FONTES DE PERDAS DE FORRAGEM SOB PASTEJO: FORRAGEM SE PERDE?

Paulo César de Faccio Carvalho[1]; Marcos Weber do Canto[2]; Anibal de Moraes[3]

[1] Prof. do Depto. Plantas Forrageiras e Agrometeorologia-UFRGS. paulocfc@ufrgs.br
[2] Prof. do Depto. de Zootecnia-UEM
[3] Prof. do Depto. de Fitotecnia e Fitossanitarismo-UFPR

1 - Introdução

O título deste trabalho é propositadamente instigante. Em princípio, ele não é necessariamente correto e poderia ser abordado segundo diferentes enfoques. O clássico seria centrar o foco sobre o processo de senescência como parâmetro definidor de perda de forragem, para daí, então, abordar fontes e estratégias de se minimizar este processo. Porém, não é intuito deste trabalho apresentar o tema desta forma. A questão central está no que se deve considerar como perda de forragem, se é que ela existe, o que nos leva a propor um texto mais abstrato e conceitual. Pretende-se discutir filosoficamente esse conceito, pois acreditamos que o confundimento nas noções de uso da forragem em pastejo seja o responsável fundamental pelo mau manejo das pastagens em nosso país, ocasionando extensa degradação pelo uso de lotações incompatíveis embasadas numa filosofia de uso de pastagens que focaliza a eficiência de colheita de forragem, e não sua transformação em produto animal. Para justificar essa percepção, e para situarmos o tema sob condições de pastejo, sempre que possível abordaremos as respostas dos fatores em relação a um contínuo de intensidades de pastejo.

2 - Definições e conceitos

Se utilizarmos a terminologia oficial do *Forage and Grazing Terminology Committee* (1991), forragem (*forage*) corresponde às partes comestíveis das plantas que podem prover alimento para animais em pastejo ou que podem ser colhidas para proverem alimento. Perda de

orragem não é conceituada pelo Comitê acima referido, nem mesmo elas referências mais utilizadas da área, como Hodgson (1979), Thomas (1980) ou pelo Glossary Revision Special Committee (1989).

A palavra perda tem origem do latim *perdita*, que significa ato ou efeito de perder alguma coisa que se possuía. Isso nos leva a interpretar, do ponto de vista léxico, que perda de forragem ocorreria quando porções comestíveis de plantas disponíveis aos animais, não o são por ele ingeridas. Numa pastagem utilizada por animais, a matéria seca que não é consumida senesce passando a constituir a fração material morto da pastagem e a relação clássica entre acúmulo de material morto e perda se estabelece.

Parcela considerável dos produtores e técnicos na área utiliza o conceito acima para nortear ações de manejo do pastejo que, em boa parte dos casos, conduzem a um excesso de lotação animal, ao superpastejo e à degradação, tão frequentemente observados nas pastagens de nosso país. A lógica sempre é a de que a presença de material senescente significa algo que foi perdido, deixado de ser utilizado. A presença expressiva de material senescente, de forma geral, está associada à existência de uma quantidade de massa de forragem elevada que pode se acumular sob efeito de condições ótimas para crescimento vegetal, ao mesmo tempo em que a lotação seja suficientemente moderada para que o consumo de forragem por unidade de área não seja superior à taxa de acúmulo da pastagem. Ao se constatar que parte da forragem não está sendo consumida o raciocínio seguinte é o de que, naquela área, caberiam mais animais, pois há pasto sendo "perdido". A ação de manejo seqüencial, invariavelmente, passa por um aumento de lotação para que esta "perda" não venha a se reproduzir. O princípio é o de que ao aumentar o consumo de forragem por unidade de área, por intermédio do aumento da densidade de lotação, menor quantidade de forragem estaria sendo "perdida" e o uso da pastagem passaria a ser "mais eficiente". A Figura 1 procura representar esse modelo conceitual e que mostraremos como equivocado, segundo o qual haveria uma relação direta e positiva entre o aumento da eficiência de pastejo e o incremento no rendimento da pastagem.

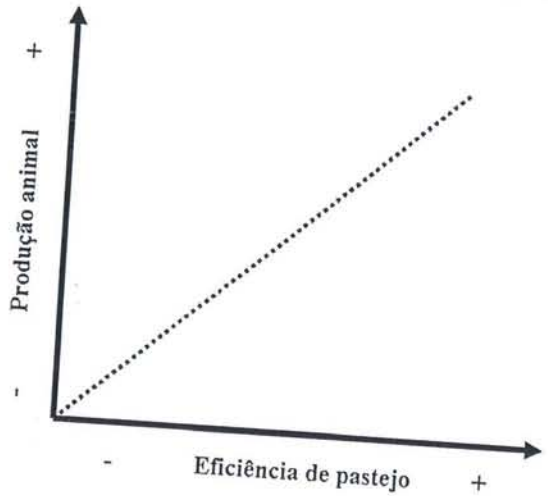

Figura 1 - Representação teórica do modelo percebido pela maioria dos técnicos e produtores quanto à relação entre o aproveitamento da forragem e o rendimento das pastagens. Uma percepção equivocada...

Como pode ser deduzido, o conceito de perdas envolve, em última análise, a busca pelo aumento da eficiência no uso dos recursos forrageiros. No entanto, trata-se de um conceito estático, que não considera a real dinâmica dos processos de crescimento, senescência e consumo que operam continuamente numa pastagem. Para que possamos compreender a pastagem por esse prisma, além de identificar e definir as perdas de forragem num ecossistema pastoril, é necessário que apresentemos a pastagem dentro de sua real dimensão ecológica.

3 - Fontes de perdas de forragem e ações de manejo para otimizar a utilização da pastagem

Dentro de uma perspectiva de compreensão ecológica da pastagem, forragem é um "estado de energia". A interceptação da radiação solar por tecido vegetal com capacidade fotossintética

ermina por materializar energia na forma de forragem quando da disponibilidade simultânea de determinados recursos tróficos. Quando isso ocorre, a energia se acumula como fitomassa e na medida em que o animal, por meio do pastejo, ingere partes desta fitomassa formada, então a energia se desloca para outras etapas de um processo que pode ser representado até a fixação da energia em produto animal comercializável (Figura 2).

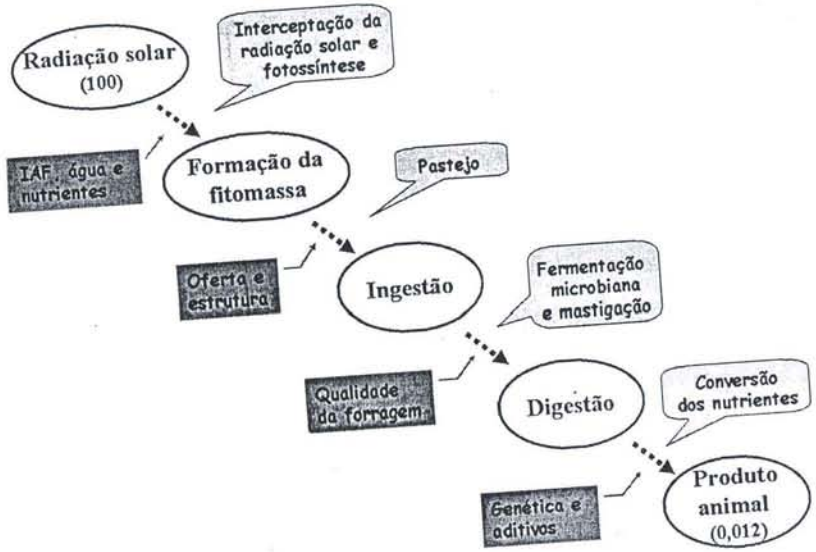

Figura 2 - Fluxo de energia nos ecossistemas pastoris. Os círculos centrais representam as etapas principais de transferência de energia. Os textos explicativos acima representam os processos fundamentais que ligam as etapas de transferência de fluxo, e os textos explicativos abaixo representam as principais variáveis que podem ser controladas por manejo. Os índices apresentados nos círculos representam a fração da energia disponível que é fixada em produto animal, tomando por base uma pastagem nativa bem manejada do Rio Grande do Sul.

