
**Grupo de Estudos em
Forragicultura e Pastagens**



**Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA)
Universidade de São Paulo**

**A DINÂMICA DO CRESCIMENTO DE PLANTAS
FORRAGEIRAS E O MANEJO DAS PASTAGENS**

Disciplinas:

ZAZ 1376 – Produção e Conservação de Forragens

Professores Responsáveis:
Profa. Lilian Elgalise Techio Pereira
Prof. Ives Cláudio da Silva Bueno

ZAZ 0328 – Forragicultura II

Professores Responsáveis:
Profa. Lilian Elgalise Techio Pereira
Prof. Valdo Rodrigues Herling

Bolsista: Oswaldo José Izidio de Almeida

Pirassununga – 2016

SUMÁRIO

1. Morfologia do desenvolvimento em gramíneas e leguminosas	4
1.1 Organização estrutural das gramíneas e leguminosas.....	4
1.2 Classificação de plantas forrageiras	9
2. Definições de frequência e intensidade de desfolhação .12	
2.1 Frequência de desfolhação.....	12
2.2 Intensidade de desfolhação	13
3. Sistemas de pastejo.....	16
3.1 O sistema de produção animal em pastagens.....	16
3.2 Métodos de pastejo	19
a. Lotação rotacionada ou intermitente	19
b. Lotação contínua	28
c. Outras variações dos métodos de pastejo	33
3.3 Considerações Finais.....	35
4. Dinâmica do crescimento do perfilho	36
4.1 Crescimento do indivíduo: características morfogênicas e estruturais dos perfilhos	37
4.2 Efeito dos fatores abióticos sobre as características morfogênicas e estruturais dos perfilhos	42
<input type="checkbox"/> Luz	42
<input type="checkbox"/> Temperatura	44
<input type="checkbox"/> Disponibilidade hídrica.....	44
<input type="checkbox"/> Nitrogênio.....	45
5. Dinâmica de populações: importância do perfilhamento	49
5.1 Modificações sazonais na população de plantas	49
5.2 Dinâmica populacional e as estratégias de manejo.....	51

a.	Lotação Intermitente.....	51
b.	Lotação Contínua	53
5.3	Importância do perfil etário da população	55
6.	Reservas orgânicas em gramíneas tropicais	58
6.1	Locais de armazenamento	58
6.2	Relações fonte x dreno em pastagens	60
6.3	Padrões de utilização de compostos de reserva segundo o método de pastejo	62
a.	Lotação Intermitente.....	62
b.	Lotação Contínua	64
6.4	Padrões sazonais de acúmulo e utilização de reservas	65
7.	Referências	67

1. Morfologia do desenvolvimento em gramíneas e leguminosas

1.1 Organização estrutural das gramíneas e leguminosas

A estrutura morfológica das gramíneas é muito similar entre as espécies. O perfilho é considerado a unidade de crescimento (unidade vegetativa) das gramíneas forrageiras. O crescimento de um perfilho depende da contínua formação de fitômeros. Um fitômero é composto de folha (bainha e lâmina), nó, entrenó e gema axilar, que se diferenciam a partir de um meristema apical comum.

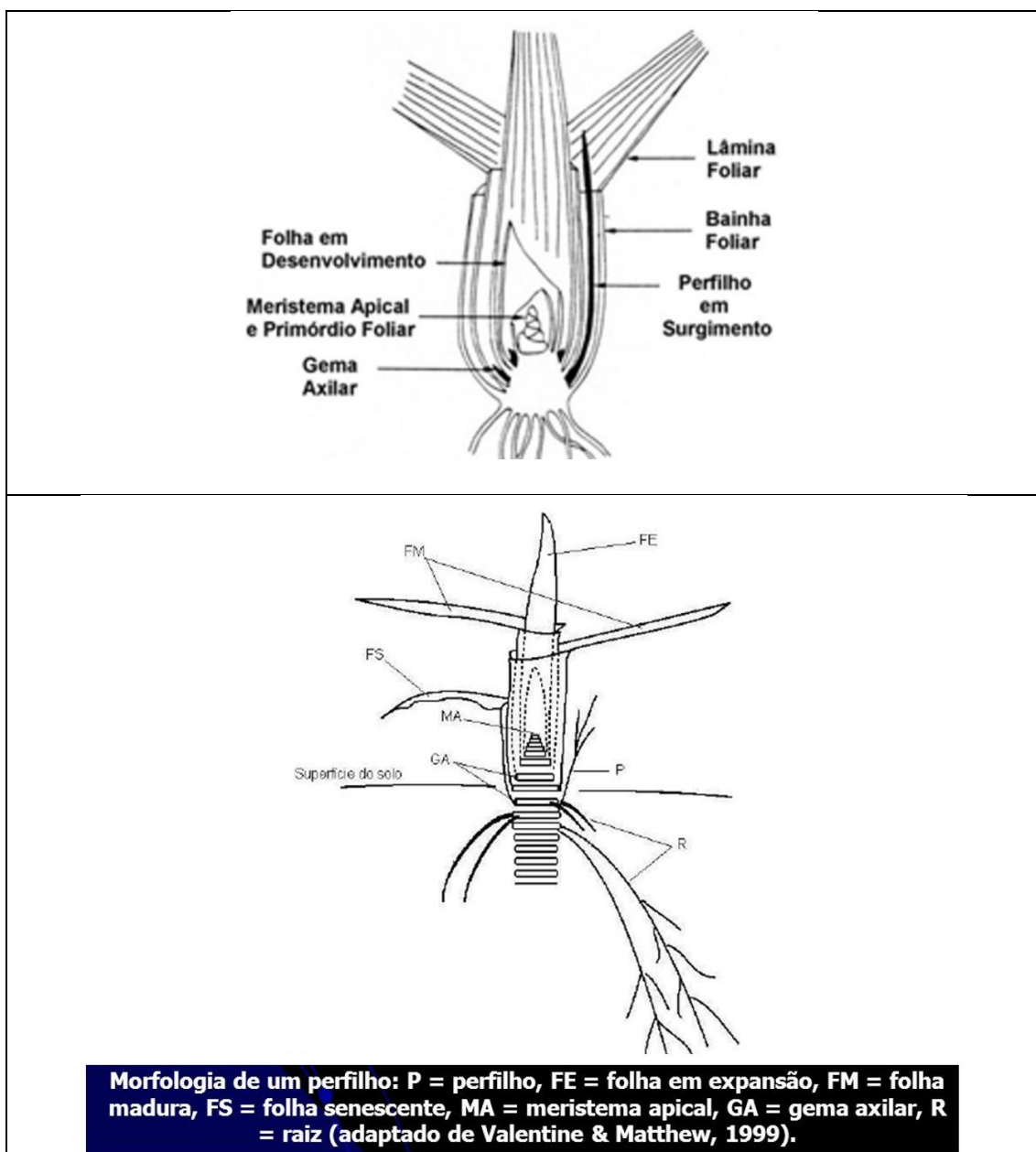


Figura 1 – Morfologia de um perfilho. Fonte: Adaptado de Valentine & Matthew (1999).

Esse arranjo hierárquico de subunidades segue um padrão de crescimento entre os estágios de primórdio e maturação e senescência foliar cuja velocidade depende das condições climáticas e das características de desenvolvimento da espécie. Isso permite caracterizar o perfilho como uma série sequencial de fitômeros em etapas de desenvolvimento diferentes, sendo que o fitômero anterior se encontra em estágio mais avançado que a imediatamente acima dele.

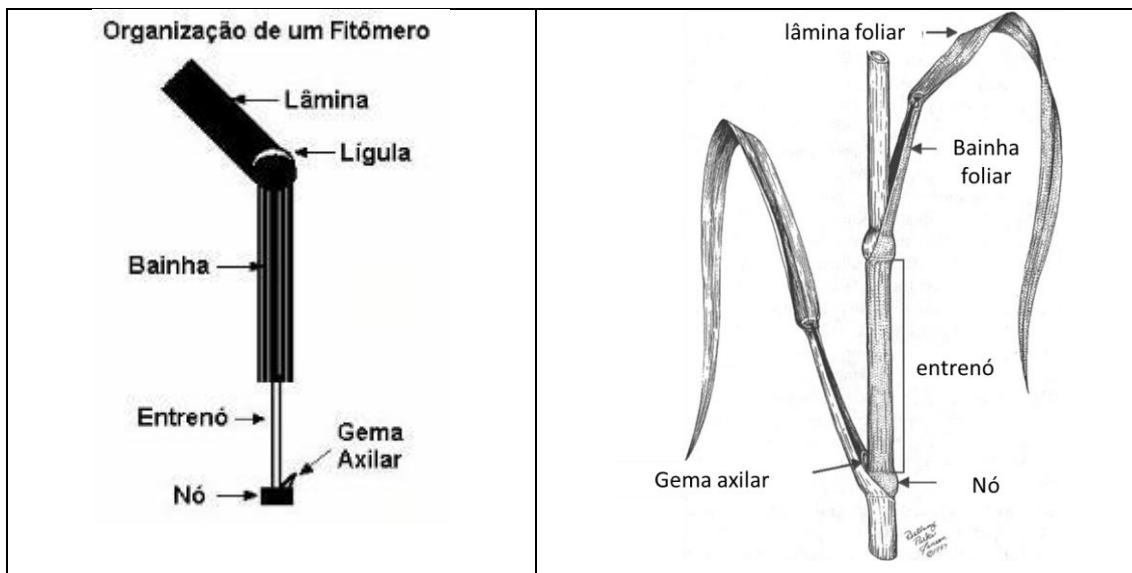
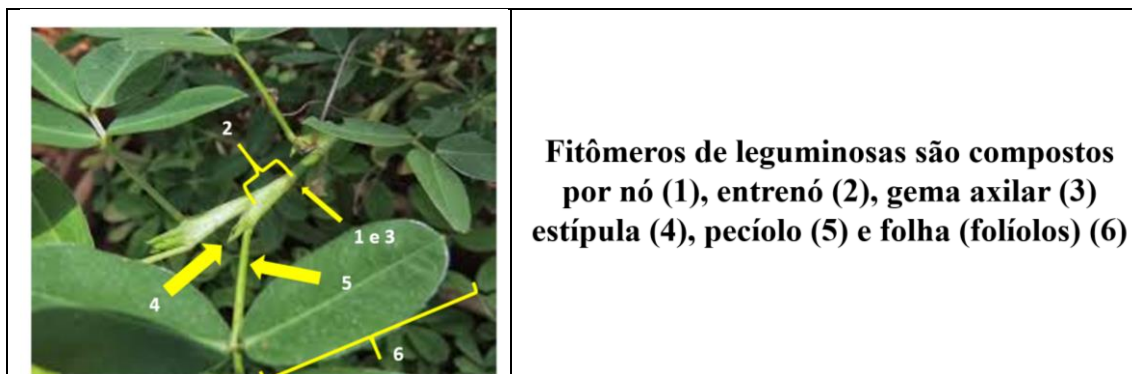


Figura 2 - Organização de um Fitômero. Fonte: Nelson (2000) adaptado de Moore & Moser (1995).

Em leguminosas, o eixo principal possui a mesma estrutura que gramíneas: fitômeros organizados de forma sequencial. A unidade vegetativa de leguminosas é comumente denominada ramificação. Alguns autores definem a unidade de crescimento em uma ramificação da leguminosa como metâmeros, os quais consistem em nó, entrenó e gema axilar, folha (com folíolos no caso de folhas compostas), as estípulas e o pecíolo.



Fitômeros de leguminosas são compostos por nó (1), entrenó (2), gema axilar (3) estípula (4), pecíolo (5) e folha (folíolos) (6)

Figura 3 - Composição dos Fitômeros de leguminosas. Fonte: Própria autoria.

O crescimento e/ou desenvolvimento de fitômeros individuais não ocorre de forma independente dos demais fitômeros e meristemas associados e, portanto, todos precisam ser considerados de forma coletiva como uma unidade de desenvolvimento da parte aérea (perfilho ou ramificação). A disposição desses fitômeros no sentido vertical, uns em cima dos outros, conduz a planta ao crescimento ereto (com desenvolvimento de colmos), e no sentido lateral, uns ao lado dos outros, conduz a planta ao crescimento prostrado ou rasteiro (com desenvolvimento de estolões e/ou rizomas).

Nesse sentido, o desenvolvimento morfológico de uma planta consiste em uma sequência de eventos interativos dentro de ou entre fitômeros interligados, de forma que a arquitetura de um perfilho é determinada pelo tamanho, número e arranjo espacial de seus fitômeros.

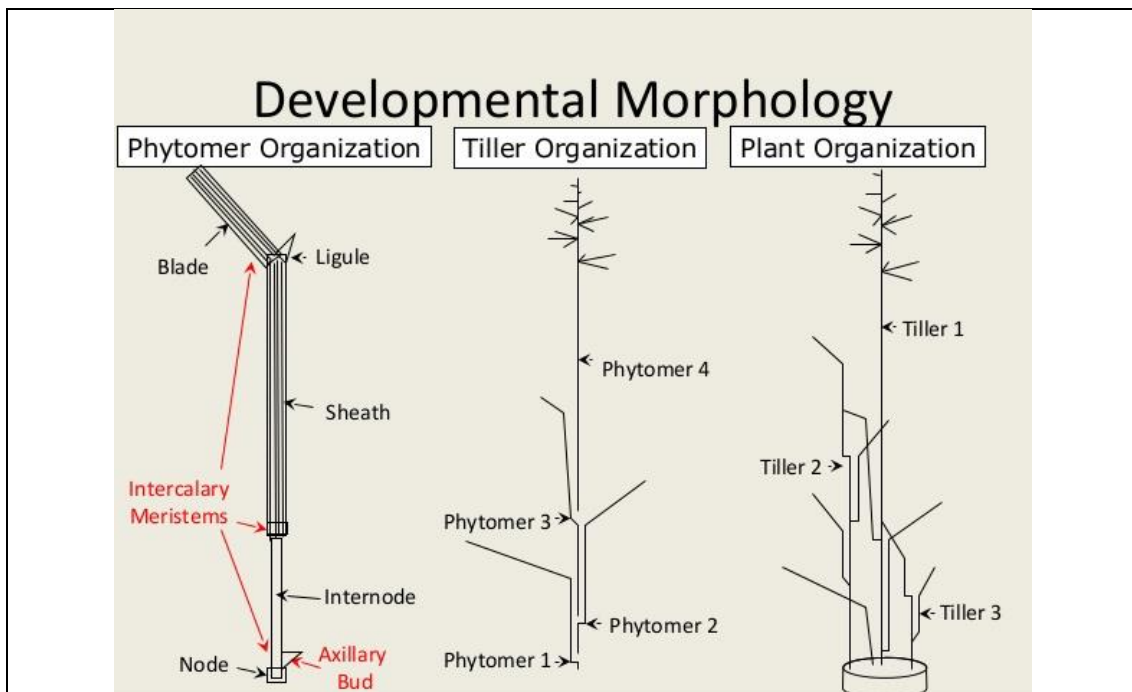


Figura 4 – Morfologia do desenvolvimento. Fonte: Kothmann (2013) adaptado de Etter (1951).

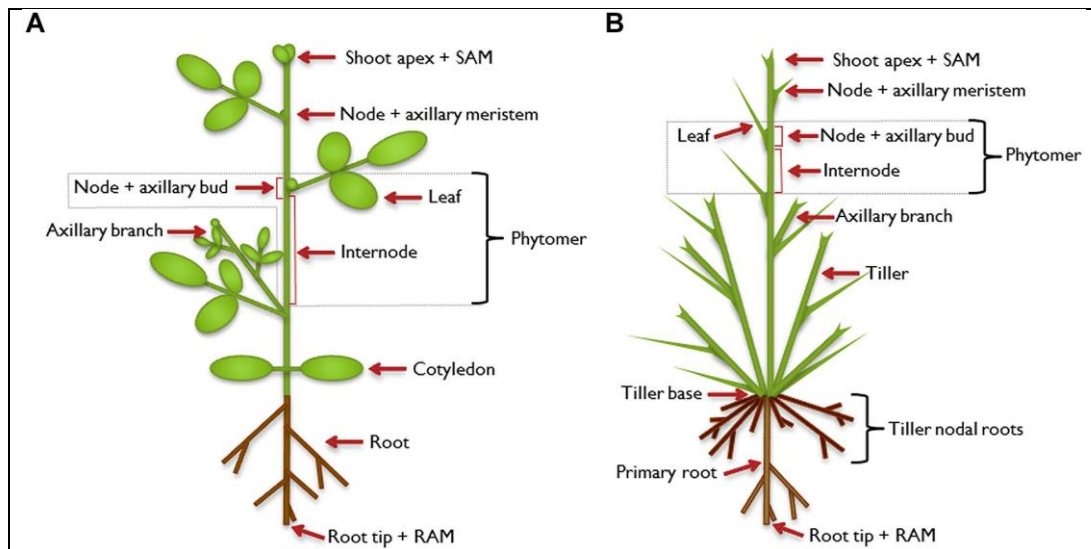


Figura 5 – Arquitetura de uma planta. A arquitetura típica de uma planta de dicotiledônea (A) e uma monocotiledônea (B). Fonte: Teichmann & Muhr (2015).

O perfilho parental (principal ou primário) é a capaz de gerar novos indivíduos a partir da ativação das gemas axilares presentes em cada fitômero, dando origem a outros perfilhos com o mesmo genótipo, formando uma planta. Além disso, uma única planta pode apresentar várias gerações de perfilhos, pois cada gema axilar pode potencialmente formar um perfilho em épocas diferentes.

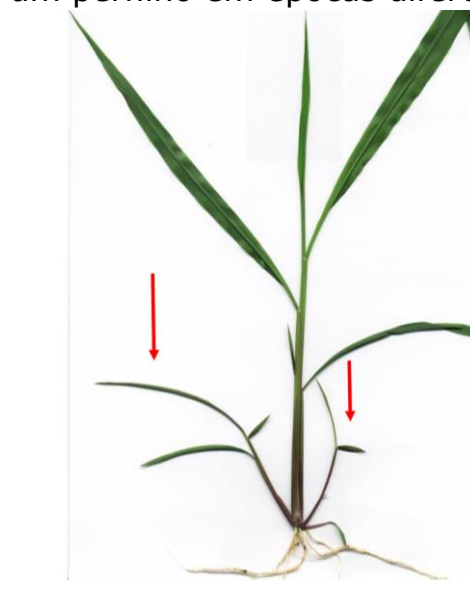


Figura 6 – Surgimento de novos perfilhos pela ativação das gemas axilares. Fonte: Garcez Neto (2002).

Dessa forma, o arranjo espacial dos perfilhos em uma planta junto às variações morfológicas em perfilhos individuais definem o

hábito de crescimento da espécie forrageira. O arranjo espacial dos perfilhos na planta depende do padrão de desenvolvimento do perfilho. Perfilhos com desenvolvimento intravaginal surgem a partir das gemas axilares contidas no interior das bainhas das folhas e crescem de forma ereta. Seu crescimento resulta em um arranjo compacto de perfilhos, os quais formam o hábito de crescimento cespitoso (bunchgrass, caespitose or tussock).

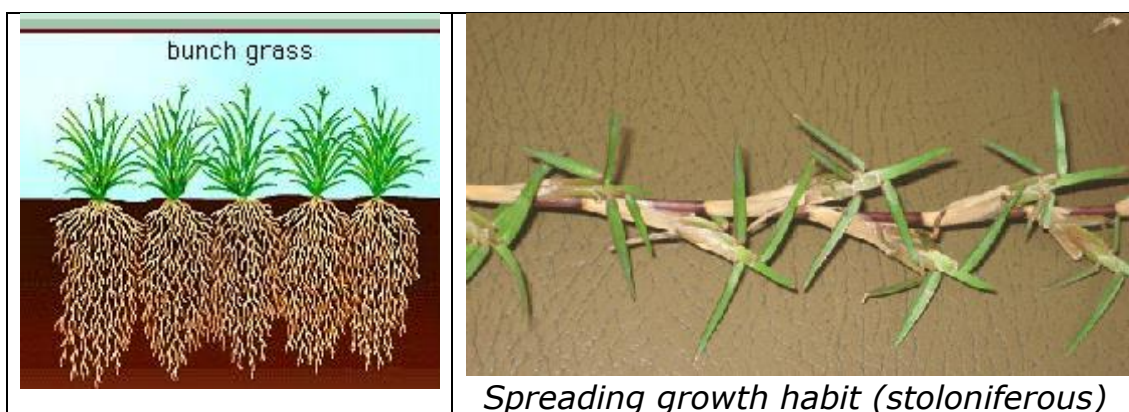


Figura 7 – Crescimento cespitoso. Fonte: Encyclopaedia Britannica (Inc.; UT Institute of Agriculture).

O desenvolvimento extravaginal, por sua vez, consiste no crescimento lateral do perfilho a partir da gema axilar, contribuindo para a maior distância e maior ângulo entre perfilhos dentro da planta. Esse tipo de crescimento origina o hábito de crescimento prostrado (sodgrass, creeping or spreading), o qual pode ser acentuado na presença de estolões e rizomas.

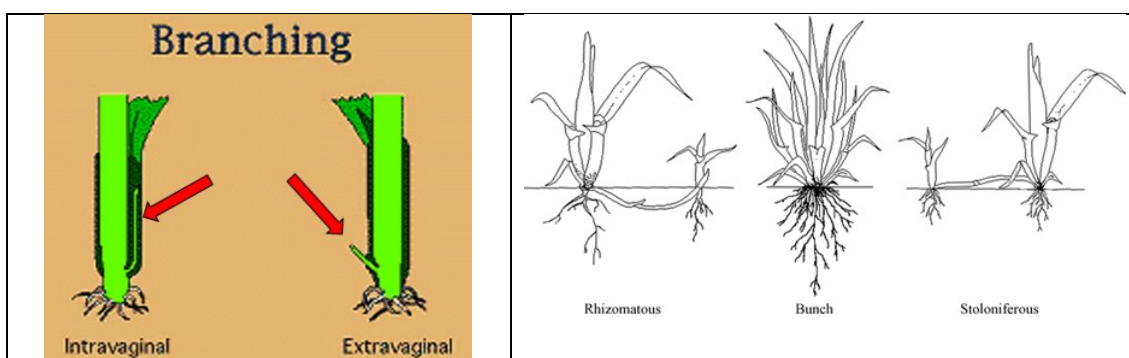


Figura 8 - Ramificação Intravaginal e extravaginal e hábitos de crescimento.

Fonte:

<http://www.personal.psu.edu/faculty/a/s/asm4/turfgrass/education/turgeon/lessons/lesson03/corefiles/links/ts/1.html>.

1.2 Classificação de plantas forrageiras

Independentemente do hábito de crescimento (plantas cespitosas, estoloníferas, rizomatosas, etc.), as plantas forrageiras podem ser classificadas com relação ao período de maior produção de forragem em hibernais e estivais.

a) **Hibernais** - São forrageiras de **clima temperado**, de dias menos ensolarados, geralmente de pequeno crescimento, caules finos e folhagem tenra. São semeados no outono (tanto as perenes como as anuais), sendo utilizadas durante o inverno e também na primavera.

b) **Estivais:** são forrageiras de **clima tropical**, com elevado potencial de crescimento, colmos grossos e folhas largas. Requerem bastante luz e calor, são sensíveis ao frio intenso, permanecendo com vida apenas os órgãos inferiores (raiz e base da planta), onde acumulam reservas nutritivas para rebrotar na primavera. São semeadas na primavera, com maior produção no verão e outono, e quando entra o inverno, as perenes entram em repouso vegetativo e as anuais morrem.

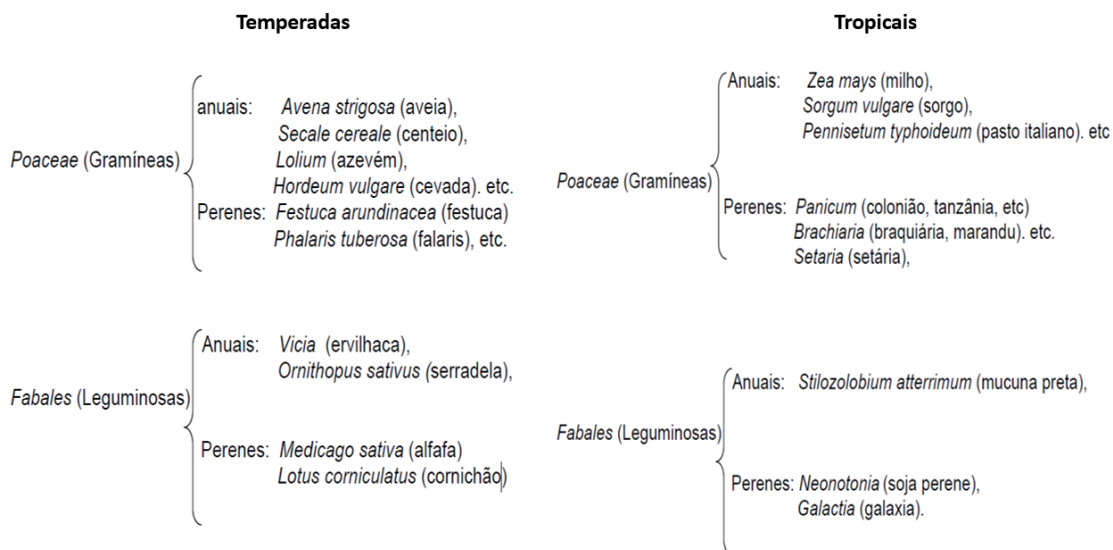


Figura 9 - Esquema com as principais espécies forrageiras hibernais e estivais.

