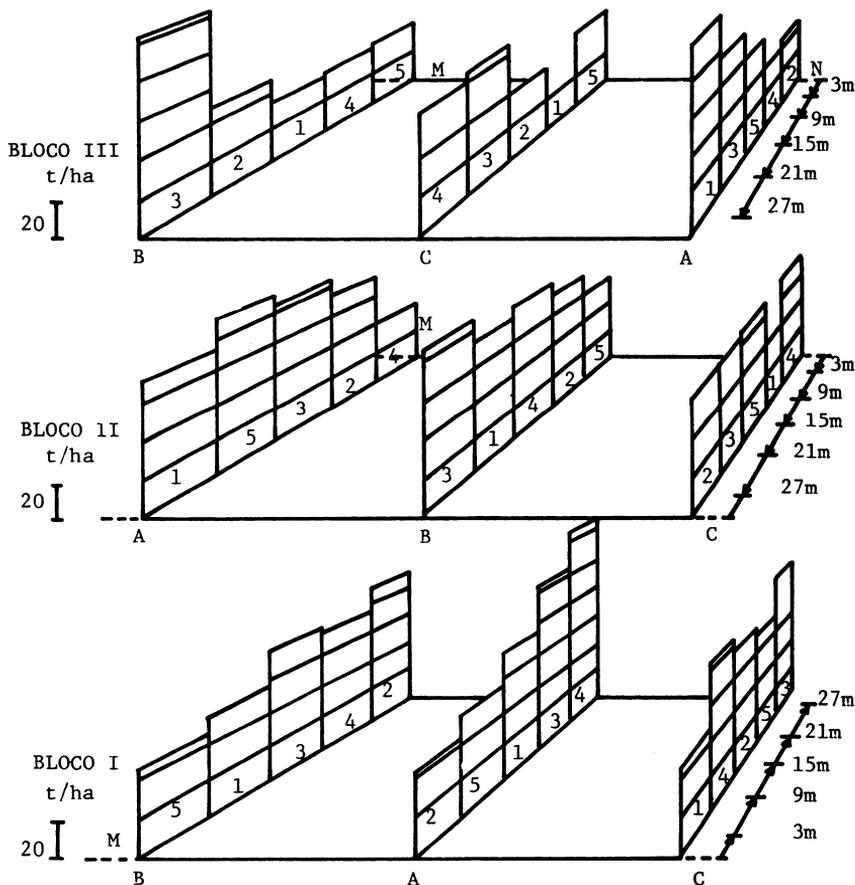


Figura 3.2. Rendimento de forragem verde (t/ha) de cultivares de trevo branco no período dezembro 1963-dezembro 1964. Os cultivares são numerados de 1 a 5; as frequências de pastejo são indicadas pelas letras A, B ou C, e as distâncias entre as linhas M-N e os centros das subparcelas são diferenciadas pelos valores 3, 9, 15, 21 ou 27m.

Fonte: Gardner e Caetano (1966).

# **Avaliação em termos de um produto animal**

## **Potencial das pastagens e dos animais**

Muitos dos problemas de interpretação e extrapolação que advêm das avaliações agrônômicas das pastagens devem teoricamente desaparecer, quando os resultados são expressos em termos de um produto animal. Como se está lidando com um produto vendável, os resultados bioeconômicos terão algum sentido e serão prontamente compreendidos pelos produtores.

Por outro lado, existem muitos exemplos de delineamentos experimentais duvidosos, de interpretações errôneas e de uso inadequado de recursos. Neste nível de experimentação, tais erros podem sair muito caros, não só devido à perda de recursos de pesquisa, como pela liberação de informações incorretas ou tendenciosas para os extensionistas e produtores. Pelo exame dos conceitos básicos e das técnicas experimentais disponíveis, seria possível melhorar as informações obtidas e evitar grandes decepções. O conceito básico do potencial da pastagem e do animal foi primeiramente levantado por Ivins e outros (1958). A discussão que se

segue mostrará como as técnicas experimentais tentam equacionar ou derivar relações para esses potenciais.

Potencial da pastagem é a quantidade e qualidade de forragem que a pastagem é capaz de produzir. Potencial animal é o potencial genético de cada animal para produzir leite, carne, etc., modificado pelas condições de saúde e pelo número de animais presentes na pastagem. Estes dois potenciais podem ser ilustrados por colunas verticais, deles obviamente só existindo três combinações possíveis, conforme a Figura 4.1 mostra.

Se duas pastagens devem ser comparadas, a relação que o pesquisador impõe na seleção do potencial animal determinará os resultados obtidos. Para ilustrar este ponto (Figura 4.2), tome-se o exemplo de duas pastagens, P1 e P2, cujos potenciais são desconhecidos. (Se forem conhecidos, por que fazer o experimento?). Se o pesquisador usar o potencial animal A1, o resultado será a não-ocorrência de diferença entre as pastagens, devido ao insuficiente potencial animal para utilizar o potencial da pastagem, que está excedendo tanto em P1 como em P2. Esta situação equivale à tentativa de pesar 2 kg numa balança com capacidade para 1 kg.

Quando o potencial animal A2 é usado, torna-se evidente que a pastagem P2 é superior à P1, devido a um número maior de animais ou à qualidade superior dos mesmos. A quantidade de forragem disponível em P1 seria insuficiente para proporcionar alimento a todos os animais. O resultado seria a redução do consumo por animal, com a concomitante queda do rendimento e uma provável deterioração da pastagem P1 pelo superpastejo. Os resultados dos experimentos de pastejo serão determinados pela manipulação destes dois potenciais.

É óbvio que uma decisão tomada pelo pesquisador no início de um experimento não deve influir nos resultados. Isto se vê claramente na Figura 4.3, tirada da publicação original de Ivins e outros (1958).

No tocante ao primeiro exemplo na Figura 4.3, em que o objetivo do experimento foi determinar a resposta a fertilizante ou a espécies forrageiras melhoradas, o uso destes

tratamentos iria, com efeito, aumentar o potencial da pastagem. Uma vez que isto torna o potencial da pastagem maior do que o potencial animal (P e A originalmente iguais), nenhuma resposta será obtida. Se P fosse originalmente inferior a A, haveria uma grande resposta. Na situação inversa (P maior do que A), novamente nenhuma resposta seria observada.

Aumentando-se o potencial genético dos animais (segundo exemplo), A aumentaria e a magnitude da resposta obtida chegaria até onde existisse suficiente disponibilidade de forragem para permitir que o aumento do potencial dos animais melhores se expressasse.

O terceiro exemplo também ilustra um aumento do potencial animal, através do aumento de animais por unidade de área. Neste caso, a resposta poderia ser negativa, caso existisse uma séria restrição ao rendimento por animal, resultando em insuficiente disponibilidade de pastagem. Em contraposição, se A fosse inicialmente baixo, a resposta seria marcante.

O exemplo final visualiza o uso de suplementação para os animais em pastejo. Esta prática aumentaria o potencial da pastagem desde que mais forragem se tornasse disponível, devido à substituição da mesma pelo concentrado, ou a suplementação melhorasse a produção animal, caso o potencial da pastagem fosse inicialmente inferior ao potencial animal. O que seria medido dependeria do menor potencial, que estaria limitando a produção. Este poderia ser o potencial da pastagem ou do animal.

O problema básico na pesquisa com animais em pastejo é o seguinte: quem conduz o experimento pode obter a resposta que desejar. Se ele quiser, por exemplo, mostrar que o uso de concentrados para vacas em lactação é rentável, pode manipular o experimento de modo a ter o potencial da pastagem inferior ao potencial do animal, simplesmente aumentando o número de animais na pastagem ou usando uma pastagem de baixa qualidade e improdutiva. Os animais nestas condições mostrariam uma boa resposta à suplementação com o concentrado.

## Produção por hectare e por animal

Existe um outro conceito que deve ser claramente entendido, antes que as técnicas experimentais sejam discutidas: as relações entre produção por animal e por unidade de área e taxa de lotação. A primeira descrição publicada a esse respeito foi feita por Mott (1960), que visualizou o fenômeno tal como é mostrado na Figura 4.4.

Durante muitos anos este modelo foi aceito como sendo o melhor e o que descrevia corretamente essas relações. Como se vê, Mott sugeriu um platô considerável, onde a taxa de lotação teria pequeno ou nenhum efeito na produção por animal. Então, passando à chamada "área ótima", a produção por animal cairia rapidamente. A produção por hectare cresceria linearmente com o aumento do número de animais, desde que a produção por animal não estivesse sendo afetada nesta faixa da taxa de lotação. É claro que a produção por hectare iria cair rapidamente.

O modelo de Mott sugere que a pressão de pastejo ótima (termo não definido) seria alcançada quando as produções, tanto por animal quanto por hectare, fossem ligeiramente inferiores às suas máximas. Qualquer aumento na taxa de lotação, além deste nível, poderia ter sérias conseqüências, reduzindo a produção por animal.

Um experimento conduzido por Jones (1974), usando quatro taxas de lotação, sugeriu que outro modelo talvez fosse mais apropriado. Ele encontrou uma relação linear entre produção por animal e taxa de lotação, conforme mostra a Figura 4.5. Isto concordava com as descobertas de Cowlishaw (1969) e Riewe (1961). As áreas sombreadas na Figura 4.5 são lotadas fora dos resultados observados, no caso de a relação entre ganho por animal e taxa de lotação não ser linear a taxas de lotação baixas, conforme sugerido pelo modelo de Mott. Como se pode observar, o efeito não será grande se realmente existir o platô e, neste caso, se dará a uma taxa de lotação muito baixa e antieconômica para a pastagem tropical em teste.

Um aspecto interessante deste modelo (Figura 4.5) está no fato de que a produção máxima por hectare ocor-

reu exatamente na metade da taxa de lotação (2,5 animais), a qual, teoricamente, manteria os animais a um peso constante (5,0 animais).

O termo "taxa de lotação ótima" tem sido usado para descrever a área de produção máxima por hectare. Isto, é claro, não precisa ser necessariamente verdade para uma empresa privada de produção de gado de corte em que um ganho mínimo por animal poderá ser mais importante. A taxa de lotação ótima pode ser definida de vários modos, e a provável diferença entre o ótimo biológico e o econômico sempre deverá ser levada em conta.

Em seqüência a esse trabalho, Jones e Sandland (1974) examinaram alguns resultados publicados de experimentos com taxa de lotação fixa, para ver se a hipótese de linearidade para a relação de ganho por animal e taxa de lotação, formulada sobre um grande número de pastagens e períodos de pastejo, estava correta. No total, foram obtidos resultados de 33 pastagens, gerando 114 pontos para uma análise de regressão, conforme ilustrado na Figura 4.6.

Não houve, como se pode observar, nenhum desvio da linearidade na faixa estudada. Dois pontos interessantes foram levantados por este modelo: o primeiro foi a ausência de qualquer taxa de lotação crítica que significasse que em qualquer lado da máxima (ótima?) produção por hectare a produtividade só mudaria gradualmente. Considerando os dados apresentados por Morley (1968), mostrando que a curva do lucro era achatada na parte superior em resposta às mudanças nas taxas de lotação, afigura-se possível depositar maior confiança na extrapolação das taxas de lotação para áreas semelhantes fora de estações experimentais, preferentemente ao modelo de Mott; o segundo mostrou que o uso de apenas duas taxas de lotação por pastagem daria uma estimativa do coeficiente de regressão, desde que os resultados mostrassem que a relação taxa de lotação-ganho por animal era linear sobre uma larga faixa. Jones e Sandland (1974) também sugeriram que estas taxas de lotação não necessitariam abarcar o ótimo para predizê-lo.

Este modelo linear foi criticado por Connolly (1976). Ele mencionou que o uso da expressão "taxa de ganho sobre a taxa de ganho na taxa de lotação ótima" poderá levar a

resultados errôneos se, de fato, a relação não for linear. Ele indicou, através de um exemplo, como uma verdadeira relação quadrática pode ser transformada em linear, pelo uso da expressão mencionada acima. Connolly (1976), com esta finalidade, sugeriu que seria seguro usar três taxas de lotação (abarcando o ótimo presumido), as quais permitiriam uma análise para determinar se a verdadeira relação era linear ou quadrática. Enquanto este argumento é, sem dúvida, considerado correto, a referida relação dentro da faixa de taxas de lotação de interesse comercial provavelmente pode ser assumida como linear.

Tendo apresentado os conceitos básicos de produção animal em pastagens, as técnicas experimentais usadas para comparar pastagens ou práticas de manejo de pastagens podem agora ser consideradas.

## **Técnicas experimentais**

### *Técnica da taxa de lotação variável*

A técnica TLV representa uma tentativa de igualar os potenciais da pastagem e do animal pela alternância do número de animais pastejando, mantendo desse modo uma pressão de pastejo ótima. Diz-se que tal manejo faz a mensuração do potencial de produção da pastagem, desde que a forragem produzida seja utilizada pelos animais sem que ocorra "sub" ou "super" pastejo. Este método, que primeiramente foi descrito por Mott e Lucas (1952), tornou-se conhecido como a técnica de "put and take". Tem esta denominação porque são usados dois grupos de animais: o primeiro é composto pelos animais experimentais ("testers") que permanecem no experimento todo o tempo e dos quais se anota a produção, a fim de representar a qualidade de forragem disponível; o segundo é composto por animais reserva ("grazers"), cujo número varia de acordo com o crescimento da pastagem. A produção por unidade de área é calculada mediante a multiplicação da produção média dos animais experimentais pelo número total de dias de pastejo dos animais experimentais mais os animais reserva. Este e outros métodos para o cálculo dos resultados

dos experimentos com "put and take" foram descritos por Mott e Lucas (1952).

Esse exemplo de TLV provavelmente tem gerado mais discussão e argumento entre os pesquisadores do que qualquer outro aspecto atinente à avaliação de pastagens. A principal crítica tem sido a falta de aplicação nos sistemas reais de produção, segundo Morley e Spedding (1968), Jones e Stobbs (1976) e Morley (1978). Estes opositores perguntam se o fazendeiro pode ou deseja variar o número de animais numa pastagem para manter uma pressão de pastejo constante. Indagam para onde os animais vão quando não estão consumindo a pastagem experimental, dando a entender que se eles não estão em um pasto, têm que estar em outro, a menos que tenham sido estabulados ou vendidos. Parece ser uma crítica válida para certos sistemas de produção com pastejo durante todo o ano e com pastagens semelhantes em toda a área da fazenda. Morley (1978) admitiu que uma TLV poderia ter aplicação onde a pastagem cultivada cobrisse somente pequeno percentual da fazenda, o restante sendo representado, por exemplo, por pastagem nativa. O fazendeiro provavelmente manejaria sua pastagem cultivada colocando ou retirando os animais da pastagem nativa conforme as circunstâncias ditassem. Idealmente, é claro, a unidade experimental deve incluir uma área de pastagem nativa e não somente a pastagem cultivada.

Numa crítica à área econômica, Jacobs (1972) chamou a atenção para um dos custos mais importantes da produção, que é o da posse de um animal. Este custo compreende juros do capital, taxas de compra e venda, transporte, assistência veterinária, etc. Se o número de animais estava constantemente variando, Jacobs questionava como poderia este importante custo ser calculado de maneira realística. O custo total do animal poderia ser anotado de acordo com o tempo que ele permanecesse na pastagem experimental. Seria isto de fato relevante para a situação real?

Matches (1970) contra-argumentou que o "put and take" é um estágio preliminar da avaliação de pastagens e permite o desenvolvimento de sistemas completos de produção usando TLF. Se, contudo, as relações animal-pastagem fo-

rem diferentes para cada situação, é difícil entender como um manejo pode ser desenvolvido a partir do outro.

Até que ponto, porém, a técnica é ou não importante para as condições das fazendas de produção comercial, é somente uma das questões. Outra, de igual importância, é a escolha da pressão de pastejo. Esta escolha é, em geral, uma decisão subjetiva, devendo-se assumir que, se aplicada numa série de pastagens ou práticas de manejo, a pressão de pastejo será ótima para todos os tratamentos no experimento. Este pode ser um pressuposto muito perigoso, pois se diferentes pressões de pastejo forem aplicadas para cada tipo de pastagem, será preciso justificá-las por resultados experimentais anteriores.

O problema de decisões subjetivas no ajustamento da taxa de lotação foi caracterizado por Kennedy, Reid e Anderson (1959), que citaram um caso em que, embora a estimativa visual da disponibilidade de forragem sugerisse que a taxa de lotação deveria ser reduzida em 25% em determinado tratamento, isto não foi feito. Contudo, a não redução da produção de leite por vaca mostrou os problemas do ajustamento subjetivo. A decisão seria ainda mais difícil se novas espécies ou cultivares fossem testados quando houvesse disponibilidade de poucas informações sobre a sua reação ao manejo.

Os fatores que afetam a produção animal em pastejo, além de não serem facilmente identificados, também variam com a época do ano, tal como ilustrado nos trabalhos de Stobbs (1973a, 1973b). Na Tabela 4.1 são mostrados os efeitos de vários parâmetros do pasto sobre a quantidade de alimento ingerido em cada bocada do animal. Como pode ser observado, não existe nenhuma correlação constante em todos os casos. A Figura 4.7 mostra como o tamanho da bocada de duas espécies variou com o tempo, resultando numa dinâmica de pressão de pastejo ótima que seria difícil ou impossível de se manter.

Esses resultados levaram Stobbs (1973b) a afirmar: "Existe um estágio de crescimento ótimo para cada tipo de pastagem, permitindo que os animais em pastejo apreendam grande quantidade de forragem por bocada..." Esta afirmativa sugere que, pelo menos para as espécies tropicais

onde pouco se conhece dos atributos da planta que afetam o consumo animal, seria excessivamente ingênuo esperar que uma pressão de pastejo fosse ótima para todas as espécies e manejos.

A alegação de Mott (1960) no sentido de que a pressão ótima de pastejo (ou taxa de lotação) ocorreria quando os animais estivessem produzindo um pouco abaixo de seus potenciais baseou-se nas suas curvas (Figura 4.4) da relação de produção animal-taxa de lotação. Todavia, as curvas nas Figuras 4.5 e 4.6 sugerem que talvez não seja assim, embora a produção máxima por hectare (ótimo?) sempre deva ocorrer quando os animais estiverem produzindo menos que o máximo possível por animal.

Wheeler e outros (1973) comentaram a utilidade da técnica TLV e sugeriram que ela seria mais aplicável nos sistemas de produção complexos em que estabulação, conservação de forragem, suplementação e diferentes tipos de pastagens são normalmente usados. A menos que tais condições possam ser especificadas, haverá o perigo de se avaliarem as plantas sob uma pressão de pastejo "segura", a qual poderá estar completamente divorciada do excesso e escassez de forragem normalmente encontrados nas fazendas. A questão no caso seria: as plantas reagiriam da mesma maneira à mudança radical no manejo do pastejo e os rendimentos relativos não seriam alterados? Os pesquisadores devem permanecer bem alerta com relação aos manejos das espécies forrageiras em fazendas de produção comercial. Em termos gerais, uma planta que requer um manejo específico para sobreviver tem poucas chances de vir a ser utilizada pela maioria dos fazendeiros.

Como se sabe que a taxa de lotação e a pressão de pastejo respondem pelos maiores efeitos na produção animal e na pastagem, uma precaução inteligente seria incluir mais de uma pressão de pastejo num experimento. Isto permitiria que se fizesse uma estimativa da variação dos efeitos do manejo, o que seria muito mais útil como guia para os fazendeiros. Uma única pressão de pastejo, geralmente subjetiva, que talvez permitisse a identificação da melhor pastagem ou prática de manejo sob condições artificiais, daria informações de valor limitado para a tomada de decisões na fazenda.

## *Modificações da técnica de TLV*

Ao invés de ter, no experimento, uma ou duas pressões de pastejo anuais predeterminadas, a pressão de pastejo poderia variar de acordo com a estação do ano, numa tentativa de simulação mais próxima da prática na fazenda. Estas mudanças da taxa de lotação deveriam representar um manejo praticado.

Outra modificação sugerida por Woolfolk (1962) foi a do aumento gradual da taxa de lotação (potencial animal) em todos os tratamentos, até que a produção no pior tratamento começasse a ser afetada. Este certamente se afiguraria um meio simples e direto de identificação da melhor pastagem. Contudo, não representa um manejo normal da fazenda. Woolfolk posteriormente enfatizou que a certeza de uma diferença de fato existente entre duas pastagens só pode ser aceita quando a pastagem com a taxa de lotação mais baixa também tiver a menor produção por animal. Este pareceria um conceito razoável quando a relação linear negativa que existe entre produção por animal e taxa de lotação fosse considerada.

O uso desse método poderia gerar um problema, quando pastagens com ciclo de crescimento sazonal muito diferentes fossem comparadas. Um exemplo teórico para duas pastagens é dado na Figura 4.8.

Se o experimento fosse iniciado no momento em que a pastagem A começou a ter um rápido aumento de produção, então a pastagem B seria julgada inferior. Inversamente, A poderia ser julgada inferior se o experimento se iniciasse no momento em que B estivesse com crescimento máximo.

Burns e outros (1970) sugeriram um método em que três piquetes de diferentes tamanhos seriam alocados para cada pastagem. A pressão de pastejo no piquete de tamanho intermediário seria mantida a um nível ótimo predeterminado e, quando o número de animais variasse neste piquete, um número igual (não-proporcional) seria acrescido ou retirado dos piquetes menor e maior. Desse modo a pressão de pastejo não seria controlada pelo pesquisador.

O método sugerido é de fato uma mistura da técnica "put and take" com a adição de duas pressões de pastejo não controladas, as quais estariam acima ou abaixo da

assumida como ótima. É, certamente, uma melhoria da técnica de uma única pressão de pastejo.

Outra modificação da técnica de TLV, usada por Stobbs e Joblin (1966b), foi a adoção de uma taxa de lotação igual em todos os tratamentos, variando porém de acordo com o crescimento do melhor tratamento. Foram feitos ajustes sazonais para atender às mudanças no crescimento das pastagens. Tomar como base a produtividade do melhor tratamento para fixar a taxa de lotação pareceu um procedimento um tanto perigoso. Contudo, Stobbs sustentou que a técnica "... teve o efeito de rotação pelos diferentes tratamentos, qualquer que fosse o superpastejo temporário causado pela variação da produção máxima para as diferentes pastagens". Wheeler e outros (1973) comentaram que esta técnica somente funcionaria com espécies de ciclos de crescimento muito semelhantes.

### *Técnica da taxa de lotação dinâmica*

Um outro enfoque, que poderá ser chamado de método da taxa de lotação dinâmica (TLD), é possível, entendido como uma extensão no tempo do método do aumento gradativo da taxa de lotação proposto por Woolfolk (1962). O que se sugere é que a taxa de lotação seja aumentada em todos os tratamentos, porém só anual ou bienalmente. Nenhuma tentativa seria feita para controlar a pressão de pastejo durante o ano, mas poderiam ser incluídas mudanças sazonais, tal como fez Stobbs (1969c).

A filosofia por trás dessa abordagem baseia-se numa sugestão de Morley (1968), um violento opositor do método TLV, no sentido de que os fazendeiros devem experimentar quando introduzirem uma nova pastagem ou tecnologia nas suas fazendas. Ele defende o aumento da taxa de lotação numa pastagem nova até o ponto em que os retornos econômicos não justifiquem o gasto extra com os animais. Os fazendeiros devem, então, reduzir a taxa de lotação a um ponto abaixo do nível não-econômico.

Se de fato se tratar de um sistema seguido por fazendeiros inovadores quando introduzem uma nova pastagem, e a suposição se afigurar razoável, poderia ser incorporada à técnica experimental que, satisfazendo às exigências de

Woolfolk (1962), observasse a seqüência prática dos produtores na sua tentativa de maximizar a utilização econômica da nova pastagem.

A modificação sugerida pretende que, ao invés de aumentar gradativamente a taxa de lotação em todos os tratamentos até que um ou mais comecem a falhar, a taxa de lotação seja mantida pelo período de um ou dois anos. Iniciando com uma taxa de lotação moderada, como os fazendeiros prudentes fazem, a situação seria revista um ano depois. Se a taxa de lotação se revelar elevada demais, será indicada uma redução, mas só se as condições climáticas forem bem diferentes da variação normal esperada. Por outro lado, algum excesso de forragem remanescente ao final de um ano (ou estação de pastejo) não significa, necessariamente, que a longo prazo a taxa de lotação seja baixa. Não só a variação anual na produção forrageira é considerável, como o que não é comido em um ano ou estação talvez seja necessário para amenizar um período subsequente de baixa produção.

Os critérios em que basear as mudanças na taxa de lotação serão formados pela experiência pessoal e por informações da literatura relacionada com animais similares ou pastagens similares. Se o rendimento por animal se situar em torno do que seria esperado e não havendo deterioração da pastagem, pode-se tomar isto como indicação da existência de um potencial de produção mais alto. Deve-se opor resistência a mudanças anuais da taxa de lotação, mas, se após dois anos tanto os animais quanto as pastagens estiverem produzindo bem, a taxa de lotação deverá ser aumentada. Um período de estabilização de dois anos será novamente aconselhado, antes de outro aumento da taxa de lotação.

Em determinado ponto, um, dois ou todos os tratamentos começarão a mostrar pouco rendimento animal, impondo-se que uma decisão seja tomada no seguinte sentido: ou redução da taxa de lotação, ou abandono do tratamento, ou uso da área para testar métodos de recuperação de pastagens. Finalmente, uma análise bioeconômica determinará qual a pastagem a ser recomendada. Contudo, a taxa de lotação em que se observou o diferencial da pastagem somente poderá ser extrapolada de maneira aproximada.

Isto porque as condições edáficas variam consideravelmente, mesmo nas distâncias curtas, e afetam a produtividade da pastagem e dos animais. Tal como se mostra no Capítulo VI, os índices de produção nas estações experimentais podem ser consideravelmente maiores do que no nível das fazendas.

O conselho aos produtores seria no sentido de que começassem a usar a pastagem ou o manejo recomendado a uma taxa de lotação inferior à considerada melhor sob as condições de pesquisa. Deve-se também lembrar, conforme apontado por Doyle e Lazenby (1984), que os produtores podem ser mais influenciados pelos riscos implícitos no uso de altas taxas de lotação quando, nos anos de escassez de forragem, ocorrer necessariamente a compra de suplementos caros ou a venda ou perda de animais. Os mesmos autores também observaram que tal fato pode causar grande variação nos lucros anuais e influir nas práticas de manejo, já que quase todos os produtores preferem ter um nível de lucro constante a um baixo.

Usando o método TLD proposto, é inevitável que, quando ocorrerem mudanças na taxa de lotação, haja uma certa confusão naquele ano. Como a taxa de lotação pode agir somente como um guia geral, talvez não seja necessário ficar preocupado com uma confusão ocasional. Importantes são as outras medições, que permitiriam explicar objetivamente os resultados observados e necessários à formulação de roteiros de manejo de pastagem-animal para fins extensionistas. Essas variáveis são mostradas na Tabela 4.2.

Naturalmente, tais medições não devem ser confinadas ao método TLD, mas constituiriam medições de rotina em qualquer experimento de pastejo, independente da técnica experimental em uso. Este ponto de vista é fortemente defendido por Jones e Evans (1984). Entretanto, o método TLD significaria a continuação do experimento além dos três anos convencionais. Isto pode ser vantajoso, porque muitos dos experimentos de pastejo são encerrados antes que os efeitos a longo prazo se tornem visíveis. Melhor estimativa econômica dos resultados das decisões de manejo também seria obtida por mais anos de amostragem. Enquanto o método TLD pode resultar em ocasionais confusões de ano e taxa de lotação, este outro seguiria uma seqüência prática, simulando um fazendeiro inovador, e

ainda satisfaria os conceitos básicos do potencial da pastagem e do animal. Blaser (1982) fez um apelo semelhante, no sentido de maior realismo nos experimentos de pastejo.

Bryan (1968) usou um método TLD, aumentando a taxa de lotação com o aumento do crescimento da pastagem. Ele manteve uma taxa de lotação de 1,2 animal/ha nos dois primeiros anos, 1,8 animal nos dois anos seguintes, 2,5 animais nos três anos posteriores, reduzindo, finalmente, para 2,2 animais devido à seca. Bryan não estava comparando pastagens no sentido clássico, embora tenha testado 15 pastagens sob um pastejo comum. O experimento descrito por Elliott e outros (1978) também usou uma metodologia semelhante à proposta para a técnica TLD. Durante nove anos de experimento eles aumentaram o peso total dos animais, no início da estação de pastejo de cada ano, de 11,08 t para 18,65 t. Contudo, o aumento descontínuo da produtividade animal ou da pastagem enfraqueceu os valorizados resultados práticos obtidos neste experimento, não-ortodoxo, que juntamente com o de Bryan fortaleceu os argumentos aqui apresentados.

### *Técnica da taxa de lotação fixa*

Experimentos com taxa de lotação fixa (TLF) são mais fáceis de conduzir do que aqueles com TLV, já que nenhuma decisão tem que ser tomada relativamente à pressão de pastejo. Tal qual no caso da técnica TLV, é preciso refletir um pouco sobre a relevância deste manejo para os sistemas de produção onde se espera que os resultados sejam aplicados. Por exemplo, uma taxa de lotação constante para vacas de alta produção de leite seria contraproducente, a menos que alguma forma de suplementação fosse introduzida. É claro que o experimento, inicialmente, deve ser informativo, para ver que nível de produção seria obtido com a TLF e levaria a experimentos futuros para investigar as maneiras de vencer qualquer problema encontrado. A TLF, novamente, dependerá da variação do crescimento esperado da pastagem: se for muito grande, vacas em lactação podem não manter a produção e ter que ser estabuladas, como se faz na América do Norte e Europa, ou mudadas para um

sistema de produção de leite sazonal, de uso em quase toda a Nova Zelândia.

A técnica TLF, é claro, poderá ser variada a fim de simular a venda de animais que se faz nas criações de vacas de corte-bezerros, onde a produção de bezerros é vendida na época do desmame. Se uma TLF for escolhida, o conceito potencial de pastagem-animal deve ser considerado, significando que uma taxa de lotação para todos os tratamentos pode levar a resultados muito tendenciosos. Pelo menos duas taxas de lotação são requeridas, caso o modelo de Jones e Sandland (1974) seja aceito, ou três, para permitir o teste de linearidade, de acordo com a crítica de Connolly (1976). Três taxas de lotação por tratamento seriam o ideal, mas o tamanho e o custo do experimento aumentariam rapidamente se vários tratamentos fossem feitos. É provável que na faixa de maior interesse a resposta à taxa de lotação seja linear, permitindo assim o uso de apenas duas taxas de lotação. Riewe (1961) sugeriu um método de TLF sem repetições de campo, o qual depende da relação linear negativa entre ganho por animal e taxa de lotação. As pastagens são comparadas com base nas equações de regressão. O método é absolutamente correto, embora esteja sujeito a grandes erros, a menos que a variação do solo seja muito pequena. Talvez esta relação não seja segura para vacas em lactação, a não ser que se faça uma correção subjetiva para a possível perda de peso. Contudo, Wright e Pringle (1983) consideraram que mesmo uma relação linear negativa daria uma boa aproximação, admitindo, porém, que tal modelo jamais fora validado.

O uso de diferentes TLFs em tratamentos diferentes teria que ser completamente justificado por experimentos anteriores. Tal informação poderia ser a base da seleção da taxa de lotação inicial, quando a técnica TLD fosse usada.

Não há nenhuma dúvida quanto à maior facilidade de manejar um experimento com TLF do que com TLV, onde são freqüentes as mudanças de animais. Não se deve, entretanto, pensar que um experimento com TLF possa ser feito sem uma avaliação dos parâmetros das pastagens. Parsons (1984) concluiu que as recomendações de manejo não podem basear-se na mera extrapolação das taxas de lotação, já que estas interagem com a produção das pastagens, as quais

têm considerável variação local. A diferença fundamental entre TLF e TLV é que com TLF o número de animais é constante, enquanto a disponibilidade de forragem varia. Em contraposição, a TLV mantém constante a disponibilidade de forragem e varia o número de animais.

É difícil classificar a técnica que permite alterar a taxa de lotação sazonalmente. Seria a TLV por um longo espaço de tempo ou duas TLFs aplicadas em diferentes estações do ano? Desde que nenhuma tentativa seja feita no sentido de controlar a pressão de pastejo durante as estações, será provavelmente melhor pensar em como usar TLFs sazonais.

