UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

GABRIELA STROZZI

**Características produtivas e químicas do capim-marandu sob alturas e tempos
de vedação, e a rebrotação na primavera**

Pirassununga

2018

GABRIELA STROZZI

**Características produtivas e químicas do capim-marandu sob alturas e tempos
de vedação, e a rebrotação na primavera**
(Versão corrigida)

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia
e Engenharia de Alimentos da Universidade
de São Paulo, como parte dos requisitos
para a obtenção do Título de Doutora em
Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e
Produtividade Animal.

Orientador: Prof. Dr. Valdo Rodrigues
Herling

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Lilian Elgalise
Techio Pereira

Pirassununga

2018

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

SS926c Strozzi, Gabriela
Características produtivas e químicas do capim-marandu sob alturas e tempos de vedação, e a rebrotação na primavera / Gabriela Strozzi ; orientador Valdo Rodrigues Herling ; coorientadora Lilian Elgalise Techio Pereira. -- Pirassununga, 2018.
111 f.
Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.
1. PASTAGEM. 2. DIFERIMENTO. 3. PRODUTIVIDADE. I. Rodrigues Herling, Valdo , orient. II. Elgalise Techio Pereira, Lilian, coorient. III. Título.

NOME: STROZZI, Gabriela

TÍTULO: Características produtivas e químicas do capim-marandu sob alturas e tempos de vedação, e a rebrotação na primavera

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências do programa de pós-graduação em Zootecnia.

Área de concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Valdo Rodrigues Herling Instituição: FZEA/USP - Pirassununga

Julgamento:_____ Assinatura:_____

Prof. Dr. _____ Instituição:_____

Julgamento:_____ Assinatura:_____

Prof. Dr. _____ Instituição:_____

Julgamento:_____ Assinatura:_____

Prof. Dr. _____ Instituição:_____

Julgamento:_____ Assinatura:_____

Prof. Dr. _____ Instituição:_____

Julgamento:_____ Assinatura:_____

DEDICATÓRIA

A Deus por permitir em sua fé persistir em meio a tantos desafios durante essa caminhada.

Aos meus pais Marco e Janice por serem meus exemplos de vida, auxiliando-me incondicionalmente.

Aos Meus Irmãos Gian e Isabella, por estarem ao meu lado em cada momento dessa caminhada e da vida.

Ao meu companheiro Fernando, pela paciência, amor e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Valdo Rodrigues Herling, pela orientação, oportunidade, confiança depositada, ensinamentos, auxílio e por proporcionar todas as condições para que esse trabalho pudesse ser desenvolvido.

À minha coorientadora Lilian Elgalise Techio Pereira por todo esforço e paciência desde o início da concepção desse projeto até o fim do doutorado, por me proporcionar ensinamentos fundamentais para a conclusão do mesmo.

À FZEA/USP pela oportunidade.

A CAPES pela bolsa Concedida.

Ao professor Dr. Pedro Henrique de Cerqueira Luz pelo apoio intelectual por toda minha passagem pelas Agrárias.

Ao professor César Gonçalves de Lima pela paciência e ensinamentos estatísticos que possibilitaram a construção desse trabalho

A minha irmã de coração Jessica, com quem dividi muito mais do que viagens e teto, dividi minhas angústias, sofrimentos e conquistas, por ser sempre leal, companheira e presente em toda essa etapa.

Aos meus companheiros de Pós Graduação: Baiano, Bruna, João, Murilo, Vanessa, Marisa pela amizade e contribuição intelectual.

À minha companheira de agrária Paula por sempre ser pronta para ajudar nos momentos em que mais precisei por me escutar e sempre me oferecer um café na hora certa

Aos Estagiários que tanto me ajudaram na realização do experimento

Ao Pessoal do Laboratório de Solos, por cederem o local para a realização das análises químicas em especial ao Marcos, pela paciência, dedicação e ensinamentos nessa etapa.

Á todo o pessoal do CCA- UFSCar Araras, principalmente ao DRNPA no qual convive por um curto período, mas que foram essenciais para minha formação me ajudando sempre nos momentos necessários.