Com relação à duração do ciclo de desenvolvimento (tempo desde a emergência até o período reprodutivo e morte), as plantas podem ser **anuais, perenes ou bienais**. Plantas bienais ou bianuais normalmente permanecem em crescimento vegetativo no primeiro ano e apenas no segundo ano entram em período reprodutivo e produzem sementes.

→ Anuais

→ Perenes

→ Bianuais



Figura 10 – Classificação segundo a duração do ciclo de crescimento. Fonte: Própria autoria.

O ciclo de desenvolvimento de uma planta se inicia com a germinação, passando pelas fases de crescimento vegetativo, reprodutivo e morte. Dessa forma, podemos classificar as fases de desenvolvimento da planta em:

1. **Fase vegetativa:** Inicia-se na germinação da semente e emergência da plântula. A seguir, a planta passa pelas fases de desenvolvimento da área foliar e perfilhamento.

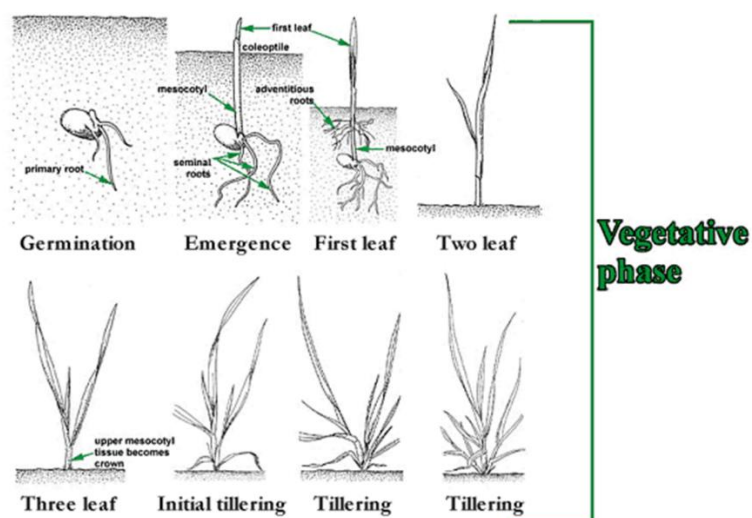


Figura 11 – Fase vegetativa de desenvolvimento. Fonte: Oregon State University (2000).

Disponível em:

<http://driftlessprairies.org/cool-season-grass-management/>

2. **Fase de transição ou alongamento de colmos:** Consiste em uma fase de transição do período vegetativo (onde produz folhas e perfilhos) para o período reprodutivo. Nessa fase a planta muda sua

estrutura e arquitetura, e inicia o alongamento de colmos e a emissão das folhas bandeira para enchimento dos grãos da inflorescência. Também chamada fase de emborrachamento.

3. **Fase reprodutiva:** Não ocorre mais emissão de novas folhas. Todos os assimilados da planta são destinados ao enchimento e maturação de grãos na inflorescência.

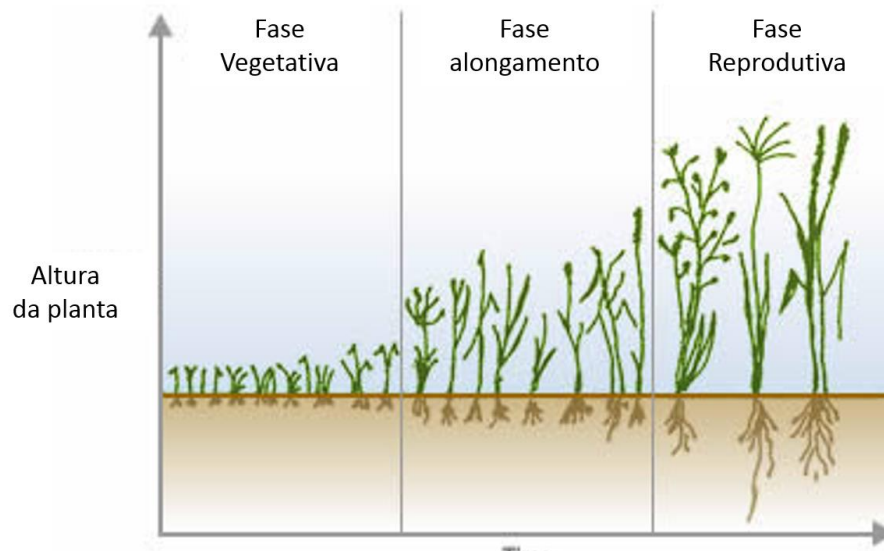


Figura 12 – Fases de desenvolvimento da planta. George & Rice.
Disponível em:
http://californiarangeland.ucdavis.edu/Range_Plant_Growth_and_Development/

2. Definições de frequência e intensidade de desfolhação

O manejo do pastejo consiste na manipulação do processo de colheita da forragem pelo animal no ecossistema de pastagens. Suas principais características são: intensidade e frequência de desfolhação.

2.1 Frequência de desfolhação

A frequência de desfolhação é definida como o intervalo de tempo entre duas desfolhações sucessivas, ou, o número de visitas (desfolhações) que uma folha ou perfilho recebe em um determinado período de tempo. A frequência de desfolhação pode ser expressa pelo seu inverso, o intervalo de desfolhações, que corresponde ao tempo médio decorrido entre duas desfolhações sucessivas em um mesmo perfilho ou folha.

Em pastos manejados sob lotação intermitente, a frequência de desfolhação é determinada pelo intervalo com que os animais retornam ao mesmo piquete.

No caso de lotação intermitente com períodos de descanso fixos, a frequência de desfolhação será igual ao período de descanso. Por exemplo, se a propriedade possui 30 piquetes, sendo que se utiliza 29 dias de descanso e 1 de ocupação, a frequência de desfolhação será de 29 dias. Quando se utiliza lotação intermitente com períodos de descanso fixos, a frequência de desfolhação não muda com a velocidade de crescimento da planta, disponibilidade de fatores climáticos (precipitação, temperatura) ou com a dose de fertilizante utilizado.

No caso de lotação intermitente com dias variáveis de descanso, o momento de entrada e saída dos animais é definido com base em metas, alturas pré e pós-pastejo, por exemplo. A frequência de desfolhação será definida pela velocidade de crescimento da planta. Ou seja, quando há maior disponibilidade de fatores de crescimento, mais rápido ela atingirá a altura pré-pastejo e a frequência de desfolhação será maior (menor intervalo entre pastejos).

A Figura 13 representa duas propriedades (X e Y) que utilizam a mesma planta e as mesmas metas de altura pré (30 cm) e pós-pastejo (15 cm). No pasto X, em 67 dias de utilização da pastagem no verão, houveram 3 ciclos de pastejo com intervalos entre desfolhações variando de 20 a 25 dias). No pasto Y, nos mesmos 67 dias de utilização da pastagem no verão, houveram 2 ciclos de pastejo com intervalos entre desfolhações de 32 e 35 dias. Isso significa que a frequência de desfolhação em X é maior que Y. A propriedade X poderia fazer uso de maiores doses de nitrogênio, por exemplo. Como o nitrogênio acelera o crescimento da planta, a mesma altura seria atingida mais rápido e, portanto, a frequência de desfolhação foi maior.

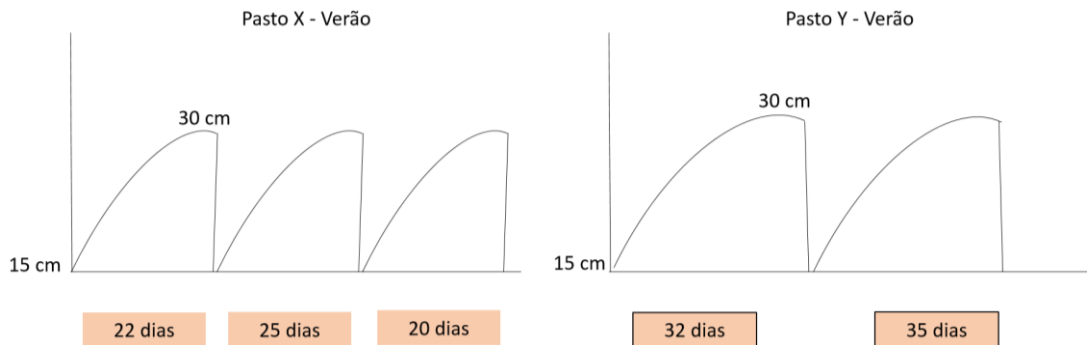


Figura 13 – Frequência de desfolhação em duas propriedades (X e Y).
Fonte: Própria autoria.

Em sistemas de lotação contínua, o animal não consome sempre a mesma área do piquete todos os dias, de forma que perfilhos individuais são pastejados de maneira intermitente. Nesse método, a frequência de pastejo de uma folha, perfilho ou de uma determinada área do piquete é diretamente proporcional a taxa de lotação utilizada. Ou seja, quanto maior o número de animais por área, menos espaço eles terão para selecionar a forragem e terão que voltar com mais frequência em locais já pastejados. Portanto, quanto maior a taxa de lotação, maior é a frequência de desfolhação. Normalmente, em pastos mantidos com alturas mais elevadas, menor quantidade de animais são utilizados, menor a frequência de desfolhação. Se a altura do dossel for baixa, maior número de animais serão necessários para manter o pasto baixo, maior será a frequência de desfolhação.

2.2 Intensidade de desfolhação

Intensidade é o grau com que a planta sofreu desfolhação, representa a proporção da planta ou parte dela que foi removida pelo pastejo, ou a razão entre a massa de forragem removida e a massa de forragem original (%).

Para o animal, a intensidade de desfolhação determina a quantidade de nutrientes que poderão ser ingeridos, o que determina o seu desempenho produtivo. Desfolhações mais intensas, forçam os animais a consumirem maior quantidade de folhas mais velhas e colmos, que são estruturas com menor concentrações de nutrientes e menor digestibilidade em relação as folhas mais novas. Já pastejos moderados ou lenientes, com resíduos mais altos, permitem aos animais escolher mais o que consumir.

Para a planta, pastejos mais intensos resultam em menor área foliar residual, de forma que maiores quantidades de reservas das raízes precisarão ser utilizadas para repor a área foliar removida pelo pastejo.

A intensidade de desfolhação pode ser determinada pela altura de corte ou pastejo da planta. Quanto mais alto o corte ou pastejo, menor é a quantidade de forragem removida por unidade de planta, e conseqüentemente menor é a intensidade. Quanto menor a altura, maior proporção da forragem é removida e, portanto, maior será a intensidade.

Dessa forma, em lotação intermitente, a intensidade de desfolhação é definida pela altura pós-pastejo.



Figura 14 – Intensidade de desfolhação em lotação intermitente. Fonte: Própria autoria.

Em lotação contínua, a intensidade de desfolhação ou de pastejo será menor quanto maior a altura em que o pasto é mantido.



Figura 15 – Intensidade de desfolhação em lotação contínua. Fonte: Própria autoria.

Portanto, a intensidade e frequência de desfolhação podem ser manipuladas por meio da definição das metas (alturas) em que serão manejados os pastos.

É importante ressaltar que a intensidade e frequência de desfolhação adequada varia de acordo com a planta em função do seu porte e hábito de crescimento. Por exemplo, a Figura 17 representa três cultivares de capim elefante, os quais possuem porte diferente. Especificar a mesma altura pós-pastejo para os três resultaria em maior intensidade de desfolhação do cameroon e menor intensidade de desfolhação para o anão.

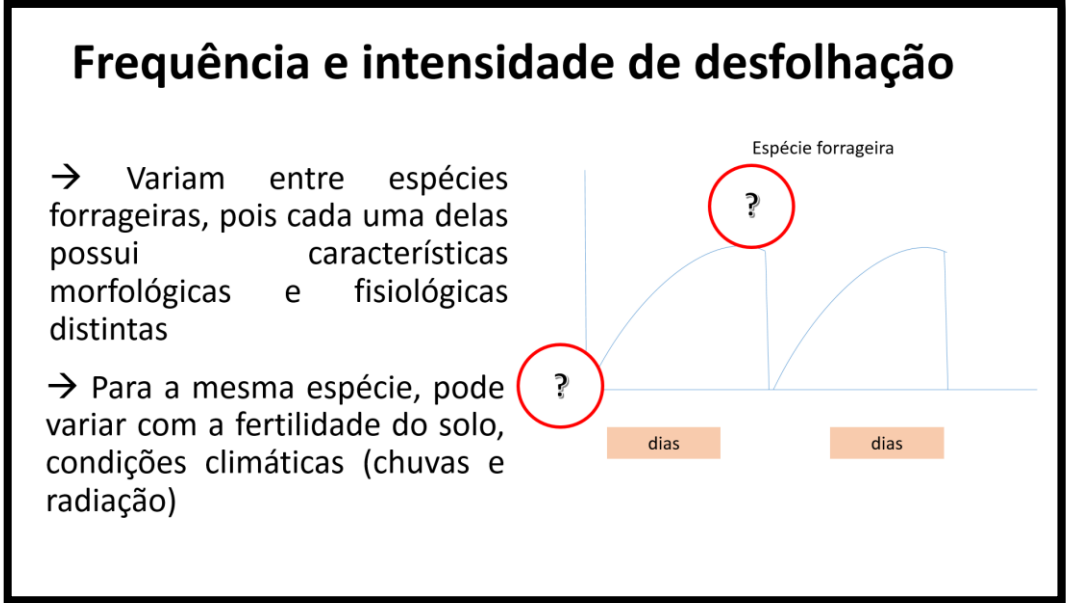


Figura 16 – Observações importantes sobre intensidade e frequência de desfolhação. Fonte: Própria autoria.

Da mesma forma, a frequência de desfolhação (em dias) adequada varia com a velocidade de crescimento da planta, devendo ser maior quando a disponibilidade de fatores de crescimento ou adubações são maiores.

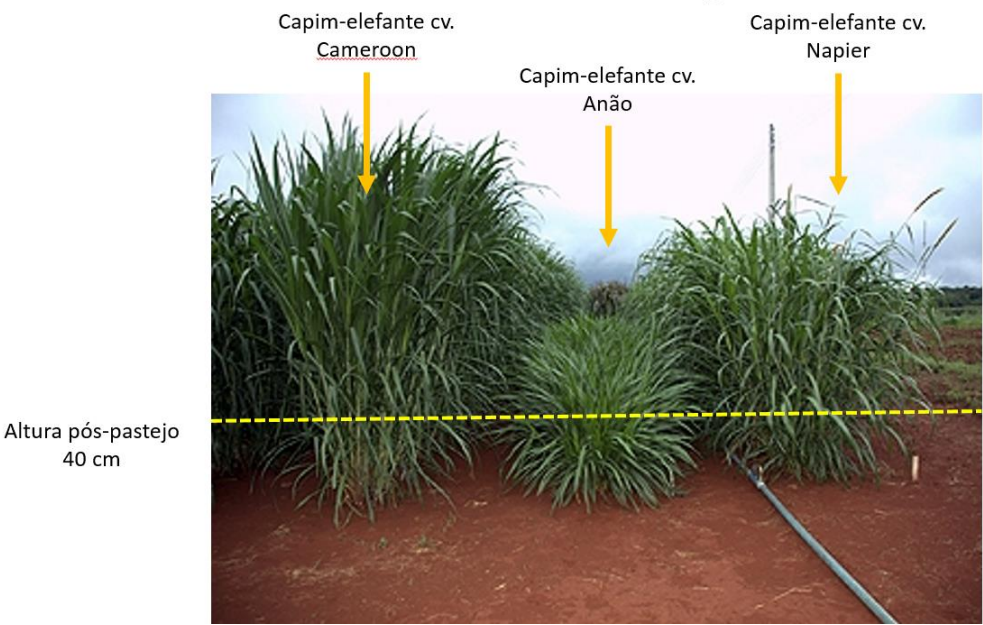


Figura 17 – Exemplo de intensidade de desfolhação para diferentes espécies forrageiras. Própria autoria.

3. Sistemas de pastejo

A produção animal em pastagens no Brasil tem passado por transformações conceituais e mudanças significativas de paradigmas nos últimos anos. A partir do reconhecimento de que as pastagens correspondem a ecossistemas complexos e específicos, têm se buscado a melhor compreensão dos seus componentes bióticos e abióticos e das interações entre eles a partir das relações causa-efeito que regem o sistema. O sistema passa a ser definido a partir de uma sequência lógica e hierárquica de decisões que asseguram a melhoria da eficiência dos processos como um todo. Dentro de um enfoque sistêmico, o manejo da pastagem passa a ser conduzido de forma a propiciar condições adequadas de crescimento das plantas calcado na manutenção da conservação dos solos, estabilidade da população de plantas e sustentabilidade do ecossistema.

Para tanto, é necessário compreender o funcionamento do ecossistema para que as ações de manejo e ferramentas disponíveis sejam utilizadas de forma eficaz tornando a atividade economicamente viável.

3.1 O sistema de produção animal em pastagens

Sistemas de produção animal em pastagens são entidades complexas e possuem uma série de componentes bióticos e abióticos que interagem entre si de diferentes maneiras. O entendimento de seu funcionamento passa pelo conhecimento de seus componentes e de seu grau de organização, para que as relações de causa-efeito possam ser devidamente compreendidas. Os **recursos físicos** (solo, clima), vegetais e animais são os componentes essenciais desse sistema, os quais encontram-se arranjados segundo uma estrutura interativa, organizada em uma sequência hierárquica. Por recursos físicos entende-se a base produtiva, caracterizada pelo tipo de solo, relevo, topografia, condições edafoclimáticas, infraestrutura (máquinas, equipamentos, edificações, instalações) subdivisão da área de pastagens, tipos de cercas, localização geográfica, malhas viárias e acesso, proximidade de centros consumidores e fornecedores de matérias-primas, materiais e serviços, tipo, quantidade e qualificação da mão de obra disponível, etc. O conhecimento detalhado da base física impõe restrições às infinitas possibilidades de recursos vegetais e animais passíveis de escolha, definindo um universo mais estreito

para as possíveis combinações em um sistema de produção. Com base nessas informações, define-se a natureza dos **recursos vegetais** do sistema, como a espécie ou conjunto de espécies forrageiras a explorar.

Para que essa combinação seja efetiva e sustentável, a interação entre os recursos físicos e vegetais deve ser ótima, respeitando-se as exigências e requerimentos de ambos. Essa abordagem permite que ações como calagem ou adubações de correção sejam planejadas e executadas no intuito de proporcionar condições básicas e essenciais à exigência de determinado recurso vegetal. Da mesma forma, o conhecimento das limitações físicas evita que determinado recurso vegetal seja explorado em condições sub-ótimas o que levaria a ineficiência do processo de produção e grande possibilidade de degradação. Somente após o estabelecimento de uma combinação estável como essa é que é possível considerar o terceiro componente da exploração em pastagens, o recurso animal. Este, com base nas limitações de ambos, recursos físicos e vegetais, é escolhido de forma a tornar a proposta de exploração sustentável e ecologicamente viável.

Dessa forma, uma vez conhecidas as necessidades de correção ou modificação da base física para que determinada opção de recurso vegetal e/ou **animal** possa ser considerada factível de utilização, o manejo do sistema determina *à priori* como a solução à limitação será implementada e possíveis necessidades de adaptação da base física em relação às soluções adotadas. O **manejo do sistema**, portanto, determina o grau e o tipo de interação entre os seus componentes, de forma que somente após o conhecimento destes e do **perfil do sistema** de produção é que o manejo do pastejo passa a ser considerado.

Neste âmbito, é possível compreender que o **manejo da pastagem** consiste em um conjunto de ações, que envolve os fatores solo, planta, animal e meio ambiente, cujo objetivo é a manutenção da estabilidade e produtividade da população de plantas e do meio ambiente e incluem práticas de conservação do solo, correção e fertilização, combate à pragas e doenças, subdivisões de áreas, dimensionamento de aguadas e pontos de fornecimento de suplementos, etc. O **manejo do pastejo**, por sua vez, refere-se ao monitoramento e condução do processo de colheita de forragem pelo animal.



Figura 18 - Arranjo "hierárquico" de fatores no estabelecimento de um sistema de pastejo. Fonte: Adaptado de Sheath & Clark (1996).

Estratégias de manejo do pastejo são definidas com base em alvos ou metas de condição de pasto que asseguram a otimização dos processos de acúmulo e consumo de forragem pelos animais, sendo a estrutura do dossel considerada ponto de origem e convergência entre as necessidades tanto de plantas como de animais. Como resultado, variações nos parâmetros convencionais de manejo tais como taxa de lotação, frequência e intensidade de desfolhação, são vistas como parte de um conjunto de ações para manter a condição alvo, ao invés de serem determinantes primários do sistema.

Nesse sentido, o **método de pastejo** é o procedimento de alocação do rebanho na pastagem. Dentro de um sistema de pastejo podem ser utilizados um ou mais métodos de pastejo. A escolha de determinado método a ser utilizado deve ser operacional e flexível o suficiente para proporcionar vantagens de seu uso e reduzir riscos, entre os quais aqueles influenciados pelas condições climáticas. O manejador deve ter familiaridade com as adversidades climáticas, e com os padrões de precipitação e temperatura. Estas ocorrências influenciarão o crescimento da forragem e os períodos de pastejo onde podem ocorrer sub- e super pastejo. Desfolha excessiva ou super pastejo seguido de uma seca prolongada podem reduzir os recursos forrageiros por vários anos. Além do clima, a produtividade do pasto está influenciada pelas condições de solo e a fertilidade da área e seu manejo podem influenciar o ajuste da taxa de lotação. Qualquer que seja o método de pastejo, ele conceitualmente implica num certo grau de controle sobre o pasto e os animais. A simplicidade, a flexibilidade

de manejo e a manutenção da persistência e produtividade da pastagem a longo prazo são características que não devem ser esquecidas ao se escolher um método de pastejo. Os métodos de pastejo devem estar integrados a um sistema de produção animal a pasto, onde se obtém uma interação bem definida entre forragem e opções de manejo do rebanho, de maneira a se encontrar a melhor produção animal e atingir os objetivos econômicos. Os requerimentos nutricionais do rebanho deverão ser considerados em primeira instância no planejamento do programa de manejo forrageiro.

A produção de carne ou leite nos diferentes métodos de pastejo poderá ser satisfatória e semelhante em qualquer sistema se houver quantidade e qualidade de forragem. Adicionalmente, as taxas de lotação e seus ajustes ao longo da época de crescimento possuem maior impacto sobre o desempenho animal e produtividade do que o método de manejo do pastejo em si. Escolhas baseadas no conhecimento da biologia da espécie forrageira e do tipo de animal e desempenho desejado são necessários para tomar as decisões acertadas. A escolha do método de pastejo também deve considerar a prática de manejo e habilidade do produtor em avaliar as plantas forrageiras e a resposta animal o tempo todo. Os principais métodos de pastejo são lotação contínua e lotação rotacionada ou intermitente, os quais, para o manejador, representam "pacotes" contrastantes de manejo da pastagem, no que diz respeito ao aspecto organizacional do sistema.

3.2 Métodos de pastejo

a. Lotação rotacionada ou intermitente

A) Conceito

É o método de pastejo que usa períodos recorrentes de descanso e de pastejo entre duas ou mais subdivisões (piquetes) numa pastagem durante a estação de pastejo. Este método caracteriza-se, portanto, pela mudança dos animais de forma periódica e frequente entre as subdivisões da pastagem ou piquetes. Variadas modalidades de lotação intermitente utilizam diferentes maneiras para subdividir e utilizar os piquetes ou subdivisões. As subdivisões representam uma ferramenta de manejo para controlar as respostas das plantas forrageiras e das diferentes classes de animais.

B) Dinâmica do crescimento

Após o pastejo, as plantas buscam refazer sua área foliar com o objetivo de maximizar a interceptação da luz incidente. Nessa fase do crescimento do dossel não há competição por luz e, portanto, a planta prioriza a produção de tecidos foliares. Esse processo avança até que a massa de forragem aumenta e as folhas começam a se sobrepor e sombrear umas às outras, especialmente aquelas posicionadas mais próximas do solo.