Wheeler e outros (1973) têm discutido a extensão dos méritos relativos dessas duas técnicas experimentais. Portanto, não repetiremos aqui todos os seus comentários. A principal crítica que fazem, na decisão por uma ou outra técnica, é a complexidade do sistema de produção em estudo. O método TLV, segundo eles, teria mais aplicação onde as estratégias de alimentação alternativa fossem possíveis. Por outro lado, a técnica TLF seria mais relevante para um sistema extensivo simples, onde o número de cabeças variasse pouco e só um ou dois tipos de pastagem estivessem presentes.

Não seria inteligente ser rígido neste ponto e tampouco ditar normas. Cada caso deve ser avaliado em relação com os objetivos do experimento e do sistema no qual os resultados serão eventualmente usados. Ao considerar um experimento de pastejo, o pesquisador deve estar completamente familiarizado com as publicações de Ivins e outros (1958), Morley e Spedding (1968), Matches (1970), Escuder (1975), Shaw e Bryan (1976) e Morley (1978).

A Figura 4.9 mostra uma visão gráfica das técnicas alternativas. A TLF ajustada sazonal ou anualmente deve ser considerada como um esquema de medição para determinar o potencial da pastagem, desde que a taxa de lotação somente seja de valor limitado na formulação de recomendações para fazendeiros. Como Morley e Spedding (1968) sugeriram, talvez excessiva ênfase tenha sido dada à grande variação da taxa de lotação em experimentos, com a exclusão de outras variáveis importantes, como, por exemplo, o nível do uso de fertilizante.

O método TLV permite o estudo das relações pastagem-animal, uma vez que a pressão de pastejo possa ser mantida em níveis pré-selecionados por tempo suficiente para permitir a avaliação da produção por animal. Estas relações podem ser irrelevantes em sistemas simples com taxas de lotação constantes, conforme argumentou Morley (1978), mas nem sempre será este o caso — informações práticas e úteis podem ser obtidas. O importante é saber como e quando usá-las, ponto que deve ser claramente definido quando o objetivo de um experimento for estabelecido (e documentado).

Outra técnica possível, não ilustrada na Figura 4.9, seria o uso de pressões de pastejo ajustadas agindo as estações do ano. Combinações de pressão de pastejo para estações chuvosa e seca e tipos de pastagens poderiam facilmente levar a um experimento indefinidamente extenso. Contudo, da seleção prévia de combinações de provável interesse prático, por meio de uma das técnicas descritas no Capítulo III e que somente medem o efeito dos animais na pastagem, poderia surgir um experimento manejável.

## Erros evitáveis

É obviamente desejável evitar erros no planejamento e interpretação dos experimentos em todos os níveis. Quando, porém, estão envolvidas as reações dos animais em experimentos caros de pastejo, é preciso especial cuidado.

Stobbs e Joblin (1966a), trabalhando em Uganda, usaram uma técnica TLF para avaliar pastagens, permitindo, entretanto, um período de descanso de duas semanas entre os ciclos de pastejo. Em trabalhos subseqüentes, Stobbs e Joblin (1966b) e Stobbs (1969 b e c) usaram a TLF ajustada sazonalmente, baseando-se na disponibilidade de forragem. Contudo, numa outra publicação, Stobbs (1969a) escreveu: "Antes de serem feitas recomendações aos produtores, as pastagens devem ser normalmente avaliadas, usando-se uma taxa de lotação fixa (em geral três intensidades de pastejo), porque, em Uganda, mesmo os fazendeiros inovadores não podem variar o tamanho do rebanho. Além disso, eles não dispõem de nenhuma maneira econômica de conservação de

forragem." Esta afirmativa mostra que, embora Stobbs entendesse os sistemas comerciais que estava procurando melhorar, ele gastou muito tempo avaliando pastagens em experimentos caros de pastejo que, embora fossem interessantes, não eram relevantes para a situação real dos fazendeiros.

Um exemplo clássico de resultados tendenciosos levados a erros de interpretação pode ser encontrado na publicação de Holmes e outros (1952). O objetivo do experimento era comparar a produção de leite num sistema rotativo em que as vacas pastejaram em faixas diárias, em três piquetes dotados de cercas elétricas. Como os autores consideraram que o pastejo em faixas diárias era mais eficiente do que o pastejo rotativo, a área experimental foi dividida na razão de 4:3, ficando a área maior para o sistema rotativo. Seis vacas foram colocadas para cada tratamento de pastejo e se usou um delineamento de dupla inversão. Durante o período de crescimento rápido da forragem, algumas áreas foram cortadas para conservação. A área real de pastejo em cada sistema foi, em média, de 5,65 e 7,97 acres para o pastejo em faixa e rotacional, respectivamente. Os resultados principais estão resumidos na Tabela 4.3.

Os autores concluíram que, embora nenhuma diferença existisse na produção de leite por vaca, a grande diferença — 31% a mais a favor do pastejo em faixa — poderia ser atribuída à melhor utilização da forragem produzida, conforme evidenciado pelo consumo aparente calculado dos cortes antes e depois do pastejo. Então, o pastejo em faixas diárias foi recomendado como um meio de intensificar a produção de leite sob pastejo. Os erros de planejamento e de interpretação deste experimento não são difíceis de se encontrar, se vistos sob o prisma do potencial da pastagem e dos animais, conforme propuseram Ivins e outros (1958) seis anos depois da publicação destes resultados.

A decisão inicial de dividir a área na razão de 4:3 imediatamente resultou num aumento de 25% na taxa de lotação do tratamento por pastejo em faixa. Posteriormente a taxa aumentaria, desde que as áreas reais para pastejo fossem de 5,65 e 7,97 acres para o pastejo em faixa e rotacional, respectivamente. Com efeito, as taxas de lotação chegaram a 1,06 vaca/acre para o pastejo em faixa e 0,75

vaca/acre para o pastejo rotacional. Deve ficar claro que o sistema de pastejo e a taxa de lotação foram confundidos e nenhuma conclusão válida foi possível com relação aos méritos relativos do pastejo em faixas ou rotacional. Contudo, foi significativo o aumento de 31% na produção de leite por acre do pastejo em faixa, acompanhado por uma redução de 29,2% na taxa de lotação no manejo rotativo. A aparente e eficiente utilização da forragem produzida poderá ser igualmente atribuída ao manejo do pastejo ou à diferença na taxa de lotação. Com esta metodologia tal definição é impossível.

Colocando os resultados em termos de potencial animal e da pastagem, pode-se assumir que o potencial da pastagem foi superior ao potencial animal, em ambos os casos, porque a produção de leite por vaca foi igual, tendo a disponibilidade de forragem permanecido ilimitada. Contudo, uma vez que mais animais estavam presentes por acre, no tratamento de pastejo em faixa o potencial animal era maior do que no tratamento de pastejo rotacional. Esta situação é ilustrada na Figura 4.10. Os limites superiores do potencial da pastagem estão representados por linhas quebradas, já que o experimento não permitiu a sua definição.

A publicação desse trabalho gerou grande controvérsia no âmbito da pesquisa sobre animal-pastagem. Com efeito, trabalhos subseqüentes mostraram que a taxa de lotação é muito mais importante do que como se maneja o pastejo, para determinar a produção por animal e por unidade de área. Este exemplo tem sido usado para enfatizar a necessidade de um critério cuidadoso, no planejamento e execução de experimentos, a fim de evitar resultados tendenciosos.

## **Interações entre taxa de lotação e manejo**

Com o passar dos anos, ficou claro que o número de animais no pastejo pode interagir fortemente com os outros fatores de manejo. Com esta finalidade, dever-se-ia considerar a conveniência de incluir mais de uma taxa de lotação num experimento desenhado para estudar o manejo animal-pastagem. Como tem sido afirmado, o pesquisador não

deve imaginar que taxas de lotação possam ser extrapoladas para fazendas de produção comercial, exceto de maneira aproximada. A inclusão de duas ou mais taxas de lotação num experimento seria considerada tão-somente como uma estratégia experimental para impor diferentes pressões de pastejo aos manejos em estudo e permitir o cálculo das funções de resposta, as quais são necessárias a uma análise econômica previsível.

Os exemplos dados por Willoughby (1969) ilustraram claramente os tipos de interação que podem ocorrer. Como se vê na Figura 4.11, a resposta a um dado manejo, exceto em um exemplo, dependeu da taxa de lotação. Estes exemplos são aplicáveis, é claro, a sistemas simples de produção, em que a área disponível para pastejo e o número de animais não podem ser variados.

O exemplo I, tirado do trabalho de Carter (1966), mostrou que a resposta à fertilização com fosfato foi positiva em todas as taxas de lotação estudadas. O segundo exemplo foi tirado da publicação de Wheeler (1966), que não encontrou nenhuma vantagem no uso de pastejo de culturas de inverno, pastejo deferido ou fertilização nitrogenada, a qualquer taxa de lotação, quando a produção animal durante todo o ano for considerada. O terceiro diagrama mostra o efeito típico da comparação entre o pastejo contínuo e o rotacional. Conway (1963) evidenciou uma vantagem para o pastejo rotacional somente com taxas de lotação elevadas. Finalmente, o efeito do pastejo contínuo ou pastejo contínuo mais fenação é comparado, mostrando uma vantagem para a fenação a taxas de lotação médias, mas uma considerável desvantagem a taxas de lotação elevadas (Hutchinson, 1966). Maior consideração a estes efeitos será dada no Capítulo VI.

Pode-se observar que resultados bem diferentes foram obtidos, de acordo com a taxa de lotação usada, apoiando fortemente os conceitos teóricos apresentados por Ivins e outros (1958). Conclui-se que, quando se comparam fatores de produção tais como suplementação com grão, conservação de forragem, pastejo deferido, etc., é bom incluir mais de uma taxa de lotação. Se estas taxas serão fixas ou variáveis dependerá da decisão do pesquisador a respeito do sistema de produção relevante.

Em termos gerais, os experimentos devem ser planejados para proporcionar um grande número de níveis de tratamento, se necessário, à custa de repetições. Este procedimento permitirá o cálculo das curvas e superfícies de respostas necessárias à análise bioeconômica. Como Mauldon (1969) disse: "Muitos efeitos demonstrados como sendo significantes em algum nível arbitrário de uma análise estatística tornam-se economicamente de pouca importância. Delineamentos experimentais que minimizam o número de diferentes níveis usados e maximizam o número de repetições, embora eficientes para certos propósitos estatísticos, podem ser muito ineficientes na estimativa dos parâmetros da superfície de resposta."

Uma vez que as recomendações para fazendeiros sempre devem incluir uma avaliação econômica, o conselho acima é uma lembrança bastante válida.

## **Estimativa da produção animal**

### *Ganho de peso*

O método mais comum de medir a produção animal em pastejo é a estimativa do ganho de peso pela pesagem ocasional do animal. O que realmente interessa ao pesquisador é o peso da carcaça. Entretanto, a menos que seja usada uma técnica de abate, ele é forçado a aceitar o ganho de peso vivo como estimativa do peso da carcaça. Embora o peso da carcaça mude lentamente, o peso vivo pode mudar rapidamente, dentro do mesmo dia e de um dia para outro. Esta variação se deve quase toda a mudanças no conteúdo do aparelho digestivo. Mudanças reais no peso da carcaça podem ser mascaradas pelas flutuações temporárias do conteúdo do aparelho digestivo, o qual pode variar de 12 a 25% do peso corporal. Este conteúdo é distribuído aproximadamente assim: 84% no rúmen e 16% no restante do aparelho digestivo.

Vários métodos para reduzir a variação na estimativa do peso vivo foram revistos por Hughes (1976) e Clark e Campbell (1969), embora para resumir a situação e incluir outras fontes de referência os pontos que se seguem sejam importantes.

Um método para reduzir as diferenças causadas pelo conteúdo do aparelho digestivo consiste em manter os animais sem alimento ou água por períodos variados, antes da pesagem, sendo conhecido como peso em jejum. Esta técnica não eliminará as diferenças, somente as reduzirá. Com efeito, existem dúvidas sobre a obtenção de algum benefício, através do enxugo, quando os animais estão em pastagens similares e sob pressões de pastejo aproximadamente iguais. Lange e Boero (1974), por exemplo, não encontraram nenhuma redução significativa na variação animal entre enxugo de 12, 14,5 ou zero horas. Mesmo com animais em dietas contrastantes de feno ou silagem, McCarrick (1966) não encontrou benefício quando comparou 16 horas de enxugo com a pesagem direta.

Usando o enxugo dos animais, têm-se obtido resultados com menor variação, quando a água é disponível. A falta prolongada de água sob temperatura quente talvez interrompa a atividade do rúmen e reduza o apetite por algum tempo após o enxugo. Tem-se sugerido que o enxugo pode causar estresse nos animais e que o peso vivo antes do enxugo é lentamente recuperado. Isto, contudo, talvez se deva à quantidade e qualidade da forragem disponível para os animais depois da pesagem, já que Lange e Boero (1974) descobriram que o peso vivo era rapidamente recuperado quando não se restringia o consumo.

Se o enxugo for considerado necessário, então 12 horas de jejum com água disponível deverão ser suficientes e talvez só necessárias no caso de os animais estarem em dietas muito contrastantes, resultando numa grande variação de conteúdo do rúmen. Este problema advém da diferença na taxa de passagem do material consumido através do aparelho digestivo. O trabalho de McCarrick (1966) ilustrou este problema, como pode ser visto na Tabela 4.4.

Existe uma diferença de aproximadamente 21 quilogramas no conteúdo do aparelho digestivo entre os grupos alimentados com feno ou silagem. A forragem mais madura (cortada duas semanas depois da emergência da panícula) deu maior percentagem de peso de corpo vazio como conteúdo do aparelho digestivo. O interesse desse experimento estava na eficiência da conversão do alimento consumido em peso real de carcaça. Contudo, tem-se sugerido que, se

o abate não for possível, os animais procedentes de todos os tratamentos devem ser mantidos numa dieta comum por três a quatro dias, no final do experimento. Isto talvez oculte ligeiramente as diferenças entre tratamentos, mas é preferível a ignorar o problema.

Quando o pesquisador só está interessado nas taxas relativas de ganho de peso e não no peso absoluto da carcaça, ou peso vivo, é possível uma aproximação mais simples, quando se trabalha com animais em dietas muito contrastantes. No início do experimento, seriam dados aos grupos alguns dias para alcançar seus respectivos níveis de enchimento do aparelho digestivo, antes da pesagem. Daí em diante, em pesagens subseqüentes, seriam obtidas estimativas do ganho relativo de peso, as quais seriam suficientes para quase todos os propósitos.

Se os animais forem pesados imediatamente após a vinda do campo, certas precauções deverão ser tomadas, a fim de evitar erros devido ao conteúdo do aparelho digestivo. Em geral, a evidência sugere que o enxugo é desnecessário, caso os animais sejam pesados de acordo com seus hábitos de pastejo. A pesagem deve ter o nascer do sol como referência e não o relógio. Experiências têm mostrado que os pesos tomados três a quatro horas após o nascer do sol, quando o principal período de pastejo se aproxima do final, têm menos variação. Corbett (1978) indicou que, se este procedimento for seguido, o nível de variação será comparável com o enxugo durante a noite. Para as vacas de leite, a melhor hora seria após a ordenha da manhã.

A pesagem à tarde também pode ser adotada, se for relacionada com os hábitos de pastejo. Contudo, um trabalho no *Research* (1961) indicou que pesagens à tarde apresentavam maior variação. Isto porque, após o principal período de pastejo, pela manhã, a variação individual de comportamento no pastejo torna-se mais marcante. A pesagem deve ser feita o mais rápido possível, quando não há enxugo e o número de animais a serem pesados é realmente grande, causando várias horas de atraso entre o primeiro e o último animal. Provavelmente dar-se-á preferência ao enxugo. Por outro lado, em muitos experimentos, a pesagem pode ser completada em aproximadamente uma hora. Então, o único cuidado necessário seria fazer o rodízio dos grupos (trata-

mentos), para que tanto o primeiro grupo pesado como o último não sejam sempre os mesmos.

Caso num sistema de pastejo rotativo se usar geralmente o peso vivo, haverá um padrão relativo ao momento da entrada e da saída de um novo piquete. Ao entrar no piquete o consumo e o peso vivo aumentam, desde que a forragem seja suficiente e decresça no final do período de pastejo, quando é escassa. Nesta circunstância, o melhor momento para pesar os animais seria o ponto intermediário entre a entrada dos animais no piquete e a saída.

Condições climáticas adversas também podem influir no consumo e no peso vivo; os animais não devem ser pesados, obviamente, se houver suspeita de que tais efeitos possam estar presentes. A chuva que adere ao pêlo do animal pode aumentar o peso vivo aparente.

Mesmo com todos os cuidados, existem diferenças residuais de peso não explicáveis, que somam  $\pm 4,5$  kg e podem ou não ser importantes, dependendo do peso do animal. Qualquer que seja a causa, a estimativa do ganho de peso vivo não segue uma linha reta, existindo uma dispersão dos pesos intermediários em torno do ganho médio calculado para o experimento. Assim sendo, a melhor estimativa da média de ganho de peso por dia seria dada pelo coeficiente de regressão do peso vivo no tempo. O valor "b" das regressões lineares, calculado para cada animal, pode então ser usado para análise estatística e econômica.

Quando o ganho de peso médio diário é calculado pela subtração do peso inicial do final, costuma-se sugerir que as pesagens sejam feitas em três dias sucessivos, para maior precisão. Os resultados contrariam esta teoria e, de fato, a movimentação extra do gado pode causar estresse e afetar o rendimento animal. Mostrou-se que o aumento no grupo experimental de 10 para 11 animais deu resultados mais precisos do que as pesagens em três dias consecutivos.

O período experimental também influi na precisão da estimativa das mudanças no peso vivo. Mott (1956) calculou o efeito do tempo no coeficiente de variação e erro padrão do ganho diário, conforme a Figura 4.12 mostra. Pode-se observar que merecem pouca confiança as estimativas do peso vivo feitas em períodos curtos e que o ponto crítico se apresenta aos 56 dias. Além disso, o ganho em precisão é

muito pequeno. Para uma discussão completa das causas e do controle de erros em experimentos de pastejo, devem ser consultados os trabalhos de Peterson e Lucas (1960) e Matches (1970).

### *Produção de leite*

Nenhuma grande dificuldade deverá ser encontrada na medição da produção diária de leite, uma vez que as mudanças de peso corporal também são medidas (levando-se em conta um possível feto) e usadas na interpretação dos resultados. Se os bezerros estiverem mamando, o peso dos mesmos, antes e depois de mamarem, pode fornecer uma estimativa do leite consumido, quer a ordenha seja manual ou mecânica.

A produção de leite deve ser anotada diariamente, mas estimativas semanais também seriam aceitáveis, dependendo do sistema de pastejo (Figura 4.13). Normalmente, em termos de gordura e sólidos não-gordurosos, poderiam ser suficientes análises semanais, para determinar a qualidade do leite. Em geral, o rendimento do leite é comparado a um nível padrão de gordura (4%).

As vacas em lactação respondem rapidamente a mudanças na dieta. Corbett (1978) reportou que, após quatro dias, a produção de leite refletiria inteiramente a dieta corrente.

É vantajoso o uso freqüente da produção de leite, no período pré-experimental, como uma co-variável para ajustar as produções experimentais. Para tanto, deve-se organizar a parição de maneira que esta ocorra em torno de um mês antes do início do experimento.

O delineamento experimental "switch-back" tem sido usado para avaliar rações de animais estabulados recebendo dietas que não variam com o tempo. Por outro lado, os animais em pastejo têm o que se poderia chamar de dieta dinâmica, podendo variar consideravelmente com o tempo; os efeitos acumulados podem ser importantes. Por conseguinte, seria melhor usar uma análise de co-variância para vacas em lactação e não os delineamentos que envolveria o rodízio das vacas entre os tratamentos. Tais delineamentos devem ser evitados onde o ganho de peso está sendo estimado, devido aos efeitos residuais e ao ganho compensatório.

Corbett (1978) deverá ser consultado para uma revisão das técnicas a serem usadas com ovinos e para estimar o desempenho reprodutivo.

## **As decisões importantes**

São muitas as considerações a serem feitas no planejamento, tais como a da condução e interpretação de um experimento de pastejo; as publicações já indicadas deverão ser consultadas.

Há algumas decisões importantes que o pesquisador deve tomar, as quais foram abordadas neste capítulo e serão repetidas com vistas a enfatizá-las. Provavelmente, a mais importante, e de modo geral mais difícil, diz respeito ao método experimental de pastejo a ser adotado: deverá ser TLF, TLV, TLF sazonal, TLD com aumentos anuais ou bienais na taxa de lotação, TLD sazonal, ou uma combinação de alguns destes? Não se trata de uma decisão fácil, mesmo para os pesquisadores experientes, pois dependerá do tipo de informação que se espera obter e da maneira como esta será usada. Deverão ser formuladas as seguintes perguntas: Que manejo é relevante para o sistema de produção real ou concebido? Onde se espera que os resultados do experimento sejam aplicados? Isto necessariamente requer um conhecimento do sistema existente (ou concebido), o qual poderá tomar a forma de um modelo matemático ou suposto.

Em termos gerais, parece que, como os sistemas de produção se tornaram mais complexos e sofisticados, existe maior possibilidade de controle da pressão de pastejo. Experimentalmente isto poderia permitir o uso de um método TLV ou TLF sazonalmente ajustado. Por exemplo, em um sistema misto de culturas-produção animal numa área de cultura, seria possível implantar os mesmos, dentro da área de pastejo, mediante o plantio temporário de uma espécie forrageira de crescimento rápido. Tal manejo procuraria balancear a produção de forragem com a demanda animal pela transferência dos animais de pastagens permanentes para a pastagem temporária.

Se o sistema real for extensivo e baseado em um único tipo de pastagem, então a movimentação dos animais de

um pasto para outro não reduzirá a taxa de lotação na área total da pastagem. Neste caso, deverá ser usada a técnica TLF.

Alguns estudos procuram definir as relações planta-animal e, em conseqüência, requerem práticas artificiais de manejo, como, por exemplo, a relação entre uma quantidade (e/ou qualidade) de forragem no campo e o rendimento por animal. Isto pode exigir a manutenção de várias pressões de pastejo pelo uso da técnica TLV.

É necessário assegurar que o manejo definido como "ótimo" seja aplicado na prática da fazenda, que posteriormente vai requerer uma experimentação ou teste. Poderiam ser simuladas mudanças sazonais no número de animais, pela venda ou nascimento, através de uma técnica TLF sazonalmente ajustada.

Se uma técnica TLV for usada, uma importante decisão terá que ser tomada relativamente à pressão necessária, caso estejam sendo comparados tipos de pastagens contrastantes. Esta decisão pode basear-se em informações anteriores das relações pastagem-animal.

Para os estudos de produção de leite devem ser usadas vacas em lactação. Quando for necessário eliminar manejos não-viáveis ou selecionar os melhores tratamentos para testes posteriores, poderão ser usados animais em crescimento, o que seria mais econômico, pois as exigências de instalações e área serão menores. A decisão sobre o tipo de animal a ser usado dependerá do estágio do programa de pesquisa e das restrições ao uso de dados que o pesquisador estiver preparado para aceitar. Se estiverem disponíveis somente os dados de ganho de peso, estes podem ser transformados em dados de produção de leite (com base no consumo de energia metabólica), mediante a relação de 1 kg de ganho de peso vivo igual a 8-9 litros de leite (Stobbs, 1976).

Decisões sobre o delineamento e o manejo devem ser precedidas por discussões e trocas de idéias com colegas da mesma e/ou de outras disciplinas. Não só o tipo de resultado a ser obtido deve ser considerado, mas alguns dados hipotéticos podem ser usados para se ver como seriam analisados e se estar seguro de que esta é a informação realmente desejada pelo pesquisador. Este exercício deverá ajudar a evitar resultados dúbios, além de ser um esforço compensador.

Deve-se sempre lembrar que dados de produção animal, sem o suporte da mensuração de clima, pastagem e solo, são de valor limitado para extrapolação ou construção de modelos.

TABELA 4.1

Rendimento, altura, densidade, digestibilidade e tamanho de bocadas em pastagens distintas

	Setaria		Setaria	Siratro
	Sem adubação	Com adubação		
Rendimento kg/ha	650	3120	3810	3370
Altura cm	9,0	14,5	26,3	21,4
Densidade kg/ha cm	72	215	149	157
Dig. <i>in vitro</i>	65,8	66,3	59,8	67,5
Tamanho da bocada g de MO/bocada	0,13	0,39	0,38	0,24

Fonte: Stobbs (1973a).

TABELA 4.2

Variáveis de pastagem, solo e clima que podem ser medidas em experimentos de pastejo

PASTAGEM	SOLO	CLIMA
1. Disponibilidade total de forragem.	Disponibilidade de água.	Distribuição da chuva.
2. Disponibilidade de forragem verde.	Nutrientes totais e disponíveis para a planta.	Temperatura máxima e mínima do ar, inclusive dentro da cobertura forrageira e no nível do solo.
3. Altura e densidade da forragem.	Estrutura física.	Comprimento do dia e horas de insolação.
4. Composição botânica.	Temperatura máxima e mínima na zona das raízes.	Evaporação.
5. Estágio de maturidade das espécies componentes.	População de sementes viáveis, especialmente de leguminosas tropicais.	Velocidade do vento.
6. Taxa de crescimento.	Nível do lençol de água.	
7. Digestibilidade "in vitro" dos componentes (ou determinações mais sofisticadas, se desejado).		
8. Seleção da dieta do animal.		

**TABELA 4.3**

Produção de leite por vaca e por acre; consumo aparente de forragem, por acre, de vacas pastando em faixas ou rotacionalmente (adaptada de Holmes e outros, 1952)

	Pastejo em faixas diárias	Pastejo rotacional
Produção média de leite/vaca (1)	13,3	13,5
Produção de leite/acre (1)	3294	2506
Consumo aparente de forragem/acre (kg)	2443	1892

**TABELA 4.4**

Peso do conteúdo do aparelho digestivo e porcentagem do peso do corpo vazio de novilhos alimentados com feno ou silagem de gramínea em dois estágios de crescimento (adaptada de McCarrick, 1966)

	Cortada na emergência da panicula		Cortada duas semanas após a emergência da panicula	
	Silagem	Feno	Silagem	Feno
Peso do conteúdo do aparelho digestivo (kg)	52,9	74,2	52,8	78,0
% do peso do corpo vazio	13,6	21,8	17,0	25,1

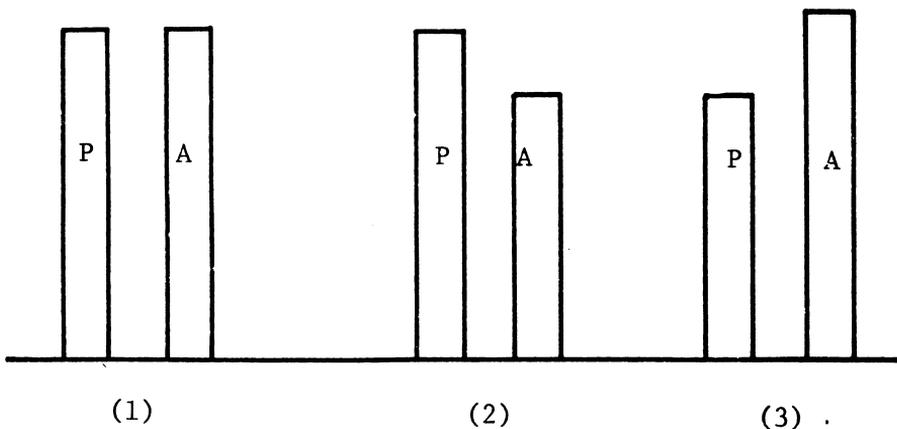


Figura 4.1. Possíveis relações entre o potencial da pastagem (P) e do animal (A); (1) eles são iguais; (2) o potencial da pastagem é maior que o potencial animal, e (3) o potencial animal é o maior que o potencial da pastagem.

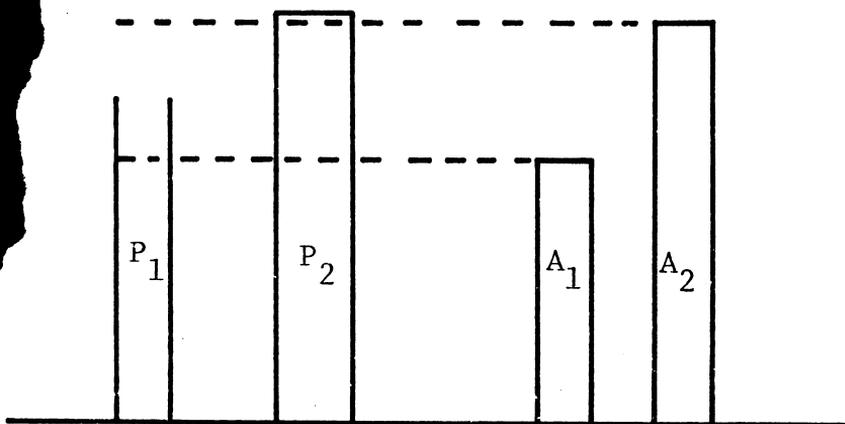


Figura 4.2. Resultados da comparação de duas pastagens, P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub>, de acordo com o potencial animal escolhido, A<sub>1</sub> ou A<sub>2</sub>.

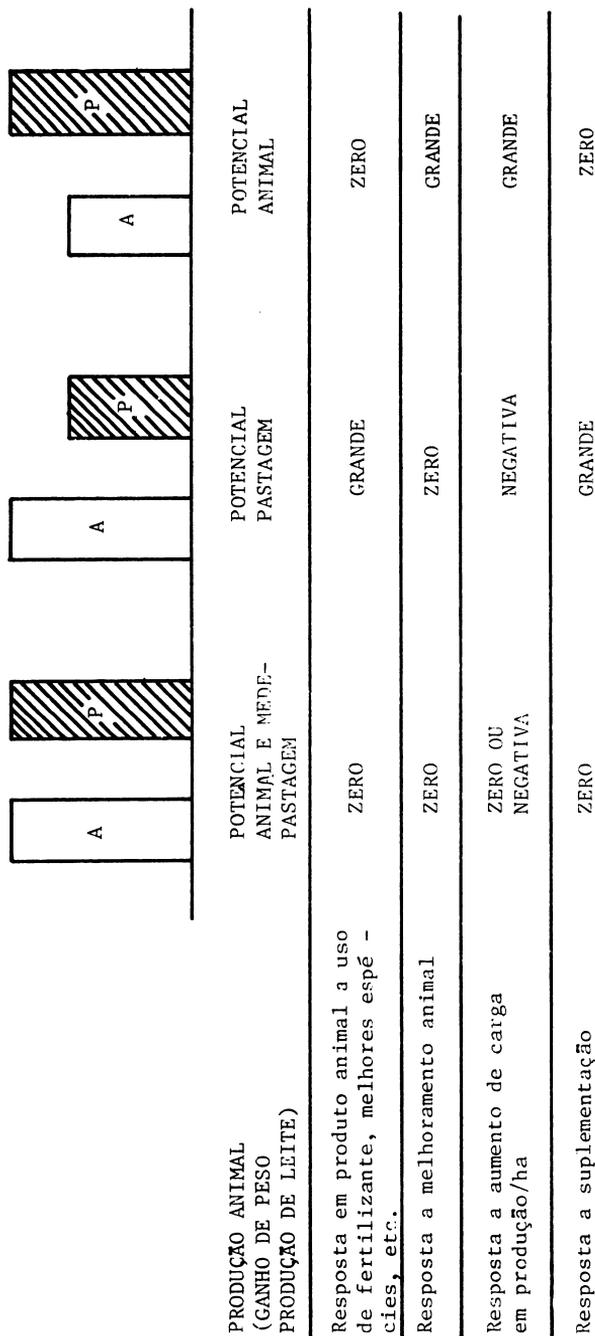


Figura 4.3. Relação entre potencial animal (A) e potencial pastagem (P).  
Fonte: Ivins e outros (1958).