Aos meus colegas de trabalhos da SGAS- UFSCar São Carlos por dividirem comigo os últimos momentos desse doutorado, me auxiliando física e psicologicamente.

A todos os meus amigos e familiares que de alguma forma torceram pelo meu sucesso.

EPÍGRAFE

*Nunca se desespere nas mais profundas
aflições de sua vida, pois das nuvens
mais escuras caem águas límpidas e
fecundas.*

Proverbio chinês

RESUMO

STROZZI, G. **Características produtivas e químicas do capim-marandu sob alturas e tempos de vedação, e a rebrotação na primavera. 2018. 111f. Tese (Doutorado).** Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

A vedação ou diferimento de pastos constitui em importante estratégia de manejo para contornar a escassez de forragem na época seca. A manipulação da altura e do tempo de vedação tem impacto nas características produtivas e fisiológicas dos pastos e em sua recuperação na primavera. Por outro lado, a redução da altura média do pasto no inverno pode resultar, na primavera subsequente, em pastos com estruturas favoráveis ao pastejo. Assim, o objetivo da pesquisa foi encontrar a melhor associação de altura e de tempo de vedação de pastos de capim-marandu, e a interferência desses manejos na massa de forragem, no perfilhamento e no armazenamento de carboidratos solúveis nas raízes e base do colmo, bem como avaliar o impacto desses manejos no armazenamento de carboidratos solúveis, na rebrotação do capim-marandu e no valor nutritivo da forragem na primavera. Na primeira fase, os tratamentos avaliados foram quatro alturas iniciais de vedação 5, 15, 25 e 35 cm (parcela) e quatro tempos de vedação 35, 70, 105 e 140 dias (subparcela), com quatro repetições, num delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC). Foram avaliados a massa de forragem, a composição morfológica e o *pool* de carboidratos solúveis das raízes e base do colmo. Na segunda fase, apenas a altura de vedação foi mantida como tratamento num delineamento inteiramente ao acaso. A altura de vedação altera a massa de forragem e sua composição morfológica, recomendando-se 35 cm e 70 dias ou 15-25 cm e 105 dias. O perfilhamento basal e aéreo é estimulado até 70 dias do início da vedação, enquanto que os perfilhos reprodutivos aumentaram com a altura e tempo de vedação. A base dos colmos é o local de maior acúmulo de CSE. Alturas de vedação interferem apenas no início da rebrotação na primavera. A partir da 2ª rebrotação na primavera a composição bromatológica melhora em termos de proteína bruta (PB) e parece celular. Altura e tempo de vedação não alteram as características morfogênicas.

Palavras-chave: Diferimento. Feno em Pé. Perfilhamento.

ABSTRACT

STROZZI, G. **Productive and chemical characteristics of marandu grass under heights and times of deferment, and regrowth in spring.** 2018. 111f. Thesis (PhD). Faculty of Animal Science and Food Engineering, University of São Paulo, Pirassununga, 2018.

The Seal or deferment of pastures constitutes an important management strategy to overcome the scarcity of forage in the dry season. The manipulation of the height and the time of sealing has impact on the productive and physiological characteristics of the pastures and their recovery in the spring. On the other hand, the reduction of the average height of the grass in the winter can result, in the following spring, in pastures with structures favorable to grazing. The objective of the research was to find the best association between height and time of sealing of marandu grass, and the interference of these maneuvers in forage mass, tillering and storage of soluble carbohydrates in roots and stem base, as well as to evaluate the impact of these treatments on the storage of soluble carbohydrates, regrowth of marandu grass and nutritive value of forage in the spring. In the first phase, the treatments evaluated were four initial sealing heights 5, 15, 25 and 35 cm (plot) and four sealing times 35, 70, 105 and 140 days (subplot), with four replications, in a completely randomized experimental design (DIC). The forage mass, the morphological composition and the soluble carbohydrate *pool* of the roots and stem base were evaluated. In the second stage, only the sealing height was maintained as treatment in a completely randomized design. The height of the fence changes the forage mass and its morphological composition, recommending 35 cm and 70 days or 15-25 cm and 105 days. The basal and aerial tillering is stimulated up to 70 days from the beginning of the sealing, while the reproductive tillers have increased with the height and time of sealing. The base of the stems is the site of greater accumulation of CSE. Sealing height interferes only at the beginning of regrowth in spring. From the 2nd regrowth in the spring the bromatological composition improves in terms of CP and seems cellular. Height and time of sealing do not alter the morphogenic characteristics.