Na medida em que ocorre avanço do processo de rebrotação, ocorre uma inversão de prioridades no pasto e as plantas, em resposta à competição por luz, iniciam um processo de intenso alongamento de colmos (estiolamento), buscando colocar folhas novas em plena luz, condição que faz com que as folhas localizadas em horizontes inferiores do dossel iniciem o processo de senescência em função da baixa disponibilidade luminosa e idade fisiológica das folhas. Nessa condição de alongamento acelerado de colmos, as novas folhas produzidas são menores que aquelas posicionadas próximo do solo em função da elevação do meristema apical, causando redução do acúmulo de folhas (saldo negativo entre alongamento de folhas novas e senescência de folhas velhas) e, conseqüentemente, aumento do acúmulo de colmos e material morto. Nesse estágio, a altura e a massa de forragem dos pastos aumentam rapidamente, porém a massa de forragem disponível ao animal para colheita apresenta proporções cada vez menores de folhas e maiores de colmos e material morto à medida que o período de rebrotação aumenta, ou seja, o intervalo de pastejo ou período de descanso é prolongado.

O intervalo de pastejo ideal, portanto, seria quando o acúmulo de folhas fosse elevado, porém antes do início do acúmulo excessivo de colmos e de material morto. Trabalhos desenvolvidos com diversas espécies forrageiras tropicais têm demonstrado que esse ponto corresponde a 95% de IL pelo dossel e pode ser determinado no campo por meio da altura do pasto, medida do nível do solo até o horizonte de visão formado pelo plano horizontal de folhas. Cabe ressaltar que cada espécie ou cultivar possui características morfológicas e estruturais (ângulo de folhas, número e tamanho de folhas, tamanho de perfilhos), assim como fisiológicas (velocidade de recuperação dos tecidos foliares, mobilização ou remobilização de assimilados) próprias e, portanto, a condição em que 95% da luz incidente são interceptados corresponde a distintos valores de altura do dossel.

O ritmo de crescimento das plantas varia de localidade para localidade, de ano para ano, com uso de fertilizantes, corretivos e irrigação. Como o padrão de acúmulo depende da interceptação e competição por luz, quanto mais rápido um pasto crescer e/ou rebrotar, mais rápido ele estará em condições de receber animais para um novo pastejo, ou seja, mais rápido atinge a meta. Isso indica que o uso de dias fixos e predefinidos para intervalos de pastejo é bastante limitado e pode causar sérios prejuízos para a qualidade da forragem e produção animal. Esses prejuízos são mais críticos quanto melhores forem as condições de crescimento para as plantas, ou seja, quanto mais rápido elas crescerem.

Uma segunda tomada de decisão que recai sobre o produtor é o momento de retirar os animais do piquete, pois a condição da pastagem após a saída dos animais irá determinar a velocidade de rebrotação, além dos efeitos sobre desempenho e taxa de lotação. No início do processo de rebaixamento dos pastos (início do pastejo) os animais se deparam com uma estrutura composta basicamente por folhas, servindo de estímulo ao consumo. Na medida em que o horizonte superior é removido, um horizonte inferior é exposto, com diferentes propriedades: a quantidade de lâminas foliares declina ao longo do período de ocupação, enquanto passam a predominar maiores proporções de colmos e material morto no novo horizonte disponível. Essa estrutura é desinteressante ao pastejo e, portanto, a taxa de rebaixamento do pasto cai drasticamente em função de alterações em padrões de comportamento. Nesse sentido, o momento de retirada dos animais do pasto, ou seja, a meta pós-pastejo, deve aliar condições à aquisição de nutrientes necessários ao animal, representada por um consumo considerado ainda não limitante e assegurar à planta área foliar remanescente mínima e de qualidade para iniciar seu processo de rebrotação e recuperação para o próximo pastejo.

A capacidade fotossintética do dossel após uma desfolha depende da quantidade de área foliar residual e da capacidade fotossintética das folhas remanescentes. Num dossel que atingiu IAF elevado, as folhas que permanecem após o pastejo não são adaptadas à alta luminosidade incidente sobre elas, resultante da remoção das folhas superiores que as sombreavam, pois foram formadas em condições de baixa luminosidade e temperatura. Desta forma, o IAF residual tem baixa capacidade fotossintética apesar da alta incidência de radiação. Como consequência, a rebrota inicial é lenta até que um número suficiente de folhas tenha se expandido e passe a contribuir substancialmente para a fotossíntese da cultura. A quantidade de área

foliar residual é função da intensidade da desfolha, determinada pelo resíduo pós-pastejo ou pela altura de corte no caso de uma desfolha mecânica. Numa desfolha severa, em que a maior parte do tecido fotossintetizante é removido, a fixação de carbono pode ser insuficiente para assegurar a manutenção dos tecidos remanescentes e para a síntese de nova área foliar. Nessa condição a produção de novas folhas necessita ser suportada pela mobilização de reservas. Uma vez que ocorrem “perdas” de carbono pela respiração, determinadas pela síntese dos novos tecidos, há uma perda inicial de massa de forragem (balanço de C negativo). Este balanço de carbono apenas se tornará positivo depois que a área foliar produzida a partir das reservas for suficiente para assimilar uma quantidade de carbono que exceda as perdas por respiração e senescência. Como resultado, quanto mais severa for a desfolha maior será a fase de balanço negativo de carbono. Os carboidratos de reserva podem ser translocados de perfilhos não desfolhados para perfilhos desfolhados, e é razoável assumir que isto ajuda na recuperação do crescimento destes últimos.

O momento de retirada dos animais permite certa flexibilidade que pode ser utilizada como estratégia quando se deseja ou precisa otimizar taxa de lotação ou desempenho animal. Trabalhos com diversas gramíneas têm demonstrado que a meta pós-pastejo deve estar entre 40 e 60% da altura pré-pastejo. Nessa amplitude seria possível adequar os objetivos do sistema, onde, quando se busca maximizar o desempenho animal, menores intensidades de desfolhação (interromper o pastejo quando os animais removerem 40% da altura de entrada) são mais adequadas, enquanto a maximização das taxas de lotação pode ser atingida utilizando maiores intensidades de desfolhação (interromper o pastejo quando os animais removerem 60% da altura de entrada).

Nesse sentido, sob lotação intermitente os critérios que determinam a frequência – momento de interrupção da rebrotação, ou seja, o período de descanso definido pela meta pré-pastejo – e a severidade de desfolhação – definida pela meta pós-pastejo – devem ser compreendidos e respeitados. O conceito de IAF “crítico”, onde 95% da radiação solar incidente são interceptados pelo dossel forrageiro, representa o ponto ideal de interrupção da rebrotação.

C) Definição de metas

Espécie Forrageira	Altura do dossel (cm)		Referência
	Pré-pastejo	Pós-Pastejo	
Capim-mombaça	90	30 a 50	Carnevalli et al. (2006)
Capim-tanzânia	70	30 a 50	Barbosa et al. (2007)
Capim-Aruana	30	15	Zanini et al. (2012)
Capim-marandu	25	10 a 15	Trindade et al. (2007)
Capim-xaraés	30	15 a 20	Pedreira et al. (2007)
<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	20	5 a 10	Portela et al. (2011), Fonseca et al. (2010)
Capim-andropogon	50	27 a 34	Sousa et al. (2010)
Capim-mulato	30	15 a 20	Silveira (2010)
Capim-elefante cv. Cameroon	100	40 a 50	Voltolini et al. (2010)
Capim-elefante cv. Napier	85-90	35 a 50	Monteiro (2011), Pereira (2012)
Tifton-85	25	10 a 15	Da Silva & Corsi (2003)
Coastcross e Florakirk	30	10 a 15	Da Silva & Corsi (2003)

Tabela 1 – Alturas de pasto para a entrada e saída dos animais associada a 95% da interceptação luminosa incidente no dossel.

D) Vantagens e desvantagens

As principais vantagens da lotação rotacionada são o aumento da taxa de lotação, redução da seleção e de áreas de pastejo desuniforme no piquete, assim como maior uniformidade na distribuição de excrementos, aumento da sobrevivência de espécies e consorciações de plantas que não toleram o pastejo de lotação contínua, o sistema rotativo, quando corretamente executado, dificulta o estabelecimento de plantas invasoras e permite o aproveitamento do excesso de forragem produzida na estação das chuvas, sob a forma de forragem conservada. Este método exige maiores investimentos em instalações, principalmente bebedouros e cercas e em subdivisões (cercas). O número de subdivisões deve ser minuciosamente calculado, para que o investimento não se torne antieconômico. Esse método apresenta inúmeras combinações entre frequência e severidade de desfolhação em função do número de subdivisões e período de ocupação e descanso utilizados, os quais variam de acordo com a área disponível, clima da região, fertilidade do solo, tipo de exploração, características morfológicas e fisiológicas das plantas forrageiras, etc.

E) Modalidades

Pastejo intermitente com dias fixos de descanso

A definição mais comum do momento ideal para o início do pastejo é com base em calendário (dias fixos), e assim recomendações de pastejo a cada 28, 35, 42 dias foram amplamente difundidas em todo o país. Isso quer dizer que independentemente das condições de crescimento, a pastagem era sempre colhida em um intervalo de tempo fixo. Essa técnica de manejo, que por muitos anos auxiliou os pecuaristas e permitiu melhorias na utilização da forragem produzida nas propriedades brasileiras.

Entretanto, as taxas de crescimento e aparecimento de folhas são fortemente influenciadas por condições ambientais, como a temperatura, e pela adubação nitrogenada, o que faz com que generalizações quanto ao período entre os pastejos gere resultados diferentes. O pastejo rotativo com base em calendário geralmente permite que as plantas tenham tempo para recompor sua área foliar, mobilizar e repor reservas, por outro lado, resultados do crescimento de plantas com base em um mesmo intervalo de pastejo será diferente em função das estações do ano, do clima, dos solos e da região. Assim, um intervalo de descanso de 28 dias em dezembro é diferente dos mesmos 28 dias em abril; 28 dias em Mato Grosso é diferente de 28 dias em São Paulo, por exemplo. Embora o número de piquetes e de dias de ocupação tenha sido previamente definido para o sistema rodar a cada 28 dias com a mudança do período das águas para a seca essa recomendação torna-se inadequada. Como alternativa convencionou-se mudar o intervalo de 28 para 35 ou 42 dias na tentativa de compensar os aspectos climáticos desfavoráveis, mas isso nem sempre garante que a forragem seja colhida adequadamente, com alta proporção de folhas e alto valor nutritivo.

O manejo baseado em dias fixos e pré-determinados de descanso, apesar de propiciar facilidades no planejamento do pastejo rotativo, de certa forma restringe as possibilidades de ganhos em eficiência do sistema, pois não gera um padrão uniforme de respostas fisiológicas de plantas e estruturais do dossel. Esse fato demonstra a inconsistência de respostas e a limitação de se adotar e, especialmente generalizar, um período de descanso fixo e definido a priori, uma vez que dependendo da época do ano e das condições vigentes de crescimento este pode ser demasiadamente curto, o que levaria a perdas de produção em termos de quantidade; ou demasiadamente

longo, o que levaria a perdas de quantidade e qualidade, podendo, em ambos os casos, resultar em degradação dos pastos.

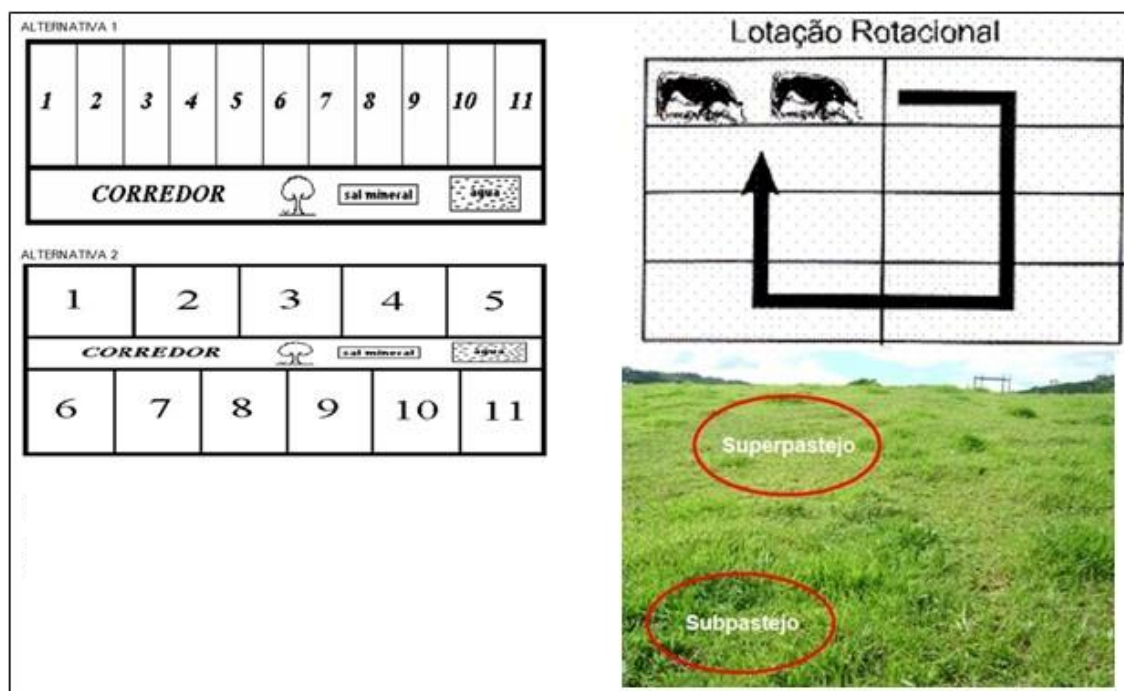


Figura 19 – Pastejo rotativo com dias fixos de descanso: independentemente das condições de crescimento, a pastagem era sempre colhida em um intervalo de tempo fixo, o que favorece o aparecimento de áreas de superpastejo e subpastejo. Fonte: Chiodelli (2013).

Disponível em:

http://www.benjaminconstantdosul.rs.gov.br/pg.php?area=NOTICIAS_VER&id_noticia=40

Pastejo intermitente com dias variáveis de descanso

Estudos baseados em respostas fisiológicas de plantas mostraram que as taxas de crescimento foram relacionadas com a porcentagem de luz interceptada pelo dossel e área foliar. Sugerindo que a interceptação de luz além dos 95% resulta na máxima taxa de crescimento e em gramíneas de clima tropical (*Panicum*, *Pennisetum*, *Brachiaria*, etc.) esse é o momento a partir do qual se intensifica o processo de competição por luz, e o acúmulo de colmos e a senescência aumentam fortemente e, portanto, pastejos realizados a partir desse ponto têm as perdas por pastejo aumentadas e conseqüentemente sua eficiência reduzida.

Apesar de a interceptação luminosa não ser um parâmetro de caráter prático como determinante da entrada dos animais para o pastejo, apresenta alto grau de associação com altura do dossel, sugerindo que essa característica poderia ser utilizada como parâmetro-guia no manejo. Dessa forma, esse conceito se aplica para diversas plantas forrageiras de clima tropical, em que a entrada dos animais deve acontecer quando os pastos atingirem determinada altura (veja tabela do item C).

O prolongamento do período de descanso ou do intervalo de pastejos além dessas alturas resulta em aumento da massa de forragem por ocasião da entrada dos animais no momento do pastejo, porém, esse aumento é resultado, basicamente, do acúmulo de colmos e de material morto, uma vez que o acúmulo de folhas se estabiliza e, ou, diminui. Nessa condição, tem-se maior acúmulo de forragem por ciclo de pastejo, menor número de pastejos na estação de crescimento (períodos de descanso mais longos), além do valor nutritivo da forragem em oferta ser reduzido

Pastejo em faixas

O método de pastejo em faixas, é uma modalidade de pastejo racionado, sendo caracterizado pelo acesso dos animais a uma área limitada ainda não pastejada. Neste método o manejo é conduzido com o auxílio de duas cercas elétricas, de fácil remoção, de tal forma que a cerca de trás impede o retorno dos animais as áreas pastejadas anteriormente. O tamanho da área de cada faixa é calculado para fornecer os animais a quantidade de volumosos de que necessitam por dia. Este tipo de exploração é recomendado para animais leiteiros de produção elevada, devendo ser utilizadas forrageiras que apresentem elevado valor nutritivo.



Figura 20 - Método de pastejo em faixas. Fonte: Cândido (2010).

Pastejo Rotacionado com dois grupos de animais

Dentre as modalidades de pastejo rotativo, o método de pastejo primeiro – último é um procedimento vantajoso quando se dispõe de animais de diferentes categorias e que apresentem diferenças na capacidade de resposta a forragem de alta qualidade, onde um lote de animais, normalmente de maior exigência, pasteja primeiro o piquete e em seguida um outro lote de menor exigência, pasteja a mesma área. Somente após o pastejo do segundo lote é que inicia o período de descanso do piquete. Assim, os animais que respondem mais as melhores condições de qualidade de forragem pastejam na frente, constituindo o primeiro grupo, ou grupo de desponte. A alta disponibilidade inicial de forragem permite pastejo seletivo e alta ingestão de nutrientes, o que resulta em maior produção animal. Quando o grupo ponta atinge determinada meta de rebaixamento do dossel, passam para outro piquete cedendo lugar ao segundo grupo de animais. O grupo de desponte entra a seguir até que a meta pós-pastejo seja atingida. As maiores limitações deste método são a maior dificuldade de manejo, com o uso de dois grupos na mesma área e locais de uso comum, aguadas e cochos, dispostas de forma que todos os piquetes tenham acesso sem que os lotes não se misturem durante o pastejo.

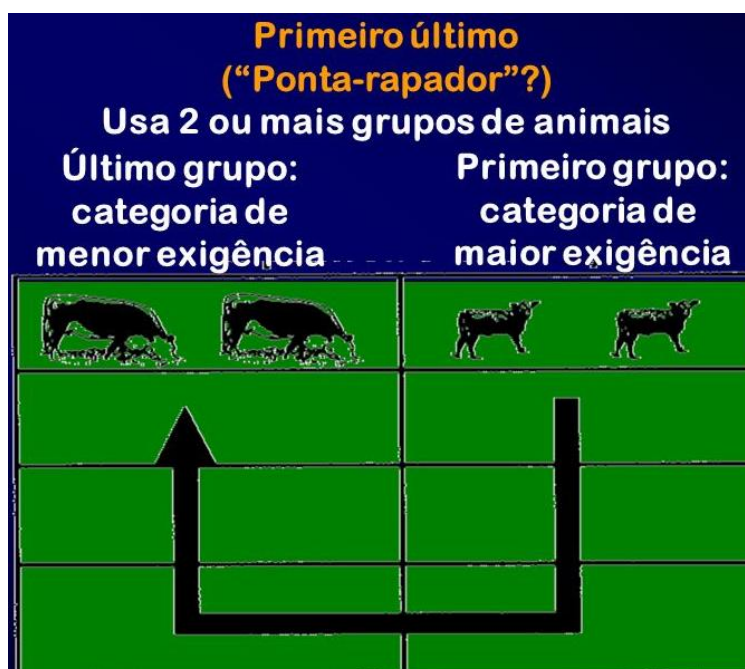


Figura 21 – Pastejo rotacionado com dois grupos de animais. Fonte: Cândido (2010).

b. Lotação contínua

A) Conceito

É o método de pastejo em que o rebanho tem acesso irrestrito e ininterrupto a toda à pastagem, durante toda a estação de pastejo. A lotação contínua pode ser utilizada com taxa de lotação fixa ou variável. A primeira, não oferece controle nas condições da pastagem (nem qualidade e nem quantidade). Já com uma lotação variável podemos alterar o número de animais e/ou o tamanho da área, ajustar a pressão de pastejo com o intuito de melhorar a qualidade e a quantidade de forragem oferecida ao animal.

B) Dinâmica do crescimento

Em pastos submetidos à lotação contínua a comunidade de plantas procura ajustar-se à diferentes condições através de mecanismos que visam assegurar sua perenidade e maximizar a eficiência fotossintética. Esses ajustes dependem da intensidade de desfolhação, a qual é definida pela meta de manejo utilizada. Dosséis mantidos sob desfolhações intensas apresentam elevada densidade populacional de perfilhos pequenos, estratégia essa utilizada para maximizar o IAF e a captação de luz pelo dossel, e possuem folhas mais jovens que se formam sob altas intensidades luminosas, livres do sombreamento das folhas mais velhas e, portanto, possuem uma alta eficiência fotossintética. Por outro lado, a fotossíntese bruta é maior em dosséis submetidos à desfolhações lenientes, porque grande parte das estruturas que interceptam luz em dosséis mais baixos possuem baixa eficiência fotossintética, como bainhas e colmos. Embora a proporção da fotossíntese bruta utilizada em processos de respiração (35-39%) e alocada para raízes (10%) seja semelhante entre dosséis mantidos sob desfolhação severas ou lenientes, a eficiência de utilização é maior sob desfolhações severas (Figura 22). Isso ocorre porque embora a taxa de produção bruta de tecidos seja maximizada, para manter alto valor de IAF apenas uma pequena proporção do tecido foliar produzido pode ser colhido, e uma alta proporção morre antes de ser colhido.

Fluxo de carbono nas pastagens

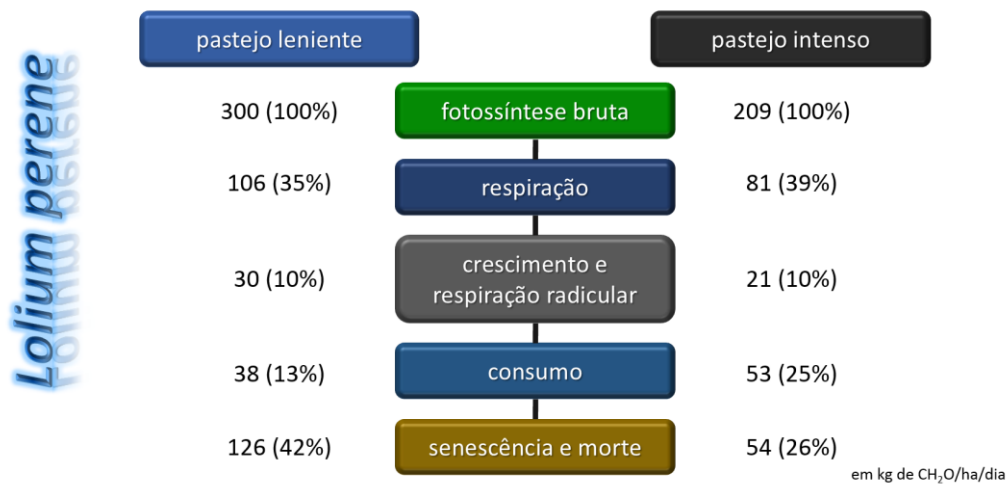


Figura 22 – Fluxo de carbono nas pastagens. Adaptado de Parsons et al. (1983).

Espécies forrageiras tropicais manejadas sob lotação contínua demonstram uma amplitude de condições de pasto (alturas do dossel) onde mudanças compensatórias em densidade populacional de perfilhos e no fluxo de tecidos em plantas individuais podem compensar parcial ou totalmente alterações significativas em manejo do pastejo, mantendo o acúmulo de forragem relativamente estável. Dentro dessa amplitude de variação, a qual depende da espécie forrageira, a produção de forragem é máxima e praticamente constante e, portanto, as metas de produção animal permitem contemplar distintos objetivos, segundo o sistema de produção.

C) Definição de metas

De maneira geral, pastos manejados sob lotação contínua apresentam uma amplitude de condições de manejo onde respostas plásticas da comunidade de plantas forrageiras permitem manter produções de forragem semelhantes. No limite superior das metas é possível explorar um máximo desempenho por animal, ao passo que no limite inferior maiores taxas de lotação são obtidas à custa de uma redução no ganho individual. Nesse sentido, é possível a escolha da meta a ser mantida de acordo com os objetivos do sistema de produção, sem prejuízos à persistência da comunidade vegetal.

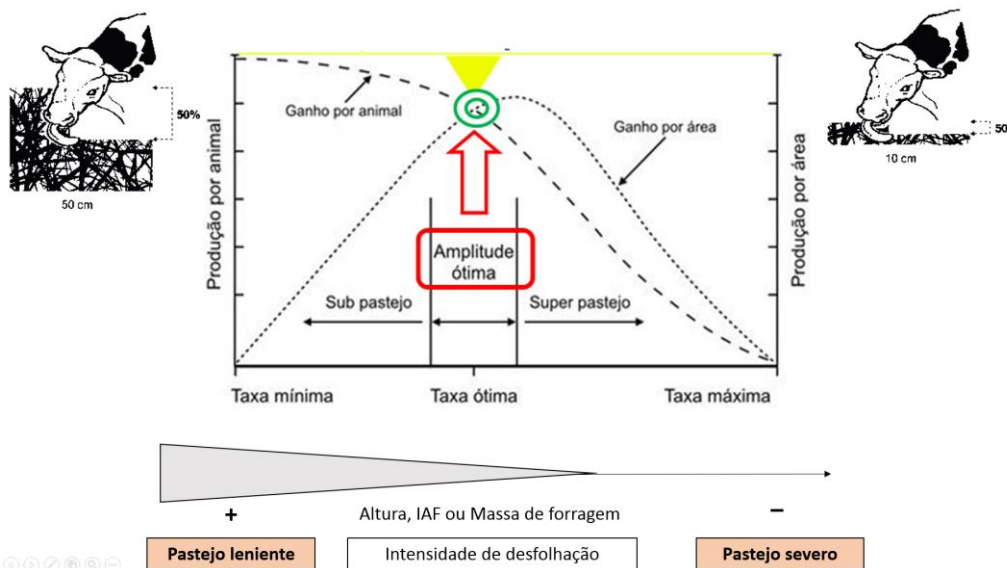


Figura 23 – Intensidade de desfolhação sob lotação contínua. Fonte: Adaptado de Mott (1960) e Tonato & Pedreira (2013).