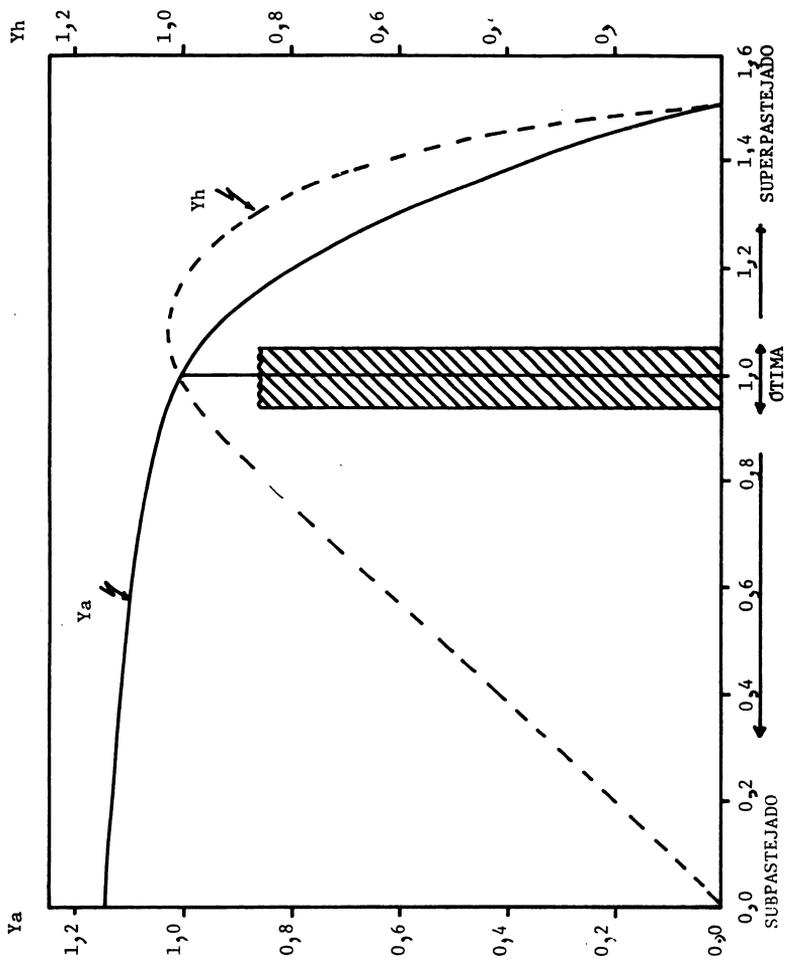
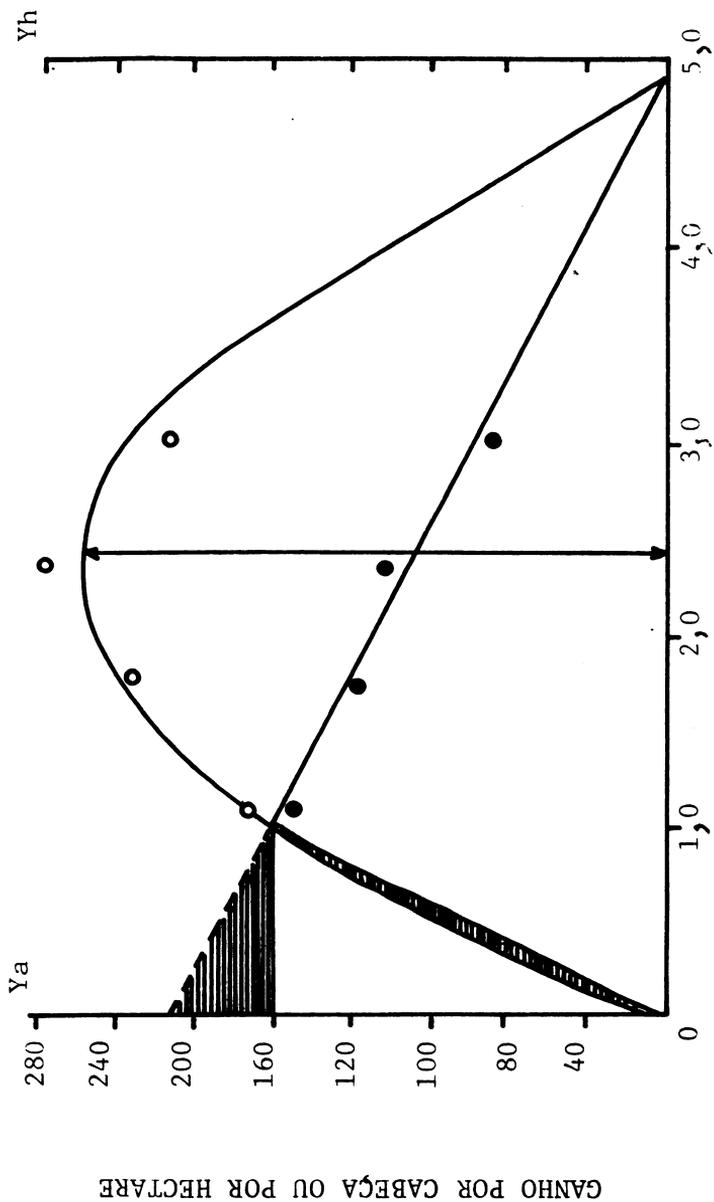


Figura 4.4. Relação entre taxa de lotação e ganho por animal (—) e por hectare (---).  
 Fonte: Mott (1961).



TAXA DE LOTAÇÃO - ANIMAIS POR HECTARE.

Figura 4.5. Relação entre ganho por animal e por hectare quando aumentada a taxa de lotação numa pastagem *Setaria* (indica-se o efeito de manter o ganho por animal constante, quando se mantêm menos de um animal por hectare).

Fonte: Jones e Sandland (1974).



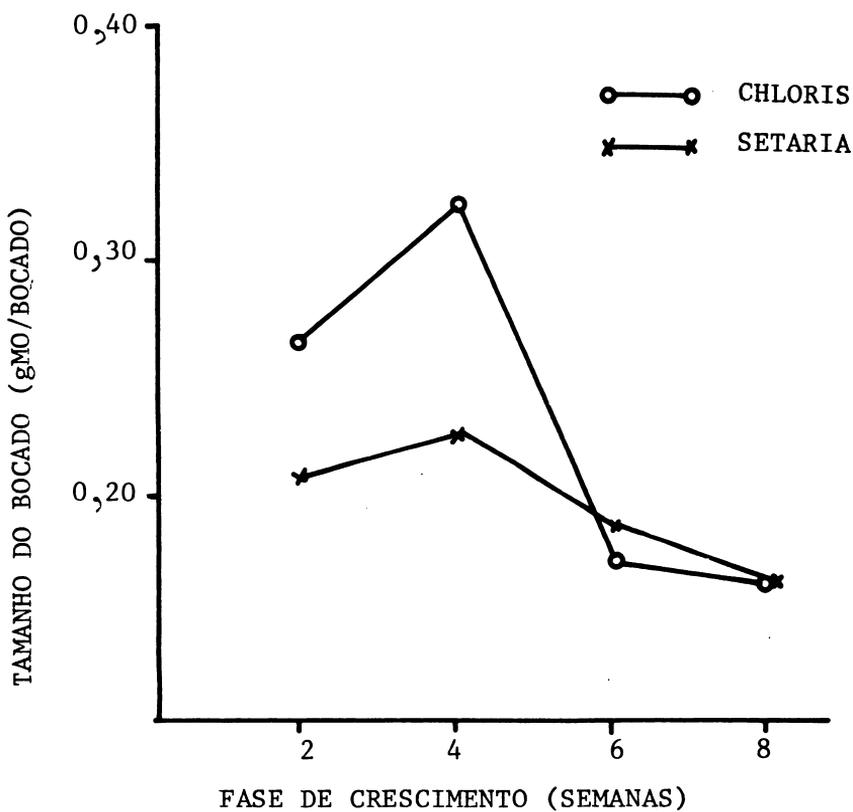


Figura 4.7. Relação entre tamanho do bocado e fase de crescimento de *Chloris gayna* e *Setaria anceps*.  
 Fonte: Stobbs (1973b).

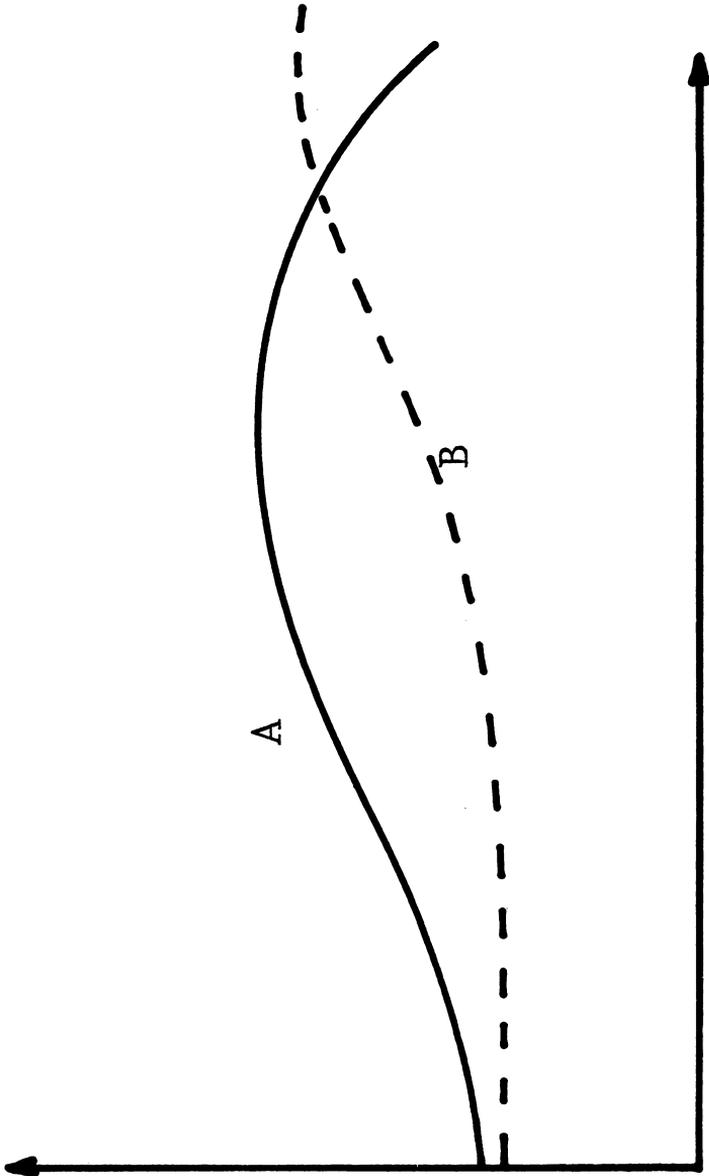


Figura 4.8. Curvas teóricas da produção de matéria seca de duas pastagens.  
Fonte: Gardner (1974).

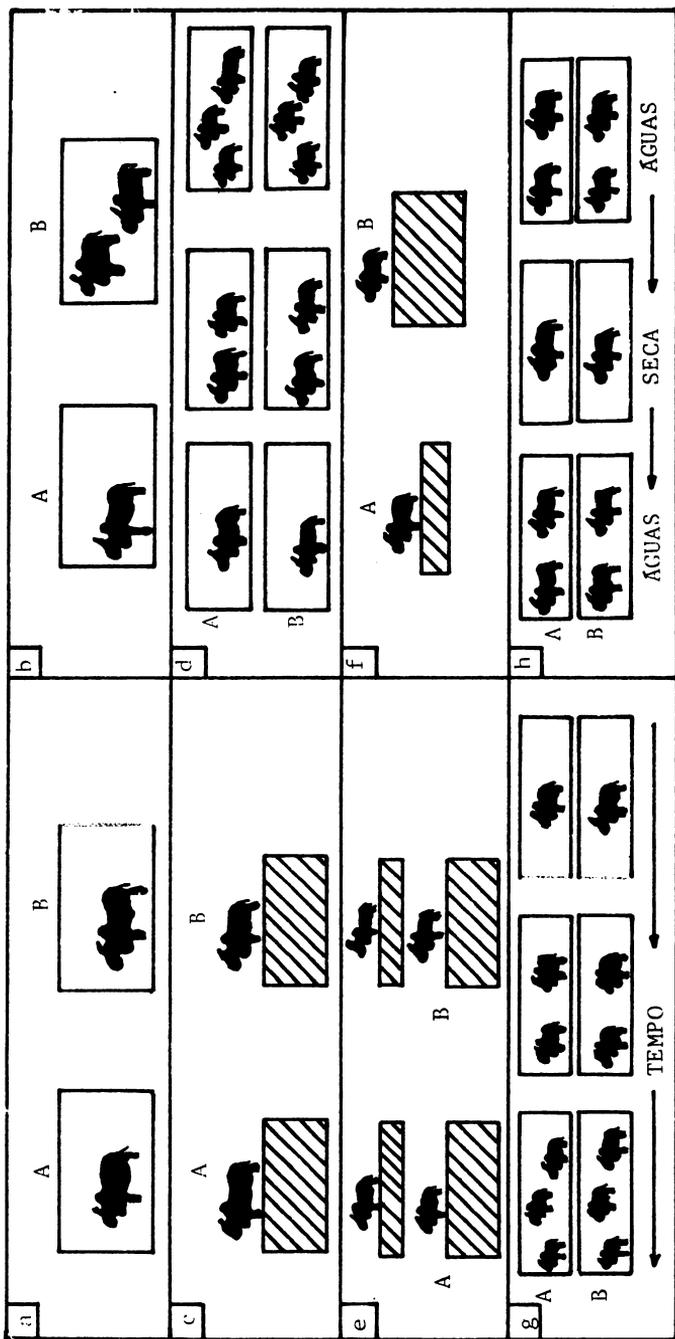


Figura 4.9. Técnicas para comparar duas pastagens (A e B), usando:

- a) a mesma taxa de lotação para ambas;
- b) taxas de lotação diferentes para cada uma;
- c) a mesma pressão de pastejo para ambas;
- d) várias taxas de lotação para cada uma;
- e) várias pressões de pastejo para cada uma;
- f) pressões de pastejo diferentes p/cada uma;
- g) aumento da taxa de lotação com o tempo;
- h) taxas de lotação sazonalmente ajustadas.

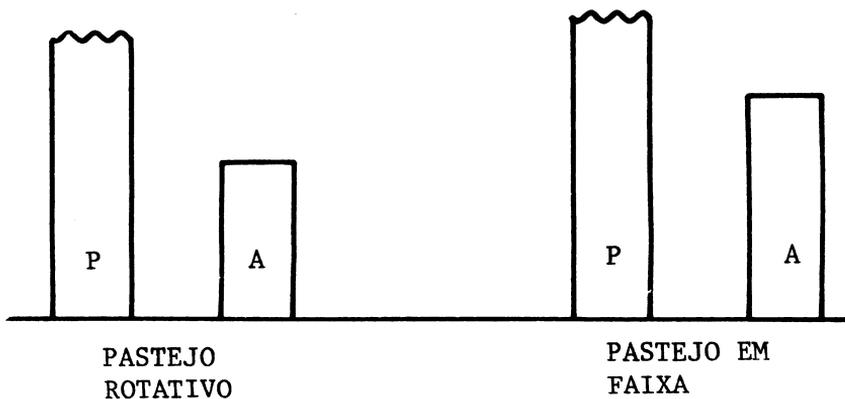


Figura 4.10. Representação gráfica do potencial da pastagem (P) e do animal (A) criados no experimento de Holmes e outros (1952).

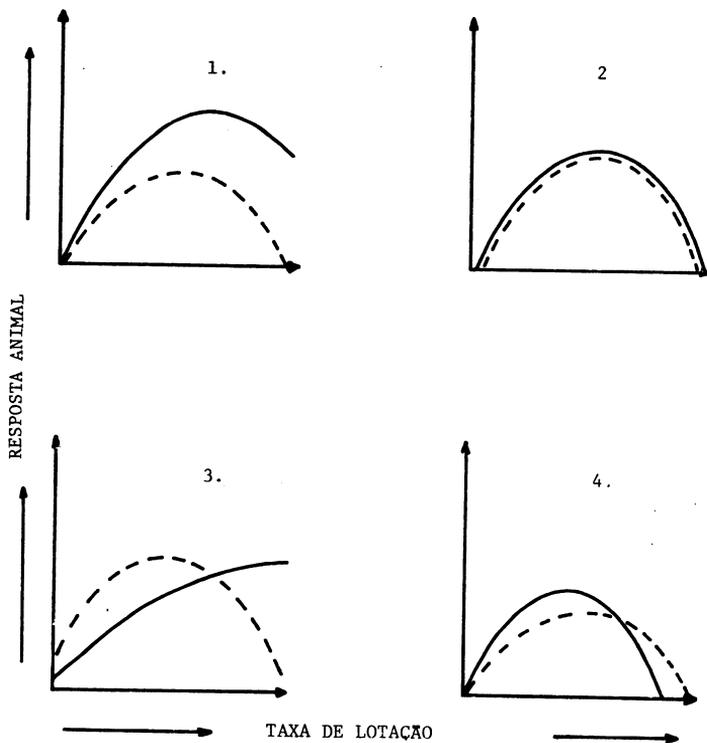


Figura 4.11. Diferentes curvas de resposta animal determinadas com práticas de manejo (—) e sem práticas de manejo (---) sob lotações animais aumentando (adaptada de Willoughby, 1969).

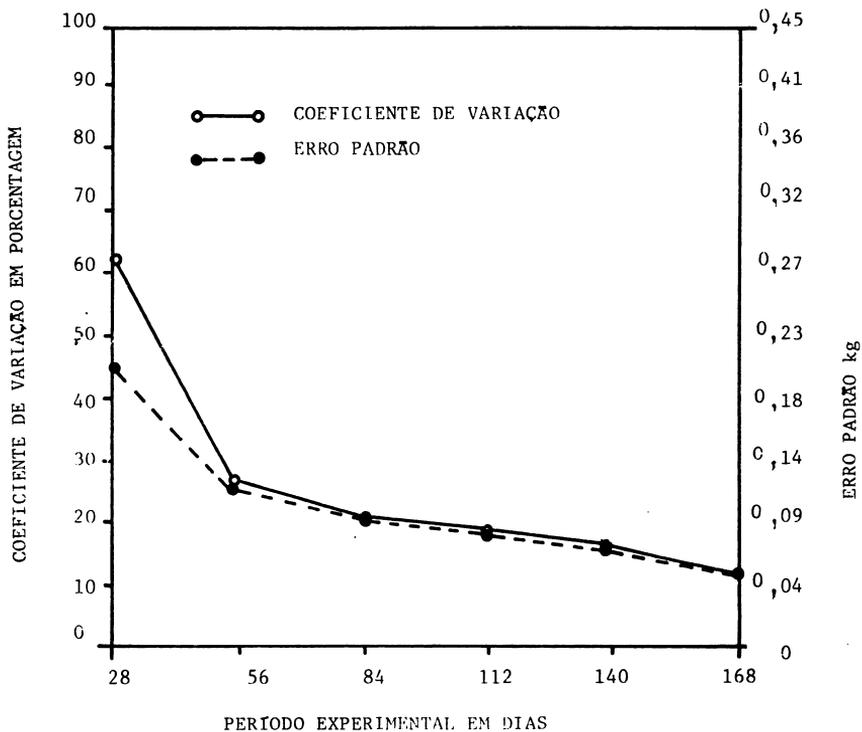


Figura 4.12. Coeficiente de variação e o erro padrão da estimativa de ganho de peso vivo diário feita pela duração do período experimental.

Fonte: Mott (1056).

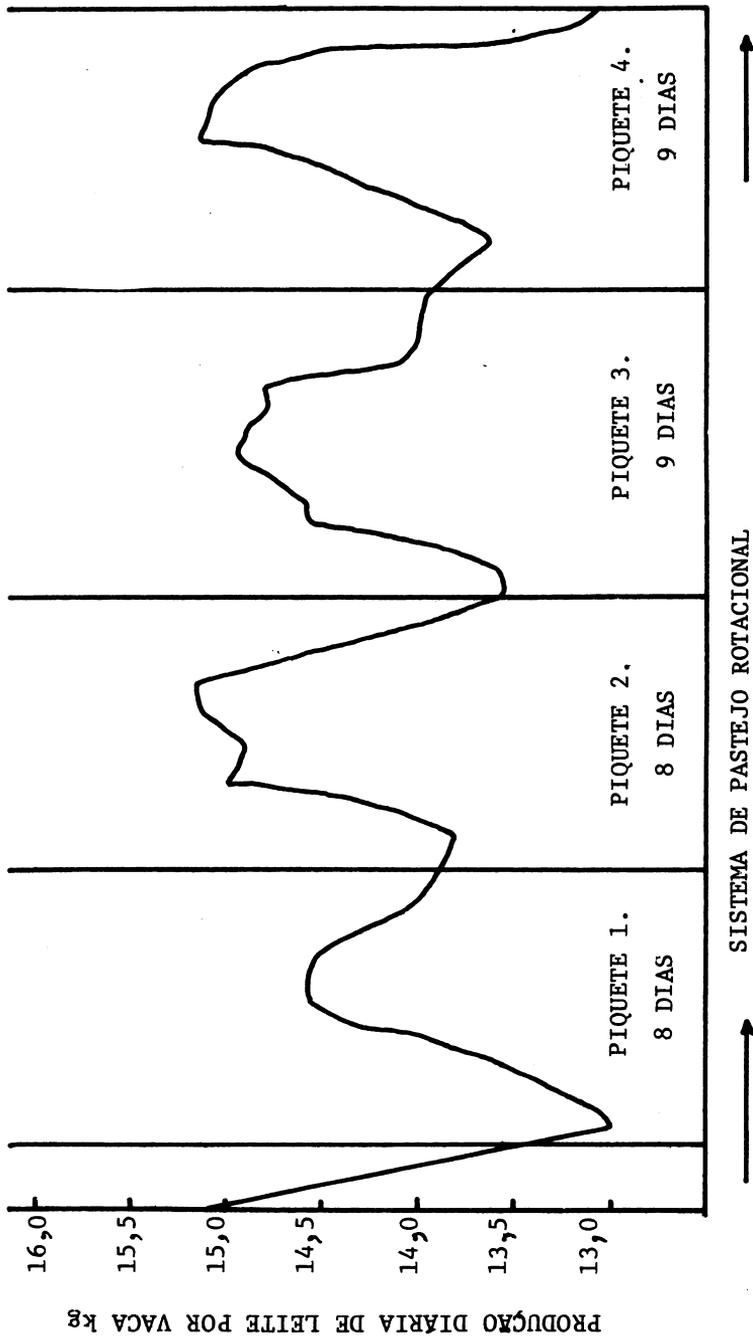
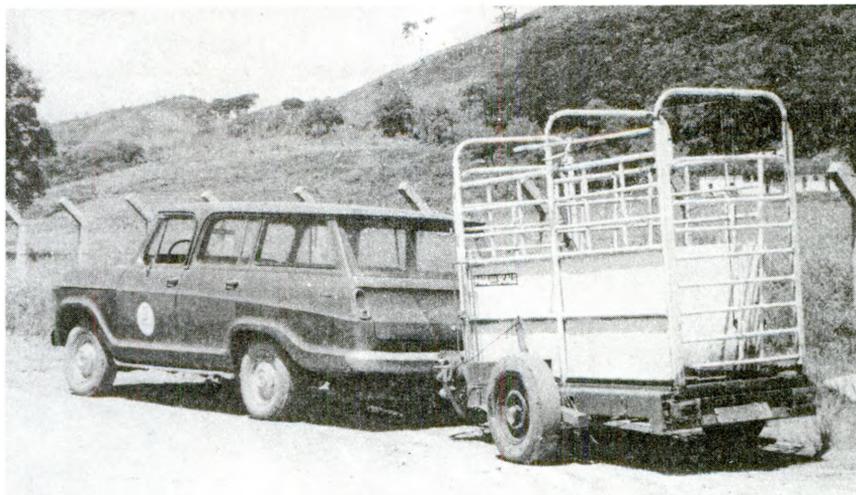
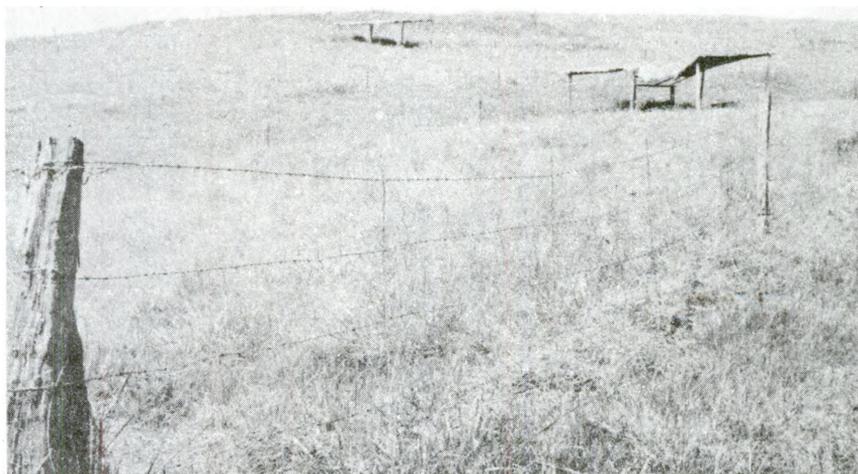


Figura 4.13. Produção de leite por vaca em sistema de pastejo rotacional de 8 ou 9 dias por piquete. Pastagem de *Dactylis glomerata* e *Trifolium repens* (adaptada de Blaser e outros, 1969).



**Fotografia 4.1.** Balança móvel adaptada para experimentos fora da estação experimental ou para evitar que os animais caminhem uma longa distância até o curral de manejo (Fotografia: Eduardo Castor, CNPGL).



**Fotografia 4.2.** Os custos de experimentos de pastejo de larga escala podem ser reduzidos pelo uso de cercas de suspensão com balancins. As estacas são colocadas a intervalos de 10m, e os balancins, a intervalos de 2,5m. As cobertas podem ser simples e rústicas (Fotografia: Eduardo Castor, CNPGL).



# **Medição dos atributos das pastagens em experimentos de pastejo**

### **A necessidade de descrever a pastagem**

Nos experimentos envolvendo animais em pastejo, não basta termos a produtividade por animal e por hectare. Se quisermos entender por que foram obtidos tais níveis de produtividade e extrapolar os resultados para outras condições, é necessária uma descrição real e completa da pastagem. Sem esta descrição, seria o mesmo que conduzir um experimento em confinamento total, reportando o rendimento animal sem descrever a quantidade e a qualidade do alimento oferecido.

Dois tipos de medições são importantes: o primeiro permite ao pesquisador e a outros cientistas interpretarem corretamente os resultados e formularem recomendações, com a finalidade de extensão; o segundo, entendido e usado pelos fazendeiros, facilita a adoção da tecnologia e proporciona normas de manejo.

## Os parâmetros a serem estimados

Os parâmetros importantes a serem medidos de certa forma variam com os objetivos e o tipo do experimento, mas em geral estas informações serão requeridas:

1. Taxa de crescimento da pastagem.
2. Disponibilidade total da forragem.
3. Disponibilidade das principais espécies componentes.
4. Estágio de desenvolvimento das principais espécies.
5. Medidas de qualidade (%N, DIVMS, etc.).
6. Listagem de todas as espécies presentes.
7. Proporção de solo coberto pela vegetação.
8. Altura das espécies forrageiras importantes.

Muitos outros fatores poderiam ser medidos. Discussões mais completas de conceitos e métodos serão encontradas em Brown (1959), Lynch (1960), Shaw, 't Mannelje e outros (1976), 't Mannelje (1978) e Tothill (1978). Os pontos a serem cobertos neste capítulo são: a determinação da taxa de crescimento, a forragem disponível, a produção das principais espécies, a contribuição destas na produção total da pastagem, a frequência de ocorrência de todas as espécies e a área de solo descoberta.

### *Taxa de crescimento da pastagem*

A maneira pela qual a taxa de crescimento é medida dependerá de como o pastejo é manejado. No rotacional, amostras tiradas antes de os animais entrarem no piquete fornecerão uma estimativa do crescimento da pastagem durante o período de descanso.

Se o período de pastejo não for muito longo, digamos 10 dias, o crescimento durante o mesmo poderá ser estimado pela simples extrapolação do crescimento durante o período de repouso. Por exemplo, se 2.000 kg MS/ha forem produzidos durante um período de descanso de 40 dias, a taxa

média de crescimento será de 50 kg MS/ha por dia. Se o período de pastejo for de 10 dias, então teremos uma produção adicional de 500 kg MS/ha. É óbvio que não é uma estimativa exata, porque o crescimento sob pastejo não será igual ao crescimento durante o período de descanso. Contudo, este cálculo fornece uma estimativa do crescimento. Sua exatidão dependerá do período de pastejo: quanto menor ele for, melhor a estimativa.

Uma estimativa melhorada, mas não perfeita do crescimento, pode ser obtida pelo uso de gaiolas colocadas na pastagem, as quais protegem o pasto do pastejo animal. Dos vários métodos existentes de uso de gaiolas, o mais simples é cortar a área a ser coberta pela gaiola, descartar a forragem cortada, colocar a gaiola, permitir o crescimento da pastagem e cortar novamente, para determinar a produção no final do período de pastejo ou a um intervalo predefinido.

Um segundo método requer duas áreas idênticas, uma das quais terá a forragem cortada e pesada, enquanto a gaiola é colocada sobre a outra. Quando a forragem dentro da gaiola é cortada, o crescimento é estimado pela diferença entre as produções das duas áreas. Nenhuma destas técnicas dará uma estimativa exata do crescimento da pastagem sob pastejo. O segundo método tem a desvantagem de possuir duas fontes de erro: uma associada ao corte sem a gaiola, e a outra, ao corte da área dentro da gaiola.

Não é grande a necessidade de um alto grau de precisão, pois essa informação provavelmente terá maior uso na construção de modelos matemáticos de crescimento de pastagem ou na previsão de riscos nas análises econômicas, cujos dados serão usados numa grande região. Seria mais importante aumentar o número de amostras do que obter uma estimativa ligeiramente melhor do crescimento, usando um método que demande mais tempo. A técnica simples de cortar-descartar a forragem, colocar a gaiola-cortar é, então, recomendada.

Tentativas têm sido feitas no sentido de estimar o consumo animal pela diferença entre a forragem presente dentro e fora da gaiola, mas este é um cálculo inexato, sendo melhor não fazê-lo.

Existem gaiolas de vários tipos, mas em todos os casos devem ser abertas na parte superior, a fim de evitar que dentro delas se crie um microclima que possa afetar o crescimento da forragem. Um modelo simples e eficiente pode ser construído com três pedaços de madeira, um parafuso grande com porca e um bom pedaço de arame farpado. Os três pedaços de madeira inclinados, para formar um tripé, são aparafusados na parte superior, de maneira a permitir algum movimento (não apertado), e depois algumas voltas do arame são pregadas nas pernas do tripé. (Fotografia 5.1.) A altura deste em torno de 1,8 a 2 m proporcionará uma área de amostragem adequada entre as pernas do tripé. Este tipo de gaiola pode ser usado por vários anos, sem necessidade alguma de manutenção. Como as pernas do tripé estão inclinadas, o gado não pode se coçar nelas. O mesmo modelo pode ser usado nos trabalhos com carneiros, desde que mais fios de arame farpado sejam colocados na parte inferior das pernas do tripé.

Independente do método adotado para estimar a produção de forragem com gaiolas, é importante lembrar que as gaiolas devem ser removidas para uma nova área após a amostragem.

### *Disponibilidade total de forragem*

A melhor estimativa da quantidade de forragem disponível numa área é feita pelo corte e pesagem da mesma. Isto obviamente seria impossível em um experimento de produção animal, já que seu objetivo primordial é permitir que os animais pastejem. A solução seria colher amostras e, a partir delas, estimar a quantidade de forragem disponível na área. Se as áreas envolvidas forem relativamente grandes, o número de amostras necessário para fornecer uma boa estimativa de todo o campo será provavelmente superior aos recursos humanos e financeiros. O número de amostras a serem colhidas dependerá da variabilidade da vegetação e do grau de precisão exigido pelo pesquisador. Esse número só pode ser determinado após uma amostragem preliminar da pastagem para a estimativa da variância.

Uma fórmula simples para o cálculo do número de amostras necessário é a seguinte, segundo Gardner (1967):

$$n = \frac{K^2 \times S^2}{(\% \text{ da média})^2}, \text{ onde}$$

$n$  = número de amostras necessário;

$K$  = coeficiente de confiabilidade (ex.: 1,6 para 90%, 2 para 95%, 3 para 99%);

$S^2$  = variância da amostra;

% da média = precisão requerida.

Por exemplo, se foi requerido um erro de  $\pm 10\%$ , com uma probabilidade de 95%, o número de amostras seria:

$$n = \frac{2^2 \times S^2}{\left(\frac{\bar{x}}{10}\right)^2} = \frac{4 \times S^2}{\left(\frac{\bar{x}}{10}\right)^2}$$

Para estimativas com erro de 20%, a média ( $\bar{x}$ ) seria dividida por 5, ao invés de 10.

Como esse cálculo em geral resulta em número alarmante de amostras a serem cortadas, outras técnicas menos onerosas e mais rápidas têm sido sugeridas, as quais podem ser classificadas sob o termo genérico de dupla amostragem, segundo Wilm, Costello e Klipple (1944). O termo dupla amostragem significa que dois tipos de amostras são tomados: um preciso, mas que consome tempo (cortando), e outro, mais rápido e menos preciso, porém com uma alta correlação com a primeira estimativa.