Com o entendimento da produção animal em pastagens dentro dessa perspectiva, perda de forragem passaria a ser definida como: *toda a forragem que potencialmente um ambiente pastoril poderia produzir e transformar em produto animal passível de comercialização.* Em outras palavras, é a fração da energia disponibilizada não fixada em produto animal. Como conseqüência, duas divergências marcantes existem entre essa definição e aquela clássica referida no início do texto. Primeiramente, pode-se perder forragem antes mesmo dela vir a se materializar como tecido vegetal. Em segundo, forragem perdida deixa de ser sinônimo de matéria seca não ingerida pelo animal em pastejo. Ela somente é considerada perdida quando deixa de constituir um produto animal comercializável. Se o conceito acima construído estiver correto as perdas de forragem num ambiente pastoril referem-se à quantidade de energia que se perde em cada etapa de sua transferência até que ela se fixe em produto animal, tal qual apresentado na Figura 2 (dados calculados a partir dos resultados de Soares et al., 2003). Pela Figura 2 podem-se identificar de forma precisa as fontes de perda, pois se identificam todas as etapas de transferência. Os processos nos quais devemos nos focar e as principais ações de manejo para maximizar a produção animal estão demonstrados nessa Figura, o que provê uma base conceitual para se discutir o tema deste capítulo.

3.1 - Perdendo forragem antes mesmo de ela vir a ser produzida...

Uma fonte significativa de perda de forragem ocorre no processo de formação da fitomassa a partir da radiação solar que é disponibilizada. Nessa etapa, a intensidade de pastejo e a fertilização constituem-se em ações de manejo fundamentais na determinação da magnitude das perdas de oportunidade de produção de forragem. Em altas intensidades de pastejo a lotação é excessiva e um grande número de animais por unidade de área define uma vegetação com índice de área foliar (IAF) baixo (Castro 2002, Pontes et al, 2004, Silva & Pedreira, 1997). Como conseqüência, maior área de solo descoberto aparece em decorrência do excesso de pastejo (Figura 3).

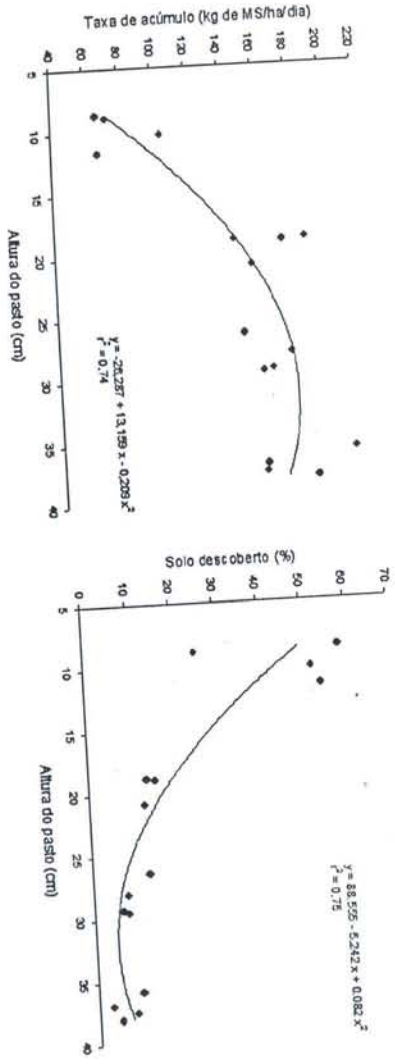

Figura 3 - Taxas de acúmulo e proporção de solo descoberto em pastagens de milheto manejadas em diferentes alturas (Castro, 2002). Intensidades de pastejo excessivas diminuem o crescimento da pastagem devido a menor superfície de interceptação de radiação.

Cada superfície da pastagem que não é coberta por folhas constitui-se numa fonte de perda de potencial produtivo, pois a radiação que não é interceptada é perdida no ambiente. Trata-se de uma perda "invisível", uma vez que a fitomassa não chega a ser produzida e o produtor não detecta o problema. A perda de forragem na Figura 3 poderia ser quantificada como a diferença de produção entre a menor taxa de acúmulo, observada em pastagens conduzidas a 10 cm de altura, e a maior, obtida em pastagens manejadas a 30 cm de altura, qual seja, 110 kg de MS/ha por dia. As pastagens do exemplo acima, manejadas entre 10 e 40 cm, têm o mesmo nível de investimento em fertilização e os mesmos tratos culturais. A única diferença é a lotação colocada para utilizar a pastagem. Essa pequena diferença faz com que pastagens conduzidas a 30 cm produzam quase 21 t de MS/ha, enquanto as conduzidas a 10 cm produzam menos de 10 t de MS/ha. As pastagens manejadas a 10 cm de altura têm ritmo de crescimento bastante razoável, afinal 70 kg de MS/ha por dia é uma taxa de acúmulo expressiva. Qualquer técnico ou produtor estaria satisfeito. No entanto, o importante é o que se deixa de ganhar, e se desconhece... A ação de manejo para se diminuir as perdas, no caso, é o simples uso de uma lotação adequada à manutenção de um elevado índice de área foliar, maximizando a interceptação da radiação disponibilizada pelo ambiente.

Um segundo exemplo, no mesmo sentido, diz respeito à existência de condições de crescimento simultâneas à interceptação de radiação. Além do fato de que apenas 45 % da energia solar incidente estejam no espectro disponível para a fotossíntese, e que isto constitua uma fonte de perda natural de energia, outros fatores abióticos não estão necessariamente disponíveis concomitantemente à energia solar (e.g., limitações hídricas, de nutrientes, etc.). Isso faz com que apenas pequeno percentual da energia solar, frequentemente entre 1 a 3 %, seja absorvido pela vegetação (Gardner & Sinclair, 1998). Utilizemos o nitrogênio, que é o elemento mineral mais frequentemente escasso nas pastagens, como exemplo de como a falta de um elemento pode ocasionar perdas significativas de forragem (Figura 4).

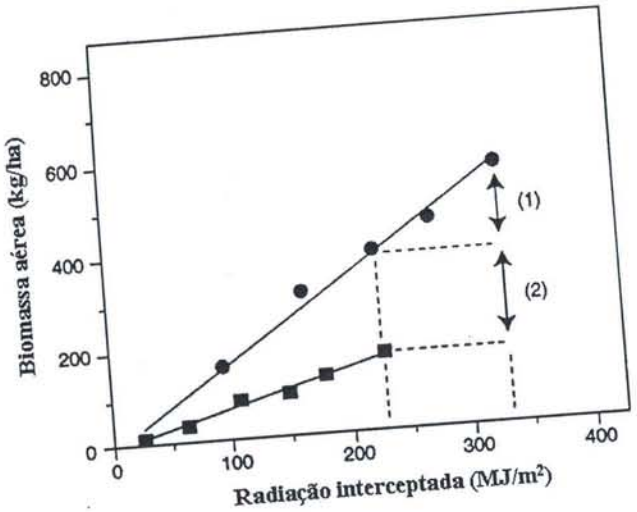

Figura 4 - Relação entre interceptação de radiação e acúmulo de biomassa em pastagens submetidas a dois níveis de fertilização nitrogenada (●: 160 kg de N/ha; ■: 0 kg de N/ha). (1) ganho de produção de forragem determinado por um aumento da interceptação da radiação; (2) ganho de produção de forragem determinado por um aumento da eficiência de conversão. Apresentado por Gastal & Lemaire (1997).