Tabela 2 - Alturas de pasto em gramíneas forrageiras manejadas sob lotação contínua.

Espécie Forrageira	Altura (cm)	Referência
Tifton 85, coastcross e florakirk	10 a 20	Carnevalli et al. (2000); Carnevalli et al. (2001a); Carnevalli et al. (2001b)
Capim-marandu	20 a 40	Sarmento (2003); Andrade (2003); Da Silva & Nascimento Jr. (2007)
Capim-xaraés	15 a 45	Galbiero (2009); Pequeno (2010); Carloto et al. (2011)
<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	20 a 30	Faria (2009); Santos (2009); Ferreira (2010)

D) Vantagens e desvantagens

Este método de pastejo apresenta um menor investimento em cercas e aguadas além de, em teoria, exigir menor número de decisões de manejo, o que tornaria mais fácil a sua aplicação correta. As maiores limitações normalmente atribuídas ao método de lotação contínua são maior seletividade de forragem e desuniformidade de pastejo e menor persistência de espécies que são sensíveis à desfolhação frequente. A menor taxa de lotação pode ser uma observação válida mas ela é compensada por um melhor desempenho animal, resultando em ganhos por área semelhantes ao pastejo rotacionado com taxas de lotação menores. A desuniformidade de pastejo resulta de uma maior seleção que é o que proporciona melhor desempenho animal. A persistência de espécies em lotação contínua pode ser conseguida com

espécies mais adaptadas e com ajustes da taxa de lotação para adequar altura e frequência de desfolhações. Quando a lotação contínua é utilizada trabalhando-se com taxa de lotação variável reduz-se a severidade do aparecimento de áreas de sub e superpastejo.

E) Modalidades

Lotação contínua com taxas de lotação fixas

Nessa modalidade de lotação contínua, o número de animais é mantido constante ao longo de toda a estação de pastejo ou ao longo do ano.

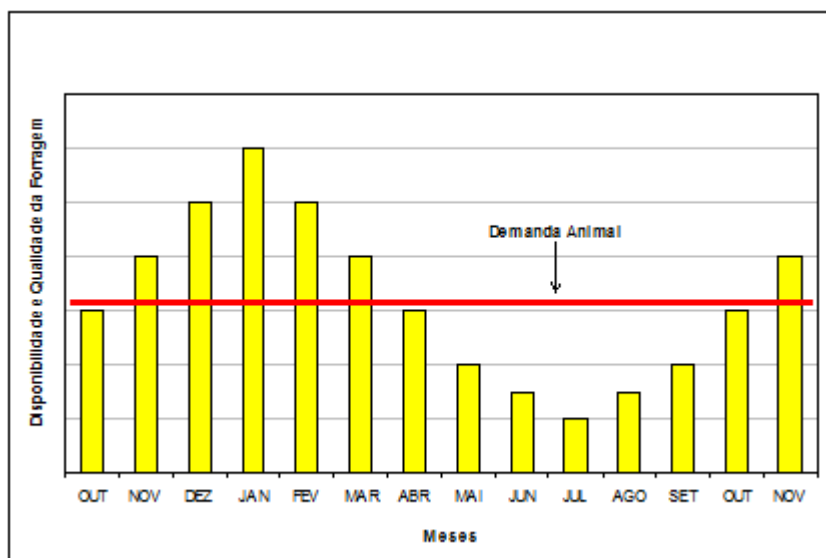


Figura 24 – Estacionalidade de produção de forrageira. Fonte: Coan Consultoria (2011).

Como consequência, em períodos de elevada disponibilidade de fatores de crescimento, sobra forragem, favorecendo as perdas por senescência e morte, alongamento de colmos, e aparecimento de áreas de subpastejo. Da mesma forma, se há períodos de restrição de fatores de crescimento, a quantidade de forragem é menor do que a necessidade de consumo dos animais, favorecendo o aparecimento de áreas superpastejadas, degradação da planta, pois esta se utiliza das reservas das raízes para sustentar o crescimento. Dessa forma, nessa modalidade não há controle da estrutura do dossel (altura, massa de forragem, etc.) e da relação suprimento:demanda.

PASTEJO CONTÍNUO COM LOTAÇÃO FIXA

VANTAGENS

- Baixa necessidade de mão-de-obra qualificada;
- Investimento inicial pequeno.

DESVANTAGENS

- Pastejo seletivo, irregular e com baixa eficiência;
- Favorece a entrada de plantas invasoras em áreas superpastejadas;
- Aumenta a incidência de pragas devido ao mau pastejo e acúmulo de esterco em certos locais;
- Aumenta a degradação da área por perda de solo (erosões) e lixiviação de nutrientes;
- Diminui a capacidade de lotação por unidade de área.

Fonte: Cunha et al. (2013).

Lotação contínua com taxas de lotação variáveis

Nessa modalidade o número de animais em uma determinada área varia conforme as condições de crescimento do pasto. Para esse tipo de manejo, o produtor deve possuir um lote de animais a mais, para que em épocas de excedente de produção sejam utilizados para manter as metas de pastejo e evitar que a altura do pasto aumente. Nas épocas de menor crescimento, áreas adicionais ou forragem suplementar (feno, silagem ou pastagem diferida) devem ser utilizadas para os ajustes nas taxas de lotação (Figura 25).

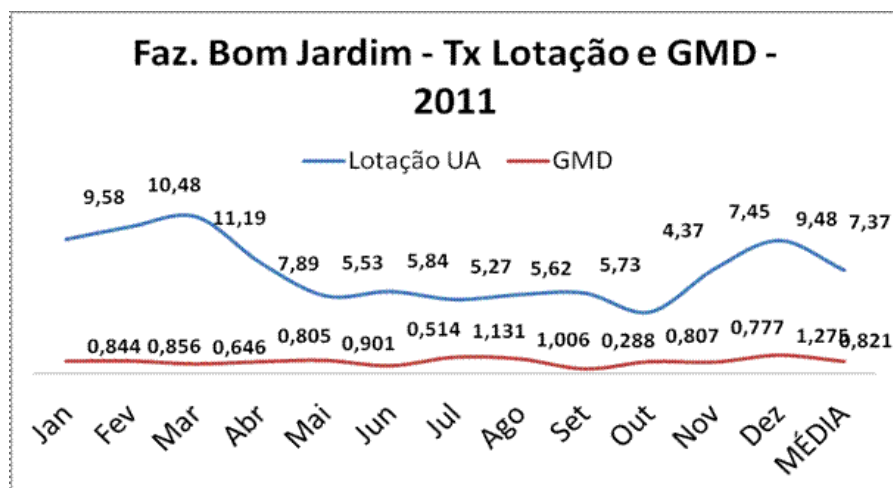


Figura 25 – Taxa de lotação da Fazenda Bom Jardim. OBS. Pastagem irrigada e adubada. Fonte: ALCANCE Consultoria e Planejamento Rural (2009).

Dessa forma, o manejo do pasto visa manter uma estrutura definida previamente. Por exemplo, se a altura de pastejo foi definida

em 30 cm, animais são retirados ou adicionados aos piquetes com o objetivo de manter a altura em torno desse valor (pode variar de 25 a 35). O ajuste em lotação pode ser feito a cada 30 dias e, dessa forma, necessita monitoramento frequente das condições do pasto.

c. Outras variações dos métodos de pastejo

a) "Creep grazing"

Uma variação dos métodos de pastejo que pode ser usada tanto em lotação contínua como em rotacionada é o "creep grazing". Este método permite que bezerros jovens ou cordeiros passem através de uma abertura na cerca para uma pequena área contendo forragem de melhor qualidade do que aquela onde as mães são mantidas. O sistema não exige gastos elevados haja vista que requer somente a formação da área com forrageiras de alta qualidade para os animais jovens e as despesas adicionais para cercá-la.



Figura 26 – Pastejo "creep grazing". Fonte: (A) Mississippi State University e (B) Fórum "Cattle today".

Disponível em:

(A) <http://msucares.com/pubs/publications/p2629.html>

(B) <http://www.cattletoday.com/forum/viewtopic.php?f=8&t=89614>

Esse método favorece o melhor desempenho dos bezerros e maior peso na desmama desses animais, assim como melhor condição da vaca. Uma variação desse sistema é o "creep grazing avançado", onde os bezerros têm acesso ao pasto que ainda será pastejado pelas vacas

e assim ingerindo forragem de melhor qualidade, como no pastejo primeiro-último.

b) Pastejo diferido

O pastejo é dito diferido quando a pastagem é deixada em descanso, sem animais, por algum período de tempo (normalmente a segunda metade) e colocá-las novamente em uso num período de menor produção de forragem. Além de gerar uma reserva de alimento, aumentando o suprimento de forragem em épocas que normalmente são de escassez, essa técnica permite viabilizar estratégias de suplementação concentrada, como o uso de mistura múltipla (sal proteinado) e suplementação em condições de pasto (semi-confinamento), que só produzem bons resultados quando há boa oferta de forragem na seca, mesmo que esta seja de menor qualidade. Essa estratégia pode ser considerada uma forma de **conservação de forragem** e não consiste em um método de pastejo.

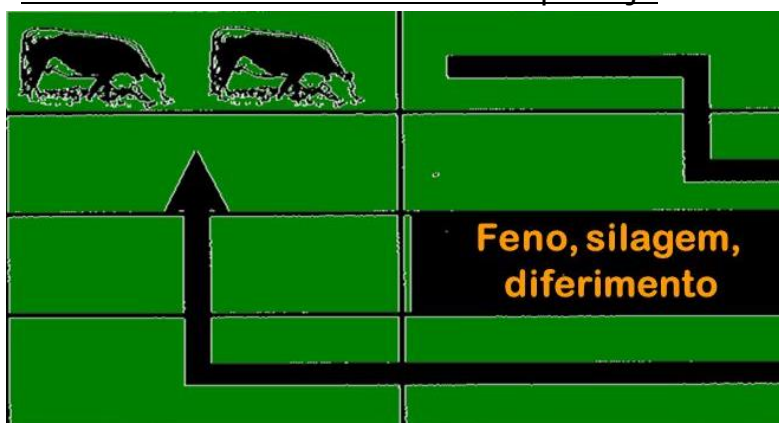


Figura 27 – Esquema de utilização de piquetes diferidos utilizando pastejo rotativo. Fonte: Cândido (2010).

Dessa forma, pastagens diferidas podem ser utilizadas tanto sob lotação contínua quanto em lotação intermitente.

O pastejo diferido tem a vantagem de dispensar investimentos em máquinas utilizadas na conservação de forragens. Contudo, é importante salientar que a eficiência do sistema de pastejo diferido está estritamente associada com a qualidade que a planta forrageira na área diferida terá na ocasião de ser consumida. Os períodos de acúmulo podem ser usados como uma ferramenta de manejo para determinar a qualidade e a quantidade de forragem reservada. Geralmente, as produções aumentam com o aumento do período de vedação, mas a qualidade é reduzida. Períodos curtos de vedação geram forragem com

maior participação de tecido jovem e melhor qualidade, o que é desejável para animais mais exigentes como animais em crescimento.

3.3 Considerações Finais

O manejo de pastagens a partir da concepção e compreensão das interações entre seus componentes bióticos e abióticos permite a maximização da produtividade sem prejuízos ao ambiente. Uma sequência ordenada de considerações, as quais passam pela base física, recursos vegetais e animais, permite a tomada de decisões direcionadas para as potencialidades da propriedade e para atingir determinados objetivos de maneira econômica. Independente do método de pastejo adotado, animais e forragem devem interagir de forma complementar as necessidades de cada um, o que implica em que as práticas de movimentação do rebanho entre as pastagens, ocorram sempre que necessárias e justificadas, em função das necessidades a planta e animal e não em função de um calendário ou épocas de mudanças programadas. Isso pode ser feito tanto em lotação rotacionada como em lotação contínua, mas requer múltiplos pastos na propriedade. O manejador deve tomar decisões regularmente, unindo práticas de melhoria da produção de forragem com os requerimentos animais.

Dessa forma, ferramentas antes concebidas como determinantes primários de manejo, como suplementação, conservação de forragens ou maiores doses de adubação, passam a ser ferramentas adicionais e auxiliares na manutenção da persistência, estabilidade do dossel e produtividade do sistema de produção.

4. Dinâmica do crescimento do perfilho

A biomassa aérea viva acumulada durante todo o crescimento das plantas é o que compõe a pastagem. Cada planta é formada por unidades básica chamadas de perfilhos, no caso de gramíneas, e ramificações, no caso de leguminosas.

O crescimento da pastagem em termos de acúmulo de tecidos (folhas e colmos) está relacionado a um conjunto de processos que ocorrem em níveis distintos (processos de crescimento do perfilho e dinâmica da população, representada pelo aparecimento e morte de indivíduos), porém de forma simultânea. O primeiro nível se relaciona com o crescimento do perfilho individual, no qual o acúmulo da forragem pode ser visto como um equilíbrio entre as taxas de crescimento e de envelhecimento foliar nos perfilhos ao longo do tempo.

O desenvolvimento do perfilho segue uma série de processos onde existem diferenciações de folhas, colmo verdadeiro, gema axilar e sistema radicular em cada fitômero presente na planta. Isso permite caracterizar o perfilho como uma série sequencial de fitômeros em etapas de desenvolvimento diferentes, sendo cada etapa mais avançada que a anterior (Briske, 1991).

Os primórdios foliares são as primeiras e mais importantes estruturas a serem formadas em um fitômero. O acúmulo de fitômeros e o seu grau de desenvolvimento, como expansão foliar, alongamento e espessamento dos nós e entrenós, geram um acúmulo de biomassa do perfilho. Esse tipo de organização permite as gramíneas manter sua persistência por um longo período de tempo, promovendo um mecanismo plástico que proporciona adaptações ao pastejo e mudanças estacionais na estrutura do dossel (Chapman & Lemaire, 1993; Matthew et al., 2000).

O crescimento da planta e o aumento da produtividade das pastagens se baseiam nas variáveis envolvidas no crescimento e desenvolvimento do perfilho e na demografia de perfilhos. Essas variáveis dependem da interação entre o genótipo e o ambiente, sendo o ambiente responsável pela velocidade das reações enzimáticas, o fornecimento de água e nutrientes e o fornecimento de energia e do carbono necessário para a estruturação dos órgãos em formação. Sob pastejo, essa relação é afetada pelo processo de remoção da área foliar, uma vez que a desfolhação interfere no suprimento de carbono para a planta.

4.1 Crescimento do indivíduo: características morfogênicas e estruturais dos perfilhos

A morfogênese é o mecanismo envolvido no crescimento e desenvolvimento das estruturas (folhas e colmos) em cada perfilho. Ela é descrita como sendo o processo responsável pela formação e modificação da estrutura do dossel (Chapman & Lemaire, 1993).

A Morfogênese pode ser definida como a dinâmica de geração e expansão da planta no espaço (Chapman & Lemaire, 1993). Assim, a emergência, o alongamento, a senescência e morte de folhas definem o fluxo de biomassa do perfilho, o que juntamente com sua população de perfilhos determinam índice de área foliar (IAF) da pastagem.

Em uma pastagem em início de germinação (após a sementeira) ou no início do processo de rebrotação (pós-pastejo), os perfilhos são pequenos. O pseudocolmo é curto e o meristema apical está próximo do nível do solo.

FLUXO DE TECIDOS NA PLANTA

CRESCIMENTO INICIAL:

Meristema próximo ao nível do solo

Pseudocolmo (PC) curto

Folhas novas permanecem menos tempo dentro do PC

Folhas são pequenas e aparecem mais rápido



Existe uma relação direta entre o tamanho do pseudocolmo, a velocidade do aparecimento das folhas e o comprimento dessas folhas. Isso ocorre porque as folhas jovens se desenvolvem no interior do cartucho formado pelas bainhas das folhas mais velhas. Assim, quanto maior o comprimento desse cartucho (maior altura do pseudocolmo), mais tempo as folhas jovens ficam alongando ali dentro. Como consequência, se o cartucho é pequeno as folhas aparecem mais rápido e são folhas menores. Se o cartucho é comprido, as folhas ficam mais tempo alongando, demoram mais para aparecer e seu tamanho final é maior. Dessa forma, após o pastejo, as folhas aparecem rapidamente

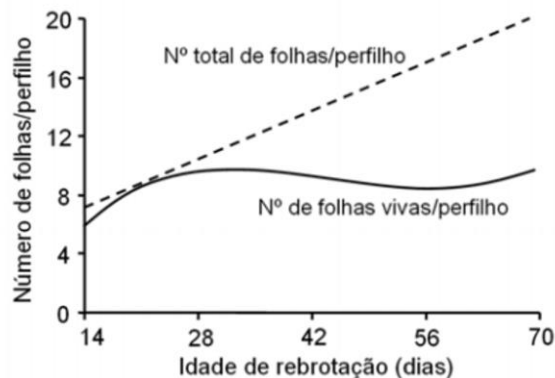
(alta taxa de aparecimento), mas cada folha é pequena, uma vez que o pseudocolmo é curto (Moore & Moser, 1995).

Na medida em que a planta se desenvolve, o acúmulo de fitômeros vai construindo um pseudocolmo maior e as folhas superiores são sempre maiores que as anteriores. O meristema apical continua próximo do nível do solo, pois ele só irá se elevar se houver competição por luz ou se a planta entrar em período reprodutivo.

Esse processo continua até que a planta atinja um número máximo de folhas que ela pode manter vivas. O número de folhas vivas (NFV) é determinado geneticamente. Quando a planta atinge o número máximo de folhas vivas, a cada nova folha que surge, uma folha mais velha morre, para que seja mantido estável o NFV. Nessa fase se inicia o processo de senescência.

A planta possui a habilidade de manter vivas um determinado número de folhas (NFV)

Após atingir o NFV, a folha mais velha morre a cada nova folha que surge



Essa dinâmica determina o tempo em que cada folha permanece viva ou a duração de vida da folha

Essa dinâmica também determina a duração de vida das folhas (DVF). Por exemplo, se a planta é capaz de manter 3 folhas vivas por perfilho e o intervalo entre o aparecimento de folhas sucessivas (chamado de filocrono, que é calculado como o inverso da taxa de aparecimento de folhas ($1/TAF$)) é de 15 dias, a duração de vida de cada folha é de 45 dias (filocrono x número de folhas vivas).

Quando o perfilho é capaz de produzir os assimilados suficientes para seu crescimento e ainda há sobra de nutrientes, as gemas axilares presentes em cada folha podem originar um novo perfilho.

Quando o perfilho é capaz de produzir assimilados suficientes para suprir suas necessidades, as gemas axilares podem ser “recrutadas” e desenvolver um novo perfilho



Dessa forma, em uma pastagem em crescimento vegetativo, na qual aparentemente apenas folhas são produzidas (pois ainda não há alongamento dos entrenós), a morfogênese pode ser descrita por três características básicas:

1) Taxa de aparecimento de folhas (TApF): A TApF, é o número de folhas que aparece em cada perfilho por unidade de tempo. O filocrono é o inverso da TAF, e determina o intervalo de tempo necessário para o aparecimento de duas folhas consecutivas.

2) Taxa de alongamento das folhas (TAIF): representa o crescimento das folhas em um perfilho, sendo expressa como cm/perfilho por dia. A folha inicia seu crescimento a partir dos primórdios foliares no meristema apical:

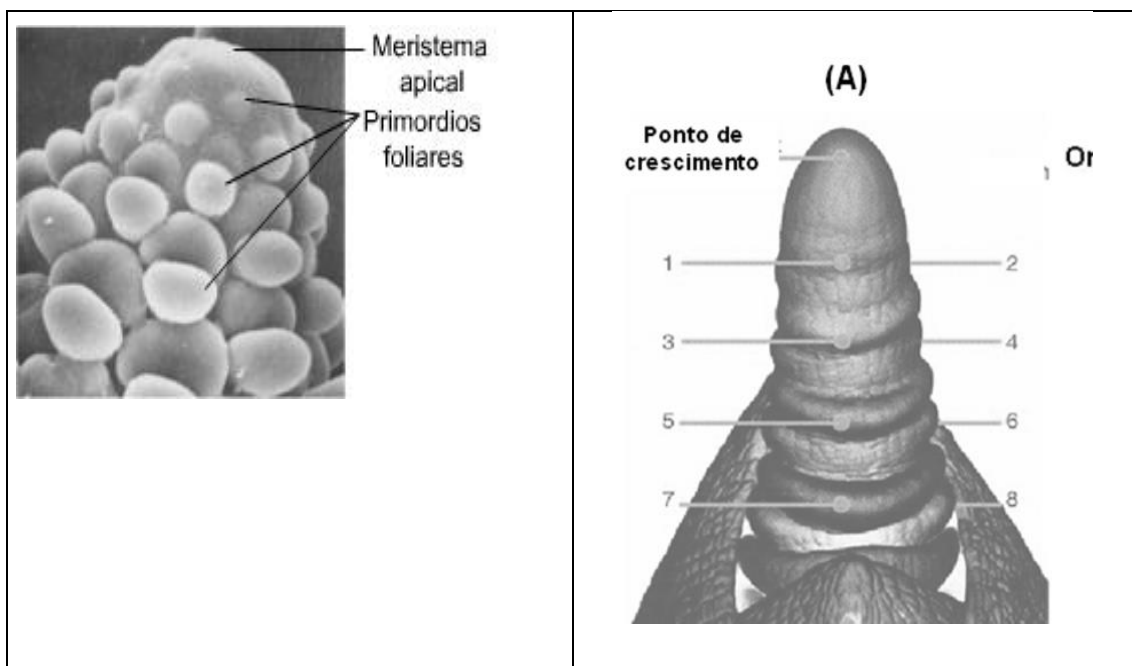


Figura 28 – Início do crescimento da folha a partir dos primórdios foliares. Fonte: Mauseth (1988) e Matthew & Hodgson (1999).

Quando a ponta da folha entra em contato direto com a luz solar, as células dessa porção da lâmina param seu alongamento. Dessa forma, a ponta da folha é a porção mais velha, comparada à base.

O alongamento da folha continua até que ocorra o aparecimento da lígula. Dessa forma, a presença da lígula representa o final do crescimento foliar e indica que essa folha já é madura. Enquanto o alongamento da lâmina foliar cessa com a diferenciação da lígula, o alongamento da bainha persiste até a exteriorização da lígula.

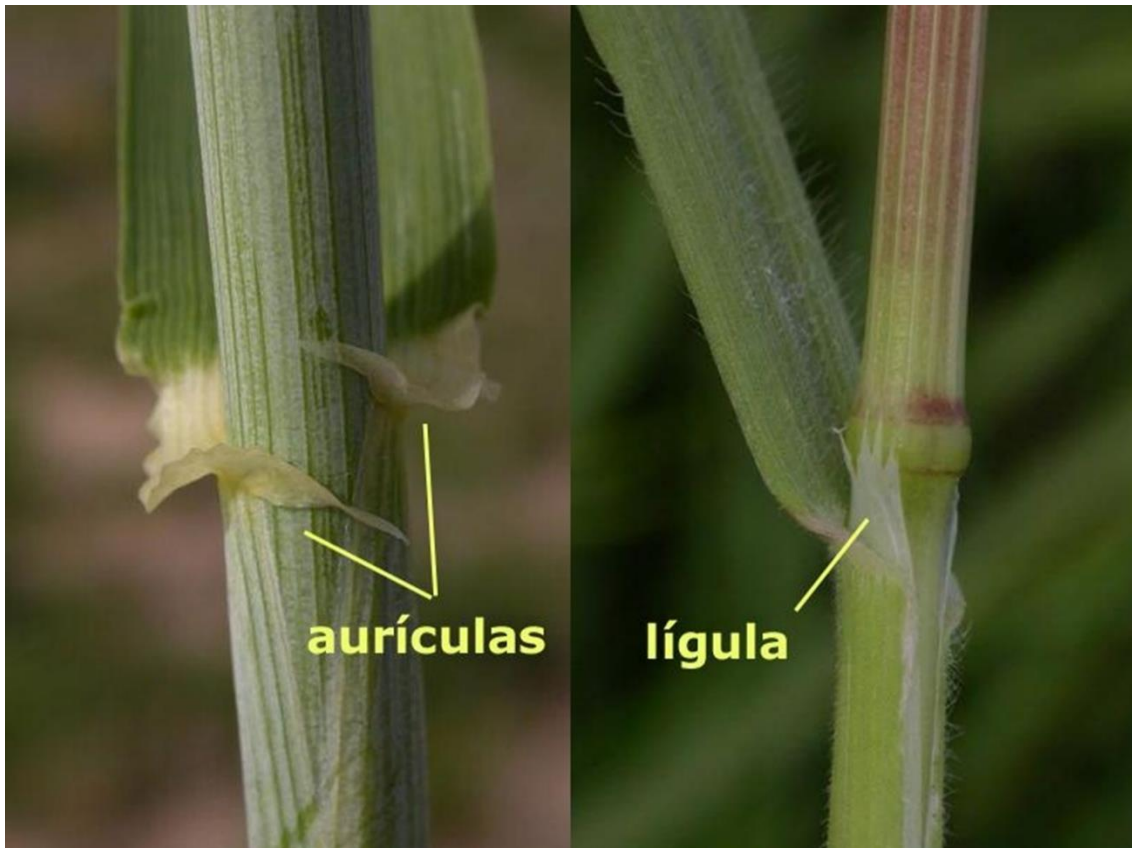


Figura 29 – Lígula e aurículas em gramíneas temperadas.