Existem vários métodos de dupla amostragem, alguns dos quais baseados na estimativa visual, e outros, em equipamentos simples. O mais sofisticado de todos faz uso de um medidor eletrônico. Deve-se notar que, independente do método usado, ele deverá ser calibrado pelo corte de amostras.

Um aparelho simples foi sugerido por Castle (1976), consistindo em um disco de alumínio ( $0,25\text{ m}^2$ ) com um orifício no meio, através do qual passa uma vareta marcada em centímetros (Fotografia 5.2). O disco tanto pode ser suavemente abaixado, até tocar a forragem, como cair de uma altura predeterminada. A altura em que o disco é mantido acima do nível do solo pela forragem debaixo dele é medida na vareta colocada no centro do mesmo. Para calibrar o disco (e isto deve ser feito para cada tipo de pasto e/ou estágio de crescimento), um arco de metal do mesmo diâmetro do disco é colocado sobre o solo. A altura do disco é lida e anotada e, então, a forragem dentro do aro é cortada, secada e pesada. A relação entre a altura do disco e a produção de matéria seca é estabelecida através de análise de regressão.

A utilidade desse método depende do tipo de pastagem. Na pastagem de crescimento uniforme e denso, tal como a de *L. perenne* ou *D. decumbens*, funciona bem. Por outro lado, com *P. purpureum* ou *P. maximum*, o método não é adequado. Pastagens de uma só espécie dão correlação mais alta do que as consorciadas ou com mais de uma gramínea. Numa pastagem de aveia, antes do pastejo, foi obtida uma correlação de 0,83 entre a altura do disco e a forragem cortada. Quando o pastejo começou, esta correlação caiu para 0,53, índice que representa um nível dificilmente aceitável para um trabalho experimental (Gardner, 1982). Este resultado indica que ou se deverá tomar maior número de amostras, ou usar um método mais adequado.

O sucesso no uso do método do disco dependerá do tipo de vegetação a ser amostrado. Foram observadas correlações muito altas ( $r > 0,9$ ) em pastagem de *Brachiaria mutica*. O método é simples e objetivo, e valeria a pena testá-lo antes de tomar uma decisão final sobre que técnica utilizar.

Um outro método não destrutivo que apareceu em 1960 usa o medidor eletrônico. Este consiste em uma ou várias hastes metálicas colocadas verticalmente dentro da cobertura vegetal, sendo a leitura feita numa escala eletricamente ativada. Este equipamento deve ser calibrado para o tipo de pastagem e a estação do ano. Pelo menos em pastagens tropicais este equipamento não teve muito sucesso, e muitos pesquisadores o abandonaram (Jones e outros,

1977). A principal razão do seu fracasso parece dever-se ao fato de que as pastagens tropicais geralmente contêm alta proporção de tecido vegetal morto ou senescente. Como o medidor eletrônico mede a quantidade de água presente e não a matéria seca diretamente, isto interfere na estimativa. Jones e outros (1977) compararam a estimativa do medidor eletrônico com a visual de um observador não treinado e não encontraram nenhuma vantagem na primeira.

O método mais simples de se estimar a quantidade de forragem disponível é pela estimativa visual. Isto pode parecer impreciso, mas com treinamento se obtêm resultados bem confiáveis. Duas técnicas similares foram descritas por Gardner (1967) e Campbell e Arnold (1973). Em termos gerais, estas técnicas constam de um grande número de estimativas visuais de amostras que em poucos casos são cortadas. É calculada uma regressão para as amostras estimadas visualmente e depois cortadas, a qual, daí por diante, serve para ajustar todas as outras amostras visualmente estimadas, conforme mostra o exemplo que se segue:

ESTIMATIVAS VISUAIS	RENDIMENTOS POR CORTE (kg MS/ha)
400	384
2400	—
3200	—
2600	2480
1600	—
1200	—
1600	—
1000	1280
1600	1680
1800	—
1400	—
1800	—
800	—
1000	1760
3400	—
1400	—
2200	—
400	—
1600	—
1200	—

A partir destes dados foram feitos os seguintes cálculos:

$Y^*$  = média das  $n(20)$  amostras estimadas visualmente (= 1630);

$Y^{*'} =$  média das  $n(5)$  amostras estimadas visualmente e depois cortadas (= 1320);

$\bar{X}' =$  média das  $n(5)$  amostras cortadas (= 1517);

$r =$  coeficiente de correlação entre estimativa visual e amostras cortadas (= 0,91);

$b =$  coeficiente de regressão entre as amostras cortadas e estimadas visualmente (= 0,84).

Com estas informações, pode-se então calcular o rendimento ajustado da pastagem:

$$\bar{X} \text{ (ajustada)} = \bar{X}' + b (Y^* - Y^{*'}) = 1777 \text{ kg MS/ha.}$$

O coeficiente de variação (c.v.) desta média ajustada pode ser obtido pela seguinte equação:

$$\text{C.V. } \bar{X} \text{ ajustada} = S^2 \times \frac{\left[ (1 - r^2) \left( \frac{n'}{1 - n} \right) \right]}{\bar{X} \text{ ajustada}} \times 100,$$

onde  $S^2x$  é a variância das amostras cortadas,  $n'$  o número de amostras cortadas (neste caso  $n' = 5$ ) e  $n$  o número de amostras visualmente estimadas.

A comparação das cinco amostras cortadas com as 20 visualmente estimadas mostrou que o c.v. dos cinco cortes foi de 51%, e o c.v. ajustado das 20, de 27%. É óbvio que se pode ganhar considerável precisão com apenas um pequeno esforço extra, pelo uso da técnica de dupla amostragem.

A relação "5 cortes para 20 estimativas visuais" foi usada apenas como exemplo, e cada caso deve ser considerado separadamente. Conhecendo-se os custos relativos do corte e da avaliação visual ou com o disco, pode-se proceder ao cálculo da melhor relação entre amostras cortadas e

estimadas, necessário à determinada precisão e a um orçamento estabelecido (Gardner, 1967).

Quando os observadores estão treinados no uso desse método, pode-se obter uma precisão muito boa. O método requer, contudo, uma estimativa visual direta da disponibilidade de matéria seca por hectare. Para este fim tem-se usado com frequência um quadro de 0,25 m<sup>2</sup> (Fotografia 5.3), cujas dimensões dependerão do tipo da forragem. Quadros maiores têm sido usados para forragens esparsas, sob condições semi-áridas.

Outro método de estimativa visual é o “rendimento comparativo” de Haydock e Shaw (1975). Esta técnica tem a vantagem de não exigir do observador a estimativa da disponibilidade de matéria seca, mas somente a atribuição de valores numa escala contínua de 1-5. Isto torna o processo mais simples e permite que altas correlações (> 0,9) sejam obtidas por observadores inexperientes ou pouco treinados. O método requer a seleção de cinco quadros padrão, que representam as diferenças de produção a serem encontradas na área experimental. A seleção destes padrões promove o treinamento e a calibragem do olho do observador para as estimativas visuais posteriores. Após a amostragem visual de todo o experimento, 15 quadros são marcados na pastagem, cobrindo toda a variação da forragem produzida no campo, e cada observador dá o seu “score” visual para cada um deles. Posteriormente, os quadros são cortados, a forragem é recolhida e secada em estufa, e a regressão entre o “score” visual e o peso da forragem seca é calculada para cada observador. Estas regressões são usadas para ajustar os “scores” visuais calculados nos piquetes experimentais. De acordo com Tothill e outros (1978), devem ser feitas de 50 a 100 estimativas visuais por piquete. As estimativas visuais são feitas rapidamente, podendo o observador, num espaço de 20 ou 30 minutos, fazer 100 amostras.

O sucesso obtido pelo emprego desta técnica parece dever-se ao uso de uma escala numérica, ao invés da estimativa direta da disponibilidade de matéria seca. Qualquer que seja a razão, raramente se obtêm correlações inferiores a  $r = 0,90$ , mesmo sob condições difíceis em que as espécies tenham hábitos de crescimento muito variados. Nas amostragens de rotina em pastagens com uma só espécie, obtêm-se

comumente coeficientes de correlação entre 0,93 e 0,97. É importante lembrar que toda vez que o experimento é amostrado, o processo completo tem que ser repetido, ou seja, a seleção dos quadros padrão e o cálculo da regressão linear para CADA OBSERVADOR. Quando o experimento requer amostragens freqüentes, a cada 2-3 dias, por exemplo, recomenda-se o uso de um dos outros métodos de dupla amostragem.

### *Composição botânica*

Para a estimativa das forrageiras presentes, o método mais preciso é o de corte da forragem, separação manual das espécies componentes, secagem e, finalmente, expressão dos resultados em porcentagem do total de matéria seca presente. Como tem sido argumentado, este método dará um resultado exato para a pequena área amostrada, mas pode fornecer uma estimativa pobre da pastagem como um todo. Aqui, novamente, seria recomendável um método mais rápido ou menos preciso, caso se queira uma descrição razoável da composição botânica de um piquete experimental relativamente grande.

A estimativa visual direta da composição botânica pode ser feita com base na área coberta por cada espécie ou na contribuição de cada uma à produção total de matéria seca. Trata-se de técnicas práticas quando a pastagem é composta de 2-3 espécies. Estas estimativas tornam-se muito difíceis ou impossíveis em situações complexas, como, por exemplo, nas pastagens nativas. Tal como em qualquer técnica de estimativa visual, é necessário um período de treinamento, para assegurar que as estimativas visuais estejam refletindo a composição botânica estimada pelo processo de corte e separação manual.

Uma simplificação da técnica de estimativa visual, introduzida por 't Mannelje e Haydock (1963), tem tido muito sucesso nos trabalhos em áreas de pastagem relativamente grandes. Na sua forma mais simples, tudo quanto o observador tem que fazer é classificar as espécies em primeiro, segundo ou terceiro lugar, relativamente à sua participação na produção total de matéria seca. Desse modo, a primeira espécie recebe 70%, a segunda, 20%, e a terceira, 10%, cor-

respondentes à estimativa da contribuição das mesmas à produção total. Qualquer outra espécie presente seria excluída desta estimativa, porque sua contribuição seria considerada ínfima. Esta técnica é conhecida como técnica de "dry weight rank (DWR)" ou, traduzindo-se, "peso seco classificado".

Pode-se prontamente observar que, se uma espécie foi dominante e sempre ocupou o primeiro lugar na classificação, seu percentual de contribuição à produção total jamais seria superior a 70%. Este problema poderá ser resolvido pelo processo que Jones e Hargreaves (1979) chamam de "classificação cumulativa" (*cumulative ranking*). Isto significa que uma espécie pode ser classificada em primeiro e segundo lugar e então contribuir com 90% para a produção total. No caso de uma dominância completa, a espécie seria classificada em primeiro, segundo e terceiro lugar, representando 100% da produção. Outra possibilidade seria a de duas espécies empatarem no primeiro lugar, se o observador não tiver condição de distinguir qual estava contribuindo mais. Podem ser encontradas muitas combinações, quando ocorre empate de espécies na primeira, segunda ou terceira classificação. Por exemplo, se existirem três espécies em proporções menores e o observador não for capaz de distinguir nenhuma diferença na contribuição destas à produção, elas poderão ficar empatadas no terceiro lugar e cada uma receber 3,3% do total.

Um problema posterior com o uso da técnica DWR foi encontrado por Jones e Hargreaves (1979). Embora não estivesse escrito, estava implícito na técnica que não existia nenhuma relação entre a produção da área amostrada e a classificação das espécies. Por exemplo: numa pastagem de *P. maximum* e *C. pubescens*, a produção da amostra sempre será muito mais alta quando *P. maximum* for classificada em primeiro lugar do que quando *C. pubescens* o for. O efeito será subestimar-se a contribuição da gramínea e superestimar-se a contribuição da leguminosa. Este problema pode ser resolvido com a criação de novos valores, mediante a multiplicação do rendimento da amostra pelos percentuais do primeiro, segundo e terceiro lugar. Obviamente, será preciso que, além da estimativa da composição botânica de cada quadro, se faça uma estimativa da produção. Isto pode ser feito facilmente pela combinação de uma das técnicas

para a estimativa visual da produção com a DWR, conforme será discutido a seguir, no pacote Botanal.

Para indicar a exatidão da DWR quando comparada com a separação manual, alguns dos resultados apresentados por Jones e Hargreaves (1979) são mostrados na Tabela 5.1. A semelhança dos métodos, na maioria dos casos, foi bastante grande e, conhecendo-se a variabilidade normalmente associada às análises de composição botânica de grandes áreas, pode ser considerada muito satisfatória. A fim de obter estimativas visuais precisas da composição botânica, o observador deve fazer um autotreinamento, selecionando uma série de dois quadros similares no campo. Assim, fará a estimativa visual da composição botânica de um quadro, cortará o outro e procederá à separação manual das espécies mais importantes. Depois de separá-las, secá-las e determinar a porcentagem de cada uma, o observador retornará ao campo para comparar estes resultados com as suas estimativas visuais. É particularmente importante fazer este treinamento quando o material morto da planta é incluído como componente botânico, porque existe uma diferença marcante no teor de matéria seca dos tecidos de plantas vivas ou mortas. Este processo deverá ser repetido até o observador se sentir confiante quanto à sua habilidade visual para fazer a estimativa da contribuição das principais espécies à produção total da pastagem e para determinar a porcentagem de matéria morta presente.

Se for requerido o registro de todas as espécies presentes, torna-se necessário o uso de um método adicional, já que o DWR registra apenas as espécies que contribuem significativamente para a produção total. Isto pode ser conseguido pela análise da frequência pela qual a espécie é anotada como presente ou ausente, sem levar em conta a área de solo por ela coberta ou a sua contribuição à produção. Os resultados são expressos em termos percentuais pela divisão do número de quadros nos quais a espécie aparece pelo número total de quadros usados. É um método rápido, se o observador puder identificar as espécies prontamente.

A necessidade da análise de frequência deve-se ao fato de que uma espécie pode ter pouca (ou insignificante) importância no início de um experimento e, com o passar dos

anos, tornar-se dominante em certos tratamentos. Por esta razão, é extremamente útil a anotação contínua do seu progresso na descrição da produção animal e/ou da pastagem.

### *Área de solo descoberto*

A proporção de solo não protegido pela vegetação é um fator importante na produtividade da pastagem e na estabilidade do solo. Assim como a área de solo não protegido aumenta, também as perdas de água e solo aumentam em consequência da enxurrada e erosão. A temperatura do solo também pode ser afetada e a sua compactação aumentar com o pisoteio dos animais no solo descoberto.

Por conseguinte, é muito importante que este parâmetro — área de solo sem cobertura vegetal — seja anotado. O fato de a vegetação que cobre o solo estar morta ou viva não tem importância desde que o solo esteja protegido (Hofmann e outros, 1983). A proporção de solo descoberto que é estimada deve corresponder, pois, à área do solo completamente “limpa”, isto é, sem nenhuma vegetação, viva ou morta. A estimativa pode ser feita visualmente, usando-se uma escala de 0-100, mas com intervalos percentuais mínimos de 5-10 unidades. Estimativas visuais nunca são muito precisas.

Todos os parâmetros mencionados — disponibilidade total de matéria seca, composição botânica baseada na contribuição para a produção total, análises de frequência e proporção de solo descoberto — podem ser estimados ao mesmo tempo, num só quadro, e diretamente anotados em gabaritos de perfuração prontos para análises computadorizadas (Fotografia 5.4).

### **O pacote botanal**

Na Austrália, Hargreaves e Kerr desenvolveram, em 1978, um pacote de computação, para fazer os cálculos implícitos na estimativa da produção da pastagem pelo método do “rendimento comparativo”, da composição botânica pelo DWR, da presença de todas as espécies pela aná-

lise de freqüência e da porcentagem de solo descoberto pelo método visual. Este programa de computação foi modificado pelo Departamento de Métodos Quantitativos da EMBRAPA e encontra-se agora disponível para utilização em grandes e microcomputadores.

A rotina de campo e a entrada dos dados no gabarito de perfuração só poderão ser realmente aprendidas quando o observador fizer todas as operações no campo. Uma descrição das técnicas de campo é feita a seguir e a publicação de Costa e Gardner (1984) também pode auxiliar. A descrição original da técnica, por Tothill e outros (1978), deve ser consultada.

## **Metodologia de campo para o botanal**

Os passos a serem seguidos no trabalho de campo, para a utilização do método BOTANAL, são os seguintes:

### *Estimativa da forragem disponível*

Deve-se caminhar por toda a área experimental, a fim de estabelecer a variação da disponibilidade de forragem. Isto é necessário para a correta seleção do mínimo (nº 1) e máximo (nº 5) de quadros-padrão. Manchas atípicas, por exemplo, numa pequena área não-representativa onde a forragem for muito alta, não devem ser usadas como nº 5, pois isto aumentaria a diferença entre os quadros-padrão. Se uma pequena área de capim-elefante aparecer na pastagem de gordura, porque o local é usado para fornecimento de capim-elefante picado, ela deverá ser ignorada quando da escolha do padrão nº 5.

Primeiramente, deve-se selecionar a área típica de baixa produção para ser o padrão nº 1. Não precisa ser uma área de solo descoberto, a menos que haja uma grande porcentagem de forragem. São marcados no chão dois quadros similares, um dos quais é cortado e a forragem verde pesada no campo. O segundo quadro é marcado com uma estaca e torna-se o padrão nº 1.

A altura de corte tem que ser escolhida antes de começar o trabalho. O mais simples é cortar rente ao solo toda

a forragem que está dentro da projeção vertical dos lados do quadro. Isto, contudo, pode incluir partes das plantas que sabidamente não são consumidas pelos animais, a não ser quando a taxa de lotação é elevada. Uma alternativa subjetiva seria cortar a uma altura tal que representasse a altura do pastejo.

Deve-se ter presente que o objetivo principal da descrição de uma pastagem, em termos de forragem disponível e composição botânica, é explicar a produtividade animal observada. Por isso, a quantidade de forragem estimada deve representar a forragem que o animal consumiria. Se a forragem for cortada rente ao solo e uma camada de material morto for incluída, será necessário incluir este material como componente da composição botânica. Somente serão consideradas as partes mortas da planta que ainda estiverem ligadas a ela. O material morto que se encontrar na superfície do solo deverá ser ignorado nesta avaliação. Assim procedendo, a quantidade de tecido de planta morta poderá ser calculada e esta informação usada para explicar a produtividade animal.

O segundo padrão a ser escolhido é o nº 5, que representará a quantidade máxima de pasto a ser encontrada. São marcados dois quadros similares e, tal como foi feito para o padrão nº 1, um deles é cortado e a forragem pesada, e o outro, marcado como padrão nº 5.

O terceiro padrão a ser selecionado será o nº 3, que terá uma disponibilidade de forragem intermediária entre os padrões nº 1 e nº 5. Se, por exemplo, o padrão nº 1 pesar 100 g, e

$$100 + 800$$

o nº 5, 800 g, o nº 3 terá que pesar \_\_\_\_\_ 450 g.

2

O problema agora é encontrar uma área (dentro dos limites do quadro) com a disponibilidade aproximada de 450 g. Isto é feito selecionando-se três quadros que teriam aproximadamente esta disponibilidade. Os observadores então decidem qual dos três quadros tem mais forragem, qual tem menos e qual é o intermediário. Os quadros que tiverem a maior e a menor quantidade de forragem são cortados e pesados, devendo dar a média aproximada do peso desejado de 450 g. O quadro intermediário é marcado como o padrão nº 3.

O mesmo processo é repetido para o padrão nº 4, que é intermediário entre o nº 3 e o nº 5, devendo pesar 625 g. Do mesmo modo se determina o padrão nº 2, intermediário entre o nº 1 e o nº 3, cujo peso deve ser 275 g.

Feita a seleção dos cinco padrões, estes devem ser bem estudados (examinados bem de perto) pelos observadores. Agora, os quadros são escolhidos aleatoriamente na pastagem, para fins de treinamento, cabendo aos observadores atribuir, numa escala contínua, valores de um a cinco para cada quadro. Os valores atribuídos são comparados entre os observadores, para ver a divergência. Quando os valores são diferentes, deve-se reestudar os padrões e incluir novos quadros na prática, repetindo o processo até que a diferença entre os observadores não seja superior a 0,2 na escala de um a cinco. Este trabalho talvez gaste uma hora e, nesse ponto, o treinamento e/ou período de calibração da vista terminam.

#### *Estimativa da composição botânica*

Tendo sido estimada a disponibilidade de forragem em cada quadro, o próximo passo é calcular a composição botânica, para que os resultados possam ser expressos em kg de matéria seca/ha para as principais espécies presentes na pastagem. Usando o método DWR, o observador somente terá que dizer qual a espécie dominante que está no primeiro lugar (70% da produção de matéria seca), qual no segundo lugar (20% da produção de matéria seca) e qual no terceiro lugar (10% da produção de matéria seca). Pode haver o empate de mais de uma espécie nas três colocações, o que dará várias combinações de taxas.

A estimativa visual da presença ou ausência de uma espécie (análise de freqüência) somente requer o treinamento para reconhecimento das espécies. Reconhecida a presença da espécie no quadro, faz-se a entrada de um código numérico alocado a cada espécie no espaço reservado no gabarito de perfuração.

#### *Estimativa da área de solo descoberto*

A estimativa da área de solo descoberto em cada quadro é feita numa escala de 0-100%. É uma estimativa rápida

e que requer pouco treino. A decisão, no caso, é sobre o que representa solo descoberto. Se houver áreas com cobertura morta (partes mortas das forragens destacadas de plantas vivas), elas devem ser consideradas como solo coberto. Se o quadro estiver completamente coberto por vegetação (viva ou morta), ser-lhe-á atribuído o valor zero. Se, por outro lado, estiver totalmente despido da cobertura vegetal, seu valor será de 100%.

### *Obtenção de dados no campo*

Logo que os observadores tiverem fixado na mente os valores representados pelos padrões nº 1 a nº 5 e chegado a consenso relativamente à estimativa da cobertura do solo e ao número de espécies a serem incluídas nas estimativas, poderão ter início as avaliações do experimento. A partir deste ponto cada observador trabalhará isoladamente.

Dependendo da complexidade da pastagem, serão avaliados de 50 a 100 quadros por piquete. Os locais de amostragem são selecionados através da caminhada ao longo de linhas imaginárias (transeções), que cobrem o piquete de maneira regular. Por exemplo: num piquete de forma retangular, conforme a Figura 5.1, quatro transeções podem ser traçadas com 13 metros entre si e sempre afastadas pelo menos 5 m das cercas. Isto daria um total de 760 m de transeções; se 100 quadros forem avaliados por piquete, teríamos um quadro a cada 7 m.

Se a amostragem for feita em mais de um dia, deve-se estudar os quadros-padrão antes de iniciar cada jornada de trabalho. Recomenda-se também fazer uma rápida revisão dos padrões depois da parada para o almoço. Se o piquete ou piquetes onde estão localizados os quadros-padrão forem pastejados, devem ser usadas gaiolas para proteger os padrões do pastejo.

### *Obtenção de curvas de regressão*

Ao terminar a amostragem de campo, serão marcados 15 quadros em um dos piquetes, cobrindo a variação de produção representada pelos cinco quadros-padrão. Cada

observador, individualmente, estimará a produção de forragem em cada um dos 15 quadros. A forragem nestes quadros será então cortada e levada para o laboratório, onde será rapidamente secada, durante a noite, à temperatura de 100 a 105°C. Os pesos secos obtidos serão usados para calcular a regressão linear para cada observador, usando a estimativa visual destes como a variável independente (x).

Não se recomenda que os observadores revisem os cinco quadros-padrão antes de estimarem a forragem disponível nestes 15 quadros, porque pode haver alterações na regressão individual de cada observador durante o trabalho de avaliação. Esta regressão é importante para ajustar corretamente as estimativas visuais feitas durante a amostragem.

Para obter uma boa correlação entre o corte e a estimativa visual da disponibilidade de forragem, os 15 quadros devem ser distribuídos de forma a originar três quadros com a disponibilidade aproximada de cada um dos cinco padrões.

### *Sumário da metodologia*

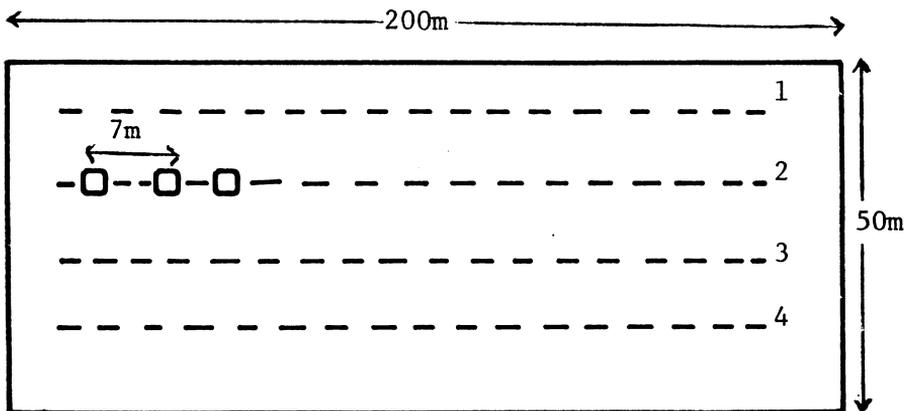
1. Caminhar por toda a área a fim de obter uma estimativa da variação na disponibilidade de forragem e do número de espécies a serem identificadas.
2. Selecionar os quadros-padrão na escala de um a cinco.
3. Continuar com a fase de treinamento conjunto, até que haja consenso de medida entre os observadores.
4. Amostrar a área experimental (avaliar 50-100 quadros por piquete).
5. Selecionar os locais para os 15 quadros que cobrirão a variação da disponibilidade de forragem nos padrões.
6. Fazer a estimativa visual individual dos 15 quadros.
7. Cortar a forragem nos 15 quadros, secar e pesar.
8. Calcular a regressão das estimativas visuais, para cada observador, e o peso seco dos 15 quadros. Este cálculo geralmente é feito por computador.
9. Repetir o processo descrito toda vez que o experimento for amostrado.

Para se dar uma idéia do tempo gasto numa análise de BOTANAL completa, um experimento de sete hectares em terreno inclinado, dividido em 16 piquetes, com quatro observadores, gastou 48 horas/homem para completar o trabalho de campo. Neste período um total de 960 quadros foi visualmente avaliado. O tempo requerido para a entrada dos dados das estimativas visuais nos gabaritos de perfuração foi em torno de um minuto por quadro. Esta técnica tem sido usada no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados e nos Centros Nacionais de Pesquisa de Gado de Leite e de Gado de Corte da EMBRAPA. Podem ser organizadas demonstrações, através de contatos com as chefias dos referidos Centros.

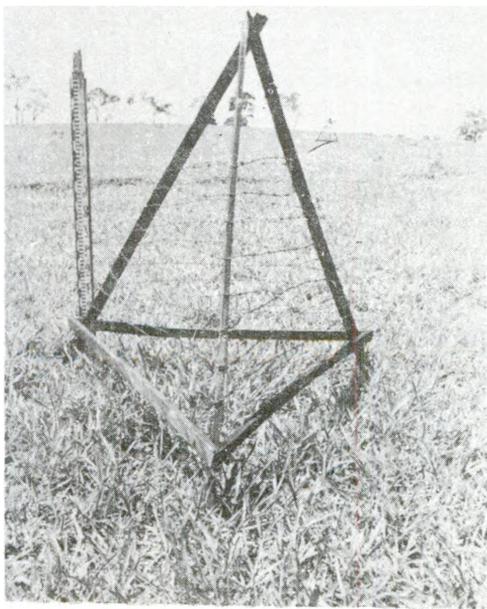
TABELA 5.1

Composição botânica (%) de pastagens estimadas primeiramente pelo corte e separação manual das amostras e, depois, pelo método de DWR modificado, no qual se incluem a classificação acumulada e o peso total da amostra (adaptado de Jones e Hargreaves, 1979)

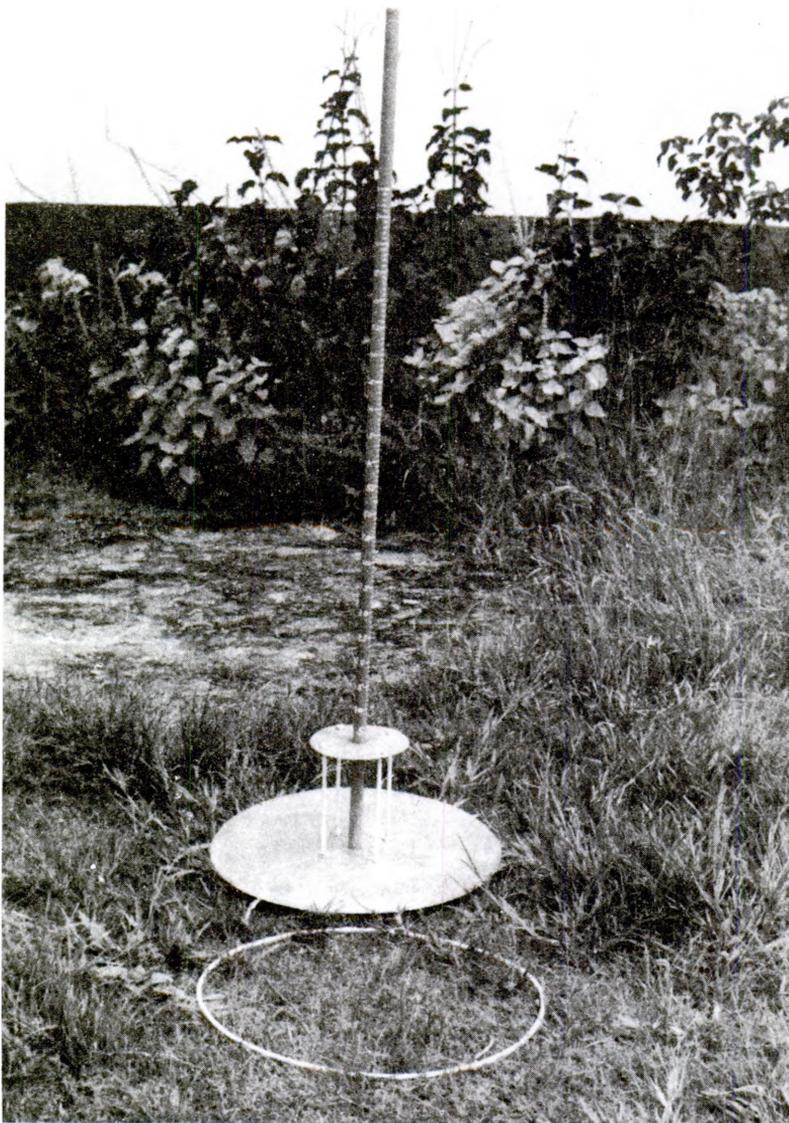
Método	<i>Trifolium subterraneum</i>	<i>Vulpia myuros</i>	<i>Cryptostemma calendula</i>	<i>Lolium rigidum</i>	Duas outras espécies	
PASTAGEM A (25 quadros)	Separação Manual	95,0	3,8	0,7	0,1	0,4
	DWR	90,8	7,8	0,9	0	0,5
PASTAGEM B (25 quadros)	Separação Manual	61,5	1,3	10,0	27,2	
	DWR	60,4	2,6	9,3	27,7	
PASTAGEM C (36 quadros)	Matéria morta					
	Separação Manual	81,4	9,8	6,3	1,7	0,8
	DWR	79,9	10,7	7,1	1,6	0,7
PASTAGEM D (30 quadros)	Gramíneas			<i>Stylosanthes humilis</i>		Invasores
	Separação Manual	82,3		14,8		2,9
	DWR	78,7		17,3		4,0



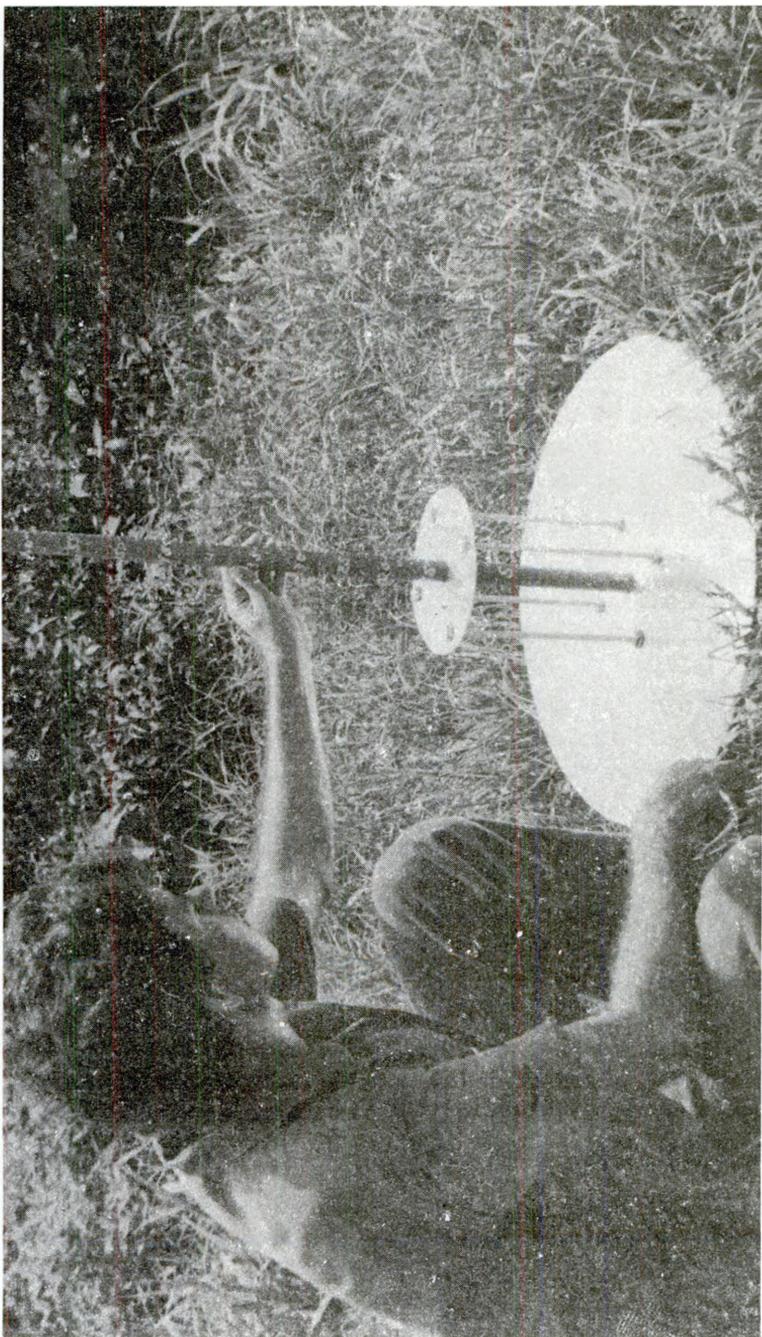
**Figura 5.1.** Um esquema para amostragem de um piquete experimental, usando 4 transeções e 7m entre amostras dentro de cada transeção.