A produção de forragem das pastagens fertilizadas com 160 kg de N/ha é superior à das pastagens sem fertilização nitrogenada. Mais do que a obviedade aparente da informação, é importante se conhecer as causas que originam esta resposta e como elas se integram no conceito de perda. Observem que a pastagem fertilizada intercepta globalmente mais radiação que a não fertilizada (1). Isto se explica pela evolução do IAF em pastagens fertilizadas, onde as taxas de elongação de folhas (Freitas, 2003) e as de perfilhamento são afetadas positivamente pelo nitrogênio (Cruz & Boval, 2000). Além disso, para uma

mesma quantidade de radiação interceptada, o acúmulo de biomassa é maior para a pastagem fertilizada (2), pois há um incremento da eficiência de conversão da radiação interceptada que resulta do efeito do nitrogênio sobre a capacidade fotossintética da planta. A pastagem sem nitrogênio tem uma perda de forragem caracterizada pelo que ela deixa de produzir, comparativamente à pastagem com nitrogênio. Mais uma vez, trata-se de uma perda difícil de distinguir, a menos que as duas situações se apresentem concomitantemente e permitam uma base comparativa.

Os exemplos acima evidenciam a necessidade de se manejar a pastagem com um nível adequado de IAF, ao mesmo tempo em que se deva prover condições nutricionais à pastagem para que ela expresse o seu potencial. Porém, em condições de campo, dificilmente todos os elementos são disponibilizados em condições ótimas e a produtividade potencial (*sensu* Nabinger, 1997a) de uma pastagem é raramente atingida. Essa produtividade potencial pode ser ilustrada pelo modelo de Gosse et al. (1986), onde o acúmulo de biomassa aérea é diretamente proporcional à quantidade de radiação fotossinteticamente ativa interceptada (RFAI) e à eficiência com que a mesma unidade de radiação é convertida em matéria seca (EUR), dado pela equação:

$$\Delta MS = EUR * \sum RFAI$$

Em condições ótimas, plantas de metabolismo C4 devem produzir entre 2,5 e 3,0 g de MS de biomassa aérea por MJ de radiação fotossinteticamente ativa interceptada, enquanto plantas C3 produzem aproximadamente 30% a menos com a mesma radiação. Esse modelo se presta de forma muito interessante ao diagnóstico das fontes de perda de forragem, bem como das importâncias relativas de cada fator, pois basta estudar a situação potencial, onde todos os fatores modificáveis do meio são levados a um nível ótimo. Uma vez caracterizada a produtividade potencial, basta compará-la a uma situação na qual somente um fator esteja limitante para que se possa determinar a importância

relativa de cada fator, bem como a magnitude de suas perdas. No interesse de se aprofundar na temática de elaboração de biomassa em pastagens o leitor é referido a Nabinger (1997a, b), Silva & Pedreira (1997) e Nascimento Junior et al. (2002).

3.2 - Perdendo forragem uma vez que ela tenha sido produzida...

Como foi abordado em tópicos anteriores, o conceito clássico de perda da forragem produzida é aquela forragem que, em não sendo consumida, adentra ao compartimento de material senescente e se torna material morto acumulado na base do perfil das pastagens (Maraschin, 1993). Essa lógica é sedutora, pois uma vez formada a forragem, apenas dois processos podem ocorrer numa situação de pastejo: consumo ou senescência. A relação desses processos com o pastejo é fundamental para justificar a nova conceituação proposta, relação esta que é ilustrada na Figura 5.

Figura 5 - Representação esquemática das relações entre a intensidade de pastejo e a quantidade de forragem que é consumida por unidade de área, consumida por cada animal individualmente e a quantidade de forragem que senesce por unidade de área. O aumento da intensidade de pastejo diminui a senescência e aumenta o consumo por unidade de área, mas diminui o consumo por animal.

Ao aumentar a intensidade de pastejo numa pastagem, o número de desfolhas que uma planta sofre por unidade de tempo aumenta, pois há mais animais por unidade de área. Mesmo que cada ato de desfolha represente uma mesma fração proporcional de remoção de tecido vegetal, pois o bocado do animal remove uma proporção aproximadamente constante da altura da planta (Carvalho, 1997), o número de desfolhas a que um mesmo perfilho será submetido, ou que uma mesma folha sofrerá até a sua senescência, é incrementado. Como conseqüência, a quantidade de material que escapa à desfolha e senesce é diminuída, e a quantidade de forragem colhida na mesma unidade de área é aumentada. No entanto, o impacto da intensidade de pastejo sobre o consumo individual dos animais é antagônico àquilo que se observa por unidade de área, e o consumo por animal diminui em decorrência do impacto do aumento da intensidade de pastejo sobre a estrutura da pastagem (pastagens mais baixas) e sobre a quantidade de alimento disponível por indivíduo (menor oferta de forragem). Muito embora as relações expressas na Figura 5 sejam apenas esquemáticas, pois os verdadeiros modelos de resposta não são lineares (vide Parsons, 1994), os princípios são universais.

Enquanto a relação entre senescência e intensidade de pastejo é perfeitamente lógica, o impacto diferencial da intensidade de pastejo sobre o consumo por unidade de área e por animal é mais obscuro e, portanto, sujeito a confundimento. Para esclarecermos este antagonismo, adentremos aos conceitos de eficiência de pastejo (ou colheita) e eficiência de utilização.

3.2.1 - Distinguindo eficiência de colheita ou pastejo de eficiência de utilização

Hodgson (1979) definiu a eficiência de pastejo, que é sinônimo de eficiência de colheita, como sendo a proporção da forragem acumulada que é consumida pelo animal em pastejo. É muito importante ressaltar que se trata de uma proporção, e que sua unidade é percentual. Já a eficiência de utilização de uma

pastagem refere-se ao produto animal produzido por unidade de forragem acumulada por área, o que introduz o conceito de conversão da forragem ingerida em produto animal (Hodgson, 1979). Este trabalho assumirá essas definições para abordar a temática de perdas de forragem, ainda que esta terminologia não seja consenso (e.g., vide Hodgson, 1990 e Lemaire & Agnusdei, 2000).

Mais importante do que as definições em si é a relação existente entre essas duas variáveis e a intensidade de pastejo, o que é demonstrado na Figura 6.