Disponível em: <http://www.unavarra.es/herbario/hm/hojas.htm>

3) Duração de vida da folha (DVF): O terceiro e último parâmetro morfogênico que descreve uma pastagem na condição vegetativa, é a duração média de vida das folhas. Segundo Nabinger (1996), esta variável morfogênica é o determinante do equilíbrio entre o fluxo de crescimento e o fluxo de senescência. A duração de vida das folhas determina o número máximo de folhas vivas por perfilho.

No caso de gramíneas forrageiras tropicais, a taxa de alongamento de colmo também é considerada uma variável morfogênica importante, uma vez que pode ocorrer alongamento do colmo na fase vegetativa de crescimento (Figura 30).

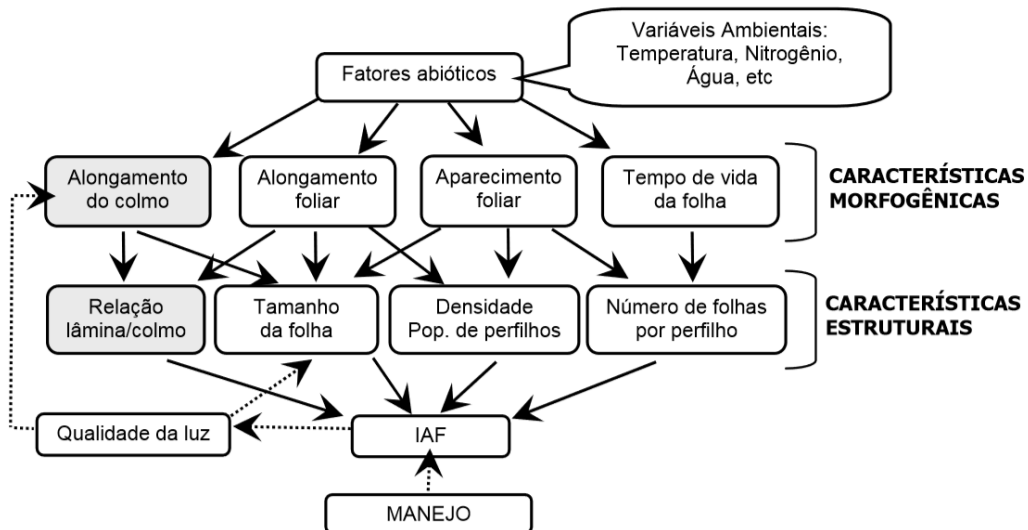


Figura 30 – Diagrama da relação entre as principais características morfológicas e estruturais do pasto na fase vegetativa. Fonte: Chapman & Lemaire (1993) adaptado por Da Silva & Sbrissia (2001).

Assim, os perfilhos de gramíneas forrageiras na fase inicial de crescimento apresentam três tipos de folhas: as folhas adultas, totalmente expandidas, cujas lígulas estão expostas; as folhas emergentes, cujo ápice encontra-se acima da última folha completamente expandida; e as folhas em expansão, que estão envolvidas pelas bainhas das folhas mais velhas (Gomide, 1988). Em um perfilho mais desenvolvido, que já atingiu o número máximo de folhas, podem haver folhas em senescência e as folhas senescidas ou mortas.

As características morfológicas são determinadas geneticamente, porém são influenciadas por variáveis ambientais como temperatura, disponibilidade hídrica e de nutrientes. A combinação destas variáveis morfológicas genotípicas determina as principais características estruturais das pastagens:

4) Tamanho da folha, que é determinada pela relação entre TApF e TAIF, pois a duração do período de expansão de uma folha é uma fração constante do intervalo de aparecimento, ou seja, do filocrono (Dale, 1982);

5) Densidade de perfilhos, característica que é relacionada com TApF, uma vez que cada folha possui uma gema axilar e, dessa forma, o aparecimento de uma nova folha determina o número potencial de sítios para o surgimento de novos perfilhos (Davies, 1974). Desta forma, genótipos com alta TApF apresentam alto potencial de

perfilhamento e assim determinam uma pastagem com uma densidade de perfilhos mais elevada do que aquelas com baixa TApF.

6) Número de folhas vivas por perfilho (NFV), que é o produto da TApF pela duração de vida das folhas.

Adaptações fisiológicas, morfogênicas e estruturais podem ocorrer em função do manejo dado à forrageira e, dessa forma, os ajustes que ocorrem determinarão a velocidade de recuperação da nova área foliar e, portanto, afetarão o potencial de rebrotação da planta.

4.2 Efeito dos fatores abióticos sobre as características morfogênicas e estruturais dos perfilhos

→ Luz

A fração da radiação solar global compreendida entre os comprimentos de onda de 400 a 700 nm é chamada de radiação fotossinteticamente ativa (RFA), e representa a quantidade de radiação solar potencialmente disponível para processos fotossintéticos atuando sobre as moléculas de clorofila e, assim, exercendo função essencial no metabolismo vegetal.

As plantas são seres fotoautótrofos e, portanto, dependem da aquisição de energia luminosa para o crescimento e persistência. Quando a planta está sob ameaça de sobrevivência devido a limitações de luz, mecanismos evolutivos direcionam estratégias adaptativas altamente plásticas para tolerar ou escapar do sombreamento causado pela vegetação vizinha (Franklin & Whitelam, 2005). Por conta disso, as plantas estão continuamente ajustando seu crescimento e desenvolvimento para otimizar a atividade fotossintética frente a competição por luz.

As plantas estão continuamente adquirindo informações sobre mudanças em seu ambiente e aplicam essas informações no controle de seus processos fisiológicos e de desenvolvimento. A capacidade de adquirir essas informações inclui a habilidade de coletar informações sobre mudanças potenciais futuras em seu ambiente incluindo a possibilidade de competição com plantas vizinhas. O sombreamento é uma das condições ambientais realizada pelos vizinhos que gera a redução da energia disponível para a fotossíntese com reflexos sobre o crescimento das plantas.

Respostas das plantas às modificações no ambiente luminoso causadas pela presença de plantas vizinhas envolvem a percepção de dois efeitos de proximidade: alterações na densidade do fluxo de fótons (DFF) – quantidade de luz – e modificações no balanço espectral – qualidade da luz (Aphalo & Ballaré, 1995; Ballaré, 2009).

As variações na DFF é percebida pela planta a partir da alteração na disponibilidade de energia para a fotossíntese, como efeitos sobre o transporte de elétrons e produção de ATP e NADPH, causando modificações nos cloroplastos e alterando o estado de ativação de enzimas, e variações no balanço espectral são percebidas a partir de fotorreceptores específicos sendo a redução da relação vermelho:vermelho distante (V:VD) o mais importante e efetivo sinal de alterações em qualidade de luz.

Em situações de baixos valores de IAF ou em condições de rebrotação a quantidade RFA recebida pelas folhas orientadas horizontalmente não é afetada pela presença de plantas vizinhas (Ballaré, 1999). Entretanto, antes de haver diminuições na densidade de fluxo de fótons, pequenas alterações na qualidade de luz (luz azul e relação V:VD) são capazes de fornecer informações para planta sobre o ambiente ao seu redor. Isso acontece devido a qualidade de luz é alterada pela reflexão da luz pelas folhas em densidades populacionais ou valores de IAF menores que aqueles em que o sombreamento ocorre, podendo afetar a habilidade da planta em capturar recursos no futuro.

Dessa forma, as plantas são hábeis em utilizar essas informações para detectar precocemente a proximidade de plantas vizinhas ou sinais de estresse e ajustar sua morfologia e fisiologia para antecipar e, eventualmente, escapar de um potencial impacto negativo relacionado com a limitação de recursos sobre seu crescimento e reprodução (Aphalo & Ballaré, 1995).

Na medida em que o IAF aumenta, a relação V:VD percebida pelos colmos diminui, a RFA recebida pelas folhas diminui, e ocorre um rápido declínio nos fluxos de luz azul e vermelha recebidos pelos colmos, sendo que lâminas foliares em crescimento, além de bainhas foliares e gemas, também funcionam como locais de percepção da relação V:VD (Murphy & Briske, 1994).

Ballaré & Casal (2000) falam que a habilidade em perceber gradientes verticais com distintas relações de V:VD permite a planta redirecionar o crescimento de suas estruturas para locais mais abertos no dossel. A principal resposta às mudanças na relação V:VD é alongamento dos colmos. Outras respostas incluem o incremento na dominância apical, supressão do crescimento ou atraso no desenvolvimento de gemas axilares e diminuição do perfilhamento, disposição mais vertical das folhas e perfilhos, mudanças na forma e

tamanho das folhas e redução no conteúdo da clorofila por unidade de área foliar (Aphalo & Ballaré, 1995), sendo que essas respostas parecem ser independentes da disponibilidade de nutrientes. Segundo Ballaré & Casal (2000), baixas relações V:VD também promovem aumento na senescência de folhas e perfilhos, embora esse processo possa ser local e não sistemático.

→ **Temperatura**

É um fator determinante da distribuição, adaptabilidade e produtividade das plantas. Os processos metabólicos são controlados por enzimas e essas enzimas são catalisadas sob efeito da temperatura.

A temperatura estimula a atividade específica de meristema ou pontos de crescimento, por meio da sua ação sobre o processo de divisão e expansão celular.

Em temperatura crescente, na ausência de déficit hídrico, as forrageiras aumentam a taxa de aparecimento (TApF) e o alongamento das folhas (TAIF), podendo gerar um aumento no tamanho final da folha até ela alcançar a estabilização.

Em temperaturas baixas, o crescimento se torna mais sensível, os carboidratos produzidos pela fotossíntese são pouco utilizados para crescimento de folhas e isso possibilita o acúmulo de fotoassimilados em órgãos de reserva (base dos colmos, estolões e raízes). Isso ocorre quando o crescimento é reduzido até uma temperatura crítica mínima, abaixo da qual a fotossíntese seria reduzida.

Em condições de alta temperatura, a respiração pode ser afetada restringindo o acúmulo de reservas, as taxas de crescimento, o acúmulo de forragem e a própria sobrevivência da planta forrageira.

→ **Disponibilidade hídrica**

Dentre todos os nutrientes presentes na planta, a água é o mais comum, se movendo de uma região com potencial hídrico maior para uma região onde o potencial hídrico é menor. A água não é considerada uma fonte de crescimento para a planta, mas é um meio de dissipar o excesso de energia solar recebida pelas folhas e evitar superaquecimento, degeneração e dessecação dos tecidos vegetais.

A necessidade de água varia entre as espécies e de acordo com as condições climáticas e edáficas. A radiação solar, a temperatura, a umidade relativa do ar e velocidade do vento são fatores que afetam a perda de água pela planta.

O transporte de fotoassimilados é feito pelo floema. Os açúcares são transportados da região de produção para a região de metabolismo ou armazenamento. A entrada de fotoassimilados é dependente de

água, pois ocorre via osmose, sendo o transporte feito ao longo de um gradiente de pressão de turgidez da fonte para o dreno.

As plantas perdem muita água por causa da fotossíntese. A energia necessária para a planta vem da luz solar, portando, para obter a fotossíntese máxima, a planta deve expor o máximo a sua superfície ao sol, criando uma grande superfície de transpiração. A

Além disso, é necessário a entrada de CO₂ que está disponível na atmosfera. Para que então entre CO₂ para o interior da planta, o gás deve estar em solução, pelo fato da membrana plasmática ser impermeável a sua forma gasosa. A deficiência hídrica limita a absorção de C pela limitação das trocas gasosas quando do fechamento dos estômatos (Lemaire, 2001).

Em situações de recursos escassos de água e nitrogênio, a limitação do crescimento aéreo constitui uma economia, que associada às alterações nos padrões de partição e distribuição de carbono da planta, permite à população realizar melhor exploração dos recursos mais limitantes do meio. Em deficiência hídrica, as plantas aumentam o crescimento radicular, primeiramente as ramificações e pêlos radiculares superficiais, adquirindo a água encontrada nos micro-poros do solo e, quando em maior grau de deficiência, se aprofundam para alcançar a água dos horizontes subsuperficiais. Nascimento Júnior & Adese (2004) comentaram que uma leve deficiência hídrica reduz a absorção de N e outros nutrientes absorvidos por meio do processo de fluxo de massa. Essas quantidades reduzidas de nutrientes afetam diretamente então todas as características morfogênicas e, indiretamente, as estruturais do dossel. A TApF é a última característica a ser penalizada pelas plantas, enquanto a TAIF é rápida e amplamente alterada, podendo ser reduzida em cerca de 60% quando a disponibilidade hídrica é reduzida em 50%.

Assim, a deficiência hídrica, com conseqüente redução no aporte de N e outros nutrientes, reduz o crescimento da parte aérea, com efeito marcante número de perfilhos, associado a redução na assimilação de CO₂ e na capacidade fotossintéticas das folhas.

→ Nitrogênio

O nitrogênio é determinante da produtividade das pastagens, uma vez que acelera as taxas de aparecimento e alongamento de folhas, além de estimular o perfilhamento.

O conhecimento da variação das características morfogênicas em função do uso de adubação nitrogenada possibilita o entendimento das variações dessas características em razão dos benefícios e malefícios do uso da adubação nitrogenada sobre a eficiência da forragem produzida. Segundo Lemaire (1985), baixas concentrações de

nitrogênio na planta determinam baixa taxa de aparecimento de perfilhos.

Após o processo de desfolhação, a principal adaptação fisiológica das plantas é a alocação preferencial de carbono para os meristemas ou pontos de crescimento com a finalidade de maximizar a expansão de nova área foliar. Esses processos se mostram dependentes de uma nutrição adequada de nitrogênio, pois esse composto, afeta a expressão das variáveis morfogênicas básicas no perfilho.

As principais variáveis morfogênicas que sofrem influência da aplicação de nitrogênio são a taxa de aparecimento de folhas (TApF), a taxa de alongamento de folhas (TAIF) e a duração de vida de folhas (DVF). Com o aumento da TAIF, ocorre o incremento na proporção de folhas, gerando uma maior área foliar fotossinteticamente ativa, promovendo um maior acúmulo de matéria seca. Se as folhas aparecem mais rápido e o alongamento das folhas é acelerado, menos tempo demora para a planta atingir o NFV. Assim, em alta disponibilidade de nitrogênio há uma diminuição da duração de vida de folhas (DVF).

Experimentos realizados por Martuscello (2006) e Lopes (2005), tem demonstrado que plantas adubadas com nitrogênio atingem um número máximo de folhas por perfilho mais precocemente. Isso é gerado pelos ritmos morfogênicos acelerados, possibilitando manejos que permitam maiores frequências de desfolhação (menor intervalo entre pastejos). Em um determinado tempo de vida das folhas, maiores frequências de desfolhação representam um maior número de evento de desfolhação durante seu tempo de vida o que gera uma maior eficiência de colheita dos tecidos produzidos.

A característica do perfilho mais sensível a adubação nitrogenada é o alongamento de folhas, de maneira que doses crescentes de nitrogênio podem resultar em aumentos lineares dessa característica (Figura 31A). Segundo Gastal, Belanger e Lemaire (1992), plantas deficientes em N podem apresentar reduções de três a quatro vezes nos valores de alongamento foliar, relativamente a plantas mantidas sob condições não limitantes. Além disso, a presença de nitrogênio é importante para o metabolismo de carbono, uma vez que o processo de fotossíntese é dependente da atividade das enzimas do Ciclo de Calvin. Essas enzimas necessitam da presença de nitrogênio para que possam ser sintetizadas.

Mazzanti; Lemaire e Gastal (1994) dizem que, devido a uma maior competição por luz determinada pelo aumento da taxa de alongamento foliar e pelo maior tamanho final das folhas, em geral, ocorre uma redução na duração de vida da folha sob condições de alta disponibilidade de nitrogênio (Figura 32). Ou seja, se o perfilho possui

um número de folhas vivas limitado, quanto mais rápido for o crescimento das folhas, menos elas durarão.

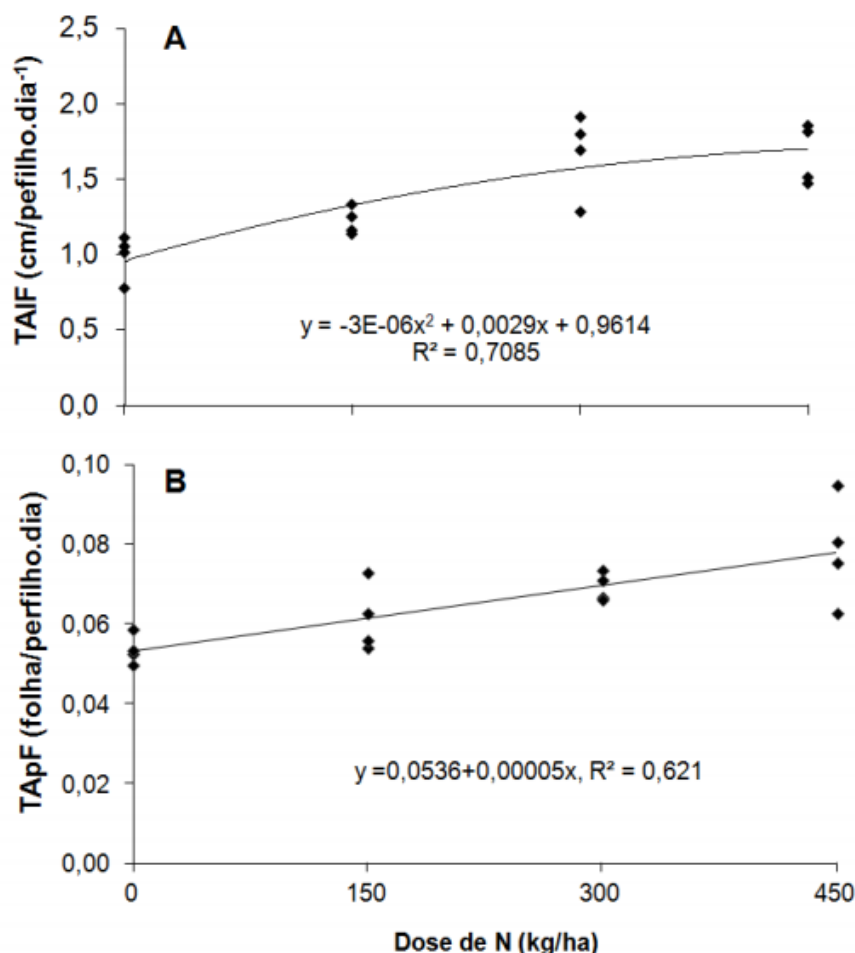


Figura 31 – A) Taxas de alongamento (TAIF) e B) aparecimento (TApF) de folhas em pastos de capim-marandu manejados a 30 cm de altura sob lotação contínua submetidos a doses de N. Fonte: Pedreira et al. (2013) adaptado de Pereira (2009)

Para que os benefícios da aceleração do crescimento promovida pelo N possam ser realizados é necessário colher a forragem produzida antes que essa entre em processo de senescência exacerbado e, para isso, é preciso promover ajustes no intervalo de desfolhação (lotação rotativa) ou taxas de lotação empregadas (lotação contínua) para que o mesmo não exceda o período de vida das folhas (Lemaire, 2001). Isso significa que quanto maior a dose de N, maior deverá ser a frequência de desfolhação (menor o período de descanso) em lotação intermitente ou maiores as taxas de lotação em lotação contínua.

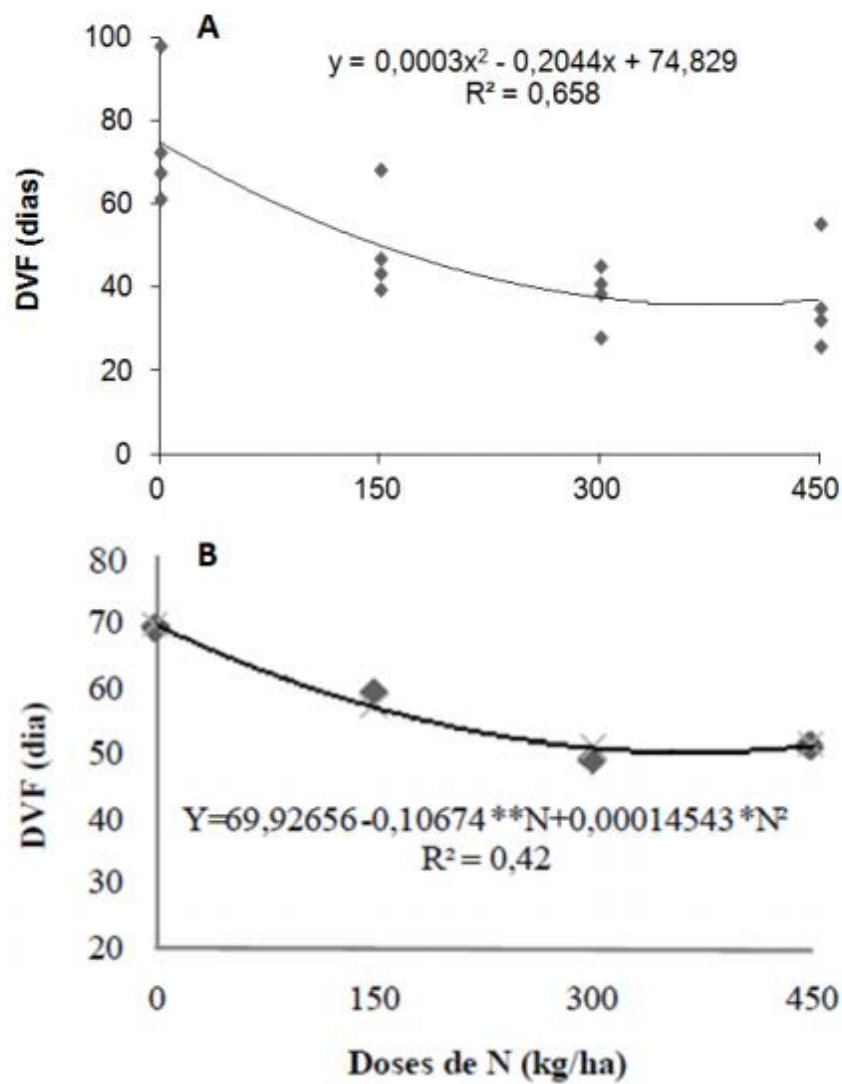


Figura 32 - Duração de vida das folhas (DVF) em pastos de capim Marandu (A) manejados a 30 cm de altura sob lotação contínua e em capim Milênio manejado sob pastejo rotativo com altura pré-pastejo de 90 cm e pós-pastejo de 40 cm. Fonte: Pedreira et al. (2013)

5. Dinâmica de populações: importância do perfilhamento

A unidade vegetativa básica que compõe a população de plantas em dosséis de gramíneas forrageiras é o perfilho (Hodgson, 1990). Perfilho é uma sucessão de fitômeros em diferentes fases de desenvolvimento apresentando folhas em expansão, expandidas em senescência, na qual seguem um padrão dinâmico de reposição caracterizado pela sincronia entre o aparecimento, alongamento e morte de folhas. Isso resulta em uma renovação constante de sua área foliar durante seu período de vida, e estabelece a possibilidade de manipulação dos padrões de desfolhação de perfilhos individuais por meio de estratégias de manejo visando o aumento da eficiência de utilização ou colheita de forragem produzida (Mazzanti & Lemaire, 1994; Lemaire & Chapman, 1996). Este corresponde ao primeiro nível de complexidade no processo de acúmulo de forragem dos pastos, ou seja, aquele que acontece em nível de perfilho (Da Silva, 2004; Nascimento Júnior & Adese, 2004).

Contudo, cada indivíduo possui um período de vida limitado e, uma vez encerrado, necessita ser substituído para que a densidade populacional de perfilhos da gramínea de interesse seja mantida e a persistência da pastagem garantida (Matthew et al., 2000). Essa condição caracteriza o segundo nível de complexidade do processo de acúmulo de forragem dos pastos, ou seja, aquele que acontece em nível de **população de perfilhos** (Da Silva, 2004).

A dinâmica ou demografia da população é caracterizada, portanto, pelo aparecimento e morte de perfilhos. O período de vida do perfilho é determinado por meio da sua taxa de sobrevivência. Dessa forma, a população de perfilhos está associada a um equilíbrio dinâmico e harmônico entre os processos de morte e aparecimento, de tal forma que todos os perfilhos que morrem devem ser substituídos por novos perfilhos (Da Silva & Nascimento Júnior, 2007).