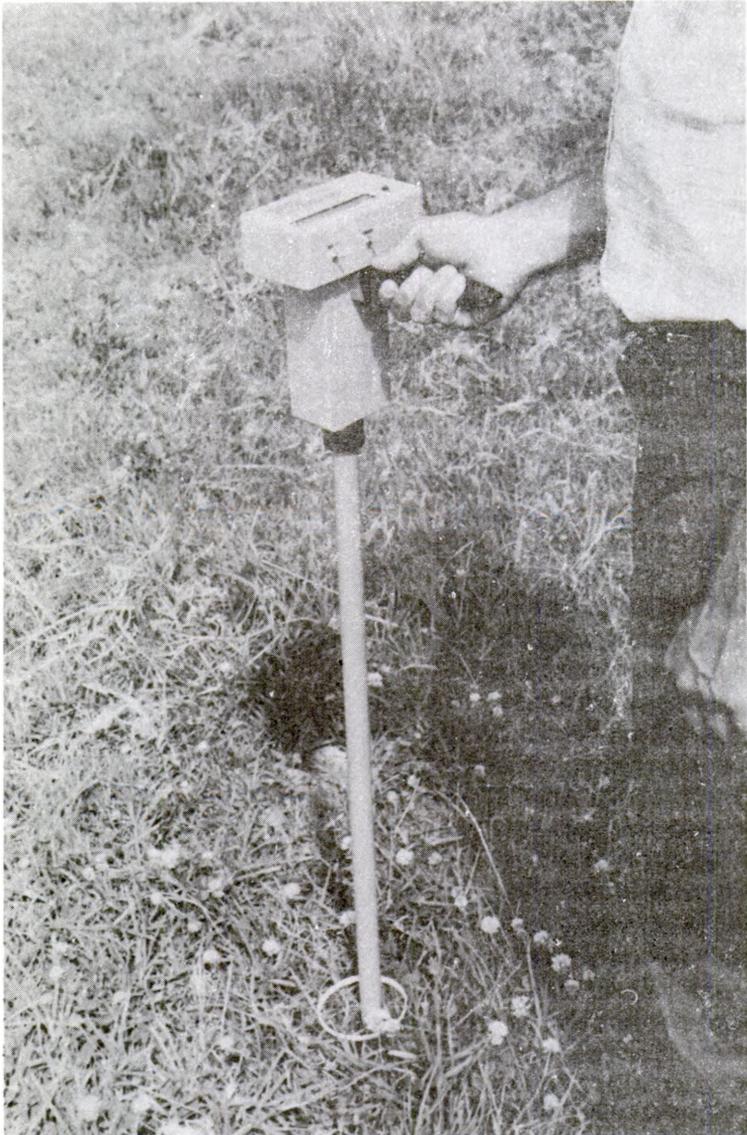
**Fotografia 5.1.** Uma gaiola em forma de tripé para proteger a área de pastejo. As barras da base da gaiola, que são opcionais, reforçam a estrutura. (Fotografia: CNPGC, Campo Grande, MS.)



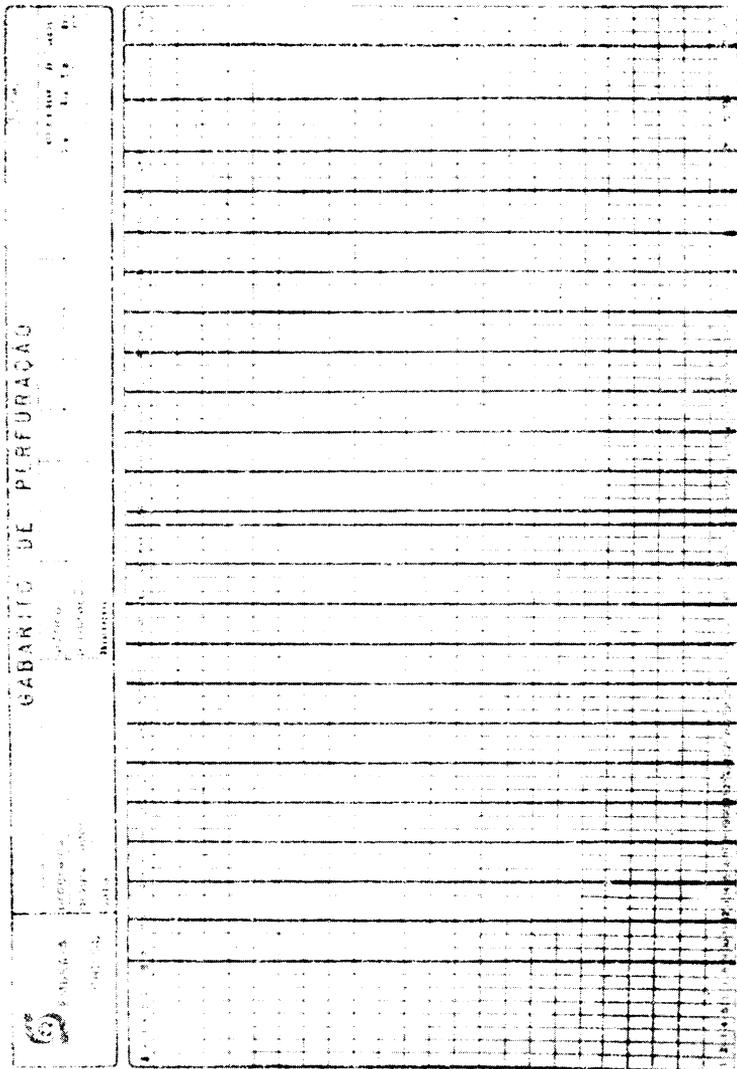
Fotografia 5.2. Um disco medidor ( $0,25m^2$ ) mostrando a vara para medir a altura do disco (em centímetros) e o círculo que marca a área a ser cortada para calibrar a altura do disco com a quantidade de forragem disponível. (Fotografia: Eduardo Castor, CNPGL.)



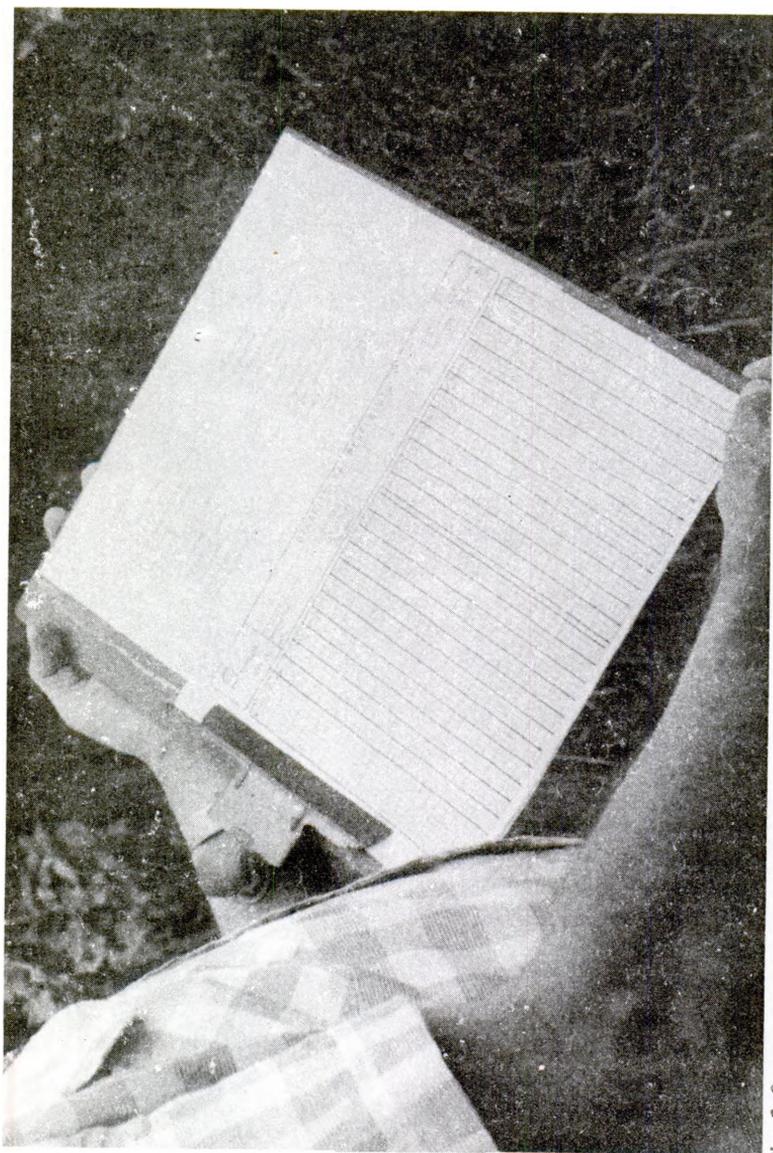
**Fotografia 5.3.** O disco medidor em uso. A altura do disco maior é tomada pela altura do disco menor, para facilitar a leitura. Quando o disco maior está sobre o solo, a leitura ao nível do disco menor é zero. (Fotografia: Eduardo Castor, CNPGL.)



**Fotografia 5.4.** Aparelho medidor eletrônico em uso numa pastagem temperada. O pequeno disco sobre a forragem marca a área que será cortada para calibrar o aparelho. (Fotografia: Estação Experimental de Lages, EMPASC, Lages, SC.)

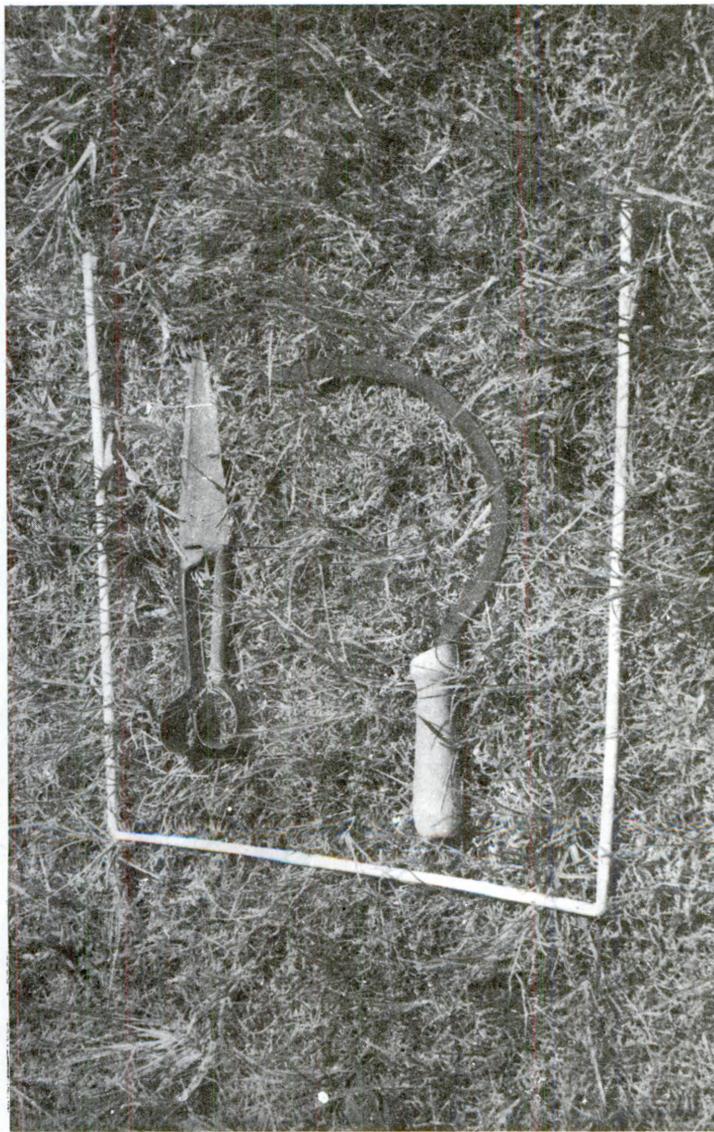


Fotografia 5.5. Gabarito de perfuração utilizado no campo para anotação direta dos dados. Este mesmo gabarito é enviado ao centro de computação, para os cálculos, evitando-se assim os erros de transferência de dados de um gabarito para outro. Cada linha do gabarito é utilizada para anotar as estimativas feitas em um quadro. Cada coluna é utilizada para anotação de uma variável específica. Isto pode variar de acordo com o programa de computação. (Fotografia: Eduardo Castor, CNPGL.)



Fotografia 5.6.

Prancheta aumentada (35x35cm) usada no campo para anotação de dados para a análise Botanal. Na parte superior estão registrados os códigos numéricos e nomes de cada espécie ou grupo de espécies a serem encontrados na área experimental. A parte inferior contém o gabarito de perfuração. Atrás da prancheta há um envelope de cartolina, onde são colocados os gabaritos a serem preenchidos, em cujo verso deve ser colado um mapa da área experimental contendo a identificação dos tratamentos e das repetições. (Fotografia: Eduardo Castor, CNPGL.)



**Fotografia 5.7.**

Quadro (50x50cm) usado para amostragem. Um dos lados é aberto para que o quadro possa entrar facilmente quando a forragem estiver alta. O quadro é construído de barras de ferro, medindo 6 a 8mm de diâmetro. Normalmente, são requeridos 15 quadros para análise Botanal. Dentro do quadro são mostrados dois instrumentos de corte: tesoura de tosquar e ceifadeira manual. O uso de cada um deles dependerá do tipo de forragem a ser amostrado. (Fotografia: Eduardo Castor, CNPGL.)



**Fotografia 5.8.** Conduzindo uma análise Botanal. A vara para medir altura, presa ao punho do observador, não interfere na anotação dos dados e permite a estimativa da altura média modal da forragem de cada quadro. A informação sobre a altura da forragem pode ser útil como guia do manejo de pastagens para fazendeiros (Fotografia: Eduardo Castor, CNPGL.)

# **Pesquisa e adoção de nova tecnologia**

## **Funções do pesquisador**

A lenta ou nenhuma adoção de tecnologia gerada pela pesquisa é um problema frustrante com que o pesquisador e o extensionista se defrontam há muitos anos. A culpa disto às vezes é atribuída ao produtor, acusado de não perceber os benefícios a serem obtidos do uso da tecnologia já disponível em boa quantidade. A questão continua aberta: mesmo quando a tecnologia provou ser economicamente benéfica, há relutância em aceitá-la. Pode, entretanto, não ser culpa do produtor o fato de uma tecnologia nova e aparentemente viável não ter sido adotada, uma vez que, como Byerlee e outros (1980) sucintamente reportaram: “se uma tecnologia for apropriada para os fazendeiros, por definição ela será adotada”. Pode ser que muitas das tecnologias geradas não lhes sejam apropriadas, em termos biológicos, econômicos e sociais.

Ao invés de criticar os fazendeiros, que põem em risco o próprio dinheiro quando adotam uma tecnologia recomendada, o pesquisador deveria pensar seriamente sobre a relevância dos seus resultados para os sistemas de produção

onde ele espera que os mesmos sejam utilizados. É bem possível a condução de um experimento interessante e tecnicamente correto, porém de pouca ou nenhuma aplicabilidade ao mundo real dos produtores comerciais. Ou, talvez, sejam requeridas pesquisas mais profundas antes de adquirir um valor prático.

Pode também acontecer que a forma em que são apresentados os resultados não seja compreensível para os produtores ou para os extensionistas que os assistem. Portanto, nem eles nem seus sistemas de produção podem se identificar com a nova tecnologia proposta. Os pesquisadores devem ter presente que os primeiros clientes para o seu produto (tecnologia melhorada) são os produtores. Se estes não entenderem claramente como ou onde utilizar a tecnologia, haverá pouca chance de que venham a fazê-lo.

Há sempre mais de um meio de conduzir um experimento e, como foi mostrado nos capítulos anteriores, nem sempre é fácil decidir sobre a técnica mais apropriada. Entretanto, deve-se lembrar que o primeiro objetivo da pesquisa aplicada é prover informações que auxiliarão o produtor nas suas decisões e, em consequência, a escolha dos tratamentos, o delineamento e o manejo dos experimentos deveriam tornar-se mais fáceis.

O produtor tem que tomar decisões diariamente. Por exemplo: qual o piquete a ser pastejado, qual a quantidade de fertilizante a ser aplicada, qual a área a ser colhida para conservação de forragem, quais as espécies forrageiras a serem plantadas, qual o nível de concentrados a ser utilizado? Estas decisões são tomadas às vezes com base em pouca ou nenhuma informação, além daquela obtida através da experiência pessoal do produtor. Qualquer informação que o pesquisador possa obter para melhorar estas decisões contribuirá positivamente para o desenvolvimento da produção animal de interesse. Deve-se considerar que se o produtor utilizar tal informação, é provável que ele a modifique ou a use parcialmente, de acordo com as circunstâncias. Isto é esperado, uma vez que os sistemas de produção são extremamente variáveis, e os resultados de um experimento controlado conduzido em um lugar não são aplicáveis em outro sem que sejam feitas modificações para cada situação.

Muitas vezes a tarefa de testar ou adotar resultados de pesquisa compatíveis com os sistemas comerciais é deixada

para o extensionista ou para o próprio fazendeiro. Neste caso, o retorno de informações à estação experimental dependerá do contato entre o pesquisador e o extensionista, que poderá ou não acontecer. Mesmo havendo essa estreita cooperação, a avaliação do impacto da nova tecnologia na fazenda de produção comercial e dos eventuais problemas que poderiam guiar as novas linhas de pesquisa deve ser feita pelo próprio pesquisador, embora, de preferência, de comum acordo com o extensionista. Em outras palavras, o trabalho dos pesquisadores não deve terminar com a publicação dos resultados numa revista científica, mas apenas quando ele vir como os seus resultados estão funcionando na prática. Naturalmente, é importante que um artigo científico seja publicado, para que outros pesquisadores possam se beneficiar do trabalho já feito. Isto, porém, não deve ser prioritário; um artigo popular, a nível do fazendeiro, poderá ser mais importante em termos de adoção da tecnologia.

· Pesquisa aplicada significa exatamente o que ela é, quer dizer, que os resultados sejam aplicados pelos fazendeiros e que, por conseguinte, o estudo dos problemas e a produção de informações sejam relevantes para os sistemas comerciais que se espera melhorar. Algumas vezes se argumenta que qualquer informação é útil. Isto é possível, porém, quando os recursos humanos, físicos e financeiros são escassos, o esforço da pesquisa deve ser canalizado para as prioridades identificadas. Alguns pesquisadores podem ficar ressentidos com essa restrição à sua "liberdade científica e iniciativa", mas sempre existe muito campo para iniciativas na solução de problemas práticos urgentes. Uma pequena parte de um programa de pesquisa aplicada, digamos 10%, também poderia ser dedicada a estudos inovativos. Os pesquisadores que não estão preparados para trabalhar dentro desta perspectiva deveriam desenvolver suas atividades numa universidade, onde a obtenção de conhecimentos como atividade final é um trabalho legítimo.

## **Conhecendo e entendendo o mercado**

O que foi dito torna óbvio que o pesquisador requer a descrição e classificação dos sistemas de produção em que

seus resultados serão aplicados. Não há nada de novo neste conceito; as indústrias fazem "pesquisa de mercado" durante muitos anos antes de lançarem um novo produto. O mesmo deveria fazer a pesquisa científica, para que seus produtos — isto é, novas tecnologias — sejam lançados com sucesso.

A descrição e o conhecimento de sistemas de produção podem ser obtidos de diversas formas, como reportam Byerlee e outros (1980) e Chudleigh (1982). Eles enfatizam que qualquer levantamento formal ou informal conduzido para obter uma descrição e classificação de sistemas deve considerar os aspectos econômicos e sociais, além dos de ordem biológica e física. A esta altura já seria possível entender por que os produtores fazem o que fazem. É muito importante chegar a esse nível de entendimento de um sistema de produção, já que os produtores têm às vezes razões muito válidas para justificar o que fazem. O pesquisador que espera introduzir alguma mudança em um sistema deve ser capaz de julgar o seu provável impacto no sistema como um todo e a possibilidade de que a mesma seja aceita. Caso contrário, pode tornar-se um cientista frustrado, incapaz de entender por que a magnífica e lucrativa tecnologia por ele desenvolvida não foi aceita ou o foi apenas por uma minoria de produtores.

Sendo improvável que uma estação experimental possa conduzir pesquisas para todos os tipos de produtores, há necessidade de selecionar fazendeiros como "alvo" da pesquisa. Esta seleção dependerá da política governamental e pode ser direcionada para: a) melhorar o padrão de vida de pequenos fazendeiros; b) aumentar rapidamente a produção agrícola; ou c) solucionar problemas implícitos na extensão da fronteira agrícola. Pode-se imaginar que tipos de pesquisa muito diferentes sejam requeridos para cada situação.

Tendo apenas os aspectos de tipo de fazendeiro e de sistema produtivo bem definidos, o pesquisador já pode tomar decisões objetivas sobre as prioridades da pesquisa. Entretanto, mesmo que as prioridades estejam claras, ainda há certas decisões a serem tomadas, tais como a da técnica experimental e a do delineamento e manejo que produzirão o máximo de informações não-tendenciosas, destinadas a

assistir o fazendeiro na sua tomada de decisão. Considerações sobre este ponto serão feitas a seguir.

## Relevância dos resultados

A aplicabilidade de resultados da pesquisa a condições reais de manejo é de suma importância para que informações corretas e utilizáveis sejam obtidas. Os perigos de se extrapolarem resultados obtidos sob corte para uma situação de pastejo já foram mencionados no Capítulo III. Entretanto, outros exemplos serão apresentados para enfatizar a importância deste assunto. Allden (1969) disse: "... a maioria dos dados agronômicos de que dispomos sobre crescimento de plantas e uso de fertilizante não possui significado no contexto de um sistema solo-planta-animal altamente eficiente. Estudos sobre crescimento de plantas baseados em cortes não-freqüentes e realizados em intervalos arbitrariamente escolhidos não têm nenhuma relação com situações que predominam na utilização de pastagens em altos níveis."

A Figura 6.1 mostra alguns resultados que apóiam fortemente essa declaração de Allden. Nota-se que o efeito principal dos dois manejos foi criar duas pastagens com características físicas muito diferentes: a pastejada possui muito mais perfilhos por unidade de área do que a cortada. Isto significa que com o corte se criou uma pastagem mais aberta, menos resistente ao pisoteio e mais suscetível à erosão. Além disso, as proporções relativas dos cultivares componentes se modificaram com o manejo imposto. Como estes cultivares têm ciclos de crescimento diferentes, a distribuição sazonal da produção de forragem também foi afetada.

Se os cortes, principalmente de consorciações, não oferecem uma boa estimativa do que poderia ocorrer sob o regime de pastejo, qual seria o efeito do corte de uma pastagem e fornecimento da forragem a animais estabulados comparado ao da utilização da mesma pastagem com animais em pastejo? Os resultados da Figura 6.2, tomados do trabalho de Broster e outros (1963), mostram que avaliações assim feitas não refletirão a situação do pastejo. A

pastagem utilizada constou de uma mistura de *Lolium perenne* e *Festuca pratense*, as quais são gramíneas de alta qualidade, com apenas pequenas diferenças entre o valor nutritivo do talo e da folha. Os animais estabulados foram alimentados *ad libitum*; os mantidos na pastagem estavam sob uma baixa pressão de pastejo, para permitir-lhes a seleção de partes das plantas.

Muitos outros exemplos poderiam ser dados para confirmar a controvérsia a respeito de que os resultados de parcelas cortadas são pouco relevantes para o pastejo, exceto no caso do pastejo em faixas, em que os animais são introduzidos numa nova faixa a cada dia e são colocadas cercas para proteger as faixas já pastejadas contra a desfolhação da rebrota.

É importante não só utilizar o método de desfolhação correto, quando se deseja obter resultados extrapoláveis, como também o animal apropriado. Ninguém tentaria extrapolar os efeitos do pastejo com ovinos para o pastejo com bovinos, embora não se desconheça a existência de experimentos com bovinos e com ovinos, conduzidos separadamente, numa região onde perto de 100% dos produtores pastejam estes animais em conjunto. Mostrou-se que considerável interação pode ocorrer, dependendo de os bovinos ou ovinos pastejarem juntos ou separados (Bennett e outros, 1970). Assim sendo, é difícil conceber como os resultados obtidos de experimentos que mantêm essas espécies animais separadas podem assistir os produtores que habitualmente os mantêm juntos. Sem dúvida é mais fácil conduzir experimentos com apenas uma espécie animal, porém, a que custo real?

Não é só importante usar a espécie animal correta, mas também usar animais em um estado fisiológico relevante. Os dados da Tabela 6.1 mostram como a ingestão de forragem varia consideravelmente, dependendo das condições fisiológicas. Isto poderia ser importante, a altas taxas de lotação, se os animais fossem vacas secas e a extrapolação fosse para vacas em lactação. O consumo mais alto, por parte das vacas em lactação, poderia causar superpastejo e o fracasso do sistema. Deve-se atentar, na hora de fazer recomendações, para a existência de diferenças entre os animais para fins comerciais e os do experimento.

Quando o experimento é conduzido para testar a eficiência de determinado produto no controle de parasitas internos, é comum descobrir que (para evitar diferenças em pastagens) ambos os grupos, tratados e não tratados, pastejam juntos. Se os resultados deste tipo de experimento se destinam a ajudar o fazendeiro a tomar melhores decisões de manejo, pergunta-se: que produtores tratariam metade dos animais e depois os pastejariam junto com os não tratados? Se a resposta for "nenhum", questionam-se a legitimidade e o valor do experimento. A reinfecção dos animais pode ocorrer, dando um resultado não aplicável aos sistemas reais.

Argumenta-se que, se houvesse vantagem quando ambos os grupos pastejem juntos, a diferença seria maior se eles estivessem separados. Isto pode ser verdadeiro, porém o que aconteceria se não aparecesse nenhuma diferença? Está certo elas não aparecerem se os dois grupos estiverem separados? Outro ponto seria a avaliação do uso de anti-helmínticos em termos econômicos, para a qual é necessária uma estimativa da resposta sob condições reais e não sob condições experimentais que de forma alguma refletem a realidade. A conclusão será que os animais tratados de forma diferente devem ter piquetes separados e, como a variação entre piquetes pode ser muito alta, serão necessárias repetições de campo. Uma estimativa desta variação foi feita por McKinney e outros (1978).

O trabalho de Chacon e Stobbs (1976) mostrou que as técnicas de manejo que aumentassem a presença de folhas de pastagens tropicais também aumentariam a acessibilidade às folhas para o animal em pastejo. Uma vez que a pesquisa de Stobbs (1973a) e Chacon e Stobbs (1976) mostrou que quanto maior a proporção de folhas maior o consumo pelo animal, infere-se que a pesquisa, além de permitir um melhor entendimento dos fatores que afetam o consumo pelo animal, também forneceu um guia para o manejo de pastagens. Entretanto, até que Davison e outros (1981) decidissem testar estes achados em um experimento de produção animal, a relevância real dos resultados para as decisões de manejo de pastagem não foi estimada.

Davison e outros (1981) conduziram seu experimento em duas pastagens distintas: *Panicum maximum* e *Brachiaria*

*decumbens*. Os manejos experimentais objetivavam reduzir a quantidade de forragem não consumida e muita madura e, portanto, produzir uma pastagem com maior proporção de folhas, através de rebaixamento e de uma taxa de lotação variável. Decisões sobre quando rebaixar e quando modificar a taxa de lotação eram tomadas semanalmente, por um grupo de 12 especialistas em manejo de pastagens e animais. O tratamento controle era o pastejo contínuo, a uma taxa de lotação fixa, sem rebaixamento. Para avaliar os tratamentos foram utilizadas vacas holandesas em lactação.

Os resultados quanto ao leite produzido por vaca são mostrados na Figura 6.3. As produções de leite são relacionadas com o tratamento controle de pastejo contínuo. Como se pode notar, nenhum benefício foi obtido com o rebaixamento da pastagem ou o controle da taxa de lotação. Toda vez que as pastagens eram rebaixadas ou mais vacas introduzidas, a produção de leite por vaca caía. A explicação para isto é mostrada na Figura 6.4, onde as produções de matéria seca das folhas dos três manejos são apresentadas. O que aconteceu foi que, ao se tentar aumentar a proporção de folhas, a produção total e a produção de folhas diminuíram. Esta redução na disponibilidade de forragem resultou em menos leite por vaca.

Um segundo experimento, conduzido pelo mesmo grupo de pesquisadores com objetivos iguais aos do primeiro, mostrou que o pastejo rotativo ou este combinado com o rebaixamento não foram melhores que o manejo simples de pastejo contínuo. A conclusão a que se chegou foi que os produtores deveriam "... basear suas decisões sobre manejo de pastagens de acordo com a disponibilidade total de forragem, em vez de qualquer componente percentual da disponibilidade total". Este exemplo enfatiza a necessidade de testar resultados isolados sob condições controladas, no contexto de um sistema de produção, de forma que sua aplicabilidade possa ser comprovada.

As diferenças no tamanho físico de um experimento de pastejo poderiam causar problemas quando os resultados fossem extrapolados para uma empresa comercial de grandes dimensões. Efeitos de manejo comparados em piquetes de um a dois hectares podem não ser os mesmos quando os animais pastejam piquetes grandes. Há sempre a ten-

dência de o pastejo se concentrar próximo aos bebedouros; a pastagem nesta área pode se tornar superpastejada, ficando o resto da área subpastejada. A transferência de fertilidade devido a hábitos de pastejo de ovinos, descoberta por Hilder (1966), embora não evidente em pequenas áreas, também poderá ser muito importante na prática. Morley (1968) mostrou as vantagens de um sistema de pastejo rotativo, quando apenas dez animais passam de piquete para piquete, e os sérios problemas que podem ocorrer quando mil animais são transferidos. O pesquisador deve estar alerta para a ocorrência de tais problemas de escala. Conforme se sugerirá, muitos dos resultados experimentais devem ser objeto de teste em escala de fazendas, antes que quaisquer recomendações sejam feitas.