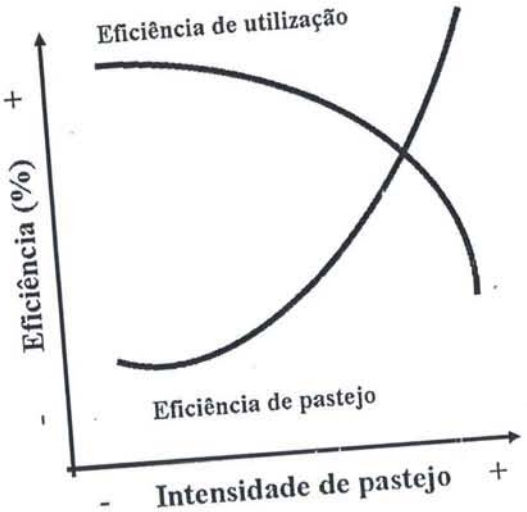

Figura 6 - Relação teórica entre intensidade de pastejo e eficiência de pastejo (kg MS ingerida/kg de MS produzida) e eficiência de utilização (kg de produto animal/kg de MS produzida). A eficiência de pastejo e a eficiência de utilização são processos antagônicos.

No extremo de baixas intensidades de pastejo os animais têm, do ponto de vista individual, alta ingestão de forragem, pois a lotação é baixa e a oferta de forragem é elevada, havendo pouca ou nenhuma competição por alimento. Nessa condição o animal pode selecionar forragem buscando alta qualidade, e sua conversão/desempenho são elevados. Por conseqüência a eficiência de utilização também o é. No entanto, embora haja alta ingestão individual, como a lotação é baixa a ingestão de forragem por unidade de área é reduzida, o que faz com que a eficiência de pastejo seja pequena. Na medida em que se aumenta a intensidade de pastejo pelo aumento da lotação, menor quantidade de forragem fica disponível para cada animal e uma forte competição por alimento se instala. Além disso, a estrutura da pastagem se modifica e a apreensão da forragem fica dificultada. A eficiência de pastejo aumenta, pois a ingestão de forragem por unidade de área aumenta como decorrência do aumento da lotação, porém, uma proporção menor da forragem individualmente ingerida fica disponível para produção, e a quase totalidade da forragem ingerida é utilizada para a mantença, diminuindo de forma considerável a eficiência de utilização. Consequentemente, muito mais forragem necessita ser utilizada para gerar uma mesma unidade de produto animal, o que se exemplifica na Tabela 1.

Tabela 1 - Exigências nutricionais e eficiência de conversão de cordeiros em diferentes ritmos de crescimento do desmame (30 kg) ao abate (40 kg) (Vipond, 1999). Com disponibilidade de alimento insuficiente para atender os requerimentos de mantença e de produção, a conversão do alimento diminui, assim como o desempenho animal, e muito mais forragem tem de ser utilizada para constituir o mesmo desempenho

		Exigências em MS	
Ganho médio diário (g/dia)	Dias para terminação	Por dia (kg)	Total (kg)
100	*100*	*1,0*	*100*
200	*50*	*1,4*	*70*
300	*33*	*1,7*	*55*

Como os requerimentos de mantença são diários, quanto maior o tempo que o animal leva para atingir um determinado desempenho, maior o gasto de alimento com a sua manutenção. No caso do exemplo acima, haveria uma "perda" de 45 kg de forragem para cada 10 kg de massa corporal produzida no sistema que não privilegia o máximo desempenho animal.

A conclusão evidente do acima exposto é que as eficiências de pastejo e de utilização constituem-se em processos antagônicos. Portanto, não há como manejar ambos os processos maximizados de forma concomitante. Briske & Heitschmidt (1991), de certa forma, se referiram a esse antagonismo como o dilema ecológico fundamental do manejo de pastagens, segundo o qual os processos de produção vegetal e de pastejo não podem ser maximizados ao mesmo tempo. O paradigma da maximização do ganho por animal ou do ganho por hectare, o que Maraschin (1993) denominou de filosofia do *ranching* e do pastoralismo, também encontra abrigo nesta discussão, que introduz a questão sobre qual a faixa ótima de utilização de uma pastagem e para que nível de intensidade de pastejo.

3.2.2 - Qual o nível de utilização desejável para uma pastagem?

Como pode ser deduzido dos itens anteriores, o consumo por hectare afeta sobremaneira a eficiência de colheita, enquanto que a eficiência de utilização é função direta do consumo por animal. Sendo ambos os processos importantes, mas antagônicos, onde devemos nos situar? Qual a proporção da produção de forragem que devemos ter como meta utilizar? Concretamente, a pista para se refletir o melhor caminho está no tipo de produto animal que deverá remunerar a pastagem. Ilustremos isso com uma série de exemplos, a começar pela intensidade de uso de pastagens (Figura 7) utilizadas por vacas leiteiras em função da quantidade de forragem em oferta, uma síntese exaustiva de vários trabalhos apresentada por Delagarde et al. (2001).

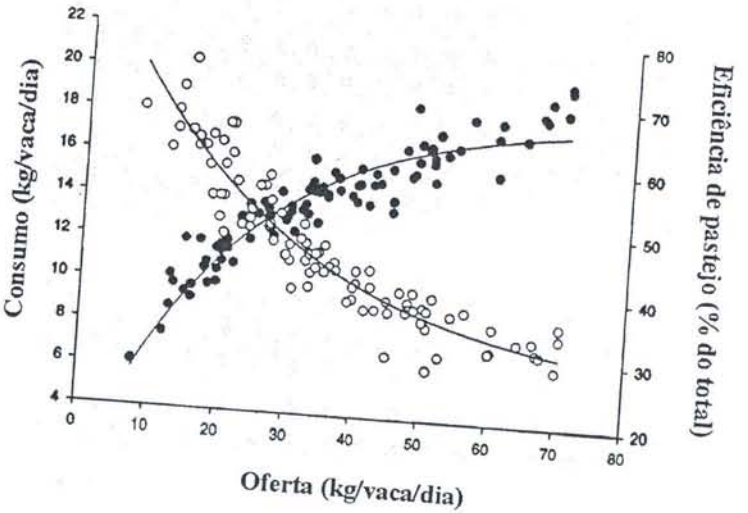

Figura 7 - Relação entre eficiência de pastejo e o consumo de vacas leiteiras em diferentes ofertas de forragem (Delagarde et al., 2001). Compilação de dados obtidos em condições de pastagens temperadas. O aumento da oferta de forragem diminui a eficiência de pastejo, enquanto aumenta o consumo por animal.

Observa-se na Figura 7 que o aumento da oferta de forragem faz aumentar o consumo individual dos animais, ao mesmo tempo em que diminui a eficiência de pastejo da forragem oferecida. Na porção mediana da curva, o consumo aumenta entre 0,10 e 0,20 kg de MS/kg de MS oferecida. Na amplitude de ofertas de forragem apresentada, a eficiência de pastejo varia de 30 a 70 %. Quando a eficiência de pastejo ultrapassa os 50 %, uma forte redução do consumo por animal é verificada, o que corresponde a valores de oferta de forragem inferiores a 30 kg de MS/vaca/dia. Nesse ponto o consumo dos animais estaria em 75 % do seu potencial (Delagarde et al., 2001), decrescendo vertiginosamente na medida em que se aumente a eficiência de pastejo pela diminuição da forragem ofertada por vaca. Contrariamente, ofertas de forragem muito superiores a 30 kg de MS/vaca/dia pouco incrementam o consumo por animal e reduzem marcantemente a eficiência de colheita da pastagem. Como a produção de leite de uma vaca é função direta do quanto de forragem consumida que ela atinge, presume-se que não seja interessante aumentar a eficiência de pastejo muito acima de 50 %.

Um outro exemplo, no mesmo sentido, pode ser apresentado com resultados de ganho de peso de cordeiros em pastagens de azevém anual manejadas sob regime de lotação contínua em níveis de altura de 5, 10, 15 e 20 cm, as quais originaram diferentes eficiências de pastejo (Figura 8).