Key words: Deferment. Standing Hay. Tillering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Temperaturas mínima e máxima e pluviosidade entre 01/01/2015 á 31/12/2015	31
Figura 2 - Média histórica de pluviosidade nos últimos 68 anos e médias do ano de 2015. .	32
Figura 3 - Vista área da área experimental.	33
Figura 4 - Corte das parcelas experimentais às alturas relativas aos tratamentos.	35
Figura 5 – Aspectos visuais das alturas dos resíduos (A) 5 cm, (B) 15 cm, (C) 25 cm, (D) 35 cm.	36
Figura 6- Fluxograma da duração de cada período de vedação.	37
Figura 7 - Croqui da área experimental e a distribuição aleatória das parcelas e subparcelas.	37
Figura 8 - Avaliação de Altura do dossel.	38
Figura 9 – Tesouras, régua e armações de ferro (A) utilizadas nas avaliações (B).	39
Figura 10 - Separação morfológica dos componentes.	40
Figura 11 - Leitura das amostras (A) no integrador de área foliar (B)(LICOR 3000).	40
Figura 12 – Contagem e classificação dos perfilhos nas unidades experimentais.	41
Figura 13 - Sonda de coleta de raízes e colmos (A) e materiais vegetais lavados e prontos para secagem em estufa (B).	42
Figura 14 - Estufa de secagem (A), moinho tipo “Willey”(B) e determinador de fibras modelo TE-149 Tecnal® (C) e Destilador de Kjeldahl (D).	45
Figura 15 – Curvas de regressão para massa de forragem, considerando as alturas em cada tempo de vedação (A) e a massa de forragem de tempos em cada altura de vedação (B) do capim-marandu.	49
Figura 16 - Regressões para taxa de acúmulo de forragem, considerando as alturas em cada tempo de vedação (A) e taxa de acúmulo de forragem de tempos em cada altura de vedação (B) do capim-marandu.	51
Figura 17 - Regressões para massa de lâminas foliares, considerando as alturas em cada tempo de vedação (A) e massa de lâminas foliares dos tempos em cada altura de vedação (B) do capim-marandu.	53
Figura 18 - Regressões para massa de colmo e bainha, considerando as alturas em cada tempo de vedação (A) e massa de colmo e bainha dos tempos em cada altura de vedação (B) do capim-marandu.	54
Figura 19 - Regressão para massa de material morto, considerando as alturas de vedação (A) e massa de material morto nos tempos de vedação (B) do capim-marandu.	55
Figura 20 - Regressões para índice de área foliar (A), considerando as alturas em cada tempo de vedação e o índice de área foliar dos tempos em cada altura de vedação (B) do capim-marandu.	59
Figura 21 - Regressão para altura do pasto, considerando as alturas em cada tempo de vedação e a altura do pasto de tempos em cada altura de vedação (B) do capim marandu.	61
Figura 22 - Médias da densidade populacional de perfilhos nos períodos de vedação do capim-marandu.	62
Figura 23 - Regressões para porcentagem de perfilhos basais (A), considerando as alturas em cada tempo de vedação e porcentagem de perfilhos basais dos tempos em cada altura de vedação (B) do capim marandu.	64