### **Seleção da fronteira do subsistema**

A pesquisa disciplinar clássica se preocupa com o isolamento dos fatores que estão afetando o resultado final de alguns processos. Isto é conhecido como pesquisa de componentes, em que cada componente de um sistema ou subsistema é isolado e estudado e conclusões são tiradas a respeito do seu funcionamento dentro do sistema ou subsistema completo. Cada vez mais se evidencia o fato de que o estudo de componentes de um sistema não conduzirá, necessariamente, ao entendimento do desempenho do sistema quando os componentes tiverem que funcionar juntos. Este talvez seja o primeiro conceito a se levar em conta quando da tentativa de solucionar problemas que envolvem sistemas complexos como o são as fazendas de produção animal.

A necessidade de ter presente o meio ambiente da fazenda de produção comercial, quando do planejamento de experimentos, foi bem colocada por Brougham (1970). Ele escreveu: "O problema é que muitos trabalhos de pesquisa são realizados com componentes isolados dos sistemas completos, ou dentro de limites definidos de maneira arbitrária, e são conscientemente concebidos para que o fator ou fatores em estudo possam ser facilmente separados. Tais estudos certamente são essenciais para o melhor entendimento de determinada faceta do complexo solo-planta-animal. Entre-

tanto, uma vez obtido o resultado, poucos esforços são feitos no sentido de relacioná-lo ou a oportunidade da sua aplicação em uma situação prática, onde interações podem frequentemente modificar ou até mesmo contrariar um resultado de pesquisa obtido sob condições mais controladas”.

O problema para o pesquisador é saber onde delimitar a sua pesquisa de componentes, a fim de evitar interações não esperadas ou talvez indesejáveis, quando o componente ou o subsistema em estudo retornar ao sistema completo. Como Morley e Spedding (1968) evidenciaram: “Se apenas foram estudados componentes de sistemas, o pesquisador deve apresentar argumentos convincentes, preferivelmente evidências, de que escolheu uma parte suficientemente independente do sistema, de forma que suas conclusões não se invalidem pelas interações com as outras partes que ele não estudou”.

Alguns exemplos simples ilustrarão o tipo de erro que pode ser cometido. Suponhamos que um experimento tenha sido planejado para estudar o uso de suplementos para animais em engorda durante o período crítico de outono-inverno. Usando quatro níveis de suplementação, conforme a Figura 6.5, é possível traçar uma curva de resposta e proceder a uma análise econômica. Entretanto, quando o melhor nível econômico estimado no experimento no subsistema “outono-inverno” fosse utilizado no sistema completo (ano inteiro), o crescimento compensatório durante a primavera-verão poderia indicar que um nível mais baixo ou nenhuma suplementação seria a melhor opção.

Pode acontecer que se deseje estudar o impacto de uma nova pastagem na produtividade de um sistema sazonal de produção de leite desenvolvido ao longo dos anos em outro tipo de pastagem. Os resultados do experimento podem mostrar que a nova pastagem tem a capacidade de crescer sob temperaturas mais baixas do que as habituais, conforme a Figura 6.6. Entretanto, este crescimento fora da estação pode não afetar a produtividade do sistema completo, a não ser que o período de parição de pelo menos algumas vacas mude do tradicional, escolhido para tirar vantagem do crescimento que ocorre na primavera e no verão, no tocante à produção de leite sazonal. Sem uma modificação no período de parição, o valor real da nova pastagem não poderá ser

estimado. Somente um outro experimento, incluindo o período de parição, permitirá que se avalie devidamente a pastagem. Tal fato pode servir de exemplo da não-consideração do sistema real em que a informação deverá ser utilizada. Mesmo quando a nova pastagem é corretamente avaliada, pode haver restrições sociais dificultando sua adoção. Apenas um conhecimento profundo das condições bioeconômicas e sociais poderá explicar a adoção ou não da nova tecnologia.

Um manejo comum é a conservação de forragem como feno para uso durante o período crítico do ano. Se este feno for comprado e trazido para o sistema, não haverá problemas na avaliação bioeconômica do seu efeito. Entretanto, se ele for produzido dentro de um sistema, será necessário considerar a área de pastagem total e não apenas a área na qual o feno foi produzido. Isto equivale dizer que o limite do subsistema deve ser ampliado para incluir uma área que não será utilizada para a produção de feno. Se isto não for feito, haverá possibilidade de que as recomendações sejam errôneas. O trabalho de Hutchinson (1966) dá uma boa ilustração do problema. Neste experimento o pastejo contínuo foi comparado ao pastejo contínuo com metade da área fechada para fenação, durante seis semanas, na primavera. Em cada sistema foram usadas três taxas de lotação. Os resultados, medidos em termos de quantidade de lã produzida, são apresentados na Tabela 6.2, que mostra a pequena variação entre as repetições dos tratamentos.

A interação importante entre taxa de lotação e sistema de manejo é óbvia e pode ser explicada como se segue: quando a taxa de lotação foi baixa (10 carneiros por hectare), a quantidade de forragem disponível sob pastejo contínuo foi suficiente para atender aos requisitos nutricionais dos animais, mesmo durante os períodos de carência. Não houve, portanto, nenhuma vantagem na conservação da forragem. Quando a taxa de lotação foi aumentada para 20 animais/ha, considerável benefício foi obtido graças à conservação, uma vez que, neste caso, a quantidade de forragem disponível durante os períodos de carência, sob pastejo contínuo, não foi suficiente para as necessidades dos animais. Os animais que foram alimentados com feno não sofreram essa deficiência e produziram mais lã.

No terceiro caso, quando a taxa de lotação foi aumentada para 30 animais/ha, a vantagem mostrada pela conservação à taxa de lotação de 20 animais/ha quase que completamente reverteu. Isto se explica pelo fato de que, quando a metade da área foi fechada para fenação, a taxa de lotação na outra metade automaticamente dobrou para 60 animais/ha, resultando em um superpastejo durante as seis semanas em que a outra metade esteve fechada para fenação e reduzindo, conseqüentemente, a produção animal. Esta perda de produção não foi recuperada durante o período em que os animais se alimentaram com feno. O gráfico da Figura 6.7 ilustra estes pontos.

Há, obviamente, forte interação entre taxa de lotação e área para conservação. Isto deveria ser levado em conta ao se planejar um experimento, uma vez que a recomendação para fenação não seria sempre a correta.

### **Controle de variáveis não-experimentais**

Em qualquer experimento, há sempre variáveis experimentais que representam os tratamentos (suplementos, níveis de alimentação, manejos, etc.), cujos efeitos devem ser estimados. Entretanto, além dessas variáveis experimentais, há outras, de ordem não-experimental, que servirão de base ao experimento e, portanto, poderão influir na relevância ou na aplicabilidade dos resultados. Isto porque tais variáveis representam o sistema em que os resultados da pesquisa de componentes devem ser aplicados. Se o sistema real (ou concebido) não estiver representado por essas variáveis não-experimentais, então, como já foi discutido, há o risco da ocorrência de interações imprevistas quando as recomendações são utilizadas em sistemas completos.

Por exemplo, um experimento poderia ser planejado para estimar o efeito de um suplemento à base de grãos na produção de leite de vacas em pastejo. As variáveis experimentais seriam os níveis de suplementação e as taxas de lotação, uma vez que se sabe haver uma interação muito forte entre estes dois fatores. As variáveis não-experimentais poderiam ser: a) tipo de pastagem; b) nível de fertilizantes em uso; c) método de pastejo; d) raça das vacas; e) número de

ordenhas diárias, e f) cuidados sanitários. Várias outras podem ser acrescentadas a esta lista, devendo o pesquisador ter o cuidado de levá-las em consideração quando planejar seus experimentos.

Como um exemplo real, pode-se citar um experimento conduzido no CNPGL, no qual foram comparados 32 cultivares de capim-elefante, sob um manejo de corte em que as plantas eram desfolhadas aproximadamente a cada 7-9 semanas. Neste caso, a variável experimental eram os cultivares, e as variáveis não-experimentais, a frequência de corte. Esta frequência foi escolhida em função de experimentos prévios sobre altura e frequência de corte, os quais indicaram ser este o melhor manejo para altas produções associadas com uma qualidade razoável.

Os resultados desse experimento mostraram que certos cultivares eram mais produtivos que outros, e esta informação foi liberada. Entretanto, descobriu-se que a maioria dos fazendeiros da região estava plantando um cultivar que não se incluía entre aqueles mais produtivos, de acordo com o experimento. Este é um caso que mostra claramente a não-adoção da tecnologia gerada pela pesquisa. Não se pode determinar quem estava certo, porque o sistema de manejo dos produtores (variável/não-experimental) permitia à gramínea um crescimento contínuo durante a estação chuvosa, para uso como reserva de forragem durante a estação seca. É possível, portanto, que o cultivar plantado pelos produtores nos moldes do seu sistema de manejo fosse superior aos cultivares selecionados sob o sistema de manejo da estação experimental.

Poderia haver argumentos a respeito de o sistema de manejo dos produtores ser ruim e resultar numa forragem de péssima qualidade, devendo, portanto, ser modificado. A questão seria: quantos produtores estariam preparados para a mudança? Provavelmente muito poucos, uma vez que o manejo tradicional tem, indubitavelmente, uma razão de ordem sócio-econômica muito boa como apoio. Portanto, para esses fazendeiros tradicionais (que formavam a maioria da população) serem assistidos na sua tomada de decisões, a comparação de cultivares deve ser feita com a utilização do próprio manejo deles.

Para gerar informações visando à formulação de sistemas mais produtivos e à assistência aos fazendeiros inovadores, um manejo ótimo de cortes poderia ser incluído como outra variável experimental. Esta estratégia melhoraria substancialmente a utilidade dos resultados, da qual já se tem experiência.

Pode haver casos em que a estrita adesão ao manejo de fazendas de produção comercial não seja a melhor estratégia. Se, por exemplo, um fertilizante importado for tão dispendioso que a maioria dos fazendeiros não possa adquiri-lo, um experimento mostrando o potencial deste fertilizante para aumentar a produção de leite pode ser usado para influenciar a política agrícola do País. Uma indústria nacional poderia ser implantada ou um subsídio dado ao uso deste fertilizante. Tal caso seria uma exceção à regra, se o primeiro cliente dos resultados da pesquisa aplicada for o fazendeiro comercial. Todavia, os políticos, à semelhança dos fazendeiros, necessitam de informações objetivamente obtidas para ajudá-los na tomada de decisões.

## **Interpretação econômica correta**

As recomendações sobre manejo feitas aos produtores devem basear-se na estimativa econômica do impacto do manejo no sistema completo. Pode parecer desnecessário mencionar a necessidade de se fazer a interpretação correta dos resultados, porém a evidência disponível sugere que avaliações incorretas às vezes são feitas. Jacobs (1974) apresentou um bom estudo, com exemplos, sobre este tópico.

Um erro óbvio, comumente cometido, é o uso do preço médio anual de venda de novilhos gordos, ao invés do preço real do momento em que o animal está pronto para o abate. A avaliação econômica de manejos experimentais pode ser consideravelmente modificada pelo preço utilizado para os cálculos. O efeito da quota de leite sazonal no preço recebido pelos produtores também deve ser levado em consideração.

Além do preço correto da estação, é igualmente necessário usar o preço relevante para o animal que está sendo vendido. Por exemplo, Melo (1977) conduziu um experimento

para comparar doses estratégicas de anti-helmínticos. Seus resultados mostraram uma vantagem de 15 kg de peso vivo para a dosagem estratégica, comparada com a tradicional. Foram utilizados bezerras desmamadas, com peso inicial de 160 kg e um peso final, após um ano, de aproximadamente 220-230 kg.

A análise econômica dos resultados baseou-se no preço do novilho gordo, sendo os 15 kg de vantagem multiplicados por este preço. A conclusão tirada foi a de que a dosagem estratégica era biológica e economicamente desejável. Sem considerar que os animais de todos os tratamentos pastejaram o mesmo piquete, o uso do preço pago por novilhos gordos para animais pesando cerca de 230 kg foi um procedimento errado. Em Mato Grosso do Sul, os animais com este peso e idade são vendidos pela aparência, e o preço é pago por cabeça. A diferença de 15 kg entre animais dificilmente seria notada a olho nu e, portanto, não influiria no preço. A conclusão tirada deste experimento estaria, pois, incorreta.

A necessidade de se considerar a aplicação prática dos resultados, quando do planejamento dos experimentos, foi enfatizada. Há momentos, porém, em que o pesquisador, ao fazer uma recomendação prática, deve ignorar a rotina geralmente observada, como, por exemplo, no caso da determinação da quantidade ótima de fósforo a ser aplicada. Os pesquisadores às vezes empregam níveis de zero, 20, 40 e 60 kg  $P_2O_5$ /ha em um experimento e, quando são questionados sobre a razão de níveis máis altos não serem utilizados, declaram que nenhum fazendeiro utilizaria mais do que 60 kg/ha. Entretanto, para calcular o nível econômico ótimo a ser aplicado (e isto poderia ser zero kg/ha) é necessário saber: a) a produção sem fósforo; b) a produção quando o fósforo não é limitante; c) o traçado da curva de resposta; e d) o valor residual do fósforo aplicado e, certamente, os preços relativos do fertilizante e do produto a ser vendido.

Para certificar o alcance do nível em que o fósforo não é limitante, dois pontos da curva de resposta devem estar no alto da mesma. Uma vez que o traçado da curva é de grande importância, pelo menos quatro pontos seriam necessários

para defini-la de forma adequada. Isto é ilustrado na Figura 6.8.

Pode acontecer que a curva não se nivele até que 500 kg  $P_2O_5$ /ha sejam aplicados. Com efeito, se este nível for necessário para determinar o ponto que não dará resposta, então ele deve ser aplicado. Uma análise econômica pode certamente ser feita, mesmo se apenas dois níveis de fósforo (ou do fertilizante) forem usados. As recomendações, porém, ficariam restritas aos dois níveis testados e a nenhum outro mais. Nenhuma função de resposta poderia ser desenvolvida.

Os economistas estão sempre solicitando a agrônomos ou nutricionistas dados que permitam o cálculo de curvas ou superfícies de resposta. Não só esta solicitação é perfeitamente válida, como todos os esforços devem ser feitos no sentido de se obter esse tipo de dado. De modo geral, é mais útil ter mais níveis de tratamentos experimentais e um mínimo de repetições. Afinal, a análise de variância não ajuda muito na formulação de recomendações aos fazendeiros (Perrin e outros, 1979).

## O estudo de sistemas completos

Uma vez que os experimentos sobre componentes de sistemas devem ser feitos e interpretados com grande cuidado, a fim de assegurar que os resultados obtidos sejam válidos quando usados no sistema como um todo, quais são as possibilidades de se fazer pesquisa com sistemas completos? Tal possibilidade de fato existe e são várias as alternativas disponíveis para o pesquisador. Estas alternativas serão discutidas a seguir.

*Sistemas físicos:* É bem possível o desenvolvimento de uma série de sistemas físicos (ou modelos) dentro de uma estação experimental, para estudo das diferentes combinações de fatores de produção. Estes sistemas devem ser suficientemente grandes para simular condições práticas das fazendas. Tal estratégia pode ser extremamente útil para detectar as melhores combinações de fatores, porém como lhe falta flexibilidade, apenas um pequeno número de sistemas pode ser comparado. A falta de flexibilidade surge porque um

sistema deve ser conduzido por muitos anos, antes que conclusões razoáveis sejam tiradas. Em outras palavras, uma vez que o pesquisador tenha o seu sistema, ele ficará preso ao mesmo por longo tempo. Isto não é necessariamente ruim, porém significa que uma boa dose de reflexão e de análises bioeconômicas seria necessária, antes da escolha deste método dispendioso.

Iniciando seu trabalho nos Llanos Colombianos, o CIAT e o IICA estabeleceram nove pequenos sistemas físicos, para estudo do manejo de pastagens nativas e do impacto da introdução de *Melinis minutiflora*. Isto proporcionou informações interessantes, as quais orientaram a pesquisa subsequente (Centro, 1978). Naturalmente, o número de sistemas que poderiam ser instalados seria limitado pelas restrições físicas e financeiras, o que reforça a necessidade de serem escolhidos apenas os fatores de produção mais importantes para comparação.

Também é necessário que se tenha cuidado na interpretação de resultados obtidos nas estações experimentais. Devido ao reduzido tamanho das "fazendas" ou parcelas experimentais, todas as operações podem ser efetuadas a um só tempo e na ocasião certa, uma vez que a mão-de-obra e as máquinas estão sempre disponíveis. Os animais também recebem atenção quase individual e a assistência veterinária está sempre próxima. Se alguns animais são considerados inadequados para trabalhos experimentais, eles são automaticamente substituídos. O resultado disto é que às vezes as produções obtidas nas estações experimentais são maiores do que as obtidas nas fazendas de produção comercial. A Tabela 6.3 dá exemplos deste caso, para alguns produtos e países.

Recomendações bioeconômicas baseadas em resultados de fazendas experimentais podem exagerar sobremaneira a produção a nível de fazenda e levar a indicações errôneas. Se as informações acerca do impacto de determinado fator de manejo forem fornecidas a um departamento do Governo, decisões lamentáveis poderão resultar.

Entretanto, mesmo com essas restrições, ainda haveria lugar para o estudo de sistemas completos em estações experimentais, de maneira que as melhores combinações pu-

dessem ser identificadas para teste nas fazendas e a validação de modelos matemáticos. Estes pontos serão discutidos mais adiante.

*Unidades de demonstração:* Por definição, demonstração é a exibição e explicação de resultados já provados e tidos como corretos. Como tal, uma unidade de demonstração não é uma ferramenta de pesquisa e, portanto, não cabe nesta análise. Todavia, considerando-se que tais unidades são às vezes implantadas em estações experimentais, sua utilidade como meio de trabalhar com sistemas completos deve ser levada em conta.

Algumas das críticas feitas aos sistemas ou modelos físicos também se aplicam às unidades de demonstração, no sentido de que elas não são flexíveis nem podem ser modificadas por vários anos. Visto que apenas uma combinação de fatores de produção pode ser utilizada, não é possível fazer nenhuma comparação. No caso de uma comparação com a média regional ser feita, o nível de produção na unidade de demonstração provavelmente será maior.

Uma unidade de demonstração mostra apenas o resultado final dos fatores que compõem o sistema. Nenhuma avaliação da importância relativa destes fatores pode ser feita. O fazendeiro deve, portanto, aceitar o "pacote" completo, caso espere conseguir o mesmo resultado. Ele, porém, jamais modificará completamente o seu sistema de produção para introduzir outro melhor que tenha visto numa estação experimental, a menos que o fator risco não seja muito alto. Ele poderá introduzir um ou dois tipos de manejo, mas somente sua intuição prática lhe dirá quais os mais importantes. Apesar destas restrições, a unidade de demonstração é útil para fins de extensão, considerando-se que ela pode agir como estímulo para um pensamento inovador.

As vezes se reivindica a ajuda de uma unidade de demonstração na identificação de prioridades de pesquisa. Isto pode ser verdade, porém os problemas identificados para a pesquisa se referem a esta unidade e não necessariamente à maioria dos fazendeiros da região. A demonstração é necessária, mas será a estação experimental o melhor lugar para fazê-la?

**Modelos matemáticos:** Com o advento do computador, tornou-se possível o uso de modelos matemáticos de sistemas de produção. Estes modelos, que podem variar em complexidade, desde um pequeno programa linear até um grande modelo matemático governado por leis de probabilidade, são bons apenas quando as informações utilizadas para construí-los são corretas. Entretanto, numa estação experimental eles devem representar a melhor informação disponível para o grupo de pesquisadores.

Em contraposição aos modelos físicos, os modelos matemáticos são extremamente flexíveis e permitem o teste de fatores de produção em vários níveis, pela simples modificação dos valores no modelo. É possível, por exemplo, variar os preços do leite e dos concentrados, para determinar o uso econômico da suplementação em circunstâncias diversas. Os modelos de simulação podem ser utilizados para identificar os sistemas mais econômicos ou eficientes para teste em modelos físicos. Recomendações que se baseiam apenas em resultados de modelos matemáticos devem ser feitas com cuidado e ser, realmente, validadas no campo.

Havendo facilidades e pessoal treinado, não há dúvida de que os modelos matemáticos podem ser de grande ajuda para o pesquisador. Ele pode, por exemplo, testar os resultados da sua pesquisa de componente (subsistema) no contexto de um sistema completo, ou usar o modelo para facilitar a identificação de prioridades.

**Testes na fazenda:** Já que a tecnologia derivada de resultados de pesquisa deve ser utilizada em fazendas de produção comercial, parece lógico nelas se testar a tecnologia, antes que a informação seja liberada para o serviço de extensão. Se isto não for feito, o pesquisador jamais poderá estar certo de que não ocorrerá uma interação imprevista que possa invalidar suas recomendações. Este procedimento é, pois, importante para identificar os problemas na adoção de tecnologia e pode conduzir a novas linhas de pesquisa. Esta estratégia foi energicamente defendida por Mosher (1981) como uma forma de aumentar rapidamente a produção de determinado produto. Swain e outros (1970), na Austrália, usaram testes em fazendas para avaliar novas tecnologias.

O teste na fazenda é tão importante quanto qualquer outro segmento da cadeia de pesquisa e desenvolvimento e deve, portanto, ser uma atividade desenvolvida pelo pesquisador em cooperação com o serviço de extensão. Se um teste der resultado, ele pode ser utilizado como demonstração para promover a tecnologia. Este tipo de demonstração deve ser preferido para unidades de demonstração dentro da estação experimental, pelas seguintes razões: a) já que a demonstração será manejada pelo produtor na sua própria fazenda, os resultados seriam mais prontamente aceitos por outros produtores, e b) um nível de produção realista seria obtido e serviria de base para julgar o impacto da tecnologia em sistemas reais de produção.

A introdução de novas peças de tecnologia retrata fielmente a maneira de agir de um fazendeiro inovador. Raramente, ou nunca, um sistema de produção completo seria modificado, mas o teste de uma tecnologia promissora poderia ser feito paulatinamente, sempre que parecesse adequado (Byerlee e outros, 1980).

O trabalho de teste na fazenda é feito mediante o fornecimento de meios ao fazendeiro para a introdução da nova tecnologia, isto é, os custos são pagos pela estação experimental. Além disso, o fazendeiro deve ser instruído sobre como utilizar a tecnologia. A partir desse ponto, ele deve ficar livre para modificar o seu manejo, se quiser, de maneira a adaptar a tecnologia ao seu sistema de produção. Desta forma, os problemas decorrentes da adoção da nova tecnologia podem ser detectados. Naturalmente que erros grosseiros de manejo serão necessariamente corrigidos, porém o pesquisador e o extensionista não devem se tornar administradores da fazenda.

Um esquema para pesquisa aplicada, inclusive o teste na fazenda, é mostrado na Figura 6.9. A seleção de tecnologias alternativas para este teste deveria basear-se no seguinte: a) a importância do problema a ser resolvido; b) a probabilidade de sucesso, e c) o impacto nos sistemas de produção. Este último critério pode ser estimado, como já foi visto, pelo uso de modelos matemáticos sofisticados ou de modelos mais simples, tais como a técnica de orçamento parcial (Perrin e outros, 1979). Mesmo que o modelo bioeconômico seja rudimentar, ele deve ser seguido pelo próprio

pesquisador, com a orientação, se necessário, de um economista ou analista de sistemas. Desta forma, a realidade prática da tecnologia recomendada seria levada ao pesquisador e talvez servisse de base para a identificação de novas prioridades.

Como exemplo real do funcionamento de tal esquema, pode ser citada a experiência do CNPGL. Uma nova linha de pesquisa começou em 1980, com a finalidade de determinar o valor de forrageiras de inverno, sob irrigação, na produção de leite. Um sistema de pastejo foi preferido ao de corte, devido à menor demanda de mão-de-obra e à produção mais alta por vaca. Uma análise dos sistemas existentes mostrou que terras baixas cultiváveis, utilizadas para culturas de verão, tais como milho e feijão, permaneciam ociosas durante o inverno. Este fato significava que, se a tecnologia fosse aprovada, sua inclusão em sistemas completos não produziria uma interação indesejável com outras partes dos mesmos.

Dois experimentos foram conduzidos (Coser e outros, 1981, e Coser e Gardner, 1983) para estudar o sistema de pastejo e comparar a produção de aveia, azevém e a mistura destas forrageiras. Os resultados sugeriram que, com o pastejo da forrageira de inverno sob irrigação, a produção de leite por vaca aumentava em relação ao sistema usual de suplementar a alimentação das vacas com silagem e concentrados. Uma análise econômica mostrou uma vantagem considerável para o pastejo, em confronto com a suplementação.

Em face disso, decidiu-se que a tecnologia já havia demonstrado ser suficientemente promissora para justificar o teste na fazenda, enquanto a pesquisa prosseguia na estação experimental. Procedeu-se assim, junto com o serviço de extensão, à seleção das propriedades, tendo os produtores recebido, gratuitamente, sementes e fertilizantes. Os resultados obtidos confirmaram os alcançados pela pesquisa, mas os produtores que colaboraram e os que visitaram a estação experimental não concordavam em que uma pastagem relativamente cara e de alta qualidade fosse utilizada dia e noite sob baixa taxa de lotação. Dessa maneira, alguma forma de restrição ao pastejo foi exigida ou praticada, fato que, ao permitir o aumento da taxa de lotação, tornava essa

tecnologia viável para os produtores que possuíam apenas pequena área de baixada, apta para irrigação.

Em consequência do que foi ouvido e visto, foi iniciado um experimento para calcular o potencial de produção de leite, em períodos de pastejo restringidos, combinados com suplementação no cocho. Uma vez que este problema foi identificado como resultante de comentários feitos por fazendeiros e da reação destes à adoção da tecnologia, houve uma razoável certeza de que uma prioridade de pesquisa estava sendo investigada.

### **Integração da pesquisa tradicional na pesquisa em sistemas completos**

Para ilustrar a utilidade de um modelo de simulação para a análise e interpretação de um componente de um sistema de produção animal, pode-se mencionar um experimento conduzido no CNPGL, cujos detalhes são apresentados na Tabela 6.4. Vários parâmetros foram medidos, tais como número de ovos de parasitos nas fezes, classificação dos parasitos, análise do sangue e ganho de peso. Os dados de ganho de peso são apresentados na Tabela 6.5.

De posse dos resultados mostrados na Tabela 6.5, os pesquisadores viram-se então diante desta dúvida: o tratamento que havia proporcionado os melhores ganhos deveria ou não ser recomendado aos fazendeiros? Já que o objetivo deste experimento havia sido fornecer informações para a criação de novilhas para substituir vacas descartadas de um rebanho leiteiro, o tratamento que dera o maior ganho de peso-poderia não gerar o melhor retorno ao sistema completo. O melhor tratamento poderia ser recomendado apenas se uma parição antecipada, promovida por uma taxa de crescimento melhor, tivesse influência no rendimento econômico do sistema.

Nessas circunstâncias, duas eram as opções oferecidas aos pesquisadores: a primeira, a construção de modelos físicos, para medir o efeito do tratamento sobre a venda de leite e de animais. Esta opção, entretanto, seria extremamente dispendiosa em termos de tempo e dinheiro. A segunda opção era usar um modelo de simulação já existente

(Brockington e outros, 1983), de uma fazenda leiteira pequena, típica da região. O uso desse modelo foi a escolha óbvia. As taxas diárias de ganho de peso vivo obtidas no experimento foram introduzidas no modelo que foi processado para simular o espaço de tempo de 20 anos. Uma vez que os principais eventos biológicos do modelo eram tratados probabilisticamente, foi possível produzir quatro repetições dos resultados de 20 anos.

Os principais resultados fornecidos pelo modelo são mostrados na Tabela 6.6. Aqui pode-se notar que a idade média das vacas à época do primeiro parto baixou, em consequência do aumento do número de doses de anti-helmínticos. As vendas de leite aumentaram apenas levemente, enquanto que o efeito sobre a venda dos animais foi variável. A margem bruta da fazenda foi mais alta com as doses aplicadas a cada 28 dias, embora este resultado não tenha diferido significativamente dos esquemas de aplicação menos freqüente.

Aqui, novamente, a questão era que estratégia recomendar aos fazendeiros. Seria melhor escolher a margem bruta máxima ou uma estratégia menos efetiva, porém que permitisse melhor retorno do dinheiro empatado? Para formular a melhor recomendação, foi feita uma análise econômica segundo os métodos descritos por Perrin e outros (1979). Em primeiro lugar, foi necessário calcular os custos extras implícitos no uso de cada tecnologia. Estes são conhecidos como custos variáveis.

O passo seguinte foi construir uma curva de renda líquida que relacionasse a remuneração líquida de cada tratamento com seus custos variáveis. Isto é mostrado na Figura 6.10. Aqui se nota claramente que o uso de duas doses por ano era uma alternativa pouco viável, porque custava mais do que o tratamento controle e os benefícios líquidos eram menores. A linha de junção dos pontos do controle — quatro e treze doses — é a curva de benefício líquido, a qual, como se pode ver, foi quase linear. Houve um acríve levemente acentuado entre o controle e as quatro doses.

O traçado da curva sugere que a taxa de retorno do dinheiro investido em anti-helmínticos seria maior para as primeiras unidades do que o retorno das unidades finais necessárias a um benefício máximo. Observando-se a curva

de benefício líquido, pode-se verificar que não seria interessante exceder quatro doses por ano, já que os benefícios extras obtidos pelo uso de 13 doses seriam prejudicados pelos custos muito aumentados. Para quantificar esta observação foi feita uma análise marginal, conforme mostra a Tabela 6.7. O tratamento "duas vezes ao ano" foi excluído desta análise, já que ele custou mais e produziu menos do que o controle. A coluna final mostra a taxa de retorno marginal de investimentos crescentes em anti-helmínticos. O tratamento ótimo (como foi sugerido pela curva de benefício líquido) correspondeu ao uso de quatro doses por ano.

Essa tecnologia, por sua vez, só seria adotada se o retorno do capital fosse maior do que aquele que o fazendeiro obteria se usasse seu dinheiro de outra forma (custo de oportunidade). Para fins de comparação, pode-se supor que ele depositasse seu dinheiro numa caderneta de poupança, com rendimento de 185% ao ano. Acrescente-se a isto uma taxa de 40% para riscos. Este seria o risco que o fazendeiro correria pelo uso da tecnologia. Isto dá um total de 225%, situado bem abaixo dos 605% que seriam obtidos pelo uso de quatro doses por ano. Para se estar absolutamente seguro, antes de fazer uma recomendação, pode-se considerar a hipótese de que o fazendeiro não obtenha o mesmo nível de benefícios obtido na estação experimental (Tabela 6.3). Assumindo uma redução de 50% nos benefícios líquidos, o cálculo da taxa de retorno marginal repetiu e deu 272% e 374% para três e quatro doses, respectivamente. Uma vez que estes valores ainda excedem o retorno que seria obtido do uso alternativo do capital, inclusive o risco, maior confiança pode agora ser depositada na recomendação de quatro doses por ano.

Se o pesquisador tivesse concluído o seu trabalho apenas com a análise dos resultados de ganho de peso, a utilidade do seu experimento para a elaboração de recomendações teria sido mínima. A avaliação econômica final certamente só foi possível graças ao uso de um modelo de simulação. Os resultados econômicos produzidos por este modelo foram, porém, pelo menos parcialmente validados pelos resultados de modelos físicos e levantamentos em fazendas (Brockington, 1984). Como passo final, a tecnologia recomendada está sendo testada em cinco fazendas de produção comercial,

para determinar os ganhos de peso nelas obtidos e compará-los com os do experimento.

Este exemplo mostrou a flexibilidade de um modelo de simulação e como ele pode ser utilizado para avaliar os efeitos de uma pesquisa isolada sobre um sistema completo.

## Considerações finais

Para gerar uma tecnologia adequada a determinado grupo de fazendeiros, o pesquisador deve ter um profundo conhecimento do sistema que espera melhorar. Ele também necessita de uma definição clara dos principais problemas a serem pesquisados, de uma técnica de pesquisa e de manejo do experimento que forneça informações relevantes a fazendas de produção comercial, bem como de uma avaliação do impacto da nova tecnologia no sistema de produção como um todo. Se o pesquisador ignorar um só destes itens, correrá o sério risco de produzir uma tecnologia que não será utilizada.

O selo de aprovação de uma tecnologia somente será aposto quando os fazendeiros arriscarem seu próprio dinheiro na implementação de uma prática recomendada.

TABELA 6.1

Diferenças relativas nas respostas de ovinos com alto apetite em pastagem escassa

	Ingestão de matéria orgânica	Tempo de pastejo	Ingestão por hora
A — Ovinos gordos (62 kg)	100	100	100
Ovinos magros (39 kg)	131	99	132
B — Ovelhas secas	100	100	100
Ovelhas em lactação (3ª semana)	151	114	132

Fonte: Arnold e Dudzinski (1966).