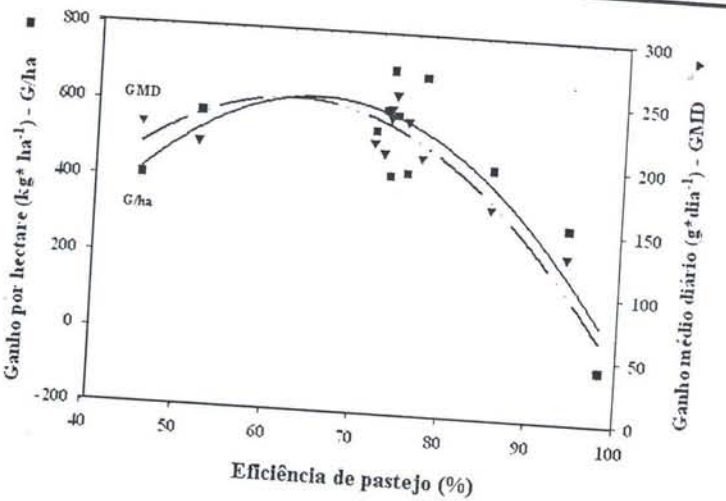

Figura 8 - Efeito de diferentes eficiências de pastejo, obtidas pelo aumento da intensidade de pastejo (da esquerda para a direita, no eixo das ordenadas), sobre o desempenho de cordeiros em pastagem de azevém (Silveira, 2001).

Por se tratar de uma pastagem anual, a eficiência de pastejo atinge níveis superiores a 90 % em altas intensidades de pastejo. Quando a eficiência de pastejo é superior a 70 %, observa-se forte redução no desempenho por animal e por hectare, porque não somente o consumo individual se reduz, mas também a produção da pastagem. Eficiências inferiores a 60 % também comprometem o rendimento animal, embora em menor magnitude. Isso nos permite inferir, para esse caso, que uma amplitude ótima de uso estaria entre 60 e 70 % de eficiência de pastejo. A diferença entre esse exemplo e o anterior poderia ser explicada pelo fato de que, em sendo uma pastagem anual, mais de 1/3 do período de utilização da mesma se encontra numa fase com predominância de plantas em estádio reprodutivo, o que promove um balanço negativo no fluxo de tecidos em nível de perfilho durante boa parte do ciclo de utilização da pastagem, tal qual foi demonstrado por Pontes et al. (2004). Esses resultados apresentam uma recíproca muito interessante com aqueles

apresentados por Hodgson (1990), onde intensidades de pastejo superiores a 70 % penalizam fortemente o crescimento da pastagem pelo impacto negativo existente sobre a eficiência de conversão da energia solar incidente em forragem. Em menos intensidade, mas com igual resposta, as taxas de acúmulo de capim-Marandú decrescem com eficiências de utilização superiores a 70 % (Silva & Corsi, 2003). Intensidades de pastejo muito elevadas parecem levar a níveis de eficiência de pastejo máximos pouco superiores a 30 % (a partir de compilações e/ou resultados apresentados por Hodgson, 1990; Nascimento Junior et al., 2003; Silva & Corsi, 2003; Lemaire & Agnusdei, 2000; Pontes et al.; 2004), o que reflete a impossibilidade de se colher 100 % da forragem produzida. Parsons & Chapman (2000) agregam ainda um outro tipo de referência, segundo a qual a maximização do rendimento da forragem colhida por unidade de área se daria com uma eficiência de pastejo próxima a 50 %.

Como contraponto, quando o produto das pastagens é medido em termos de biodiversidade, o que já ocorre em alguns países desenvolvidos, e particularmente em pastagens naturais, a magnitude da intensidade de pastejo desejável é muito menor quando comparado a pastagens cultivadas. Holechek et al. (1999) consideram que eficiências de pastejo superiores a 50 % em campo nativo são indicadoras de pastejo pesado e de erosão genética. Segundo esses autores, as espécies desejáveis somente se mantêm na composição botânica quando a eficiência de pastejo estiver próxima a 40 %, inclusive incrementando em eficiências de pastejo ao redor de 30 %. Resultados de Carvalho et al. (2003) semelhantemente apontam para os benefícios de intensidades de pastejo moderadas sobre a diversidade florística e funcional de pastagens naturais.

Quando expressamos a produção animal em termos de produto remunerador do recurso forrageiro, aí chegamos à real definição do que se está propondo neste trabalho. Enquanto na produção de leite todo o produto é passível de comercialização, na pecuária de corte uma determinada produção de peso vivo/ha não é necessariamente comercializável, pois há exigências quanto à terminação dos animais que, se não forem atendidas, deixam pouca margem de

comercialização para o produtor. Portanto, maximizar o ganho de peso vivo por unidade de área não se traduz, necessariamente, em rentabilidade. Com o auxílio da Tabela 1 é simples concluir a diferença entre termos uma lotação de 10 animais/ha ganhando 0,100 kg/an./dia, ou 1 animal/ha ganhando 1 kg/dia. Nessa situação hipotética, o ganho por hectare é o mesmo, mas a sua comercialização é bastante distinta. Essa distinção é muito importante, pois é mais um elemento a se refletir quando da definição da melhor intensidade de pastejo. Feito essa distinção, ilustremos o impacto de diferentes intensidades de pastejo sobre a quantidade de forragem disponibilizada por unidade de carcaça fria comercializada como novilho superprecoce (Figura 9).

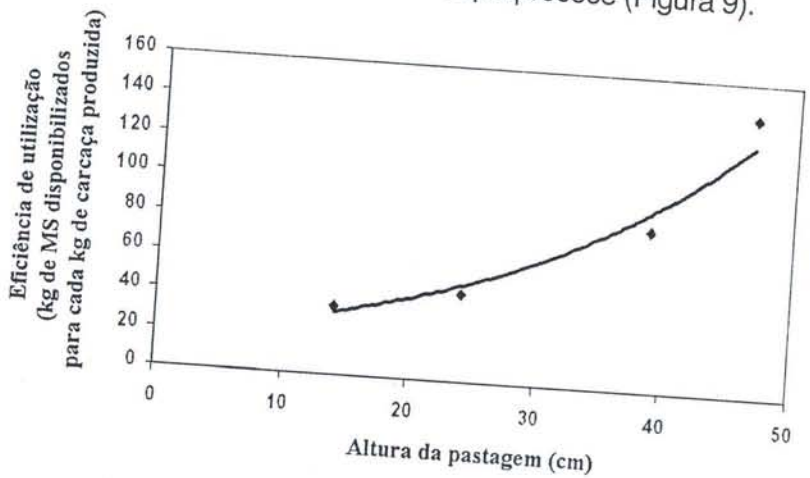

Figura 9 - Impacto de diferentes alturas de manejo de uma pastagem de azevém anual consorciada com aveia preta sobre a eficiência de utilização de novilhos em terminação. Quanto maior a altura de manejo da pastagem, menor a eficiência de utilização, pois mais forragem é disponibilizada para produzir a mesma unidade de carcaça comercializada (calculado a partir dos resultados apresentados por Carvalho et al., 2004).