5.1 Modificações sazonais na população de plantas

A luz, a água, a temperatura e os nutrientes, são fatores que afetam o processo de perfilhamento. Durante as épocas de disponibilidade de fatores ambientais, as taxas de aparecimento são, normalmente, maiores do que as taxas de mortalidade. Isso significa que há estabilidade na população de plantas e a densidade populacional é mantida relativamente estável. Uma vez que a renovação de perfilhos é acelerada, cada geração possui menor longevidade, caracterizando uma população de perfilhos jovens (Da Silva et al., 2015).

Nos períodos onde há restrição em fatores climáticos, na região sudeste correspondentes às épocas de outono, inverno e início de primavera (abril a final de outubro), o aparecimento de novos indivíduos não consegue compensar as elevadas taxas de mortalidade. A densidade populacional normalmente diminui. Como estratégia adaptativa, a sobrevivência das gerações aumenta, na tentativa de manter o número de indivíduos. Isso significa que, nessa época, a população é composta por gerações mais velhas.

A Figura 33 mostra a relação do aparecimento e mortalidade dos perfilhos nas diferentes estações do ano, em pastos de capim-marandu manejados sob lotação contínua (Sbrissia, 2004). Observa-se que a mortalidade e o aparecimento dos perfilhos nas estações de inverno e início da primavera são muito inferiores ao período de verão, outono e final da primavera. Isso se deve ao fato de que nessas estações a disponibilidade de fatores abióticos como luz, radiação solar e água, que estimulam o aparecimento dos perfilhos são muito baixos. Embora as taxas sejam reduzidas, a mortalidade é maior que o aparecimento. Já nas estações do verão, outono e final da primavera, a disponibilidade desses fatores abióticos é maior, estimulando o aparecimento de novos perfilhos, de forma que no final de primavera e verão as taxas de aparecimento superam a mortalidade. Como consequência, a densidade populacional nessas épocas é maior (Figura 34).

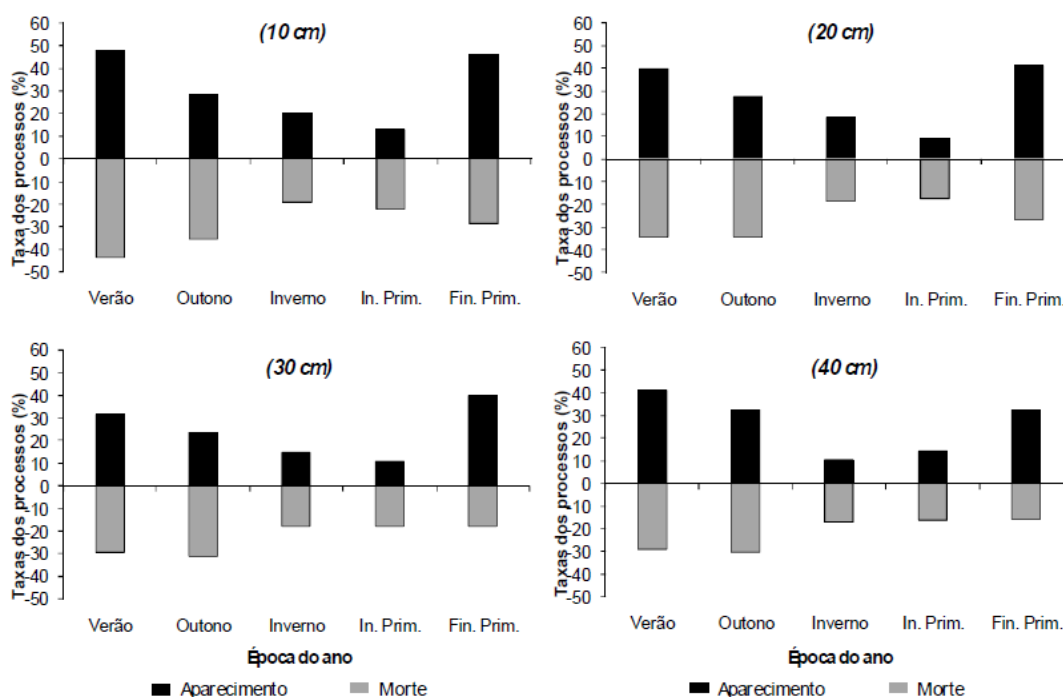


Figura 33 - Relação entre as taxas de aparecimento e mortalidade de perfilhos nas diferentes estações do ano, em pastos de capim-marandu manejados sob lotação contínua (Fonte: Sbrissia, 2004).

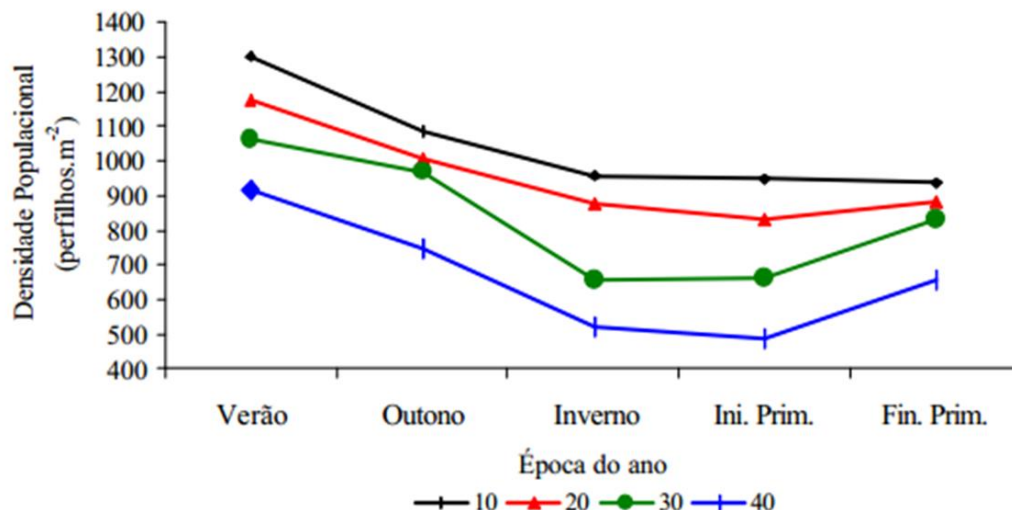


Figura 34 – Densidade populacional de perfilhos nas diferentes estações do ano, em pastos de capim-marandu manejados sob lotação contínua (Sbrissia, 2004).

Assim, a época do ano possui um efeito muito pronunciado sobre todos os processos que ocorrem em nível de perfilho e de população de plantas, basicamente resultado da variação na disponibilidade de fatores de crescimento na área. Esse efeito é, muitas vezes, maior que o efeito das práticas de manejo do pastejo empregadas quando estas são dimensionadas para respeitar os limites de tolerância das plantas ao pastejo e assegurar condições para que seus mecanismos de resposta possam ser plenamente utilizados de forma a permitir sua adaptação ao ambiente de pastejo criado (Da Silva et al., 2008).

5.2 Dinâmica populacional e as estratégias de manejo

a. Lotação Intermitente

A principal causa da morte dos perfilhos é o pastejo, de tal forma que as respostas das plantas em relação a reposição de perfilhos mortos precisam ser conhecidas para que práticas de manejos adequadas sejam realizadas. É preciso garantir o equilíbrio entre os processos de morte e aparecimento de perfilhos, como forma de manter a estabilidade da população de plantas na área.

A pastagem não é um ambiente controlado e o padrão de uso pelos animais não é uniforme. Então, a comunidade de perfilhos tem a necessidade de se adaptar ao ambiente e ao método de pastejo existente, ajustando seu padrão de perfilhamento para garantir a reposição de perfilhos mortos.

As respostas da comunidade de plantas ao longo do crescimento podem ser subdivididas em fases (Figura 35), as quais estão relacionadas com que acontece durante a rebrotação, quando pastos são submetidos ao pastejo rotativo.

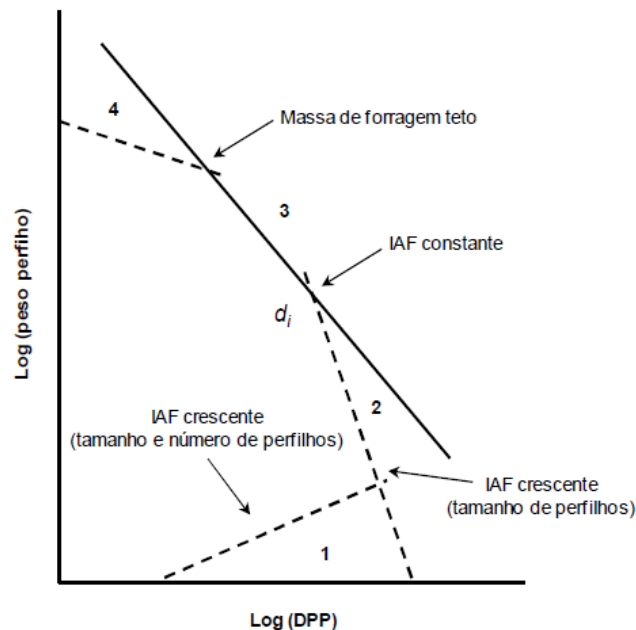


Figura 35 - Ilustração esquemática da compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos (DPP) em pastagens perfilhos (Adaptado de Matthew et al., 1995).

Em pastejo rotativo, logo após o pastejo, a rebrotação tem início por meio do aumento do número de perfilhos e do tamanho de cada perfilho (Figura 35 – Fase 1). Com o aumento do número e tamanho de cada indivíduo, a captação de recursos é maior e o espaço disponível para cada um é menor. Nessa fase inicia-se a limitação na quantidade e qualidade de luz no interior do dossel. A redução na disponibilidade de luz limita a ativação das gemas axilares (que originam novos perfilhos), de forma que o perfilhamento é reduzido. Os perfilhos menores não conseguem competir por luz e nutrientes e a mortalidade começa a aumentar. Nessa condição, os aumentos na quantidade e superfície foliar (ou IAF) são resultado do aumento do tamanho dos perfilhos existentes (Figura 35 - fase 2). Quando o pasto atinge o valor potencial de IAF para a condição de luz disponível, o mesmo é sustentado por meio de um forte mecanismo compensatório, segundo o qual aumentos em tamanho são compensados por reduções em número de perfilhos, e o valor de IAF é mantido estável (Figura 35 - fase 3). Se o período de rebrotação se estender além desse ponto, a mortalidade de perfilhos aumenta muito, podendo vir a comprometer a capacidade de recuperação da área foliar e a habilidade competitiva

da planta (Figura 35 - fase 4). Isso favorece o aumento da participação de plantas invasoras na área e o início do processo de degradação dos pastos, uma vez que após o pastejo a densidade populacional instantânea é muito baixa, permitindo "vazios" e favorecendo o estabelecimento de outras espécies. Esse processo é conhecido como mecanismos de compensação tamanho/densidade populacional (Matthew et al., 1995).

Dessa maneira, o momento ideal para interromper a rebrotação (encerrar o período de descanso dos pastos) seria aquele correspondente ao ponto *di* assinalado na Figura 35, na transição entre as fases 2 e 3.

Isso significa que, a partir do início da fase 3, quando o IAF do pasto passa a ser constante, cada dia a mais de rebrotação pode gerar aumento de massa de forragem e altura nos pastos, porém associados a reduções significativas em número de perfilhos sem o benefício de aumentos adicionais em IAF. Além disso, é nesse ponto (transição entre as fases 2 e 3) que a condição de 95% de interceptação de luz pelo dossel acontece, situação em que, em pastos formados por gramíneas forrageiras tropicais, o acúmulo de forragem, o valor nutritivo, e, conseqüentemente, o desempenho animal são mais elevados (Da Silva, 2004; Da Silva & Nascimento Júnior, 2007).

Como se trata de um equilíbrio determinado pela disponibilidade e qualidade de luz, a presença de outros fatores de crescimento, servem como moduladores da velocidade do processo. Se a disponibilidade de água, temperatura e nutrientes forem muito baixas, o IAF potencial, definido pela disponibilidade de luz, pode não ser atingido, uma vez que não existem condições do meio que permitam a comunidade de plantas produzir uma maior área de folhas por unidade de área de solo. Nesse caso, um novo tipo de IAF é definido abaixo do potencial permitido pelo fator causador da compensação tamanho/densidade, a luz, e a produtividade da área passa a ser limitada por restrições de disponibilidade de água e nutrientes.

Práticas de manejo podem ser realizadas para solucionar essas restrições, como irrigação e adubação. Esses processos poderão gerar aumentos significativos em produção e produtividade desde que, quando implementadas, sejam feitos ajustes no período de rebrotação dos pastos, ou seja, redução do período de descanso, uma vez que são práticas que aceleram o ritmo de crescimento das plantas.

b. Lotação Contínua

Em lotação contínua, as fases do processo de compensação tamanho/densidade populacional podem ser relacionadas com a intensidade de pastejo (ou altura com que os pastos são mantidos).

A fase 1 do gráfico, representa dosséis mantidos muito baixos, onde o superpastejo faz com que a planta produza perfilhos pequenos. Nessa situação, a redução no tamanho dos perfilhos é tão significativa que impede que novos perfilhos sejam produzidos. Nesse caso, a área foliar dos perfilhos e do pasto é reduzida até o ponto de não ocorrer fotossíntese suficiente para cobrir os gastos energéticos das plantas, o que força o consumo de reservas orgânicas localizadas nas raízes, gerando a sua morte e conseqüentemente a redução de volume explorado, deixando uma população de plantas debilitadas e com reduzida habilidade competitiva. O resultado final é o início do processo de degradação dos pastos devido ao colapso da dinâmica populacional, caracterizado pelo aumento da presença de plantas invasoras e início de erosão superficial na área (Dias-Filhos, 2005).

A fase 2 reflete uma condição de manejo adequado, com intensidade de pastejo moderada, correspondente à utilização da planta dentro da amplitude agrônômica ideal de uso (Sbrissia & Da Silva, 2008) determinada pelos seus limites de tolerância ao pastejo (Briske, 1996). Já a fase 3 corresponde a uma condição de pastejo muito leniente (subpastejo), acima do limite superior da amplitude ideal de manejo, situação associada com a presença de poucos perfilhos, sendo estes grandes, e mais velhos e, como conseqüência, a forragem disponível é de baixo valor nutritivo. Essas são características típicas do método de pastejo de lotação contínua sem ajuste algum em taxa de lotação ("pastejo contínuo"), uma das práticas mais comuns das áreas de pecuária extensiva no Brasil. A fase 4 corresponde a uma condição extrema de utilização (pastos excessivamente altos). A passagem da fase 2 para a fase 1 no diagrama (Figura 35) representa o limiar de tolerância da planta, ou seja, o ponto a partir do qual ocorre perda da capacidade de substituir perfilhos mortos e/ou pequenos como forma de fazer área foliar e utilizar a luz disponível no meio. Nesse caso sua habilidade competitiva é bastante diminuída, e plantas invasoras iniciam o processo de povoamento da área, caracterizando uma sucessão de espécies indesejáveis que pode vir a resultar, numa condição extrema e dependendo do grau de mau uso do pasto, em processo de desertificação da área.

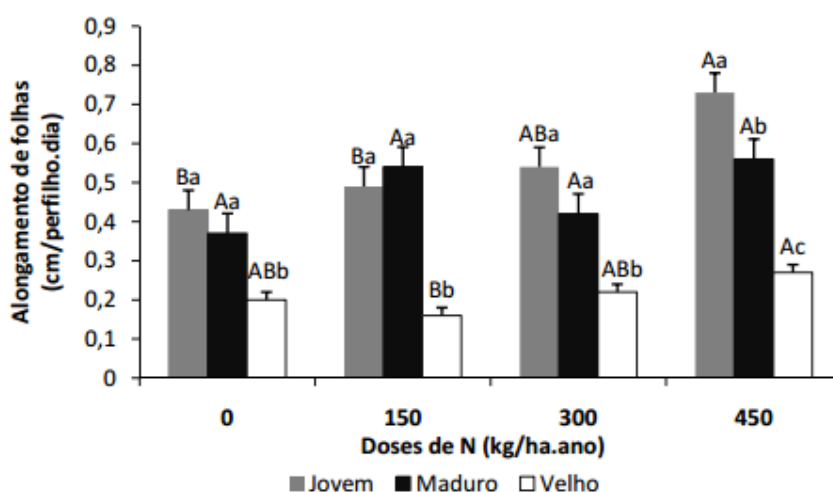
Em ambos os métodos de pastejo, a definição exata do ponto ideal para interrupção da rebrotação ou descanso dos pastos em lotação intermitente, ou a altura ideal para se manter o dossel em lotação contínua, pode ser feita por meio de uso de metas de manejo, como a altura dos pastos (Carvalho et al., 2002; Hodgson & Da Silva, 2002; Da Silva, 2004; Da Silva & Nascimento Júnior, 2007).

5.3 Importância do perfil etário da população

O perfilamento gera mudança na estrutura do pasto e interfere com o perfil de idade da população, ou seja, com a distribuição e proporção de perfilhos de diferentes classes de idade na população de plantas na área.

A idade de um perfilho corresponde ao período desde seu aparecimento até sua morte. O manejo do pastejo é uma maneira de manipular esse perfil de idade da população de plantas na área. Uma maior frequência de pastejo e/ou mais intensos no, resultam em uma maior renovação de perfilhos, reduzindo a idade média dos mesmos, favorecendo aumentos nas taxas de aparecimento e alongamento de folhas, de crescimento e, conseqüentemente, de acúmulo de forragem dos pastos.

Perfilhos mais jovens produzem forragem de melhor valor nutritivo (Santos et al., 2006), além de possuírem maiores taxas de aparecimento e alongamento de folha (Figura 36) em relação a perfilhos maduros (60 a 90 dias) e velhos (mais de 120 dias). Além disso, as taxas de senescência, são menores em perfilhos mais jovens (Figura 37) e, portanto, estes indivíduos possuem maior potencial de crescimento (Paiva,2008).



Letras maiúsculas comparam médias dentro das faixas etárias de perfilhos
Letras minúsculas comparam médias dentro de ritmos morfoquímicos

Figura 36 - Taxa de alongamento de folhas em diferentes faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm sob lotação contínua. Fonte: Paiva (2009).

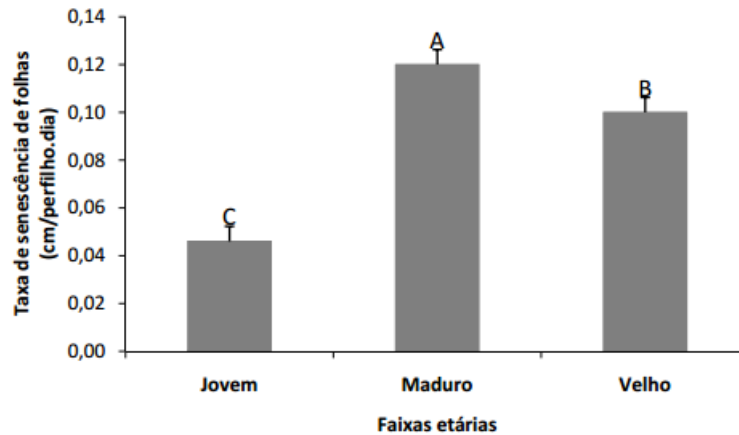


Figura 37 – Taxa de senescência de folhas de diferentes faixas de etárias em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio lotação contínua. Fonte: Paiva (2009).

Ritmos mais acelerados de crescimento (maior dose de N ou utilização de irrigação), associados a épocas do ano com maior disponibilidade de fatores de crescimento, como a primavera e o verão resultam em maior intensidade do uso das plantas, condição que ocorre maior mortalidade e aparecimento de perfilhos, ou seja, uma maior renovação da população de plantas na área. Isso gera uma duração de vida mais curta dos perfilhos individuais, fazendo com que o perfil de idade da população seja reduzido relativamente a condições mais lentas e, portanto, os perfilhos são jovens.

A Figura 38 demonstra o efeito da aplicação de nitrogênio sobre o balanço entre o aparecimento e mortalidade (índice de estabilidade). Valores maiores que 1 indicam que o número de perfilhos que aparecem é maior que o número de perfilhos que morre e a densidade populacional aumenta. Independente da dose de N utilizada, o número de perfilhos diminui na época seca (outono/inverno), em função das restrições em fatores climáticos. Contudo, quanto maior a dose de nitrogênio, mais rápido o pasto se recupera, de forma que maior número de perfilhos aparecem no início de primavera. Além disso, como o nitrogênio favorece o perfilhamento, em pastos com maiores doses de N as taxas de aparecimento e mortalidade são elevadas e, portanto, a população de perfilhos é mais jovem. Paiva (2009) demonstrou que quando se aplica 450 kg/ha de N por ano, os perfilhos jovens (0 a 60 dias) corresponderam a 70% da população de plantas na área. Por outro lado, quando os pastos não receberam adubação, perfilhos jovens corresponderam a apenas 50% da população de plantas.

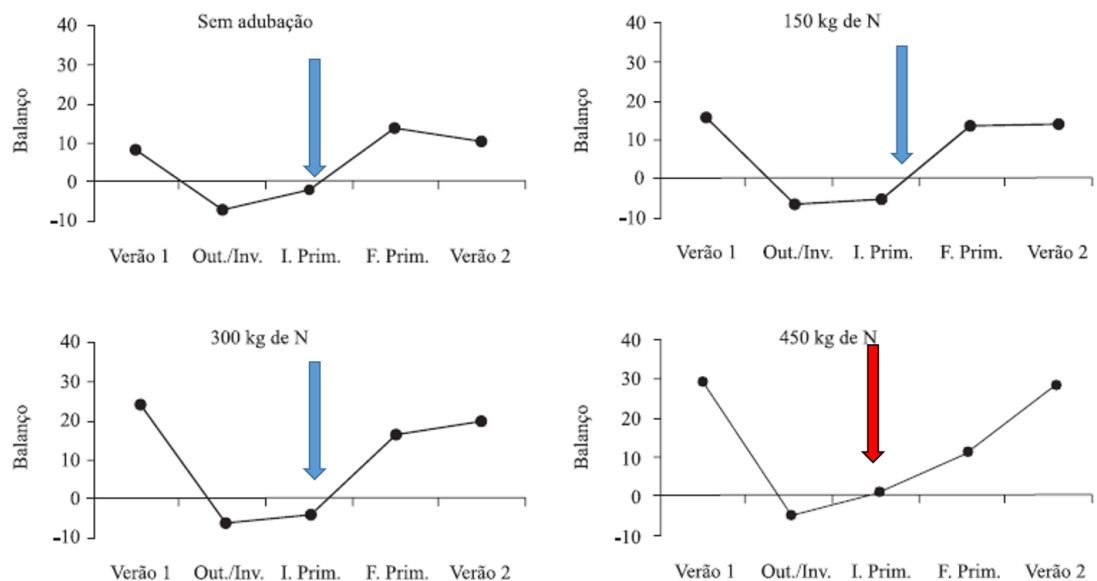
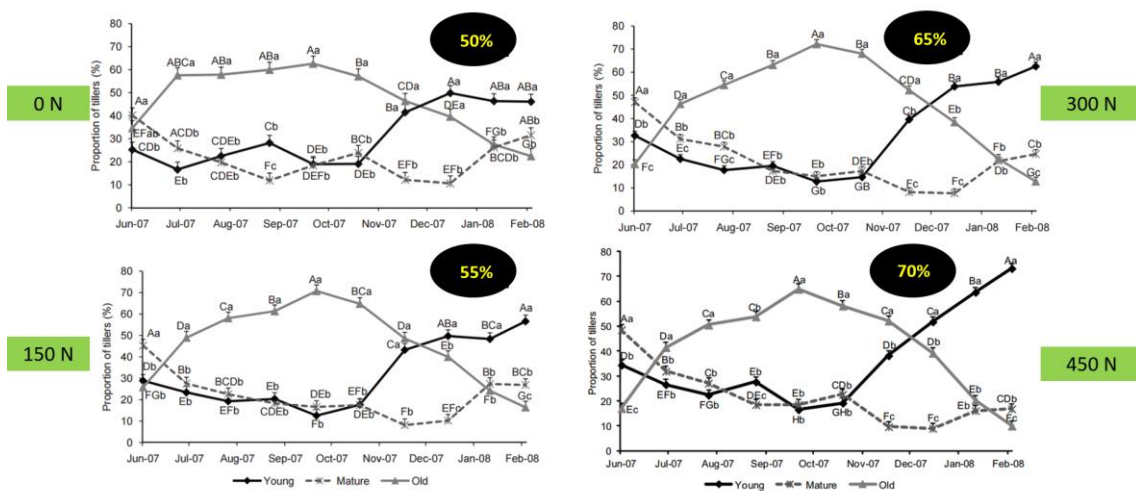


Figura 2. Balanço entre aparecimento e morte de perfilhos [número de perfilhos/(100 perfilhos x 30 dias)] em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e adubação nitrogenada no verão 1, 1/1 a 31/3/2007; outono/inverno, 1/4 a 31/8/2007; início da primavera, 1/9 a 15/11/2007; fim da primavera, 16/11 a 31/12/2007; verão 2, 1/1 a 15/4/2008.