TABELA 6.2

Produção de lã (kg/ha) de carneiros em sistemas com e sem feno

Lotação Animais/ /ha	Bloco I			Bloco II		
	Pastejo	Pastejo + Feno	Dife- rença	Pastejo	Pastejo + Feno	Dife- rença
10	26	27	+ 1	21	23	+ 2
20	28	42	+ 14	29	41	+ 12
30	43	28	- 15	33	23	- 10

Fonte: Hutchinson (1966).

TABELA 6.3

Níveis relativos de produção obtidos em estações experimentais e em fazendas comerciais

	Estação Experimental	Propriedades selecionadas	Propriedades médias
Trigo (Austrália)*	100	—	50
Leite (Nova Zelândia)**	100	71	42
Carne (Escócia)***	100	40	—

\* Davidson e Martin (1965).

\*\* Ulyatt (1981).

\*\*\* Dickson e outros (1981).

**TABELA 6.4**

Detalhes do experimento para estimar o efeito do uso de vermífugo em novilhas de reposição

Período experimental 25.8.82 a 21.09.83 — 392 dias.

4 tratamentos (3 repetições de área), 12 animais/tratamento.

Princípio ativo — Oxfendozole.

Suplementação com capim picado de 13-6-83 a 10-9-83.

T<sub>1</sub> = Testemunha.

T<sub>2</sub> = Tratadas com vermífugo em abril e setembro.

T<sub>3</sub> = Tratadas com vermífugo em abril, julho, setembro e dezembro.

T<sub>4</sub> = Tratadas com vermífugo a cada 28 dias.

Fonte: Furlong e outros (1984).

**TABELA 6.5**

Peso inicial, peso final, ganho de peso total e ganho médio diário em kg, de bezerros machos mestiços, submetidos a diferentes esquemas de aplicação de vermífugos

Esquema da dosagem	Peso inicial	Peso final	Ganho de peso	Ganho médio diário *
Controle (T <sub>1</sub> )	113	225	112	0,285 b
Abril e setembro (T <sub>2</sub> )	112	226	114	0,290 b
Abril, julho, setembro e dezembro (T <sub>3</sub> )	115	247	132	0,336 b
Cada 28 dias (T <sub>4</sub> )	115	303	188	0,479 a

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P < 0,01) (CV = 25,06%).

Fonte: Furlong e outros (1984).

TABELA 6.6

Resposta bioeconômica de um sistema de produção de leite com 12-15 novilhas de reposição submetidas a diferentes esquemas de uso de vermifugo — Médias de 20 anos e 4 repetições

Parâmetros	Época de uso do vermifugo	Controle T <sub>1</sub>			Abril e setembro T <sub>2</sub>			Abril, julho, setembro e dezembro T <sub>3</sub>			Cada 28 dias T <sub>4</sub>		
Idade média das vacas no rebanho (meses)		82,77		84,09		78,89		72,31					
Idade média ao primeiro parto (meses)		44,54		43,91		39,16		30,80					
Produção de leite total do rebanho (litros)		26.186		27.312		27.378		30.396					
Vendas de vacas durante cada ano (Cr\$)		587.000		517.000		604.000		579.062					
Vendas de novilhas excedentes durante cada ano (Cr\$)		776.000		708.000		765.000		836.250					
Vendas de bezerras durante cada ano (Cr\$)		55.000		57.000		55.000		63.700					
Vendas de animais de todas as classes durante cada ano (Cr\$)		1.419.000		1.283.000		1.425.000		1.434.000					
Margem bruta anual (Cr\$)		1.633.000 b		1.548.000 b		1.728.000 ab		1.948.000 a					

Para o parâmetro "margem bruta" valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey),  $P < 0,05$ ; CV = 6,2%.

Fonte: Furlong e outros (1984).

TABELA 6.7

Análise marginal de resposta ao uso de anti-helmínticos em novilhas mestiças de reposição em rebanho de leite

Esquema da dosagem	Margem bruta*	Custos variáveis**	Benefício líquido	Aumento marginal em custos variáveis	Aumento marginal em benefício líquido	Taxa de retorno marginal
Cada 28 dias (T <sub>4</sub> )	1.948.000	50.203	1.897.000	36.819	183.000	497%
Abril, julho, setembro e dezembro (T <sub>3</sub> )	1.728.000	13.384	1.714.000	13.384	81.000	605%
Controle (T <sub>1</sub> )	1.633.000	—	1.633.000	—	—	—

\* Cruzeiros de outubro de 1983.

\*\* Inclusive mão-de-obra.

Margem bruta resultante do modelo de simulação (preços de mercado em outubro de 1983).

Fonte: Furlong e outros (1984).

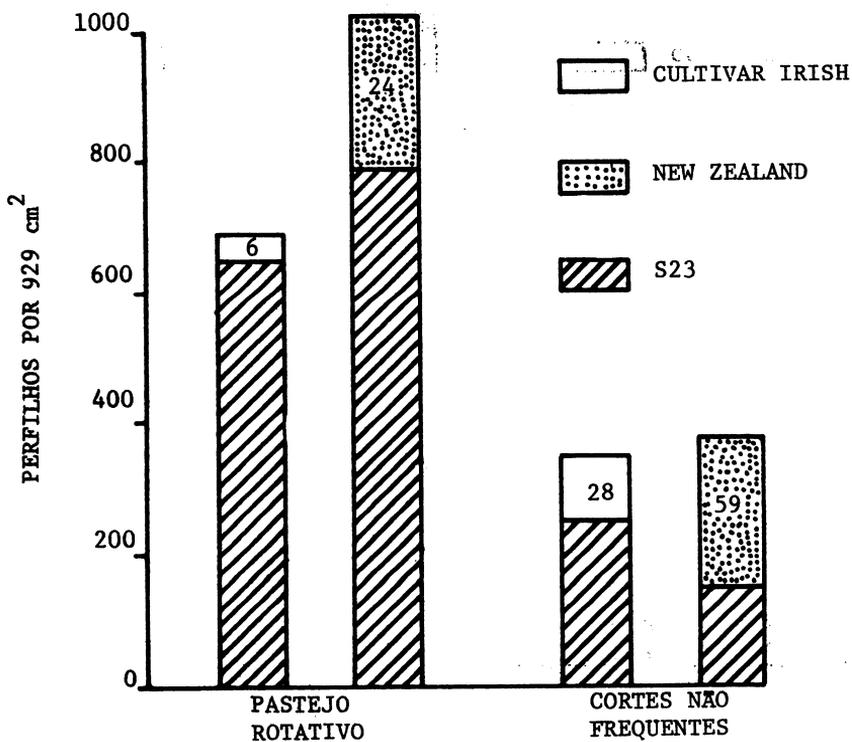


Figura 6.1. Produção de perfilhos de misturas de cultivares de *Lolium perenne* sob dois sistemas de desfoliação. Os números dentro das colunas dão a contribuição percentual dos cultivares ao número total de perfilhos (adaptada de Gardner, 1961)

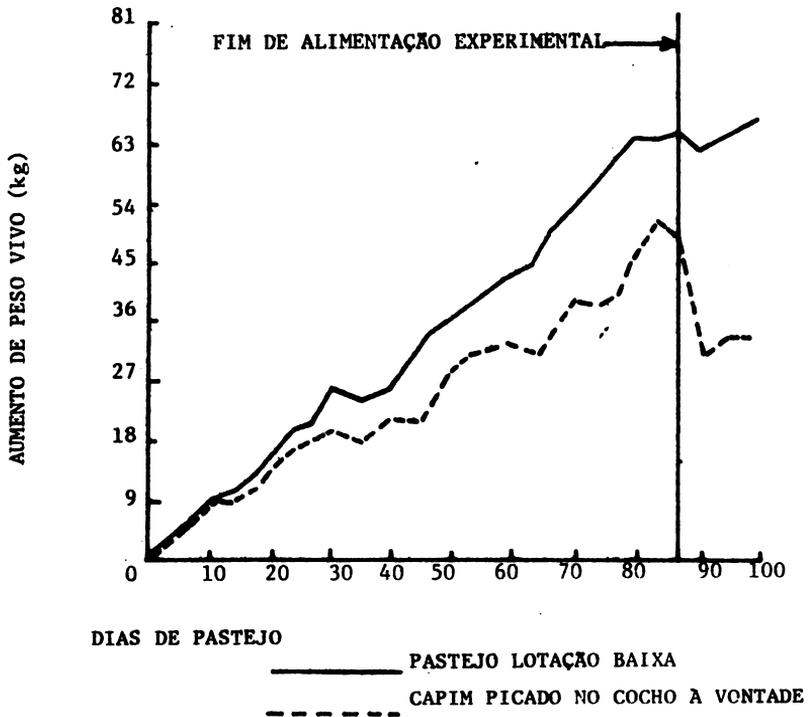


Figura 6.2. Ganho de peso vivo de novilhos pastejando uma pastagem de *Lolium perenne* e *Festuca pratensis* ou alimentados.

Fonte: Broster e outros (1963).

MUDANÇAS RELATIVAS AO CONTROLE DE PRODUÇÃO DE LEITE (kg/VACA/DIA)

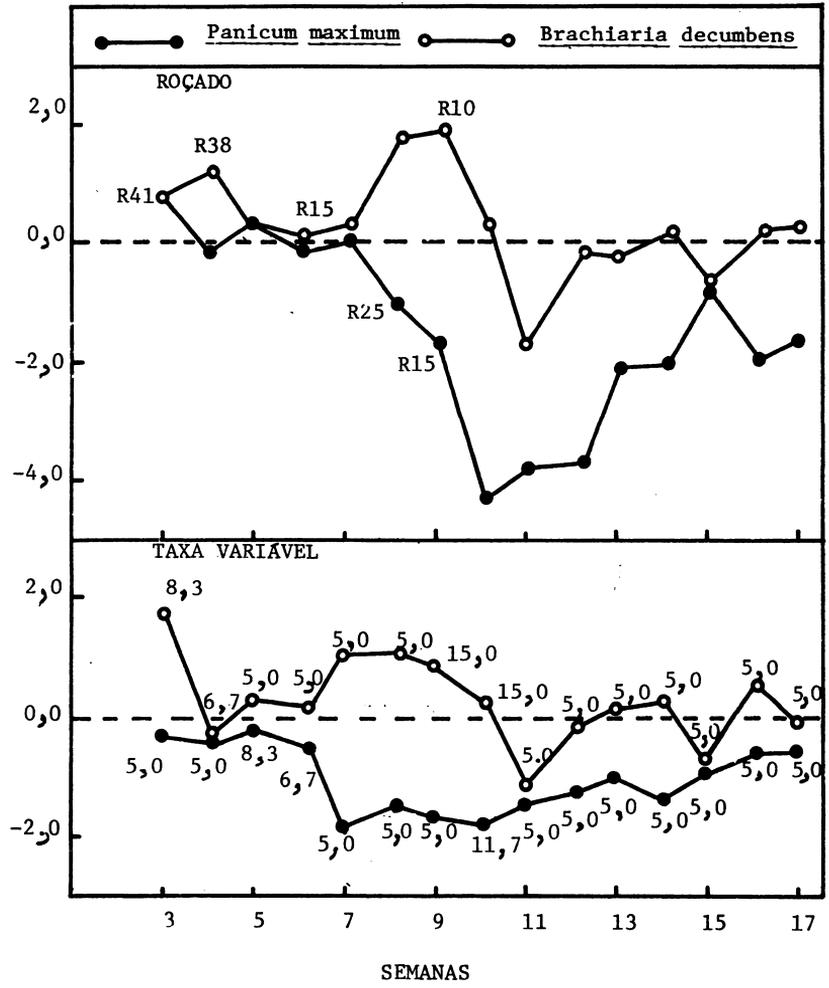


Figura 6.3. Produção de leite de vacas pastejando *P. maximum* e *B. decumbens*.

Fonte: Davison e outros (1981).

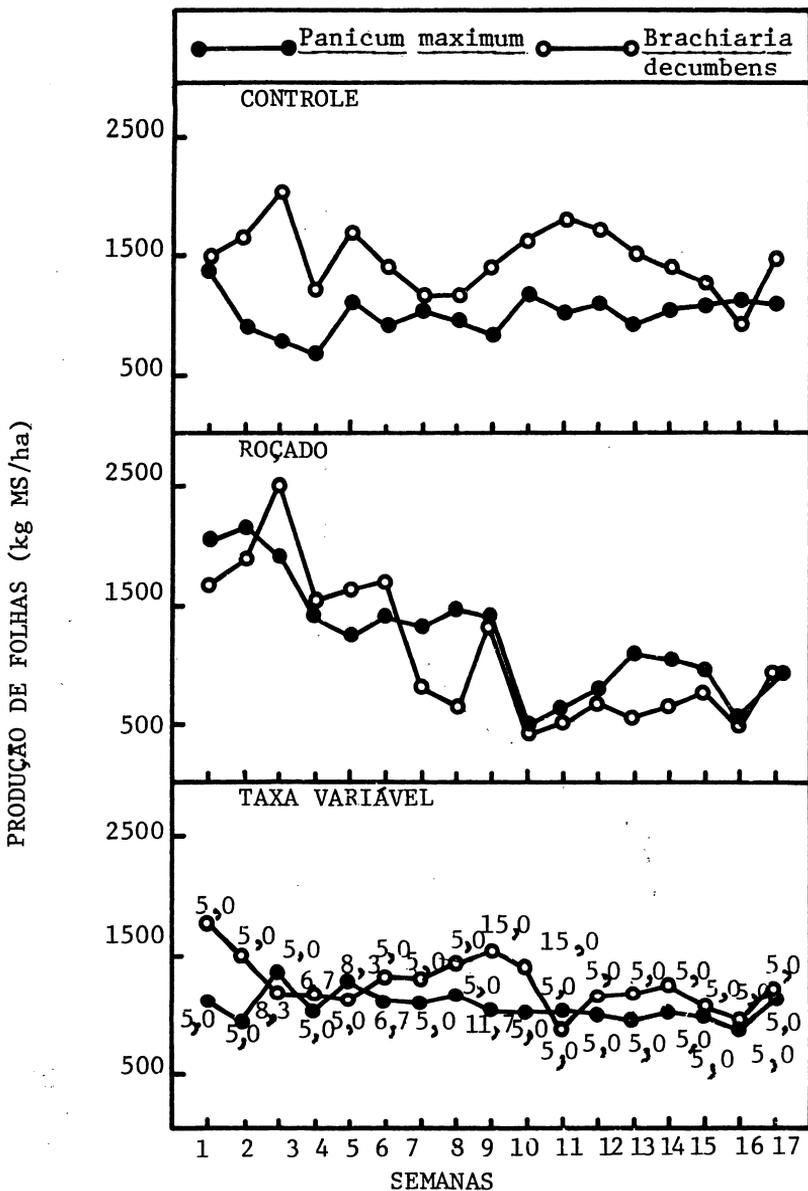


Figura 6.4. Mudanças na produção de folhas sob três manejos para *P. maximum* e *B. decumbens*.

Fonte: Davison e outros (1981).

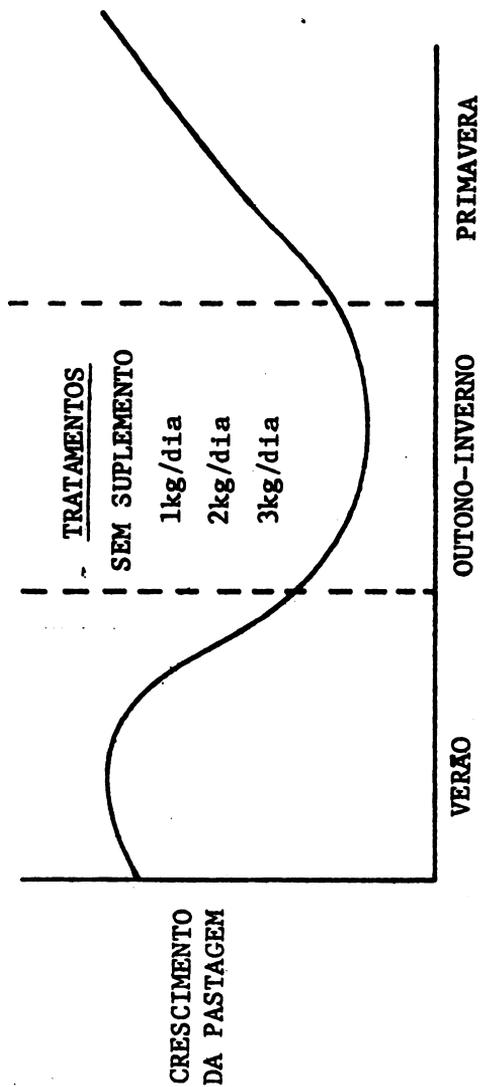


Figura 6.5.

Curva teórica de crescimento de uma pastagem perene e tratamentos experimentais possíveis durante um período crítico do ano.



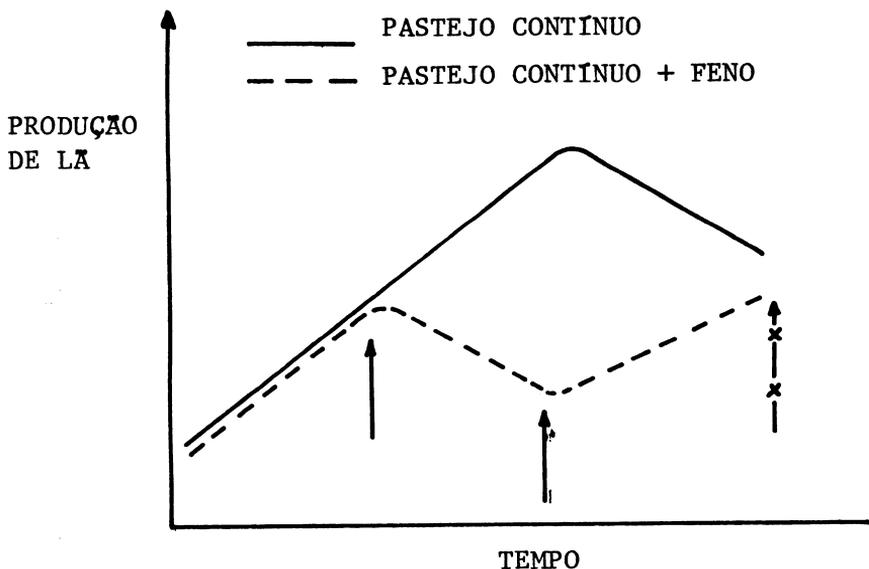


Figura 6.7. Produção de lã em dois sistemas de manejo. Fechamento da área para fenação (—→); alimentação dos animais com feno (- -→); final do período crítico (-x-x→).

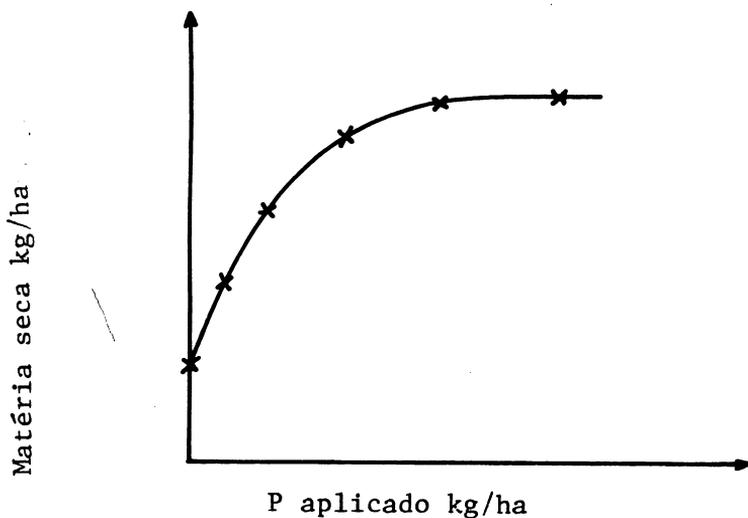
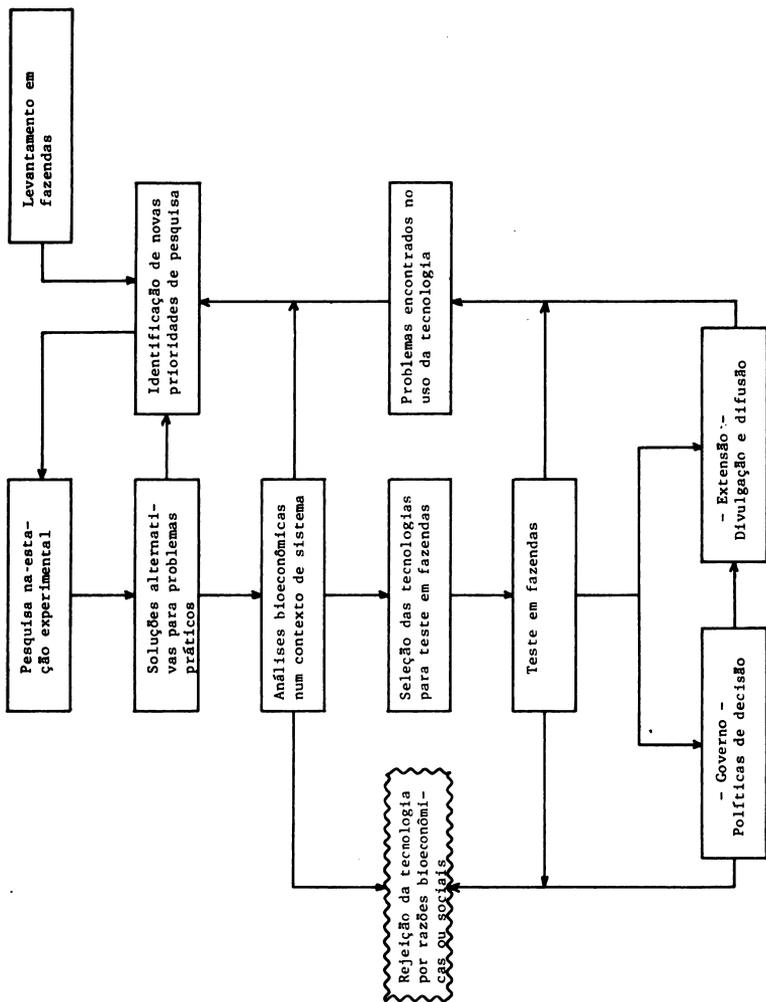


Figura 6.8. Curva típica de resposta a fósforo mostrando a necessidade de pelo menos seis níveis de P para descrever a curva adequadamente.



**Figura 6.9. Esquema para pesquisa aplicada baseada no enfoque de sistemas.**  
 Fonte: Gardner e Oliveira (1984).

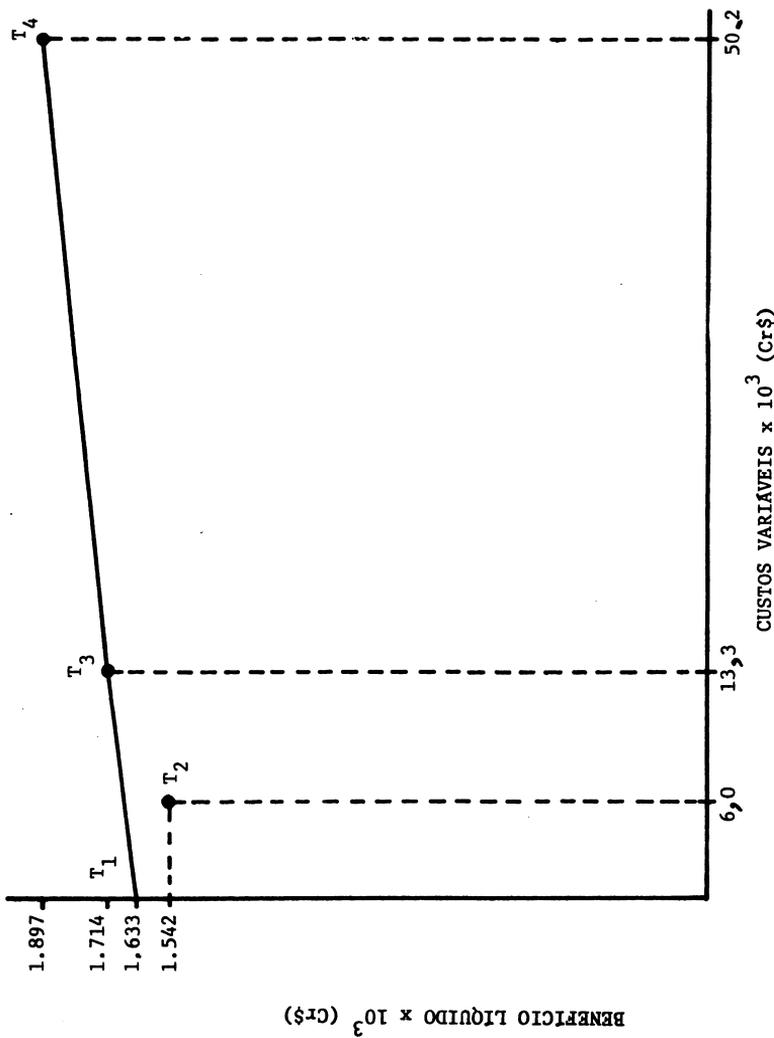
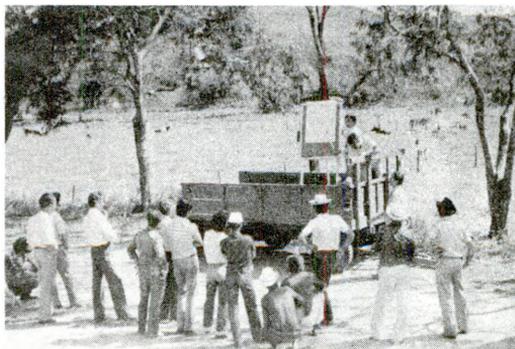
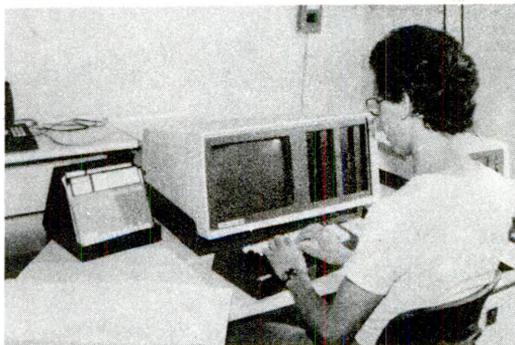


Figura 6.10. Curva de benefício líquido de um sistema de produção de leite com 12 a 15 novilhas mestiças de reposição submetidos a diferentes esquemas de uso de anti-helmíntico.

Fonte: Furlong e outros (1964).



**Fotografia 6.1.** Três fases da pesquisa e desenvolvimento: a) pesquisa convencional sobre um componente de um sistema de produção, numa estação experimental; b) teste da incorporação de uma nova tecnologia em um modelo matemático que simula um sistema completo, utilizando-se computadores; c) testes nas fazendas, bem sucedidos, podem ser usados para demonstrar novas tecnologias. (Fotografias: Eduardo Castor, (CNPGL.)



### **Conclusões e recomendações**

#### **Pesquisa e desenvolvimento**

Nos capítulos anteriores, deu-se mais ênfase a vários aspectos das técnicas de pesquisa aplicada do que à integração pesquisa — desenvolvimento de produtos. Foram feitas algumas considerações sobre a transferência de tecnologia, certamente um fator da maior importância no desenvolvimento de produtos. Há, entretanto, outros pontos que deveriam ser considerados. Após revê-los, as principais conclusões a serem tiradas dos assuntos discutidos neste livro podem ser sumarizadas como se segue:

#### *O papel do pesquisador*

Se a pesquisa e o desenvolvimento devem estar estreitamente integrados, o trabalho do pesquisador terá sido feito apenas pela metade, com a publicação dos seus resultados numa revista científica. De comum acordo com um extensionista, ele deve verificar se seu trabalho se aplica à realidade das fazendas. Isto, entre outras coisas, significa

a realização de testes nas fazendas, destinados a um tipo específico de produtor ou a vários tipos, para detectar as dificuldades de adoção e os níveis de produção alcançados. Esta atividade deve receber tanta atenção quanto os experimentos que a tornaram possível.

### *O papel do pesquisador regional e nacional*

O papel dos institutos regionais e estaduais de pesquisa é relativamente claro. Eles devem atacar problemas locais de importância imediata, usando a filosofia descrita acima, o que deverá resultar em pesquisas relevantes, quando selecionadas objetivamente.

A nível nacional, aplica-se uma orientação um pouco diferente, se o modelo original da EMBRAPA for seguido. Além das tarefas óbvias de coordenar e avaliar a pesquisa de um produto específico no contexto nacional, há algumas funções que devem ser assumidas, e outras não.

Em primeiro lugar, a pesquisa conduzida deve, se possível, ter ampla aplicação nacional. Isto não é fácil de se conseguir, já que sua localização em determinado local predispõe a que se estudem os problemas locais. Entretanto, quando problemas regionais ou nacionais estão sendo pesquisados, algumas técnicas experimentais devem ser desenvolvidas ou comparadas. A pesquisa de produção animal em pastagens está repleta de problemas técnicos. Para ajudar a resolvê-los, um centro nacional de pesquisa poderá contribuir significativamente.

Uma vez que o quadro de pesquisadores de centros nacionais se compõe de elementos altamente qualificados e especialistas experientes, estes devem ser responsáveis pela tarefa de manter os pesquisadores estaduais e os agentes de extensão atualizados no desenvolvimento de pesquisas e na aplicação das tecnologias relevantes aos produtos dos centros nacionais.

Outro requisito seria manter uma estreita ligação com os departamentos do Governo relacionados com as decisões sobre as políticas que afetam esses produtos. Não só a informação que é dada aos responsáveis pela política deve

ser atualizada, como devem ser confiáveis as estimativas sobre o provável impacto da nova tecnologia na bioeconomia da produção e os possíveis efeitos sociais. Também devem ser prestadas informações sobre os possíveis pontos de estrangulamento relativamente à adoção da nova tecnologia e sobre as medidas governamentais que, se necessário, deveriam ser tomadas.

### *Técnicas experimentais*

Considerando-se que a maioria dos resultados dos experimentos é passível de aplicação numa situação de pastejo, os resultados dos experimentos de corte devem ser vistos com bastante cautela. Embora inicialmente necessários, tais experimentos devem ser substituídos, tão logo possível, por aqueles que mais bem representam o manejo na prática.

O estágio final da experimentação, em que o produto animal é medido, apresenta muitos problemas de decisão sobre que tipo de animal e de manejo de pastagem usar. Trata-se, basicamente, de uma escolha entre uma taxa de lotação fixa e uma variável. Para simplificar a tomada de decisão, no caso, o pesquisador deve perguntar: este manejo é relevante para os sistemas reais possíveis? Se não for, não deverá ser usado no experimento. Em termos gerais, quanto mais complexos forem os sistemas de produção em estudo, maior a possibilidade de emprego de uma taxa de lotação variável.

### *Conhecimento do sistema*

Pode parecer supérfluo dizer que, a menos que se tenha um conhecimento profundo sobre o sistema de produção que se pretende melhorar, será difícil ou mesmo impossível seleccionar prioridades de pesquisa. Nem sempre é óbvio, porém, que existem conhecimentos suficientes e corretos.

A informação necessária deve estar em termos bioeconômicos e sociológicos, para que os sistemas de produção sejam classificados e entendidas as restrições que os fazendeiros encontram na adoção de tecnologias.

## *Ambiente do experimento*

Além da escolha de variáveis experimentais, o pesquisador tem que decidir sobre o ambiente em que o experimento será conduzido. Esta importante escolha é parte vital da filosofia de sistemas. Só o conhecimento sobre o sistema de produção em que os resultados podem ser aplicados ajudará nesta decisão.

## *Modelos físicos e matemáticos*

O ponto de vista simplista de que a implantação de unidades de demonstração possa representar o enfoque de sistemas é tão errôneo quanto o pensamento de que sofisticados modelos matemáticos possam fornecer uma estratégia de sistemas à pesquisa e ao desenvolvimento. Ambas as atividades têm o seu lugar, mas nenhuma delas, juntas ou isoladas, pode ser considerada uma abordagem completa dos estudos de sistemas de produção animal em pastagens. Vários outros aspectos devem ser incluídos e, se integrados, resultar numa pesquisa de maior significado.

Os modelos físicos e matemáticos para a experimentação com sistemas completos devem ser considerados como complementares, e não como mutuamente excludentes ou antagônicos. Eles são, na realidade, interdependentes. Os modelos matemáticos, por serem mais flexíveis, podem ser utilizados para determinar as linhas da pesquisa de componentes promissores e indicar os sistemas de produção economicamente viáveis, os quais devem então ser testados em modelos físicos. Modelos físicos de sistemas ou subsistemas construídos sem considerável experimentação prévia correm o risco de comparar componentes que podem não ser os mais importantes.