O exemplo em questão é singular, pois num contexto de integração lavoura-pecuária, onde elevadas massas de forragem são necessárias à cultura da soja, conduz-se a pastagem em ofertas de forragem em muito superiores ao manejo tradicional. Quando a forragem é de alta qualidade, pastagens conduzidas em torno de 15 cm, embora não maximizem o desempenho por animal, ainda assim permitem um desempenho superior a 720 g/dia. Nessa condição, 34,8 kg de MS são suficientes para produzir 1 kg de carcaça. No extremo oposto, pastagens conduzidas com altura superior a 45 cm apresentam uma eficiência quatro vezes inferior, ou seja, 142,3 kg de MS são disponibilizados para produzir "o mesmo 1 kg de carcaça". O uso das aspas na frase anterior se refere às diferenças que existem na qualidade das carcaças. Entre 15 e 25 cm de altura de manejo a diferença em eficiência é pequena, mas o peso do traseiro serrote aumenta em 5 %, e o da carcaça em 7 %.

Como pode ser notada, a quantificação das perdas, segundo a proposta de se considerar a relação de produto animal comercializável e a quantidade de forragem potencialmente produzida por um ambiente pastoril, é complexa. Já um produtor de soja, por exemplo, caracteriza suas perdas pela quantidade de grãos que ele deixa de colher, expresso em kg por unidade de área. A matéria seca dos componentes morfológicos da planta não é computada. O conceito de perda é percebido sobre o valor do produto comercializável. Numa situação de pastejo, de forma geral, o valor percebido é algum tipo de produto animal, na forma de peso vivo/carne, leite, lã, couro, etc. Com menor freqüência, de pastagens pastejadas se comercializa genética animal, sementes, forragens conservadas, entre outros. Porém, mais importante do que a quantificação da perda *per se* é a filosofia de utilização das pastagens segundo as bases conceituais propostas. Enquanto neste item foi discutido o nível de utilização desejável para uma pastagem, o qual se reflete essencialmente na intensidade de pastejo a ser utilizada, resta tratar o melhor momento de utilização, o que agrega a importância da variável tempo no manejo de uma pastagem.

3.2.3 - Qual o momento de utilização desejável para uma pastagem?

Cavalho et al. (1999) associaram o ritmo morfogênico das plantas ao processo de pastejo dos animais através da seguinte pergunta: quanto tempo uma folha, num determinado perfilho, pode esperar por uma desfolha? A resposta a essa questão, e as ações de manejo associadas a ela, integram uma quantidade imensa de conhecimentos, cujo debate não é intuito deste trabalho. É de interesse, apenas, sua interface com a temática de perdas. A questão acima introduz a noção de tempo no uso das pastagens. A característica morfogênica associada a ela é a duração de vida da folha, que é expressa em tempo térmico. Uma folha de azevém anual tem uma duração aproximada de 400 graus-dia (Lemaire & Agnusdei, 2000; Pontes et al., 2003; Freitas, 2003). Já um capim-elefante anão tem uma duração de vida da folha de aproximadamente 780 graus-dia (Almeida et al., 1997). Isso significa que uma folha de capim-elefante anão permanece disponível para uma desfolha o dobro do tempo que um azevém. Se num intervalo de apenas 400 graus-dia a folha do azevém não for desfolhada, ela senesce e não deverá compor a dieta do animal. Consequentemente, a freqüência de utilização do azevém deverá ser mais intensa do que a do capim-elefante anão, sob pena de uma quantidade excessiva de forragem adentrar ao compartimento material morto da pastagem. Porém, a freqüência é apenas um dos componentes da desfolha. O outro é a intensidade de remoção de tecidos, que em conjunto com a freqüência definirá o grau de desfolha das folhas ao longo de sua vida. Lemaire & Agnusdei (2000) demonstraram que esta proporção de remoção de tecidos foliares é função direta da intensidade de pastejo. Utilizando lotação contínua, intensidades de pastejo baixas removeram apenas 13 % de tecidos foliares, enquanto em altas lotações esse índice chegava a 35 %.

Enquanto em baixas lotações 75 % das folhas não eram sequer desfolhadas antes de senescerem, em altas lotações o mesmo ocorria com 40 % das folhas. Isto ilustra a dificuldade de se buscar colher todas as folhas produzidas na pastagem. Numa população de plantas, particularmente em pastagens conduzidas com lotação contínua, a população de perfilhos se encontra nos mais diferentes "momentos morfogênicos", o que significa a impossibilidade de se almejar desfolhar precisamente cada folha, individualmente, no exato tempo térmico referente a sua duração.

Com o intuito de testar o gerenciamento do manejo da pastagem segundo princípios de eficiência de colheita da forragem, Barbosa et al. (2004) e Cauduro et al. (2004) propuseram que o período de descanso em lotação rotacionada fosse guiado pela duração de vida da folha. Assumindo uma duração de vida da folha para o azevém de 400 graus-dia na fase vegetativa, e de 500 graus-dia na fase reprodutiva, o ciclo de pastejo variou entre 36 e 22 dias ao longo do período de utilização da pastagem. Iniciando o uso da pastagem em julho, e esse uso se estendendo até novembro, o incremento na temperatura média diária faz com que uma mesma soma térmica seja atingida em cada vez menos tempo, o que explica a diminuição dos ciclos de pastejo. O princípio da proposta foi a de que a primeira folha produzida por um perfilho após a saída dos animais, numa determinada faixa, estivesse ainda verde quando do retorno dos animais à mesma faixa no ciclo seguinte. Com o período de ocupação fixo em dois dias, o tamanho das faixas era variável de acordo com a duração de vida da folha, bem como da freqüência de desfolha requerida, sendo assegurada uma intensidade de pastejo constante por meio de lotação variável, lotação esta que era ajustada a cada ciclo de pastejo. Enquanto o tempo de descanso define o intervalo ótimo de desfolha, a lotação define, dentro do intervalo estabelecido, qual a freqüência de desfolha do perfilho ao longo do período de ocupação. Em outras palavras, a lotação define o número de vezes que um mesmo perfilho é desfolhado num único período de ocupação, pois o pastejo em

lotação rotacionada se dá em estratos e o número de estratos removidos pelos animais é função da densidade animal que está sendo utilizada (vide Carvalho et al., 2001). Mais uma vez, o paradigma das eficiências de pastejo e de utilização é demonstrado, paradigma esse que está oculto na definição da quantidade de matéria seca que ficará como resíduo na saída dos animais. Estudos detalhados em nível de fluxo de tecidos dos perfilhos individuais ainda estão em processamento, mas observações empíricas atestam o fundamento da proposição testada por Barbosa et al. (2004) e Cauduro et al. (2004).

Várias estratégias de manejo, dentre elas a lotação rotacionada, têm muito de seu princípio na "utilização eficiente da pastagem", procurando-se potencializar ao máximo a produção de forragem (tempo de descanso) e ao mínimo a sua perda (tempo de ocupação). O que a lotação rotacionada permite a mais sobre a lotação contínua em termos de manejo da desfolha é o controle direto sobre o seu intervalo. Esse controle a mais tem sido proposto como um avanço tecnológico, como um sinônimo de intensificação do uso da pastagem, o que é certamente um exagero, pois o controle da desfolha, tanto em lotação contínua quanto em lotação rotacionada, tem o mesmo princípio, diferindo apenas a sua forma de controle sobre um dos componentes, o que é muito bem demonstrado por Parsons (1994).

Parsons & Chapman (2000) abordaram a mesma temática do ponto ótimo de uso da pastagem, mas por meio de modelagem mecanicista do funcionamento de uma pastagem em rebrota (Figura 10).