Figura 24 - Regressões para porcentagem de perfilhos reprodutivos (A), considerando as alturas em cada tempo de vedação e porcentagem de perfilhos reprodutivos dos tempos em cada altura de vedação (B) do capim marandu.....	65
Figura 25 - Regressões para porcentagem de perfilhos aéreos (A), considerando as alturas (A) e os tempos de vedação (B) do capim-marandu.	66
Figura 26 - Regressões para teores de carboidratos solúveis na raiz, considerando as alturas em cada tempo de vedação (A) e os teores de carboidratos solúveis na raiz dos tempos em cada altura de vedação (B) do capim-marandu.....	68
Figura 27 - Regressões para teores de carboidratos solúveis nos colmos (A), considerando as alturas em cada tempo de vedação e os teores de carboidratos solúveis nos colmos nos tempos em cada altura de vedação (B).	70
Figura 28 - Massa de forragem residual e das rebrotações na primavera, considerando as alturas de vedação do capim-marandu.....	72
Figura 29 - Regressões para participação percentual de lâminas foliares (LF) na massa de forragem de capim-marandu, considerando a altura de vedação e a rebrotação na primavera do capim-marandu.	73
Figura 30 - Regressões para participação percentual de colmos e bainhas (CB) na massa de forragem de capim-marandu, considerando a altura de vedação e a rebrotação na primavera do capim-marandu.	74
Figura 31 - Regressões para participação percentual de material morto (MM) na massa de forragem de capim-marandu, considerando a altura de vedação e a rebrotação na primavera do capim-marandu.	75
Figura 32 - Regressões para densidade populacional de perfilhos (DDP) do capim-marandu, considerando a altura de vedação e a rebrotação na primavera do capim-marandu.	76
Figura 33 - Regressões para os teores de proteína bruta (PB) do capim-marandu, considerando a altura de vedação e a rebrotação na primavera do capim-marandu.	79
Figura 34 - Regressões para os teores de fibra em detergente neutro (FDN) do capim-marandu, considerando a altura de vedação e a rebrotação na primavera.	80
Figura 35 - Regressões para o <i>pool</i> de carboidratos solúveis na base dos colmos, considerando as alturas de vedação e as rebrotações na primavera do capim-marandu.	81
Figura 36 – Teores médios de fibra em detergente ácido (FDA) para as rebrotações na primavera do capim-marandu.....	82
Figura 37 - Médias para o <i>pool</i> de carboidratos solúveis nas raízes, considerando a massa residual e as rebrotações na primavera do capim-marandu.	83
Figura 38 – Médias para taxa de alongamento de folhas (A) e taxa de alongamento de colmos (B), considerando as rebrotações na primavera do capim-marandu.	85
Figura 39 – Médias para comprimento final de folhas, considerando as rebrotações na primavera do capim-marandu.....	86
Figura 40 - Médias para filocrono (A) e duração de vida da folha (B), considerando as rebrotações na primavera do capim-marandu.....	87
Figura 41 - Médias para comprimento médio de colmos (A) e comprimento final de colmos (B), considerando as rebrotações na primavera do capim-marandu.....	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Resultados da análise química do solo da área experimental	34
Tabela 2- Médias das produções de massa seca de forragem e porcentagem dos componentes morfológicos.	57
Tabela 3 - Equação de regressão (Eq. Reg.), coeficiente de determinação (R ²) e probabilidade (P) das interações entre altura e tempo de vedação para massa de forragem (MF), taxa de acúmulo de forragem (TAcF), massa de lâminas foliares (MLF) e a massa de colmos e bainhas (MCB)	107
Tabela 4 - Equações de regressão (Eq. Reg.), coeficiente de determinação (R ²) e probabilidade (P) das interações entre altura vs. tempo de vedação para altura da planta (ALT), densidade populacional de perfilhos basais (PERFBASAL) e de perfilhos reprodutivos (PERFREPRO).	108
Tabela 5 - Equações de regressão (Eq. Reg.), coeficiente de determinação (R ²) e probabilidade (P) das interações entre tempo e altura de vedação para variáveis Carboidratos Solúveis nas Raízes, e Carboidratos Solúveis nos Colmos.	109
Tabela 6 - Equações de regressão (Eq. Reg.), coeficiente de determinação (R ²) e probabilidade (P) da interação rebrotação vs. altura de vedação para massa de forragem (MF – kg.ha ⁻¹), proporção de lâminas foliares (%LF), proporção de colmos e bainhas (%CB), proporção de material morto (%MM) e densidade populacional de perfilhos (DPP).....	110
Tabela 7 - Equações de regressão (Eq. Reg.), coeficiente de determinação (R ²) e probabilidade (P) da interação corte vs. altura de vedação para teor de proteína bruta, de fibra em detergente neutro e <i>pool</i> de carboidratos solúveis nos colmos.	111