Figura 38 - Efeito da aplicação de nitrogênio sobre o balanço entre o aparecimento e mortalidade (índice de estabilidade). Fonte: Paiva (2009).



Nitrogênio aumenta a velocidade de renovação da população → população com alta proporção de perfilhos jovens

Figura 39 – Efeito da aplicação de nitrogênio sobre a proporção de perfilhos jovens, maduros e velhos em capim marandu manejado sob lotação contínua a 30 cm de altura. Fonte: Paiva (2009).

6. Reservas orgânicas em gramíneas tropicais

Reservas orgânicas são compostos de carbono (C) e nitrogênio (N) elaborados e estocados em órgãos permanentes das plantas e utilizados como substrato para manutenção e respiração durante períodos de estresse ou crescimento inicial de tecidos após a desfolhação (Sheard, 1973).

O C é necessário durante o crescimento não somente como composto estrutural nas folhas novas, mas também, como substrato utilizado na respiração dos órgãos acima e abaixo do solo, rizodeposição e reestabelecimento dos estoques de carboidratos. Segundo Thornton et al. (2000) os substratos de C e N utilizados como reservas orgânicas são provenientes de duas formas na planta: via formação de reservas, cujos assimilados são depositados em organelas como amiloplasto ou vacúolo, e via reciclagem, uma forma dinâmica de reserva que envolve os *pools* de compostos metabolicamente ativos (compostos que são reciclados internamente na planta). Esta última é a principal forma de reserva nitrogenada, utilizada pelas gramíneas durante a rebrotação (exemplo são as enzimas as quais após seu período de atividade intensa são degradadas e o nitrogênio é novamente utilizado na construção de novas estruturas).

Segundo White (1973) os carboidratos de reserva compreendem os carboidratos não-estruturais (CNE), onde sacarose e frutanas são os constituintes de reserva predominantes em gramíneas temperadas, enquanto sacarose e amido são os principais compostos de reserva em gramíneas tropicais e leguminosas perenes (Li et al., 1996).

A habilidade das plantas em usar suas reservas de carbono (C) e nitrogênio (N) para rapidamente reestabelecer a área foliar fotossinteticamente ativa e restaurar o suprimento de assimilados de acordo com a demanda é um dos fatores chave, determinantes da sobrevivência da planta quando a produção de assimilados é inadequada, como durante o período inicial de crescimento após a desfolhação (Volenc et al., 1996), sobrevivência durante o inverno e renovação da população durante a primavera (White, 1973).

6.1 Locais de armazenamento

Os compostos de reserva são estocados em órgãos acima e abaixo da superfície do solo, os quais incluem raízes, rizomas e estolões, coroas e a base do colmo (Volenc et al., 1996), embora todas as partes da planta possam temporariamente funcionar como órgãos de reserva (Perry & Moser, 1974).

A contribuição de cada compartimento da planta para o suprimento de assimilados após a desfolhação varia amplamente segundo a espécie. Em alfafa (*Medicago sativa* L.) compostos de C e N são estocados e remobilizados a partir da coroa e raiz principal (Figura 40) para suportar o crescimento da parte aérea (Avicé et al., 2001).



Figura 40 – Coroa de alfafa.

Disponível em: <http://cropdisease.cropsci.illinois.edu/alfalfa/crown-rot.html>

Em trevo branco (*Trifolium repens* L.), as raízes e estolões funcionam como os principais órgãos de reservas para suportar o crescimento de folhas nos primeiros 6 dias após a desfolhação. Em gramíneas, como azevém perene (*Lolium perene* L.), as estruturas remanescentes à desfolhação (*stubble*, Figura 41) fornecem os carboidratos utilizados na respiração e crescimento inicial (White, 1973).



Figura 41 – Resíduo pós-pastejo.

Disponível em: <https://www.qdma.com/forums/showthread.php?t=45045>

Oliveira (2014) registrou concentrações similares de CNE em lâminas foliares e colmos de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) – 157 e 127 g/kg, respectivamente. Contudo, cerca de 52% dos CNE registrados em folhas eram representados por amido, enquanto nos colmos mais de 85% eram compostos por açúcares. Soares Filho (2013) demonstrou maiores concentrações de CNE na base dos colmos relativamente às raízes em pastos de capim Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) manejados sob lotação intermitente, independentemente da adubação nitrogenada (0, 50, 100 ou 150 kg/ha de N). Esses resultados apontam o colmo (além das raízes) como importante estrutura para o fornecimento de carboidratos após a desfolhação em gramíneas tropicais.

6.2 Relações fonte x dreno em pastagens

As diversas partes da planta que possuem cloroplastos são capazes de fazer fotossíntese. Embora porções como as bainhas foliares possam fazer fotossíntese, os carboidratos formados são utilizados para a respiração desse órgão. As folhas maduras são capazes de produzir assimilados em grande quantidade. Uma parte destes é utilizado na respiração do tecido, sendo o excedente transportado para outras partes que se encontram em balanço negativo (produção menor que a demanda). Assim, uma **fonte** é a parte da planta que produz fotoassimilados (carboidratos), sendo o excedente transportado para outras partes (Figura 42A). Também é considerado uma fonte os locais de armazenamento de carboidratos não produzidos no mesmo órgão (Figura 42B).

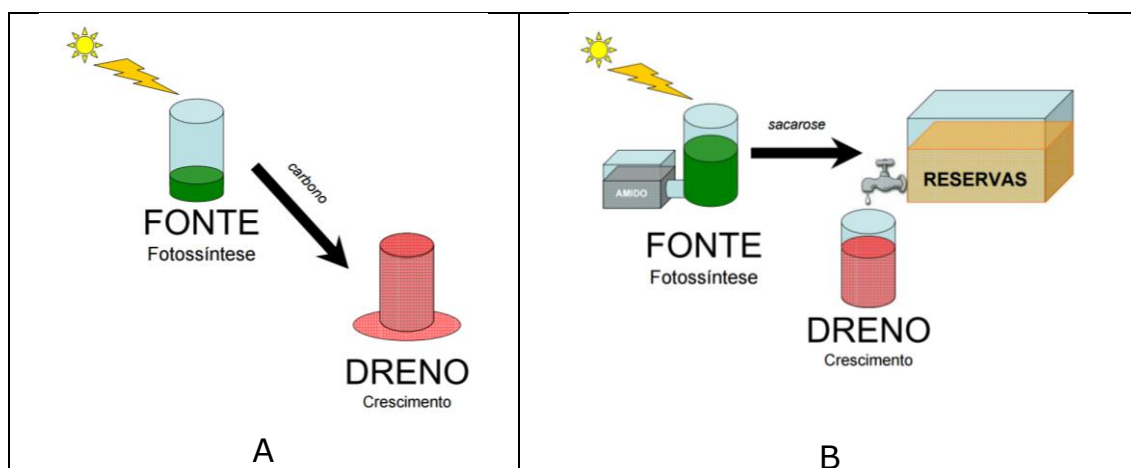


Figura 42 – Esquema descrevendo as fontes e drenos de assimilados.

Por exemplo, as raízes e a base do colmo armazenam carboidratos que foram produzidos pelas folhas e que não foram utilizados para o crescimento. Esses carboidratos normalmente são

armazenados na forma de amido e serão utilizados no período noturno (onde não há fotossíntese, apenas respiração) ou crescimento inicial após a desfolhação (Figura 43).

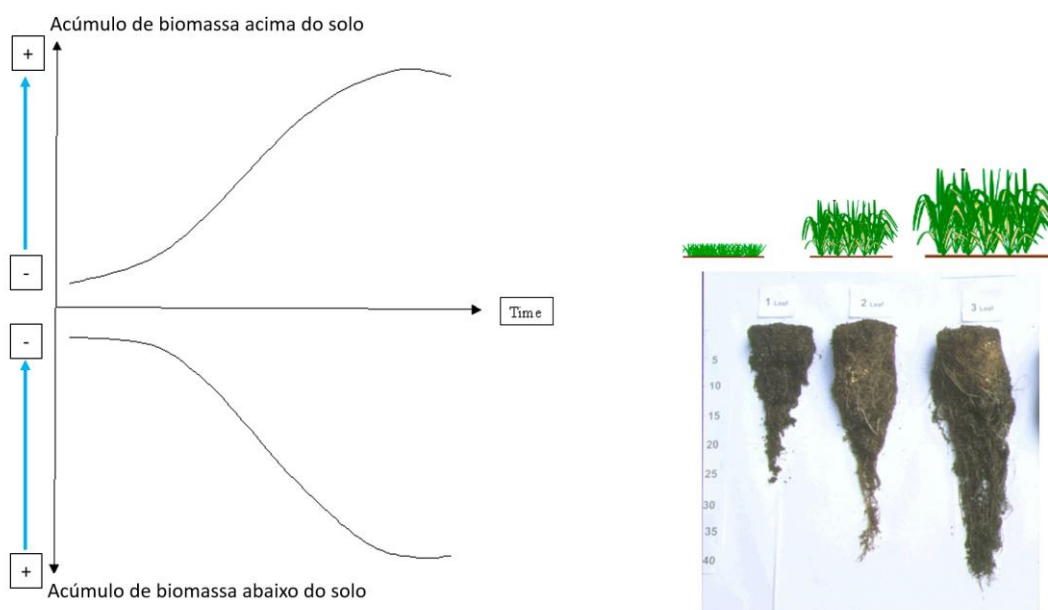


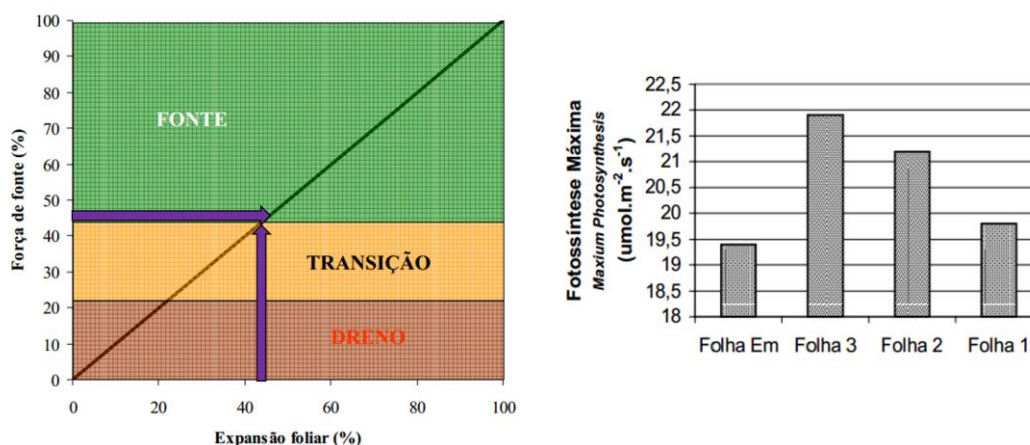
Figura 43 – Esquema de utilização de carboidratos das raízes após a desfolhação. Se a área foliar remanescente não supre os carboidratos, a planta irá mobilizar o que está armazenado na raiz. Assim, no início do crescimento do pasto, as concentrações de CHO das raízes são baixas, pois foram utilizadas para crescimento das primeiras folhas. Na medida em que a área foliar se desenvolve, a planta repõe os CHO na raiz, voltando aos níveis iniciais. Fonte: Própria autoria.

Dreno inclui órgãos não fotossintetizantes da planta e órgãos que não produzem produtos fotossintéticos o suficiente para o seu crescimento. Como exemplo pode-se citar raízes, tubérculos, frutos em desenvolvimento e folhas jovens, imaturas, que importam carboidrato para o seu desenvolvimento normal, embora fotossintetizem mas insuficientemente. Esses são chamados drenos em crescimento. Existem também os drenos de reserva, como as raízes e base do colmo. Por exemplo, as raízes acumuladoras de certas plantas bianuais funcionam como dreno durante a primeira estação de crescimento, quando ela acumula açúcares recebidos das folhas. Durante a segunda estação de crescimento a mesma raiz torna-se uma fonte, o açúcar é remobilizado e utilizado para produzir nova copa. Assim também as raízes das gramíneas. Na fase inicial de rebrotação (após o pastejo) as raízes fornecem assimilados para o crescimento de folhas (raiz é fonte). Depois que a área foliar se desenvolve, os carboidratos

excedentes serão destinados novamente ao armazenamento na raiz (raiz é dreno de reserva).

Da mesma forma, as folhas em seus estádios iniciais de desenvolvimento são consideradas tecidos heterotrófico (dreno). Na própria folha, a zona de crescimento, em geral na base dessa, funciona como dreno importando CHO de outras partes já desenvolvidas (normalmente o ápice da folha). Em folhas de dicotiledôneas, somente ao atingir de 30 a 60% de sua área foliar máxima, ela passa a ser autotrófica e exportadora de fotoassimilados. Em gramíneas, como a cana-de-açúcar, a importação de carboidratos pelo floema se mantém até a folha atingir 90% de sua área foliar máxima.

A partição de carboidratos e a importância relativa dos drenos muda ao longo do ciclo de crescimento da planta, de acordo com a distribuição espacial e função fisiológica dos tecidos.



6.3 Padrões de utilização de compostos de reserva segundo o método de pastejo

a. Lotação Intermitente

Dosséis manejados sob lotação intermitente possuem um padrão temporal de mobilização e utilização de reservas relativamente bem descrito na literatura (Morvan-Bertrand et al., 1999). Em plantas de *Lolium perenne* L., aumentos na severidade de desfolhação (menores alturas pós-pastejo) promovem decréscimos na contribuição relativa do resíduo e aumentam a contribuição das raízes no suprimento de N para os tecidos em crescimento (Lestienne et al., 2006) nos primeiros dias após a desfolhação.

O resíduo inclui as folhas completamente expandidas parcialmente desfolhadas (principalmente bainhas foliares), partes imaturas de folhas em expansão protegidas pelas bainhas das folhas mais velhas e primórdios foliares formados no ápice do perfilho (Figura 41). Porções de folhas maduras que escapam à desfolhação podem

servir como fonte para remobilização de C e N. Contudo, porções de folhas imaturas e primórdios foliares, os quais recompõem a área foliar da planta, agem como drenos de C e N (Schnyder & De Visser, 1999).

Sob lotação intermitente, a desfolhação representa uma mudança brusca nas condições do dossel, com aumento na intensidade e qualidade de luz na condição pós-pastejo e, nessa situação, a quantidade e qualidade da área foliar remanescente é determinante da velocidade de recuperação da planta. Nesse método de pastejo, o papel das estruturas remanescentes à desfolhação (*stubble*) como órgãos de reserva parece diminuir na medida em que a severidade de desfolhação aumenta (Lestienne et al., 2006) e o crescimento inicial pode ser dependente em maior proporção das reservas orgânicas provenientes das raízes. Em oposição, quanto maior for a altura pós-pastejo (menor severidade ou intensidade de pastejo) menor será a dependência das raízes, pois as folhas remanescentes poderão fornecer os assimilados para o novo crescimento.

Decréscimos nos níveis de carboidratos de reserva com o aumento da severidade de desfolhação foram reportados em perfilhos vegetativos de *Bromus willdenowii* Kunth. e *Dactylis glomerata* L. (Turner et al., 2007), ressaltando a importância da determinação de alturas de pastejo mínimas abaixo das quais a restauração da superfície fotossintética e o crescimento é prejudicado e, portanto, a persistência da população diminuída. As Figuras 44 e 45 ilustram o efeito da severidade de desfolhação sobre a habilidade da planta em repor os níveis iniciais de reserva. Se o pastejo for severo, a planta não conseguirá atingir os níveis de carboidratos iniciais e esse processo, ocorrendo repetidas vezes, pode conduzir a pastagem a degradação.

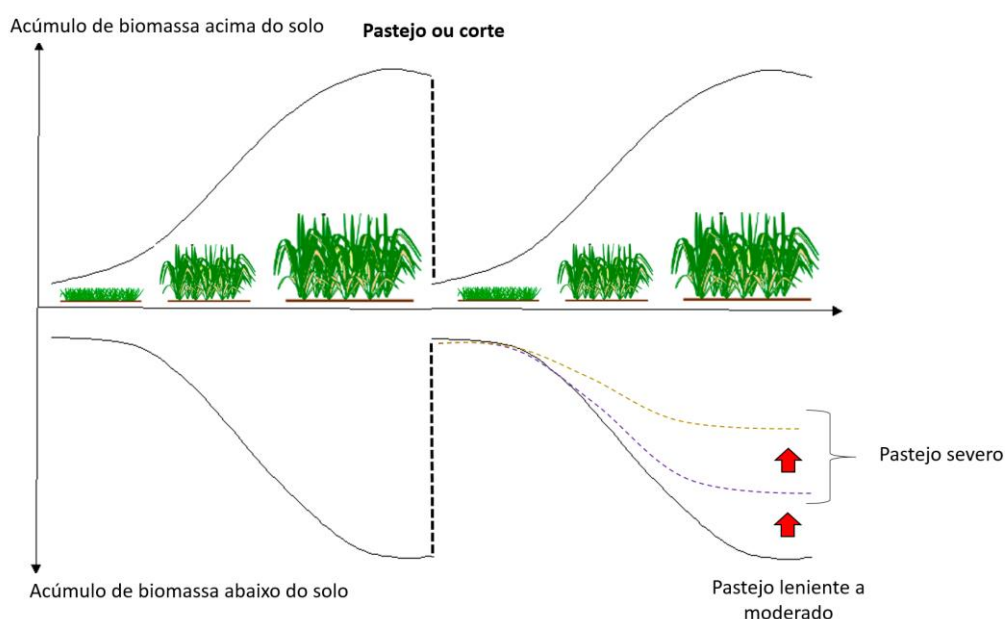


Figura 44 – Efeito da severidade de desfolhação sobre a habilidade da planta em repor os níveis iniciais de reserva. Fonte: Própria autoria.

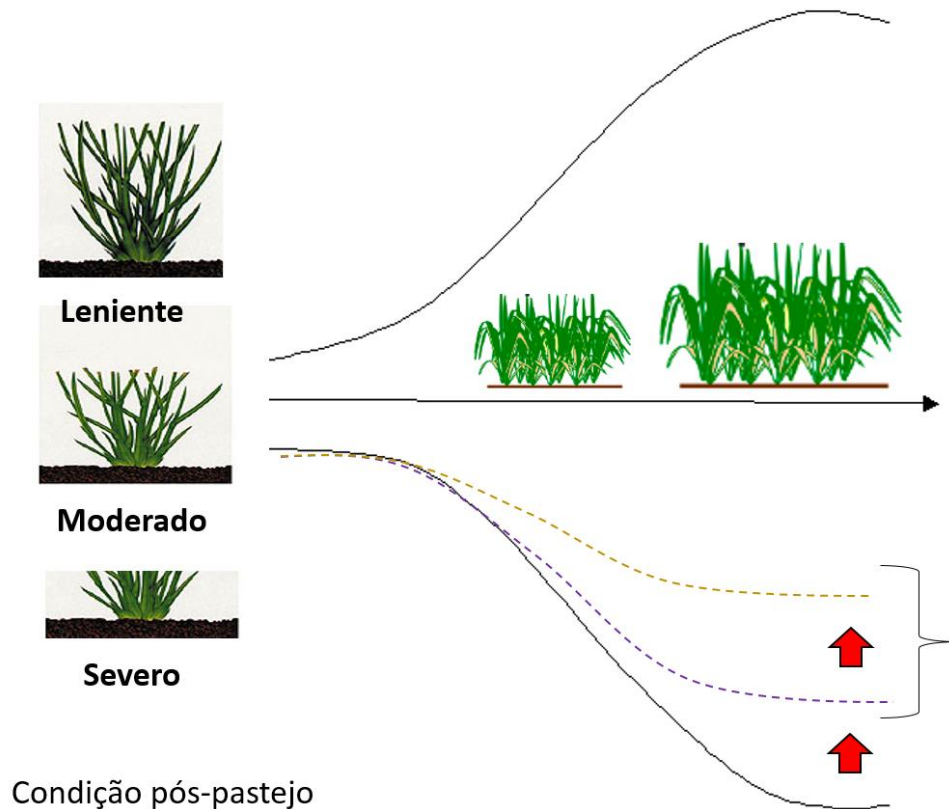


Figura 45 –Efeito da severidade de desfolhação sobre a habilidade da planta em repor os níveis iniciais de reserva. Fonte: Própria autoria.

b. Lotação Contínua

Da Silva et al. (2014), trabalhando com capim-marandu, e Carvalho et al. (2001), com cultivares de *Cynodon* spp., ambos sob lotação contínua, demonstraram que independentemente da intensidade de desfolhação, a parte aérea foi capaz de suprir a demanda de assimilados para o crescimento de novas folhas, uma vez que não houve variações nos *pools* de carboidratos no sistema radicular.

Esses autores reportaram que, na ausência de limitações em termos de fertilidade de solo, fatores compensatórios entre a quantidade e a qualidade da área foliar atuaram na manutenção do fluxo de assimilados para o restabelecimento da área foliar. Em dosséis mantidos sob desfolhações lenientes (40 cm de altura) o IAF era elevado, mas a qualidade da área foliar baixa. Por outro lado, dosséis mantidos sob desfolhações severas (10 cm) possuíam baixos valores de IAF mas com maior potencial fotossintético, uma vez que era proveniente de perfilhos jovens, resultante de intensa renovação da população.

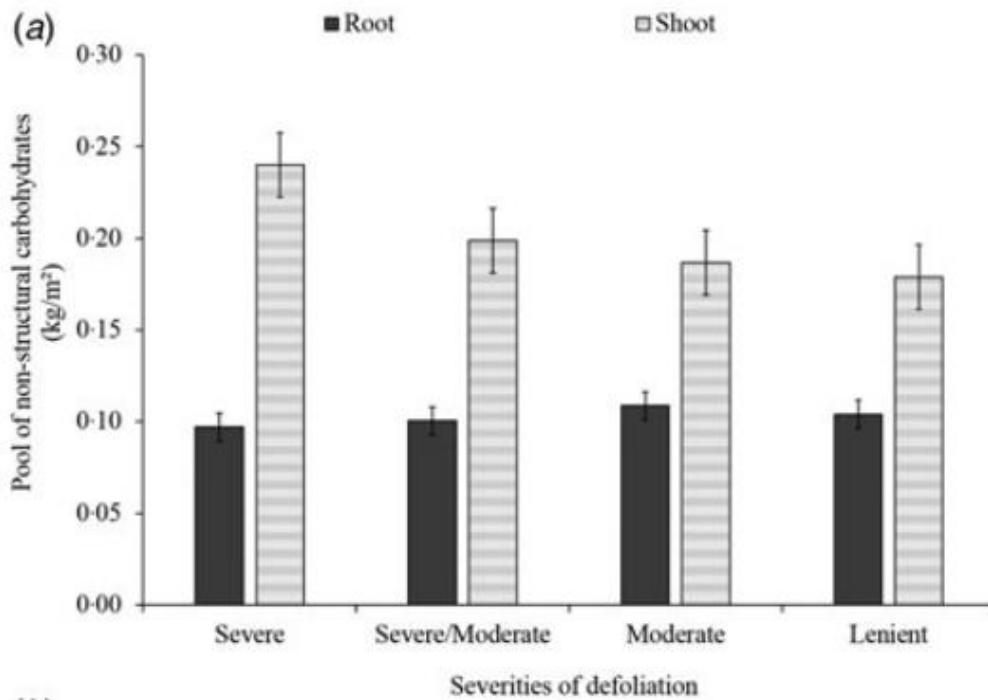


Figura 46 – Efeito da severidade de desfolhação em pastos de capim-marandu sob lotação contínua sobre os *pools* (concentração x peso dos órgãos) de carboidratos. Fonte: Da Silva et al. (2014).

6.4 Padrões sazonais de acúmulo e utilização de reservas

O nível de reservas (concentração de reservas em um determinado órgão) é reflexo do balanço energético da planta. Ocorre acúmulo quando a disponibilidade supera a quantidade utilizada no crescimento e respiração. Dessa forma, qualquer fator que cause a redução do crescimento, sem afetar significativamente a fotossíntese, provoca aumento na concentração de carboidratos. Por exemplo: em períodos de estresse hídrico não prolongado, o crescimento será reduzido. A utilização de CHO para crescimento é baixa sendo o que for produzido destinado ao armazenamento nas raízes ou base dos colmos. Esse padrão de acúmulo é verificado durante o outono e inverno nas condições da região sudeste (Figura 47).