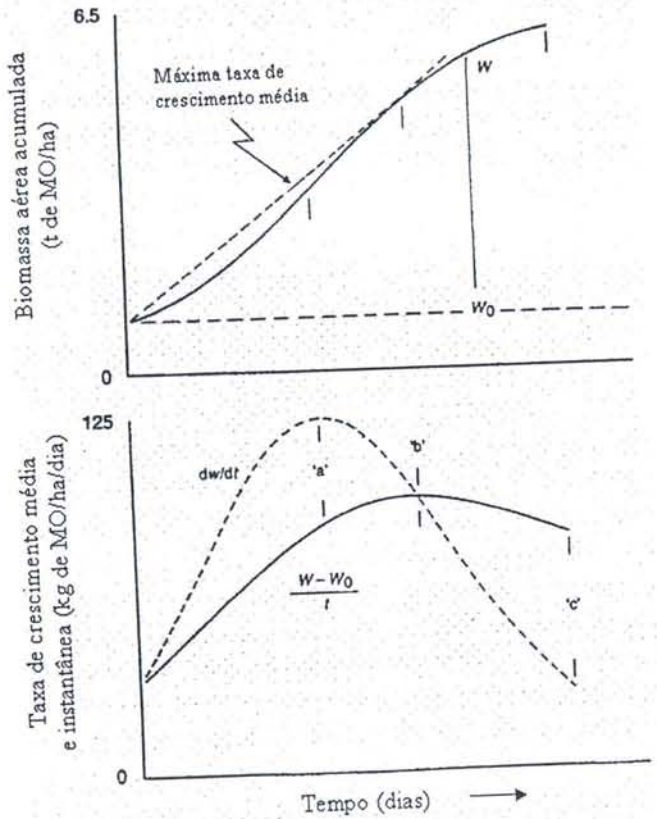

Figura 10 - Evolução do acúmulo da biomassa aérea (W) de uma pastagem ao longo da rebrota por meio de alterações nas taxas de crescimento instantâneo (dW/dt) e nas taxas médias de crescimento ((W-Wo)/t) (Parsons & Chapman, 2000).

De forma elegante, com enfoque na eficiência de colheita, os autores separaram o crescimento da pastagem, a partir de uma desfolha (Wo), em taxas de crescimento média ((W-Wo)/t) e taxas de crescimento instantâneo (dW/dt), para então discutir o melhor momento de se utilizar a pastagem. As taxas de

crescimento médias referem-se à variação da biomassa aérea (W) por unidade de tempo, enquanto as taxas de crescimento instantâneo referem-se à diferença entre a produção de tecidos e a senescência. O ponto (c) indica uma desfolha hipotética no momento em que ocorre o máximo acúmulo de biomassa (W- Wo). Nesse momento as taxas de crescimento médias já estão estabilizadas e as taxas de crescimento instantâneo decrescem a valores próximos a zero, o que faz com que a colheita de forragem não seja otimizada. Já a desfolha no momento (a) da rebrota significaria a interrupção do crescimento da pastagem quando as taxas de crescimento instantâneo são máximas, e a quantidade de forragem acumulada que é colhida é reduzida. O que é necessário entender é que para atingirmos o ponto ótimo é necessário conhecer como a forragem se acumula ao longo do período da rebrota. Em outras palavras, é fundamental conhecer a dinâmica das taxas de crescimento médias, pois o melhor momento para se utilizar uma pastagem é quando elas atingem os seus máximos valores (Parsons, 1994), já ao final da fase exponencial de acúmulo da biomassa aérea. Isto ocorre depois das máximas taxas de crescimento instantâneo, mas antes do máximo acúmulo de forragem. Isto tem forte implicação para sistemas de lotação rotacionadas cuja meta seja definir o tempo de descanso de forma a esperar o máximo acúmulo de forragem. Nesse caso, a perda de forragem se traduziria principalmente na unidade tempo, pois a variação de biomassa é pequena a partir do ponto (b), fruto do incremento no processo de senescência, o que é atestado por seu efeito nas taxas de crescimento instantâneo. Por meio de outras justificativas, Carvalho et al. (2001) e Silva & Carvalho (submetido) também justificam o momento ideal para utilização de uma pastagem como sendo anterior ao máximo acúmulo de forragem.

4 - Conclusões

O conceito de perda de forragem em pastejo como sendo aquela matéria seca que sofre pisoteio, aquela que é coberta por dejeções, que não é consumida, enfim, torna-se material morto, não abrange a natureza complexa e dinâmica da interface planta-animal em ecossistemas pastoris. A perda física da forragem não equivale a perda, assim como a ingestão dela não necessariamente constitui produto animal comercializável. Muitos nutrientes são, inclusive, translocados e reaproveitados no metabolismo da planta antes da matéria seca ir compor o material morto num perfil de pastagem. Consequentemente, a mensuração de perdas em termos de massa de material morto por unidade de área é insuficiente para avançarmos no conhecimento dos processos envolvidos na utilização da pastagem. Propositadamente, o enfoque deste trabalho não se centrou em apresentar resultados de literatura que medissem magnitudes de perda de forragem em decorrência do processo de pastejo. A perda importante num ecossistema pastoril é toda aquela energia disponibilizada que não é convertida em produto animal remunerador da pastagem. Neste contexto, forragem é somente um estado de energia transitório, e por isso as fontes de perda foram apresentadas como ocorrendo antes da própria "materialização" da forragem, ou posteriormente a isso. Porém, como a forragem constitui uma parte física do ambiente, toda a atenção de manejo se direciona ao seu estado instantâneo, o que provoca erros de manejo que, de forma geral, levam a pastagem à degradação. Portanto, a presença de material morto numa pastagem, ou a sua ausência, não deve ser encarada como parâmetro definidor central de ações de manejo.

Não é possível atingir 100 % de uso da forragem, tampouco deve ser meta utilizar o máximo de forragem possível, pois quantidade de forragem colhida raramente é produto remunerador de pastagens. Além disso, o antagonismo entre eficiência de pastejo (ou colheita) e eficiência de utilização indica

a necessidade de um comprometimento na intensidade de pastejo que signifique faixas de otimização de ambos os processos, e não maximização de um deles. Em pastagens cultivadas, a gama de resultados explorados, dentro da filosofia de perdas que é proposta, indica como razoável uma meta de uso entre 50 e 60 % da forragem produzida, evidentemente com margens para situações específicas. Em vegetações mais complexas, como os campos nativos, onde espécies desejáveis convivem com várias outras de menor interesse, inclusive indesejáveis, uma eficiência de pastejo entre 30 e 40 % parece compor uma situação favorável à manutenção das melhores espécies.

Portanto, a melhor intensidade de pastejo para otimizar a produção e sua transformação em produto animal está no uso de lotações moderadas. Ciente de que o adjetivo empregado deva ser contextualizado para cada situação específica, o importante é que tenhamos muito claro qual produto que vai nos remunerar, e nele centrarmos os conceitos de eficiência no uso da pastagem.

5 - Referências bibliográficas

ALMEIDA, E.X. ; SETELICH, E.A. ; MARASCHIN, G.E. Oferta de forragem e variáveis morfogênicas em capim elefante anão cv. Mott.. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. **Anais...** Juiz de Fora, 1997. p.240-242. 1997.

BARBOSA, C. M. P.; CARVALHO, P. C. F. ; CAUDURO, G. F. et al. Produção de cordeiros em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam) manejada em diferentes intensidades e métodos de pastejo. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. **Anais...** Campo Grande, 2004. p. 1-4. 2004.

BRISKE, D.D. ; HEITSCHMIDT, R.K.. An ecological perspective. In: Heitschmidt, R.K., Stuth, J.W. **Grazing management: an ecological perspective.** Oregon: Timber Press, p.11-26.