Sumário

INTRODUÇÃO	15
1.1. Hipóteses	17
1.2 Objetivos gerais	17
1.2.1 Objetivos Específicos.....	17
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1. ATRIBUTOS DESEJÁVEIS DAS ESPÉCIES FORRAGEIRAS PARA DIFERIMENTO	18
2.2 O MANEJO DO PASTO DIFERIDO COMO MODULADOR DA PRODUÇÃO	20
2.3 ALTURAS DO PASTO AO DIFERIMENTO	21
2.4 PERÍODOS DE VEDAÇÃO	24
2.5 EFEITOS DO MANEJO AO DIFERIMENTO E A REBROTAÇÃO NA PRIMAVERA 26	
2.6 COMPOSTOS DE RESERVAS	27
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1 FASE 1 - PRÉ-EXPERIMENTAL	33
3.2 FASE 2 - CORTE PARA VEDAÇÃO	35
3.2.1 Tratamentos experimentais	37
3.3 AVALIAÇÕES EXPERIMENTAIS	38
3.3.1 Altura média do dossel	38
3.3.2 Massa de forragem (MF) e composição morfológica (CM)	38
3.3.3 Densidade Populacional de Perfilhos.....	40
3.4 CARBOIDRATOS SOLÚVEIS NAS RAÍZES E BASE DOS COLMOS.....	41
3.4.1 Colheita de raízes e base de colmos	41
3.4.2 Análises de Carboidratos Solúveis em Etanol	42
3.5 FASE 3 - AVALIAÇÕES NA PRIMAVERA	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	48
4.1 MASSA DE FORRAGEM E COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA.....	48
4.2 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DO CAPIM MARANDU	60
4.3 CARBOIDRATOS DE RESERVA	67
4.4 REBROTAÇÃO NA PRIMAVERA.....	71
4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	90
5. CONCLUSÃO	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
APÊNDICE	107

INTRODUÇÃO

No Brasil, estima-se a produção anual de carne bovina ao redor de 10 milhões de toneladas, e que aproximadamente 90% dos animais abatidos são criados, recriados e terminados em pastos (BEEFPOINT, 2018). Apesar das vantagens da adoção de sistemas de produção baseados exclusivamente em pastos, as oscilações climáticas ao longo do ano causam variação no acúmulo e no valor nutritivo dos pastos, de forma que cerca de 70 a 90% da produção anual de massa de forragem concentram-se no período chuvoso, enquanto 10 a 30% na estação seca. No Brasil Central, onde estão concentrados os maiores rebanhos de produção de bovinos de corte do país (IBGE, 2015), em criação extensivas, a estacionalidade da produção de forragem é marcante.

Para minimizar a deficiência de forragem, há inúmeras técnicas relacionadas à produção e armazenamento de volumoso durante o período de crescimento favorável para utilização ao longo das épocas de escassez, como a fenação e a ensilagem. O diferimento de pastos é outra importante estratégia de manejo para contornar os efeitos da sazonalidade de produção de forragem e minimizar os efeitos da escassez na época seca (SANTOS et al., 2009a). A técnica consiste em vedar pastos no final da estação de crescimento, verão ou início do outono para utilizá-los durante o inverno (julho a setembro) e início de primavera (setembro a outubro).

Embora essa estratégia seja de fácil aplicação, o acúmulo de colmos e material morto no dossel, ao longo do período de vedação, pode gerar condições limitantes ao consumo animal (SANTOS et al., 2010), que interfere sobremaneira em seu desempenho, quando em pastejo (EUCLIDES et al., 1990).

Nesse sentido, o rebaixamento dos pastos por ocasião do diferimento, a adoção de adubação nitrogenada e ajustes do tempo de vedação do pasto têm sido apontados como ferramentas essenciais de manejo para melhoria de sua composição morfológica e valor nutritivo por ocasião de sua utilização.

Santos et al. (2013) demonstraram que o rebaixamento dos pastos a menores alturas no diferimento favorece a produção de folhas em detrimento a colmos e material morto, culminando em melhor material disponível aos animais. Essas

respostas seriam mediadas pelo estímulo à emissão de novos perfilhos, promovido pela melhoria no ambiente luminoso.