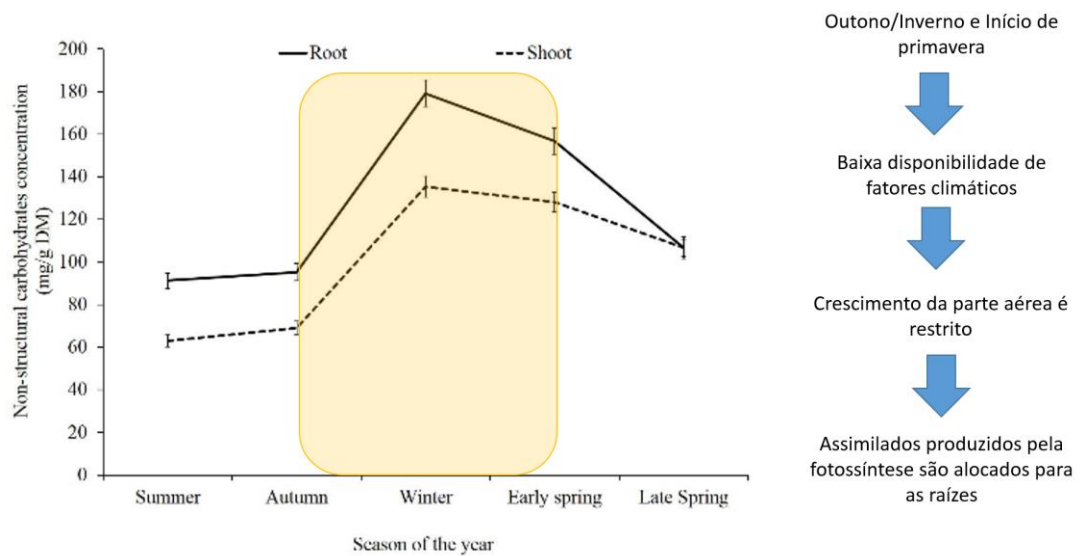


Figura 47 – Padrões sazonais de variação na concentração de carboidratos em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. Fonte: Da Silva et al. (2014).

Por outro lado, como a atividade de crescimento é intensa durante o final de primavera e verão, os assimilados produzidos são constantemente utilizados. Dessa forma, nessas épocas são verificadas as menores concentrações de carboidratos tanto na raiz quanto na parte aérea das plantas.

7. Referências

- Alcance Consultoria e Planejamento Rural. Pasto irrigado e adubado produz mais de 100 arrobas/hectares por ano no norte de Minas Gerais. 2009. Disponível em: < <http://www.alcancerural.com.br/artigo-dia-de-campo-pastagem-irrigada-2012.doc>> Acesso em: 15/01/2016.
- Andrade, F.M.E. Produção de forragem e valor alimentício do capim-Marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 125p., 2003.
- Aphalo, P.J.; Ballaré, C.L. On the importance of acquiring systems in plant-plant interactions. *Functional Ecology*, London, v. 9, n. 1, p. 5-14, 1995.
- Avise, J.C.; Louahlia, S.; Kim, A.; Morvan-Bertrand, A.; Prudhomme, M.P.; Ourry, A.; Simon, J.C. Influence des réserves azotées et eaerbonees, sur la repousse des especes prairiales. *Fourrages*, 165, p.3-22, 2001.
- Ballaré, C.L. Illuminated behaviour: phytochrome as a key regulator of light foraging and plant anti-herbivore defence. *Plant, Cell and Environment*, Logan, v.32, n.6, p. 713-725, 2009.
- Ballaré, C.L. Keeping up with the neighbours: phytochrome sensing and other signalling mechanisms. *Trends in Plant Science*, Oxford, v. 4, n. 3, p. 97-102, 1999.
- Ballaré, C.L.; Casal, J.J. Light signals perceived by crop and weed plants. *Field Crops Research*, Buenos Aires, v. 67, n. 2, p. 149-160, 2000.
- Barbosa, R.A. et al. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.3, p.329-340, 2007.
- Breeden, G.K.; Brosnan, J.T.; Samples, T.J. Weed Control in Centipedegrass (*Eremochloa ophiuroides*). *Turfgrass Science at the UT Institute of Agriculture*. Disponível em: < <http://www.tennesseeeturfgrassweeds.org/Pages/Fact%20Sheets.aspx>> Acesso em 14/01/2016.
- Briske, D.D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: Heitschmidt, R.K., Stuth, J.W. (Eds.) *Grazing management: an ecological perspective*. Portland: Timber Press, p.85-108, 1991

- Briske, D.D. Strategies of plant survival in grazed systems: a functional interpretation. In: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. (Eds.). The ecology and management of grazing systems. Oxon : CAB International, p.37-67, 1996.
- Cândido, M. J.D. Crescimento livre de plantas forrageiras. Universidade Federal do Ceará – UFC, 2010.
- Carloto, M.N.; Euclides, V.P.; Montagner, D.B.; Lempp, B.; Difante, G.S.; Paula, C.C. L. Desempenho animal e características de pasto de capim-xaraés sob diferentes intensidades de pastejo, durante o período das águas. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.46, n.1, p.97-104, jan. 2011.
- Carnevalli, R. A.; Da Silva, S.C.; Bueno, A.A.O.; Uebele, M.C; Bueno, F.O.; Hodgson, J.; Silva, G.N.; Morais, J.P.G. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. *Tropical Grasslands*, v.40, p.165-176, 2006.
- Carnevalli, R. A.; Silva, S. C.; Carvalho, C. A. B.; Sbrissia, A. F.; Fagundes, J. L.; Pinto, L. F. M.; Pedreira, C. G. S. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Coastcross (*Cynodon* spp.) submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, n. 6, p. 919-927, 2001.
- Carnevalli, R. A.; Silva, S. C.; Carvalho, C. A. B.; Sbrissia, A. F.; Fagundes, J. L.; Pinto, L. F. M.; Pedreira, C. G. S. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Florakirk (*Cynodon* spp.) submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. *Boletim de Indústria Animal*, Nova Odessa, v. 57, n. 1, p. 53-63, 2000.
- Carnevalli, R. A.; Silva, S. C.; Carvalho, C. A. B.; Sbrissia, A. F.; Fagundes, J. L.; Pinto, L. F. M.; Pedreira, C. G. S. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Tifton 85 (*Cynodon* spp.) submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 7-15, 2001.
- Carvalho, D. Leaf morphogenesis and tillering behavior in single plants and simulated swards of Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) cultivars. Thesis (Doctor of Philosophy in Plant Science) – Institute Natural Resources, Massey University, Palmerston North, p.186, 2002.
- Carvalho, P.C.F.; Ribeiro Filho, H. M. N.; Poli, C.H. E.C.; Moraes, A.; Delagarde, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia: A Produção animal na visão dos

- brasileiros, Piracicaba, 2001. Anais... Piracicaba: SBZ, p.853-871, 2001.
- Chapman, D. F.; Lemaire, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: Baker, M. J. (Ed.) Grasslands for Our World. SIR Publishing, Wellington, p.55-64, 1993.
- Chapman, D.F.; Lemaire, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M.J. (Ed.) Grasslands for our world. Wellington:SIR Publishing. p.55-64, 1993
- Chiodelli, D. Pestejo Rotativo, 2015. Disponível em:< http://www.benjaminconstantdosul.rs.gov.br/pg.php?area=NOTICIASVER&id_noticia=40> Acesso em 14/01/16.
- Coan, R.; Grandini, D. Como Ganhar Eficiência na Produção de Bovinos Semiconfinados. Coan Consultoria, 2011. Disponível em: < <http://www.coanconsultoria.com.br/especialistas.asp?id=52>>. Acesso em 15/01/2016
- Cunha, R. A. R.; Rialto, G. R. C.; Araripe, P. Qual método de pastejo você utiliza?. Portal KLFF, 2013. Disponível em: < <http://www.portalklff.com.br/publicacao.asp?id=1146&Qual%20m%C3%A9todo%20de%20pastejo%20voc%C3%AA%20utiliza?>>. Acesso em: 15/01/2016.
- Da Silva & Nascimento Jr. Sistema intensivo de produção de pastagens. 2006. Disponível em: < <http://www.forragicultura.com.br/arquivos/SISTEMAINTENSIVOPRODUCAOPASTAGENS.pdf>> Acesso em 14/01/16.
- Da Silva, S. C.; Nascimento Jr., D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, Suplemento especial, p.121-138, 2007
- Da Silva, S. C.; Nascimento Júnior, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, Suplemento especial, p.121-138, 2007.
- Da Silva, S. C.; Pereira, L. E. T.; Sbrissia, A. F.; Hernandez-Garay, A. Carbon and nitrogen reserves in marandu palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. The Journal of Agricultural Science, 153, p.1449-1463, 2015.

- Da Silva, S.C. & Corsi, M. Manejo do pastejo. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 20., Piracicaba, 2003.
- Da Silva, S.C. Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: the basis for planning efficient grazing management practices. In: Pizarro. E.; Carvalho, P.C.F.; Da Silva, S.C. (Eds.) Symposium on Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, 2., UFPR, Curitiba, 2004.
- Da Silva, S.C. Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: the basis for planning efficient grazing management practices. In: PIZARRO. E.; CARVALHO, P.C.F.; Da Silva, S.C. (Eds.) Symposium on Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, UFPR, Curitiba, 2004.
- Da Silva, S.C.; Corsi, M. Manejo do pastejo. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 20., Piracicaba, 2003. Anais... Piracicaba: FEALQ, p. 155-185, 2003.
- Da Silva, S.C.; Nascimento Jr., D.; Sbrissia, A.F. Dinâmica de população de plantas forrageiras em pastagens. In: Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem. Anais... Viçosa: UFV, p.75-100, 2008.
- Dale, J.E. Some effects of temperature and irradiance on growth of the first four leaves of wheat *Triticum aestivum*. *Annals of Botany*, v.50, p.851-858, 1982.
- Davies, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. *J. Agric. Sci. (Cambridge)* v. 82, p.165-172, 1974.
- Dias-Filho, M.B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 2. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p.173, 2005.
- Etter, A. G. How Kentucky bluegrass grows. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 38, p293-375, 1951.
- Faria, D.J.G. Características morfogênicas e estruturais dos pastos e desempenho de novilhos em capim-braquiária sob diferentes alturas. 145f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.
- Ferreira, A.S. Dinâmica de acúmulo de forragem e estrutura do dossel em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk sob lotação contínua. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

- Fonseca, D.M. et al. *Brachiaria decumbens*: Mitos, verdades e potencialidades. In.: Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem, 5., Viçosa, 2010. Anais... Viçosa: UFV, p. 513-558, 2010.
- Fórum "Cattle today". Creep gates can make your job easy. Disponível em: <http://www.cattletoday.com/forum/viewtopic.php?f=8&t=89614>>. Acesso em 14/01/16.
- Franklin, K.A.; Whitelam, G.C. Phytochromes and shade-avoidance responses in plants. *Annals of Botany*, Exeter, v. 96, n. 2, p. 169-175, 2005.
- Galbeiro, S. Características morfogênicas, acumulo e qualidade da forragem do capim-xaraés submetido a intensidade de pastejo sob lotação contínua. Universidade Estadual do Maringá – 2009.
- Garcez Neto, A.F.; Nascimento Jr., D.; Regazzi, A.J. et al. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.
- Gastal, F.; Belanger, G.; Lemaire, G. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. *Annals of Botany*, Oxford, v. 70, p. 437-442, 1992.
- George, M. & Rice, K.; *Range Plant Growth and Development*. Disponível em: http://californiarangeland.ucdavis.edu/Range_Plant_Growth_and_Development/> Acesso em 14/01/16.
- Gomide, J.A. Fisiologia das plantas forrageiras e manejo das pastagens. *Informe Agropecuário*. v. 13, n.153/154, p.11-18, 1988.
- Grassland Congress, 19., 2001, Piracicaba. *Proceedings...* Piracicaba: FEALQ, p. 29-37, 2001.
- Hodgson, J. *Grazing management: science into practice*. Essex, England, Longman Scientific & Technical, p.203, 1990.
- Hodgson, J.; Da Silva, S. C. Options in tropical pasture management. In: Batista, A. M. V.; Barbosa, S.B.P.; Santos, M.V.F.; Ferreira, L. M. C. (Org.). *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 39, Recife, Anais..., Recife: SBZ, 2002, p. 180-202, 2002.

- Johnson, J.M. Alabama Cooperative Extension System. Creep Grazing, Disponível em: <
<http://www.aces.edu/anr/forages/FAQs/Quick%20Guides/GrazingMethods/CreepGrazing.php>> Acesso em: 15/01/2016.
- Kothmann, M. How Plants Grow. Texas A&M University, 2013.
- Lemaire, G. Cinétique de croissance d'un peuplement de fétuque élevée pendant l'hiver et le printemps. Université de Caen, France, 96p. Thèse Doctorat d'Etat. 1985.
- Lemaire, G. Ecophysiology of grasslands: Dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. In: Gomide, J.A., Mattos, W.R.S., Da SILVA, S.C. (Eds.) International Grassland Congress, 19, São Pedro, 2001. Proceedings... São Pedro:FEALQ, p.29-37, 2001.
- Lemaire, G. Understanding root and shoot development. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., Piracicaba, 2001. Proceedings. Piracicaba: FEALQ, p.29-37, 2001.
- Lemaire, G.; Chapman, D. Tissue fluxes in grazing plant communities. In: Hodgson, J. & Illius, A. W. (Eds.). The ecology and management of grazing systems. Wallingford: CAB International, p. 3-36, 1996.
- Lestienne, F.; Thornton, B.; Gastal, F. Impact of defoliation intensity and frequency on N uptake and mobilization in *Lolium perenne*. Journal of Experimental Botany, v. 57, n. 4, p. 997-1006, 2006.
- Li, R.; Volenec, J.J.; Joern, B.C.; Cunningham, S.M. Seasonal changes in nonstructural carbohydrates, protein, and macronutrients in roots of alfalfa, red clover, sweetclover, and birdsfoot trefoil. Crop Science 36: p.617-623, 1996.
- Lopes, R.S.; Fonseca D. M., Nascimento Jr., D.; Oliveira, R.A.; Andrade, A.C.; Mascarenhas, A.G. Efeito da irrigação e adubação na disponibilidade e composição bromatológica da massa seca de lâminas foliares de capim-elefante. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 20-29, 2005.
- Martuscello, J. A.; Fonseca, D. M.; Nascimento Jr., D.; Santos, P.M.; Cunha, D. N. F. V.; Moreira, L. M. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v 35, n. 3, p.665-671, 2006.
- Matthew, C., Hodgson, J. Grassview: form and function of grass. Massey University, New Zealand, CD-ROM, 1999.

- Matthew, C.; Assuero, S.G.; Black, C.K.; Sackville Hamilton, N.R. Tiller dynamics of grazed swards. In: Lemaire, G., Hodgson, J., Moraes, A.; Nabinger, C.; Carvalho, P.C.F. Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. Wallingford: CAB International, p.127-150, 2000.
- Matthew, C.; Assuero, S.G.; Black, C.K.; Sackville-Hamilton, N.R. Tiller dynamics in grazed swards. In : Lemaire G.; Hodgson J.; Moraes A.; Nabinger, C.; Carvalho, P.C. F. (eds). Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. CAB, Cambridge, UK, p.127-150, 2000.
- Matthew, C.; Lemaire, G.; Sackville-Hamilton, N.R.; Hernandez-Garay, A. A modified self-thinning equation to describe size/ density relationships for defoliated swards. *Annals of Botany*, v.76, p.579-587, 1995.
- Mauseth, J.D.. Plant anatomy. Benjamin/Cummings. Menlo Park, California. 1988.
- Mazzanti A., Lemaire, G. Effect of nitrogen fertilisation on the herbage production of tall fescue swards grazed continuously with sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilisation. *Grass and Forage Science*, v.49, p.352-359, 1994.
- Mazzanti, A.; Lemaire, G.; Gastal, F. The effect of nitrogen fertilization upon the herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. *Grass and Forage Science*, Oxford, v. 49, n. 3, p. 352-359, 1994.
- Miqueloto, T. Frequência e severidade de desfolhação em pastos de *Brachiaria humidicola* sob lotação contínua. Lages – SC. 2013.
- Mississippi State University. Beef Cattle Grazing Management. Disponível em: <<http://msucares.com/pubs/publications/p2629.html>> Acesso em 14/01/16.
- Monteiro, H.C.F. Estratégias de manejo do capim-elefante cv. Napier sob pastejo rotativo. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 133p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- Moore, K. J. & Moser, L. E. Quantifying Developmental Morphology of Perennial Grasses. University of Nebraska – Lincoln, 1995.
- Morvan-Bertrand, A.; Pavis, N.; Boucand, J. Prud'homme, M.P. Partitioning of reserve and new assimilated carbon in roots and leaf tissues, of *Lolium perenne* during regrowth after defoliation: assessment by C steady-state labelling and carbohydrate analysis, *Cell and Environment*, p.1097-1108, 1999.

- Mott, G. O. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress, 8, Reading. Proceedings...Reading. p. 606-611, 1960.
- Murphy, J.S.; Briske, D.D. Density-dependent regulation of ramet recruitment by the red:far-red ratio of solar radiation: a field evaluation with the bunchgrass *Schizachyrium Scoparium*. *Oecologia*, Berlin, v. 97, n. 4, p. 462-469, 1994.
- Nabinger, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: Peixoto, A.M., Moura, J.C., Faria, V.P. (Eds.) Produção de bovinos a pasto. Simpósio sobre manejo da pastagem, 13, 1996, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1996.
- Nascimento Jr., D. & Adese, B. Acúmulo de biomassa na pastagem. In: Pereira, O.G.; Obeid, J.A.; Fonseca, D. M.; Nascimento Jr., D. In: Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem, 2., 2004, Viçosa-MG. Anais... Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.1, p.289-346, 2004.
- Nascimento Júnior, D.; Adese, B. Acúmulo de Biomassa na Pastagem. In: Pereira, O.G.; Obeid, J.A.; Fonseca, D.M.; Nascimento Jr., D. (Eds.) simpósio sobre o manejo estrtégico da pastagem, 3., 2006, Viçosa. Anais. Viçosa:UFV; DZO,p.289-346, 2006.
- Nelson, C. J. Shoot morphological plasticity of grasses: leaf growth vs. tillering. In: LEMAIRE et al. (Ed.). Grassland ecophysilogy and grazing ecology. Wallingford: CAB-International, UK, p.101-126, 2000.
- Oliveira, F.C.L. Manejo do horário da colheita do capim-marandu sob corte ou pastejo. 2014. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.
- Oregon State University. Cool Season Grass Management. 2000. Disponível em: < <http://driftlessprairies.org/cool-season-grass-management/>> Acesso em 14/01/16.
- Paiva, A. J. Características morfogênicas e estruturais de diferentes categorias de idade de perfilhos em pastos de capim-marandu sob lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008. Em fase de preparação. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
- Parsons, A.J.; Leaf, E.L.; Collett, B.; Stiles, W. The physiology of grass production under grazing. 1. Characteristics of leaf and carropy

photosynthesis of continuously grazed swards. *Journal of Applied Ecology*, v. 20, p. 117-126, 1983.

Pedreira, B.C. & Moreno, L.S.B. Pastejo rotativo: dias fixos vs. altura como ferramenta de manejo. 2011. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/pastagens/pastejo-rotativo-dias-fixos-vs-altura-como-ferramenta-de-manejo-76885n.aspx> Acesso em 14/01/16.

Pedreira, B.C. et al. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.2, p.281-287, 2007.

Pedreira, B.C.; Pereira, L.E.T.; Paiva, A.J. Eficiência produtiva e econômica na utilização de pastagens adubadas. II SIMBOV – II Simpósio Matogrossense de Bovinocultura de Corte, UFMT. 2013.

Pedreira, C.G. S. & Tonato, F. Fundamentos do manejo do pastejo - Parte 1, 2015. Disponível em: < <http://m.milkpoint.com.br/radar-tecnico/pastagens/fundamentos-do-manejo-do-pastejo-parte-1-93398n.aspx> >. Acesso em 14/01/16.

Pequeno, D.N.L. Intensidade de pastejo como condicionante da estrutura do dossel e da assimilação de carbono de pastos de capim Xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf. cv. Xaraés] sob lotação contínua. Piracicaba, 2010.

Pereira, L.E.T. Morfogênese e dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo. 2012. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2012.

Pereira, L.E.T. Morfogênese e estrutura do dossel de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

Perry, L.J. and L.E. Moser. Carbohydrate and organic nitrogen concentrations within range grass parts at maturity. *J. of Range Man.* 27: 276-278, 1974.

Portela, J.N. Intensidade e frequência de desfolhação como definidores da estrutura do dossel, da morfogênese e do valor nutritivo da

Brachiaria decumbens Stapf. cv. Basilisk sob lotação intermitente. 2010. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

Richards, N. Identifying Pastures – Part 1, 2011. Disponível em: <<http://feedxl.com/newsletters/24-identifying-pastures-part-1.html>> Acesso em 14/01/16

Santos, M.E.R.; Fonseca, D.M.; Balbino, E.M.; Monnerat, J.P.I.S.; Silva, S.P. Capim braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e 69 características da forragem. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.4, p.650-656, 2009.

Sarmiento, D.O.L. Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua.. 76f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 2003.

Sbrissia, A. F.; Da Silva, S. C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 37, n. 1, p. 35-47, 2008.

Sbrissia, A.F. Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004, 171p. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.

Sbrissia, A.F., Da Silva, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba, 2001. Anais... Piracicaba : SBZ, p.731-754 , 2001.

Schnyder H. & De Visser R. Fluxes of reserve-derived and currently assimilated carbon and nitrogen in perennial ryegrass recovering from defoliation. The regrowing tiller and its component functionally distinct zones. *Plant Physiology* 119, p.1423–1435,1999.

Sheard R.W. Organics reserves and plant regrowth, in: G. W. Butler and R. W. Bailey (Eds.), *Chemistry and biochemistry of herbage*, Academic Press, London. p. 105-155, 1973.

Sheath, G.W.; Clark, D.A. Management of grazing systems: temperate pastures. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (eds). *The ecology and management of grazing systems*. Wallingford: CAB International, p.301-323, 1996.

- Silva, S.C. Junior, D.D., Euclides, V.B. Pastagens: Conceitos básicos, produção e manejo. Viçosa, MG: Suprema, 2008.
- Silveira, M.C.T. Estrutura do dossel, acúmulo de forragem e eficiência de pastejo em pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo. 2010. 134 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 2010.
- Smith, J.M.B. Grassland. Encyclopædia Britannica. Encyclopædia Britannica Online. Encyclopædia Britannica Inc., 2016. Web. 14 jan. 2016. Disponível em: <<http://www.britannica.com/science/grassland>>. Acesso em 14/01/16.
- Soares Filho, C. V.; Cecato, U.; Ribeiro, O.L.; Roma, C. F.C.; Jobim, C.C.; Beloni, T. ; Perri, S.H.V. Sistema radicular e reservas orgânicas de raízes e base do colmo do capim Tanzânia fertilizado com doses de nitrogênio sob pastejo. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2415-2426, 2013.
- Sousa, B.M.L. et al. Structural and morphogenetic characteristics of andropogon grass submitted to different cutting heights. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.10, p.2141-2147, 2010.
- Teichmann, T. & Muhr, M. Shaping plant architecture. Front. Plant Sci, 2015. Disponível em: <<http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2015.00233/abstract>>. Acesso em 14/01/16.
- The Pennsylvania State University. Braching, 2003. Disponível em: <<http://www.personal.psu.edu/faculty/a/s/asm4/turfgrass/education/turgeon/lessons/lesson03/corefiles/links/ts/1.html>> Acesso em 14/01/16.
- Thornton, B.; Millard, P.; Bausenwein, U. Reserve formation and recycling of carbon and nitrogen during regrowth of defoliated plants. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. de; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. Grassland ecophysiology and grazing ecology. London: CAB International, p.85-99, 2000.
- Tonato, F. & Pedreira, C.G.S. Capins do gênero Cynodon e seu manejo. 2013. Disponível em: < <http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/pastagens/capins-do-genero-cynodon-e-seu-manejo-85445n.aspx>> Acesso em 14/01/16.
- Trindade, J.K. et al. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu

submetido a estratégias de pastejo rotativo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, p.83-90, 2007.

Turner, B. L.; II, E.F. Lambin, and Anette Reenberg. The Emergence of Land Change Science for Global Environmental Change and Sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, p. 20666–20671, 2007.

Valentine, I.; Matthew, C. Plant growth, development and yield. In: White, J.; Hodgson, J. (Ed.). *New Zealand pasture and crop science*. Auckland: Oxford University Press, p. 11-27, 1999.

Volenc, J.J.; Ourry, A.; Joern, B.C. A role for nitrogen reserves in forage regrowth and stress tolerance. *Physiologia Plantarum* v. 87, p.185-193, 1996.

Voltolini, T.V.; Santos, F.A.P.; Martinez, J.C.; Imaizumi, H.; Clarindo, R. L.; Penati, M.A. et al. Produção e composição do leite de vacas mantidas em pastagens de capim-elefante submetidas a duas frequências de pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.1, p. 121-127, 2010.

White, L. M. Carbohydrate reserves of grasses. *Review. J. Range manage*, p. 13-18, 1973.

Zanine, A.D. & Vieira, B.R. Fluxo de tecidos em gramíneas. *Revista Científica eletrônica de Agronomia*. 2006.

Zanini, G. D.; Santos, G.T.; Sbrissia, A.F. Frequencies and intensities of defoliation in Aruana Guineagrass swards: accumulation and morphological composition of forage. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, n.4, p. 905-913, 2012.