CARVALHO, P. C. F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: Jobim, C.C., Santos, G.T., Cecato, U. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1, Maringá-PR. 1997. p. 25-52. 1997.

CARVALHO, P. C. F. ; PRACHE, S. ; DAMASCENO, J. C. O Processo de pastejo: desafios da procura e apreensão da forragem pelo herbívoro. In: Penz Junior, A.M., Afonso, L.O.B.; Wassermann, G.J. (Org.). Reunião Anual da sociedade brasileira de zootecnia. **Anais...** Porto Alegre, 1999, v. 36, p. 253-268. 1999.

CARVALHO, P. C. F. ; RIBEIRO FILHO, H. M. N. ; POLI, C. H. E. C. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: Mattos, W. R. S. (Org.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais....** Piracicaba, 2001, v. 1, p. 853-871. 2001.

Carvalho, P. C. F. ; Soares, A. B. ; Garcia, E. et al. Herbage allowance and species diversity on native pasture. *African Journal of Range and Forage Science*, v. 20, n. 2, p. 134-134, 2003.

CARVALHO, P.C.F. ; MORAES, A. ; ANGHINONI, I. et al. Integração lavoura-pecuária: como aumentar a rentabilidade, otimizar o uso da terra e minimizar os riscos. In: Patino, H. O., Bernadá, M. H. G., Medeiros, F. S. (Org.). II Simpósio da Carne Bovina: Integração Lavoura Pecuária. Porto Alegre, 2004, v. 1, p. 6-36.

CASTRO, C.R.C. Relações planta-animal em pastagem de milheto (*Pennisteum americanum* (L.) Leeke.) manejada em diferentes alturas com ovinos. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho. Faculdade de Agronomia. 2002.

CAUDURO, G. F.; CARVALHO, P. C. F.; BARBOSA, C. M. P. et al. Dinâmica da produção vegetal de pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam) submetida a intensidades e métodos de pastejo com cordeiros. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. **Anais...** Campo Grande, 2004. p. 1-5. 2004.

CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: Lemaire, G.; Hodgson, J.; Moraes, A. et al. (Org.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. CABI, Wallingford-Oxon, v. 1, p. 151-168. 2000.

DELAGARDE, R.; PRACHE, S.; D'HOUR, P. et al. Ingestion de l'herbe par les ruminants au pâturage. In : **Nouveaux regards sur le pâturage**. Association Française pour la Production Fourragère. **Proceedings...** p.53-68. 2001.

Forage and Grazing Terminology Committee. **Terminology for grazing lands and grazing animals**. Pocahontas Press Inc. 38p. 1991.

FREITAS, T. M. S. de. Dinâmica da produção de forragem, comportamento ingestivo e produção de ovelhas Ile de France em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam) em resposta a doses de nitrogênio. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho. Faculdade de Agronomia. 2003.

GARDNER, F.P.; SINCLAIR, T.R. Ecological perspective in plant production. In: **Principles of ecology in plant production.** CAB International. p.19-30. 1998.

GASTAL, F.; LEMAIRE, G. Nutrition azotée et croissance des peuplements végétaux cultivés. In : Morot-Gaudry (Ed.). **Assimilation de l'azote chez les plantes : aspects physiologique, biochimique et moleculaire.** INRA Editions, p.355-367. 1997.

Glossary Revision Special Committee. **A glossary of terms used in range management.** Society for Range Management. 20p. 1989.

GOSSE, G.; CHARTIER, M.; VARLET-GRANCHER, C.; BONHOMME, R.; ALIRAND, J.M.; LEMAIRE, G. Prediction maximale de matiére sèche et rayonment solaire interceptè par un couvert végètal. *Agronomie*, v. 6, p.47-58, 1986.

HODGSON, J. Nomenclature and definitions in grazing studies. *Grass and Forage Science*, v.34, p.11-18. 1979.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice.** Longman Handbooks in Agriculture. 203p. 1990.

HOLECHEK, J.L.; GOMEZ, H.; MOLINAR, F. et al. Grazing studies: what we've learned. *Rangelands*. p. 1-8. 1999.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: Lemaire, G.; Hodgson, J.; Moraes, A. et al. (Org.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford-Oxon, 2000, v. 1, p. 265-288.

MARASCHIN, G.E. Perdas de forragem sob pastejo. In: Favoretto, V., Rodrigues, L.R.A., Reis, R.A. II SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS. p.166-190. 1993.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: Peixoto, A.M., Moura, J.C., Faria, V.P. **Produção de bovinos a pasto**. Fealq, p.15-95. 1997a.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: Peixoto, A.M., Moura, J.C., Faria, V.P. **Fundamentos do Pastejo Rotacionado**. Fealq, p.213-272. 1997b.

NASCIMENTO JUNIOR, D.; GARCEZ NETO, A. F.; BARBOSA, R.A. et al. Fundamentos para o manejo de pastagens: evolução e atualidade.In: Obeid, J.A., Pereira, O.G., Fonseca, D.M. et al. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM. **Anais...** p.149-195. 2002.

NASCIMENTO JUNIOR, D.; BARBOSA, R.A.; MARCELINO, K.R.A. et al. A produção animal em pastagens no Brasil: uso do conhecimento técnico e resultados. In: Peixoto, A.M., Moura, J.C., Silva, S.C., et al. **Produção animal em pastagens**. Fealq, p.1-82. 2003.

PARSONS, A.J. Exploiting resource capture: grassland. In: Monteith, J.L., Scott, R.K., Unworth, M.H. **Resource capture by crops**. p.315-349.1994.

PARSONS, A.J.; CHAPMAN, D.F. The principles of pasture growth and utilization. In: Hopkins, A. **Grass, its production and utilization**. Blackwell Science. p. 31-89. 2000.

PONTES, L. S.; NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. F. et al. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam) manejado em diferentes alturas. *Revista Brasileira de Zootecnia*,Viçosa-MG, v. 32, n. 4, p. 814-820, 2003.

PONTES, L. S.; CARVALHO, P. C. F.; NABINGER, C. et al. Fluxo de biomassa em pastagens de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam) manejadas em diferentes alturas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 529-537, 2004.

SILVA, S. C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: Favoretto, V., Rodrigues, L.R.A., Rodrigues, T.J.D. III SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS. p.1-62. 1997.

SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: Peixoto, A.M., Moura, J.C., Silva, S.C., et al. **Produção animal em pastagens**. Fealq, p.155-186. 2003.

SILVA, S. C.; CARVALHO, P. C. F. Foraging behaviour and intake in the favourable tropics/sub-tropics. In: International Grassland Congress, Dublin (2005-submitted).

SILVEIRA, E. O. Produção e comportamento ingestivo de cordeiros em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam) manejado a diferentes alturas. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho. Faculdade de Agronomia. 2001.

SOARES, A. B.; CARVALHO, P. C. F.; NABINGER, C. et al. Effect of changing herbage allowance on primary and secondary production of natural pasture. In: **Rangelands in the New Millennium.** VII INTERNATIONAL RANGELAND CONGRESS, 2003, Durban, Proceedings... Irene: Document Transformation Technologies, 2003. v. 1, p. 966-968. 2003.

THOMAS, H. Terminology and definitions in studies of grassland plants. *Grass and Forage Science*, v.35, p.13-23. 1980.

VIPOND, J. Finishing lambs at pasture. *Grass Farmer*. v. 63, p.6-7. 1999.