Entretanto, para que os benefícios do rebaixamento por ocasião da vedação possam ser explorados, é essencial que o período de vedação seja adequadamente ajustado. Segundo Macedo (2014), o período de diferimento determina a idade do pasto no momento de sua utilização e influencia a produção, a composição morfológica e o valor nutritivo da forragem.

Dessa forma, Fonseca e Santos (2009) e Vilela et al. (2013) pontuam que o rebaixamento das pastagens antes do diferimento e o menor período de vedação possam efetivamente resultar em melhorias na estrutura e valor nutritivo, aliados a boa disponibilidade de massa seca das pastagens diferidas. Estudos mais aprofundados devem ser delineados com vistas a compreender como a adoção de tais estratégias interferem na população de plantas e sua morfologia, e como a dinâmica do crescimento das pastagens diferidas interfere na estrutura do dossel por ocasião de sua utilização.

O diferimento, mesmo sendo uma técnica de fácil aplicação, tem informações restritas na literatura de seu efeito na rebrotação de primavera. Em alguns estudos, os autores concluem que há influência da altura inicial de diferimento na rebrotação de primavera, podendo comprometê-la, principalmente em pastos mantidos altos no inverno, em geral, com excessivo acúmulo de forragem durante o período de diferimento e perdas excessivas por acamamento ou material depositado ao solo (SANTANA et al., 2012).

O manejo do pastejo, com o objetivo de reduzir a altura média do pasto no inverno, pode resultar, para a primavera subsequente, pastos com menor proporção de colmos e material morto, caracterizado por maior participação relativa de lâminas foliares no dossel, com benefícios ao comportamento ingestivo, ao consumo e ao desempenho animal (SANTOS et al., 2010), além de possuir uma população de perfilhos jovens com capacidade de produzir folhas de forma mais acelerada.

Por outro lado, não se sabe quais são dos efeitos dessa desfolha nas reservas orgânicas armazenadas nas raízes e base dos colmos das plantas forrageiras, e se realmente essa desfolha gera queda desses compostos, a ponto de comprometer a rebrotação na estação subsequente.

Assim, estudar a combinação entre a altura inicial e a duração da vedação pode ser a solução para a massa de forragem para os períodos críticos, além de ser

uma ferramenta que auxilie o gestor para as épocas críticas de disponibilidade de forragem, sem prejudicar a rebrotação no início da estação das águas.

1.1. Hipóteses

A altura e o tempo de vedação de pastos de capim-marandu interferem no melhor momento de sua utilização, considerando suas características produtivas, estruturais e *pool* de carboidratos de reserva nas raízes e base dos colmos;

A altura de vedação do pasto de capim-marandu pode gerar perfis contrastantes de rebrotação na primavera, devido às características estruturais do pasto e as suas reservas orgânicas nas raízes e base dos colmos.

1.2 Objetivos gerais

Encontrar a melhor combinação entre altura do pasto ao diferimento e tempo de vedação que culminará em melhores características produtivas e composição química da forragem colhida.

1.2.1 Objetivos Específicos

Encontrar a melhor associação de altura e tempo de vedação de pasto de capim-marandu, e a interferência desses manejos na massa de forragem acumulada, na composição bromatológica, nos teores de compostos orgânicos nas raízes e base dos colmos e a relação na rebrotação na primavera subsequente.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ATRIBUTOS DESEJÁVEIS DAS ESPÉCIES FORRAGEIRAS PARA DIFERIMENTO

O significado do verbo diferir nos dicionários é, “adiar, retardar e delongar”, assim o termo “diferimento”, também denominado pastejo diferido, “vedação” da pastagem e “produção de feno em pé”, pode ser entendido como o adiamento da utilização do pasto pelo animal. Seu principal objetivo é garantir disponibilidade de forragem para o período seco. Portanto, é possível acumular massa de forragem para ser pastejada no período de escassez e, com isso, minimizar os efeitos da sazonalidade de produção forrageira (SANTOS et al., 2009).