## *Teste e demonstração nas fazendas*

O teste final da tecnologia gerada pela pesquisa deve, logicamente, ser feito numa fazenda de produção comercial. É aí que o pesquisador e o extensionista podem avaliar o impacto da nova tecnologia na fazenda como um todo.

Se o teste for um sucesso, ele poderá ser usado como demonstração nas fazendas. Se não for, ele não será uma perda total, porque o problema pode retornar à estação experimental, para estudos posteriores, ou ser descartado como impraticável, por uma série de razões.

As vantagens da demonstração de uma nova tecnologia numa propriedade particular, em vez de numa estação, são principalmente duas: em primeiro lugar, os níveis de produção obtidos na estação experimental são às vezes muito superiores aos das fazendas; em segundo lugar, os produtores são mais receptíveis às novas tecnologias quando as vêem funcionando numa fazenda, sob o manejo do fazendeiro.

### *Desenvolvimento do produto*

Tem sido sugerido que o pesquisador se envolva no desenvolvimento de um produto animal, em cujo trabalho sua primeira tarefa seria a de um especialista científico. Qualquer coisa menos ambiciosa, em termos de pesquisa aplicada e de programa de desenvolvimento, pode resultar tão-somente em um sucesso parcial.

Uma tecnologia que passou com sucesso por todas as fases de teste poderá não ser adotada se os fazendeiros não obtiverem os meios para usá-la. Um exemplo seria a falta de sementes de uma nova espécie ou cultivar no mercado, durante o período de plantio. A escassez ou os altos preços de fertilizante ou medicamentos também podem resultar na perda de interesse pelos produtores.

Se os pesquisadores e os extensionistas não considerarem tais problemas, tudo anteriormente feito poderá ser perdido e resultar em frustração tanto para eles como para os produtores, além de perdas para os cofres públicos. É muito fácil dizer que se trata de problema de terceiros, e talvez seja, porém eles podem ser ajudados ou estimulados a agir pelos profissionais que gastaram suas energias na pesquisa, testando e demonstrando métodos para melhorar a produção. Necessário é que haja uma atitude obstinada e uma determinação de seguir as coisas até o seu final.



- ALLDEN, W. G. (1969) Pasture growth, grazing management and animal production. In: AUSTRALIAN GRASSLANDS CONF., Perth, 1968. *Proceedings. Melbourne*, 2:212-22.
- ANSLOW, R. L. (1965) Grass growth in midsummer. *J. Brit. Grassld. Soc.*, 20:19-26.
- ARNOLD, G. W. (1964) Some principles in the investigation of selective grazing. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 5:258-271.
- & DUDZINSKI, M. L. (1966) The behavioural responses controlling the food intake of grazing sheep. In: INT. GRASSLD. CONGR., 10, Helsinki, 1966. *Proceedings. Helsinki*. p. 367-70.
- BAKER, H. K. & TAYLER, R. S. (1963) The agronomic evaluation of grassland. In: EUROPEAN GRASSLD FED. SYMPOSIUM, 1, Harley, 1963, 64 p.
- BARNES, R. F.; CLANTON, D. C.; GORDON, C. H.; KLOPFENSTEIN, T. J.; WALDO, D. R. (1970) NAT. CONF. FORAGE QUAL. EVAL. UTIL., Lincoln, Univ. Nebraska, 1969. *Proceedings*.
- , NYQUIST, W. E.; FICKETT, R. C. (1970) Variation in acceptability and covariation with agronomic characters in *Phalaris arundinacea* L. In: INT. GRASSLD. CONGR., 11, Surfers' Paradise, 1970. *Proceedings. Surfers Paradise*, p. 202-6.
- BENNETT, D.; MORLEY F. H. W.; CLARK, K. W.; DUDZINSKI, M. L. (1970) The effect of grazing cattle and sheep together. *Aus. J. Expt. Agric. Anim. Husband.*, 10:694-709.

- BLASER, R. E.; BRYANT, H. T.; HAMMES JR., R. C.; BOMAN, R. L.; FONTENOT, J. P.; POLAN, C. E. (1969) Major research findings in detail. In: *MANAGING FORAGES FOR ANIMAL PRODUCTION*, Blacksburg, p. 29-86 (Virg. Poly. Inst. Res. Div. Bulletin 45).
- (1982) Stobbs memorial lecture 1981. Integrated pasture and animal management. *Trop. Grasslds*, 16:9-24.
- BLUE, W. G. & GAMMON, JR., N. (1963) Differences in nutrient requirements of experimental pasture plots managed by grazing and clipping techniques. *Proc. Soil. Crop. Sci. Soc. Florida*, 23: 152-61.
- BOTREL, M. de A. (1982) Comunicação pessoal. Coronel Pacheco, MG, EMBRAPA/CNPGL.
- BROCKINGTON, N. R. (1982) Experimentação com sistemas agropecuários. In: *SEMINÁRIO SOBRE A APLICAÇÃO DE UM ENFOQUE DE SISTEMAS NA PESQUISA DA PRODUÇÃO ANIMAL — PESQUISA BIOLÓGICA EM SISTEMAS*, 2, Campo Grande, MS, 1978, p. 53-61.
- ; GONZALEZ, C. A.; VEIL, J. M.; VERA, R. R.; TEIXEIRA, N. M.; ASSIS, A. G. (1983). A bioeconomic modelling project for small-scale milk production systems in south-east Brazil. *Agric. Syst.*, 12:37-60.
- (1984) Comunicação pessoal. Coronel Pacheco, MG, EMBRAPA/CNPGL.
- BROMFIELD, S. N. (1961) Sheep faeces in relation to the phosphorus cycle under pastures. *Aust. J. Agric. Res.*, 12:111-23.
- BROSTER, W. H.; TUCK, V. J.; BALCH, C. C. (1963) Effect of rationing grass on the growth rate of dairy heifers and on output per acre, with a note on its significance in experimental design. *J. Agric. Sci.*, 60:371-79.
- BROUGHAM, R. W. (1956) Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Aust. J. Agric. Res.*, 7:377-87.
- (1970) Agricultural research and farming practice. In: *INT. GRASSLD. CONGR.*, 2, Surfers' Paradise, 1970. *Proceedings*. Surfers' Paradise, p. A120-A6.
- BRYAN, W. W. (1968) Grazing trials on the wallum of south-east Queensland, 2. Complex mixtures under common grazing. *Aust. J. Agric. Res. Anim. Husb.*, 8:683-90.
- BROWN, D. (1954) *Methods of surveying and measuring vegetation*. Hurley, Commonwealth Agricultural Bureau, 22 p. (Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bulletin 42).
- BURNS, J. C.; MOCHRIE, R. D.; GROSS, H. D.; LUCAS, H. L.; TEICHMAN, R. (1970) Comparison of set-stocked and put-and-take systems with growing heifers grazing coastal bermuda grass (*Cynodon dactylon* L. Pevs.). In: *INT. GRASSLD. CONGR.*, 2, Surfers' Paradise, 1970. *Proceedings*. Surfers' Paradise, p. 904-9.

- BYERLEE, D.; COLLINSON, M. *et al.* (1980) Planning technologies appropriate to farmers: concepts and procedures. Mexico, CIM-MYT, 71 p.
- CAMPBELL, J. B. (1969) *Experimental methods for evaluating herbage*. Ottawa, Can., Dept. Agric., 223 p. (Pub. 1315).
- CAMPBELL, N. A. & ARNOLD, G. W. (1973) The visual assessment of pasture yield. *Aust. J. Expt. Agric. Anim. Husb.*, 13:233-67.
- CARO-COSTAS, R. & VICENT CHANDLER, J. (1961) Cutting height strongly affects yield of tropical grasses. *Agron. J.*, 53:59-60.
- CARTER, E. D. (1966) Some relationships between superphosphate use and consequent animal production from pastures in South Australia. In: INT. GRASSLD. CONGR., 9. São Paulo, 1965. *Proceedings*. São Paulo, p. 1027-32.
- CASTLE, M. E. (1976) A simple disc instrument for estimating herbage yield. *J. Brit. Grassld. Soc.*, 31:37-40.
- CENTENO, G. A. (1965) *Comportamiento de variedades de Trebol blanco (Trifolium repens L.) y de Lotus (Lotus corniculatus L.) bajo distintas frecuencias de pastoreo*. La Estanzuela. Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 173 p. (Tese M. Sc.).
- CENTRO Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. (1978) Programa de ganado de carne. Cali, CIAT, 1977, 124 p.
- CHACON, E. & STOBBS, T. H. (1976) Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. *Aust. J. Agric. Res.*, 27:709-27.
- CHUDLEIGH, P. D. (1982) Identificação e descrição de sistemas. In: SEMINÁRIO SOBRE A APLICAÇÃO DE UM ENFOQUE DE SISTEMAS NA PESQUISA DE PRODUÇÃO ANIMAL — A AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL E COLOCAÇÃO DE RECURSOS DE PESQUISA, 1, Campo Grande, MS, 1978, p. 25-33.
- CLARK, R. D. & CAMPBELL, J. B. (1969) Estimating liveweight gains. In: CAMPBELL, J. B. *Experimental methods for evaluating herbage*. Ottawa, Can. Dept. Agric., p. 122-7 (Pub. 1315).
- CONNOLLY, J. (1976) Some comments on the shape of the gain-stocking rate curve. *J. Agric. Sci.*, 86:103-109.
- CONWAY, A. (1963) Effect of grazing management on beef production. II. Comparison of three stocking rates under two systems of grazing. *Irish J. Agric. Res.*, 2:243-58.
- CORBETT, J. L. (1978) Measuring animal performance. In: 't MANNETJE, L. *Measurement of grassland vegetation and animal production*. Hurley, Commonwealth Agricultural Bureau, p. 163-231 (Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bulletin 52).
- COSER, A. C. & GARDNER, A. L. (1983) Produção de leite na época da seca. *Balão Branco*. São Paulo (225), p. 29-34.

- COSTA, J. M. V. da & GARDNER, A. L. (1984) *Sistema Botanal-2 (Manual do usuário)*. Brasília, DF, EMBRAPA-DMQ, 27 p.
- COWLISHAW, S. J. (1969) The carrying capacity of pastures. *J. Brit. Grassld. Soc.*, 24:207-14.
- DAVIDSON, B. R. & MARTIN, B. R. (1965) The relationship between yields on farms and in experiments. *Aus. J. Agric. Econ.*, 9:129-40.
- DAVISON, T. M.; COWAN, R. T.; O'ROURKE, P. K. (1981) Management practices for tropical grasses and their effects on pasture and milk production. *Aust. J. Expt. Agric. Anim., Husb.*, 21:196-202.
- DOYLE, C. T. & LAZENBY, A. (1984) The effect of stocking rate and fertilizer usage on income variability for dairy farms in England and Wales. *Grass and Forage Sci.*, 39:117-27.
- DICKSON, I. A.; FRAME, J.; ARNOT, D. P. (1981) Mixed grazing of cattle and sheep versus cattle only in an intensive grassland system. *Anim. Prod.*, 33:265-72.
- EDMOND, D. B. (1963) Effects of treading perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and white clover (*Trifolium repens*, L.) pastures in winter and summer at two soil moisture levels. *NZ. J. Agric. Res.*, 6:265-76.
- (1964) Some effects of sheep treading on the growth of ten pasture species. *NZ. J. Agric. Res.*, 7:1-16.
- EDYE, L. A. (1975) A comparison of 27 introduced grasses in two dry-tropical environments in Northern Queensland. *Aus. J. Expt. Agric. Anim. Husb.*, 15:788-94.
- ELLIOTT, J. C.; DALE, R. J.; BARNES, J. (1978) The performance of beef animals on a permanent pasture. *J. Brit. Grassld. Soc.*, 33:41-8.
- ESCODER, C. J. (1975) Experimento com animais em pastejo. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, 4:158-76.
- FRAME, J. (1967) The effect of cutting and grazing techniques on productivity of grass clover swards. In: INT. GRASSLD. CONGR., 9, São Paulo, 1965. *Proceedings*, São Paulo, 1967, p. 1511-16.
- FURLONG, J.; SILVA, A. M. da; VERNECK, R. da S.; GARDNER, A. L.; BROCKINGTON, N. R. (1983) *Parasitoses dos bovinos na região da zona da mata de Minas Gerais. 3. Uma análise bioeconômica da resposta ao uso de anti-helmínticos em bezerras*. Pesq. Agrop. Bras. (No prelo).
- GARDNER, A. L. (1961) *The effect of combining cultivars of Lolium perenne in an all grass ward on total and seasonal yield*. Glasgow, Univ. Glasgow, 337 p. (Tese Ph. D.)
- & CENTENO, C. A. (1966) Removal of the effects of uneven grazing in pasture experiments. *J. Brit. Grassld. Soc.*, 21:264-69.

- (1967) Estudio sobre los métodos agronómicos para la evaluación de las pasturas. Montevideo, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 80 p.
- (1974) Problemas asociados con la evaluación de pasturas. *Prod. Anim.*, 3:25-43.
- ; COSER, A. C.; CARVALHO, L. de A. (1982) Relação entre a disponibilidade de forragem de aveia e o ganho de peso de bezerros mestiços leiteiros. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, 11:53-69.
- & OLIVEIRA, J. S. (1984) *Pesquisa aplicada: Geração e adoção de tecnologias*. Brasília, DF, EMBRAPA-DDT (Cadernos de Difusão de Tecnologia). (No prelo.)
- & RENDON, J. (1969) Frecuencia y severidad de pastoreo com ovinos sobre una pradera de *Phalaris tuberosa* y *Trifolium repens*. *ALPA Mem.*, 4:111-26.
- GREEN, J. O. & EYLES, J. C. (1960) A study in methods of grass variety testing. *J. Brit. Grassld. Soc.*, 15:124-31.
- HARGREAVES, J. N. C. & KERR, J. D. (1978). BOTANAL — A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 2. Computational package. Brisbane, CSIRO, Div. Trop. Crops Past.
- HAYDOCK, K. P. & SHAW, N. H. (1975) The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Aust. J. Expt. Agric. Anim. Husb.*, 15:663-70.
- HILDER, E. J. (1966) Distribution of excreta by sheep at pasture. In: INT. GRASSLD. CONGR., 10, Helsinki, 1966. *Proceedings*. Helsinki, p. 977-81.
- HODGSON, J.; BAKER, R. D.; DAVIES, A.; LAIDLAW, A. S.; LEAVER, J. D. (1981) *Sward measurement handbook*. Hurley. Brit. Grassld. Soc., 277 p.
- (1981) Sward studies: Objectives and priorities. In Hodgson, J.; Baker, R. D.; Davies, A.; Laidlaw, A. S.; Leaver, J. D. *Sward measurement handbook*. Hurley, Brit. Grassld. Soc., p. 1-14.
- HOFMANN, L.; RIES, R. E.; GILLEN, J. E. (1983) Relationship of runoff and soil loss to ground cover of native and reclaimed land. *Agron. J.*, 75:599-602.
- HOLMES, W.; WAITE, R.; FERGUSSON, D. L.; MACLUSKY, D. S. (1952) Studies in grazing management. IV. A comparison of close-folding and rotational grazing of dairy cows on intensively fertilized pasture. *J. Agric. Sci.*, 42:304-13.
- HUGHES, J. G. (1976) Short term variation in animal liveweight and reduction of its effect on weighing. *Anim. Bred. Abs.*, 44: 111-8.
- HUNT, I. V. (1961) Spatial limits to grass production. In: INT. GRASSLD. CONGR., 8, Reading, 1960. *Proceedings*. Reading, p. 273-75.

- HUTCHINSON, K. J. (1966) A note on wool production responses to fodder conservation in pastoral systems. *J. Brit. Grassld. Soc.*, 21:303-4.
- IVINS, J. D. (1959) *The measurement of grassland productivity*. London, Butterworths, 217 p.
- ; DILNOT, J.; DAVISON, J. (1958) The interpretation of data of grassland evaluation in relation to the varying potential outputs of grassland and livestock. *J. Brit. Grassld. Soc.*, 13:23-8.
- JACOBS, V. E. (1974) Needed: A systems outlook in forage-animal research. In: VanKeuren, R. W. *Systems analysis in forage crops production and utilization*. Madison, Crop Sci. Soc. Amer., p. 33-48 (special publication 6).
- JONES, L. I. (1959) Varietal characteristics of herbage plants in relation to their agronomic assessment. In: Ivins, J. D. *The measurement of grassland productivity*. London, Butterworths, p. 35-50.
- JONES, R. J. (1967) Effects of close cutting and nitrogen fertilizer on growth of Siratro (*Phaseolus atropurpureus*) pasture at Sampford south-eastern Queensland. *Aus. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 7:157-61.
- (1974) The relation of animal and pasture production to stocking rate on legume based and nitrogen fertilized subtropical pastures. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 10:340-43.
- (1983) Efecto del clima, el suelo y el manejo del pastoreo en la producción y persistencia del germoplasma forrajero tropical. In: Paladines, O. & Lascano, C. *Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas — Metodologías de evaluación*. Cali, CIAT, p. 11-32.
- & EVANS, T. R. (1984) Problems associated with grazing experiment involving the integration of different pastures — a case study in south-east Queensland. *Trop. Grasslds.*, 18:39-45.
- & SANDLAND, R. L. (1974) The relation between animal gain and stocking rate. Derivation of the relation from the results of grazing trials. *J. Agric. Sci.*, 83:335-42.
- JONES, R. M.; SANDLAND, R. L.; BUCH, G. A. (1977) Limitations to the electronic capacitance meter in measuring yields of grazed tropical pastures. *J. Brit. Grassld. Soc.*, 32:105-13.
- & HARGREAVES, J. N. G. (1979) Improvements to the dry-weight-rank method for measuring botanical composition. *Grass and Forage Sci.*, 34:181-9.
- KENNEDY, W. K.; REID, J. T.; ANDERSON, M. J. (1959) Evaluation of animal production under different systems of grazing. *J. Dairy Sci.*, 24:679-85.
- LANGE, A. A. & BOERO, H. M. (1974) Efecto de ayuno previo al pesaje sobre el aumento de peso y la precisión de su estimación en novillos e pastoreo, *Prod. Anim.*, 3:483-9.

- LOURENÇO, A. J.; ESCUDER, C. T.; RODRIGUEZ, N. M. (1981) Efeito da lotação em pastagens de *Brachiaria decumbens*. Stapf-Dieta selecionada. *Arg. Esc. Vet. Univ. Fed. Minas Gerais*, 33:357-68.
- LYNCH, P. B. (1947) Methods of measuring the production from grasslands. *NZ. J. Sci. Tech.*, 28:385-405.
- (1960) *Conduct of field experiments*. Wellington, NZ. Dept. Agric. 55 p. (Bulletin 399).
- 't MANNETJE, L. & HAYDOCK, K. P. (1963) The dry-weight-rank method for the botanical analysis of pasture. *J. Brit. Grassld. Soc.*, 18:268-75.
- (1972) The effects of some management practices on pasture production. *Trop. Grasslds.*, 6:260-3.
- ; JONES, R. J.; STOBBS, T. H. (1976) Pasture evaluation by grazing experiments. In: Shaw, N. H. & Bryan, W. W. *Tropical pasture research; Principles and methods*. Hurley. Commonwealth Agricultural Bureau, p. 194-234 (Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bulletin 51).
- (1978) Measuring quantity of grassland vegetation. In: 't Mannelje, L. *Measurement of grassland vegetation and animal production*. Hurley, Commonwealth Agricultural Bureau, p. 63-95 (Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bulletin 52).
- MARTEN, G. C. & DONKER, J. D. (1968) Determinants of pasture value of *Phalaris arundinacea* L. VS. *Bromus inermis* Leyss. *Agron. J.*, 60:703-5.
- MARTINS, C. E. (1981) Comunicação pessoal. Coronel Pacheco, MG, EMBRAPA-CNPGL.
- MATCHES, A. G. (1966) Influence of intact tillers and height of stubble on growth responses of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) *Crop Sci.*, 6:485-7.
- (1970) Pasture research methods. In: NAT. CONF. FORAGE QUAL. EVAL. UTIL., Lincoln, Univ. Nebraska, 1969. *Proceedings*, Lincoln, Sect., 1, p. 1-32.
- MAULDON, R. G. (1969) Economic implications of stocking rate experiments. In: AUSTRALIAN GRASSLDS. CONF., 2, Perth, 1966. *Proceedings*, Melbourne, p. 185-8.
- McCARRICK, R. B. (1966) Effect of method of grass conservation and herbage maturity on performance and body composition of beef cattle. In: INT. GRASSLD. CONGR. 10, Helsinki, 1966. *Proceedings*. Helsinki, p. 575-80.
- McKINNEY, G. T.; MORLEY, F. H. W.; BENNETT, D. (1978) Differences in sheep production between sites within a heterogeneous area. *Agric. Syst.*, 3:169-82.
- McLACHLAN, K. D. & NORMAN, B. W. (1966) Observations on the superphosphate requirements of two grazing experiments. *Aust. J. Expt. Agric. Anim. Husb.*, 6:22-4.

- McNEUR, A. J. (1963) Pasture measurement techniques as applied to strain testing. In: NZ. GRASSLD. ASS. CONF., 15. New Zealand 1963. *Proceedings*, p. 157-65.
- MELO, H. J. H. de (1977) Efeito de diferentes esquemas de tratamento anti-helmíntico no ganho de peso de bezerras Nelore desmamados e criados extensivamente em pastagens de Jaraguá [*Hyparrhenia rufa* (Nees) (Stapf)]. *Arq. Esc. Vet. Univ. Fed. Minas Gerais*, 29:269-77.
- MIDDLETON, C.H. & MELLOR, W. (1982) Grazing assessment of the tropical legume *Calapogonium caeruleum*. *Trop. Grasslds.*, 16:213-6.
- MONTEIRO, L. A.; GARDNER, A. L.; CHUDLEIGH, P. D. (1981) Beef production in the Cerrado region of Brazil — a bioeconomic analysis of ranch improvement schemes. *Wld. Anim. Rev.*, 37:37-44.
- MORLEY, F. H. W. (1968) Economics of pasture improvement. In: Wilson, B. *Pasture improvement in Australia*. Sydney, Murray, p. 105-17.
- & SPEDDING, C. R. W. (1968) Agricultural systems and grazing management, *Herb. Abst.*, 38:279-87.
- (1978) Animal production studies on grassland. In: 't Manneetje, L. *Measurement of grassland vegetation and animal production*. Hurley, Commonwealth Agricultural Bureau, p. 103-62 (Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bulletin 52).
- MOSHER, A. T. (1981) *Three ways to spur agricultural growth*. New York, Int. Agric. Devel. Serv., 61 p.
- MOTT, G. O. & LUCAS, H. L. (1952) The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INT. GRASSLD. CONGR., 6, Pasadena, 1952. *Proceedings*, Pasadena, p. 1380-5.
- (1956) *Methods of measuring pasture production — the experimental errors associated with pasture studies*. São Paulo, IBEC Res. Inst., p. 92.
- (1960) Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: INT GRASSLD. CONGR., 8, Reading., 1960. *Proceedings*, Reading, p. 606-11.
- (1983) Evaluación del germoplasma forrajero bajo diferentes sistemas de manejo del pastoreo. In: Paladines, O. & Lascano, C. *Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas — Metodologías de evaluación*. Cali, CIAT, p. 149-63.
- MURTAGH, G. J. (1975) The need for alternative techniques of productivity assessment in grazing experiments. *Trop. Grasslds.*, 9:151-8.
- ORAN, R. N. (1972) The development and characterization of pasture grass cultivars by herbage yield testing. In: Leigh, J. H. & Noble, J. C. *Plants for sheep in Australia*. Sydney, Angus e Robertson, p. 153-63.

- OZANNE, G. P. & HOWES, K. M. W. (1971) The effects of grazing on the phosphorus requirement of an annual pasture. *Aust. J. Agric. Res.*, 22:81-92.
- PALADINES, O. & LASCANO, C. (1983) *Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas — Metodologías de evaluación*. Cali, CIAT, 185 p.
- PASONS, A. (1984) Guidelines for management of continuously grazed swards. In: Daybell, H. *Grass Farmer*, 17:5-9.
- PASTURE and range research techniques (1962) Ithaca, Comstock, 242 p.
- FERRIN, R. K.; WINKELMANN, D. L.; MOSCARDI, E. R.; ANDERSON, J. R. (1976) *From Agronomic data to farmer recommendations: an economic training manual*. Mexico City, CIMMYT, 51 p.
- PETERSEN, R. G. & LUCAS, H. L. (1961) Experimental errors in grazing trials. In: INT. GRASSLD. CONGR., 8, Reading, 1960. *Proceedings*. Reading, p. 747-50.
- PORZECASKI, I.; GHISI, O. M. A.; GARDNER, A. L.; FRANÇADANTAS, M. S. (1979) *The adaptation of tropical pasture species to a Cerrado environment*. Campo Grande, MS, EMBRAPA-CNPGL, 18 p.
- RESEARCH techniques in use at the Grassland Research Institute Hurley (1961). Hurley, Commonwealth Agricultural Bureau. 166 p. (Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bulletin 45).
- RICKERT, K. G. & EBERSOHN, J. P. (1984) Enhancing the credibility of research. *Proc. Aust. Soc. Animal Prod.*, 15:19-23.
- RIEWE, M. E. (1961) Use of the relationship of stocking rate to gain of cattle in an experimental design for grazing trials. *Agron. J.*, 53:309-13.
- SEARS, P. D. (1944) Pasture plot measurement technique. *NZ. J. Sci. Tech.*, 25:177-90.
- SHAW, N. H. & BRYAN, W. W. (1976) *Tropical pasture research: Principles and methods*. Hurley, Commonwealth Agricultural Bureau, 454 p. (Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bulletin 51).
- ; MANNETJE, L.; JONES, R. M.; JONES, R. J. (1976) Pasture measurements. In: Shaw, N. H. & Bryan, W. W. *Tropical pasture research: principles and methods*. Hurley, Commonwealth Agricultural Bureau, p. 235-50 (Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bulletin 51).
- ; JONES, R. M.; EDYE, L. A.; BRYAN, W. W. (1976) Developing and testing new pastures. In: Shaw, N. H. & Bryan, W. W. *Tropical pastures research: principles and methods*. Hurley, Commonwealth Agricultural Bureau, p. 175-93. (Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bulletin 51).

- SNAYDON, R. W. (1981) The ecology of grazed pastures. In: Morley, F. H. W. *Grazing animals*. Amsterdam, Elsevier, p. 13-31.
- SOME concepts and methods in sub-tropical pasture research (1964). Commonwealth Agricultural Bureau, 242 p. (Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bulletin 47).
- SPURWAY, R. A.; HEDGES, D. A.; WHEELER, J. L. (1976) The quality and quantity of forage oats sown at intervals during autumn: Effects of nitrogen and supplementary irrigation. *Aus. J. Expt. Agric. Anim. Husb.*, 16:555-63.
- SQUIRES, V. R. & ROGERS, V. E. (1972) A review of cutting trials with pasture legumes. In: Leigh, J. H. & Noble, J. C. *Plants for sheep in Australia*, Sydney, Angus e Robertson, p. 165-73.
- STOBBS, T. H. & JOBLIN, A. D. H. (1966a) The use of liveweight-gain trials for pasture evaluation in the tropics. 1. An "animal" latin square design. *J. Brit. Grassld. Soc.*, 21:49-55.
- & JOBLIN, A. D. H. (1966b) The use of liveweight-gain trials for pasture evaluation in the tropics. 2. Variable stocking rate designs. *J. Brit. Grassld. Soc.*, 21:181-5.
- (1969a) Beef production from pasture leys in Uganda. *J. Brit. Grassld. Soc.*, 24:81-6.
- (1969b) The use of liveweight-gain trials for pasture evaluation in the tropics. 3. The measurement of large pasture differences. *J. Brit. Grassld. Soc.*, 24:177-83.
- (1969c) The use of liveweight-gain trials for pasture evaluation in the tropics. 4. Animal replication. *J. Brit. Grassld. Soc.*, 24: 258-63.
- (1969d) The use of liveweight-gain trials for pasture evaluation in the tropics. 5. Type of stock. *J. Brit. Grassld. Soc.*, 24:345-8.
- (1973a) The effect of plant structure on the intake of tropical pastures; variation in the bite size of grazing cattle. *Aust. J. Agric. Res.*, 24:809-19.
- (1973b) The effect of plant structure on the intake of tropical pastures; differences in sward structure, nutritive value and bite size of animals grazing *Setoria anceps* and *Chlovis goyana* at various stages of growth. *Aust. J. Agric. Res.* 24:821-29.
- (1976) Milk production per cow per hectare from tropical pastures. In: MEMORIA DEL SEMINARIO INTERNACIONAL GANADERIA TROPICAL. Acapulco, 1976. Sec. Agric. y Ganaderia. Banco de Mexico, p. 129-46.
- SWAIN, F. G.; MEARS, P. T.; DRANE, F. H.; MURTAGH, G. J.; BIRD, J. G.; COLMAN, R. L.; YABSLEY, G. M. (1970) Commercial evaluation of a new farming system. In: INT. GRASSLD. CONGR., 11, Surfers' Paradise, 1970, *Proceedings*. Surfers' Paradise, p. 925-9.

- THOMSON, J. R. (1961) The botanical appraisal of grass varieties. In: INT. GRASSLD. CONGR., 8, Reading, 1960. *Proceedings*. Reading, p. 116-8.
- TOTHILL, J. C. (1978) Measuring botanical composition of grasslands. In: 't Meinetje, L. *Measurement of grassland vegetation and animal production*. Hurley, Commonwealth Agricultural Bureau, p. 22-25 (Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bulletin 52).
- ; HARGREAVES, J. N.; JONES, R. M. (1978) *Botanal — a comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field sampling*. Brisbane. CSIRO, Div. Trop. Crops Past., 20 p. (Trop. Agron. Tech. Mem., 8).
- ULYATT, M. J. (1981) The feeding value of temperate pastures. In: Morley, F. H. W. *Grazing animals*. Amsterdam, Elsevier. p. 125-41.
- VALLIS, I. (1972) Soil nitrogen changes under continuously grazed legume — grass pastures in sub-tropical coastal Queensland. *Aust. J. Expt. Agric. Anim. Husb.*, 12:495-501.
- WATSON, E. R. & LAPINS, P. (1969) Losses of nitrogen from urine and soils from south-western Australia. *Aust. J. Expt. Agric. Anim. Husb.*, 9:85-91.
- WATSON, S. E. & WHITEMAN, P. C. (1981) Grazing studies on the Guadalcanal plains. Solomon Islands. 2. Effects of pastures mixtures and stocking rate on animal production and pasture components. *J. Agric. Sci.*, 97:353-64.
- WHEELER, J. L. (1966) The improvement of winter feed in year-long grazing programmes. In: INT. GRASSLD. CONGR. 9, São Paulo, 1965. *Proceedings*. São Paulo, p. 975-80.
- ; BURNS, J. C.; MOCHRIE, R. D.; GROSS, H. D. (1973) The choice of fixed or variable stocking rates in grazing experiments. *Expt. Agric.*, 9:289-302.
- WILLOUGHBY, W. M. (1969) Implications of stocking rate experiments. In: AUSTRALIAN GRASSLDS. CONF., 2, Perth, 1968. *Proceedings*. Melbourne, p. 165-8.
- WILM, H. G.; COSTELLO, D. F.; KLIPPLE, G. E. (1944) Estimating forage yields by the double sampling method. *J. Amer. Soc. Agron.*, 36:194-203.
- WOLTON, K. M. (1963) An investigation into the simulation of nutrient returns by the grazing animal in grassland experimentation. *J. Brit. Grassld. Soc.*, 18:213-9.
- WOODMAN, H. E. & NORMAN, D. B. (1932) Nutritive value of pasture. 9. The influence of intensity of grazing on the yield, composition and nutritive value of pasture herbage. *J. Agric. Sci.*, 22:852-73.
- WOOLFOLK, P. G. (1962) Measuring yield by animal performance. In: *Pasture and range research techniques*. Ithaca, Comstock, p. 73-5.
- WRIGHT, D. F. & PRINGLE, R. M. (1983) Stocking rate effects in dairying. *Proc. NZ. Soc. Anim. Prod.*, 43:97-100



Impresso na  
*ERCA Editora e Gráfica Ltda.*  
Rua Silva Vale, 870 - Cavalcante  
Rio de Janeiro - RJ

IICA - BIDIA

BIBLIOTECA

Bogotá - Colombia



TÉCNICAS DE PESQUISA EM  
PASTAGENS E APLICABILIDADE  
DE RESULTADOS EM SISTEMAS  
DE PRODUÇÃO

---

**PHILOBIBLION**  
O livro de classe