Santos et al. (2008) inferem que essa estratégia de manejo é realizada para reduzir os efeitos desfavoráveis da estacionalidade produtiva das forrageiras tropicais no desempenho animal durante o inverno. Vários autores (COSTA et al., 1993; LEITE et al., 1998; EUCLIDES et al., 2007) demonstraram a viabilidade desta prática, desde que sejam selecionadas plantas forrageiras adequadas para períodos de diferimento e de utilização específicos.

As plantas forrageiras mais indicadas para diferimento são aquelas que apresentam bom potencial de acúmulo de forragem durante o outono, baixo acúmulo de colmos e boa retenção de folhas verdes, associados a menor redução do valor nutritivo ao longo do período de diferimento (EUCLIDES et al., 2007). Para isso ela desejaria da espécie possuir colmo delgado, porte baixo, alta relação folha:colmo e que perca mais lentamente seu valor nutritivo durante o desenvolvimento (SANTOS et al., 2010).

Baseado nessa concepção, alguns autores apontam os gêneros *Urochloa* (Syn.*Brachiaria*), *Cynodon* e *Digitaria* como os mais indicados para diferimento no Brasil (EUCLIDES et al., 2007; MACEDO, 2014). Do gênero *Urochloa*, os capins marandu e braquiarinha pertencem ao grupo mais estudado em pesquisa sobre diferimento de pastos, por apresentarem as características favoráveis ao processo e também por serem as gramíneas forrageiras mais utilizadas em sistemas de produção baseados em pastagens.

Por outro lado, Guarda et al. (2015) mencionam que as espécies do gênero *Andropogon*, *Megathyrsus* (Syn. *Panicum*) e *Pennisetum* apresentam rápida perda do valor nutritivo, devido a maior quantidade e proporção de colmo resultantes de seu hábito de crescimento cespitoso, o que presumivelmente as tornariam menos indicadas para serem utilizadas sob a forma de pastos diferidos.

O capim-marandu diferido por 120 dias, em Campo Grande/MS (EUCLIDES et al., 2007) produziu 3,9 toneladas de massa seca total (MST), 8% de proteína bruta (PB%), 70% de fibra em detergente neutro (FDN%) e 53% de digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO%). Costa et al. (2010), em trabalho realizado em Porto Velho, Rondônia, constataram que pastos de *Urochloa brizantha* cv. Xaráes, diferidos nos meses de janeiro e fevereiro, proporcionavam em agosto e setembro maiores massa de forragem, 6,5 e 6,1 t ha⁻¹, digestibilidade da matéria seca de 49 e 45% e PB de 6,5 e 5,2%, respectivamente.

Em experimento realizado na região dos Tabuleiros Costeiros do Piauí, com o capim-marandu diferido em março por 120 dias, Rodrigues Júnior et al. (2015) observaram massa seca de 10 t/ha, teores de PB das lâminas foliares de 10,7%, de FDN de 61% e FDA de 39,5 %.

Segundo Santos et al. (2009), em pasto diferido de *Urochloa decumbens* cv. Basilisk por 103 dias a 20 cm de altura de resíduo na região de Viçosa/MG, obtiveram ganho médio diário 0,503 kg. animal.dia. Em contrapartida Santos et al. (2004) em experimento na mesma região de 112 dias vedado em 30 cm o GMP foi de 0,300 Kg. animal.dia, similar encontrado por Amorim et al. (2017), avaliando *Urochloa decumbens* cv. Basilisk, também realizado na região de Viçosa/MG, diferido a 25 cm de altura por 102 dias, com desempenho de 0,341 Kg.animal. De acordo com os GMD observados, admite-se que alturas iniciais de vedação, condições climáticas e suplementação podem alterar o desempenho animal. Assim, a colheita pelo animal de material vegetal de melhor valor nutritivo em pastos vedados torna-se imprescindível para o GMD, sem provocar efeito negativo aos animais ao final do período.

Embora os cultivares de *Megathyrsus maximus* (Jacq.) não sejam recomendados para pastos diferidos, Costa et al. (1999) registraram massa de forragem de 4,4 t MS.ha⁻¹, teores de proteína bruta (PB) de 9% e digestibilidade *in vitro* de matéria seca (DIVMS) ao redor de 60% em pastos de capim-tobiatã (*Megathyrsus maximus* cv. Tobiatã) em Rondônia, quando vedados em março e

mantidos em crescimento por 90 dias. Da mesma forma, Canto et al. (2002) constataram DIVMS variando de 56 a 65% em pastos de capim-tanzânia (*Megathyrsus maximus* cv. Tanzânia) na região Noroeste do Paraná, quando vedados em maio e mantidos em crescimento por 70 dias. Neste experimento, os autores preconizaram a manutenção de alturas do dossel entre 40 e 60 cm ao longo do período de utilização da pastagem diferida. Observaram, ainda, que a massa de forragem acumulada variou de 3,8 a 4,0 t de MS.ha⁻¹ e GMD variando de 0,75 a 0,63 kg.animal.dia⁻¹, utilizando uma mistura de sal mineral e ureia.

Diante do exposto, conclui-se que é possível obter boa disponibilidade de forragem e bom valor nutritivo para as diversas espécies forrageiras, desde que a utilização da técnica de diferimento esteja associada ao período de vedação adequado para a condição climática da região, atributos do solo e adoção ou não de estratégias adicionais de manejo da pastagem diferida, tais como adubação nitrogenada estratégica ou rebaixamento do pasto ao diferimento.

2.2 O MANEJO DO PASTO DIFERIDO COMO MODULADOR DA PRODUÇÃO

Como a prioridade na alimentação animal é produzir folhas, o bom manejo do pasto passa necessariamente em conhecer e compreender não apenas o processo de transformação do pasto em produto animal, mas, sobretudo, entender e controlar os processos de crescimento e desenvolvimento que resultam na produção da forragem a ser consumida (SANTOS et al., 2010).

Dessa forma, quando se entende a dinâmica de crescimento e desenvolvimento das plantas que compõem um pasto e suas respostas morfofisiológicas aos fatores que as influenciam, torna-se mais fácil adequar o manejo deste com vistas à sustentabilidade do sistema de produção com alta produtividade dos componentes planta e animal (NASCIMENTO JR., 2002).

As plantas possuem padrão morfogênico programado geneticamente, porém pode ser modificado de acordo com as condições ambientais, como pluviosidade, temperatura, entre outras, alterando as características estruturais como taxas de expansão de meristemas, emissão de folhas e a dinâmica de órgãos em geral (GILLET; LEMAIRE; GOSSE, 1984). As taxas de aparecimento e alongamento de

folha e a duração de vida das folhas (DVF) constituem os fatores morfogênicos do perfilho que, sob a ação do ambiente, como luz, temperatura, água e nutrientes determinam as características estruturais do dossel, como o número de folhas por perfilho, tamanho das folhas e densidade de perfilhos, responsáveis pelo índice de área foliar (IAF) do pasto (GOMIDE, 1997). Por isso, suas respectivas taxas são importantes parâmetros no estabelecimento de modelos alternativos de manejo da pastagem, visando o aumento de produtividade e eficiência de utilização da forragem produzida (GRANT et al., 1988; PARSONS; PENNING, 1988).

Estudos que avaliam as características morfogênicas, no período da seca são escassos devido à queda da temperatura e da luz. O crescimento é reduzido, manifestando-se a senescência foliar, o alongamento de colmo e o surgimento de perfilhos reprodutivos e mortos. Entender como ocorrem esses fenômenos em um pasto diferido, baseado em avaliações específicas de sua morfologia e fisiologia, é relevante para que se determine o momento certo de se interromper a vedação e iniciar o pastejo pelos animais.

Dentre as formas de se manipular esses efeitos, estudar diferentes períodos e alturas iniciais de vedação, faz-se necessário para buscar melhores alternativas para o produtor.

2.3 ALTURAS DO PASTO AO DIFERIMENTO

Dentre as ferramentas que podem ser usadas para o adequado acúmulo de forragem e no mínimo a manutenção de seu valor nutritivo, a manipulação da altura ao diferimento tem se mostrado uma das estratégias para minimizar os efeitos negativos da estacionalidade de produção de massa de forragem na produtividade animal (VILELA et al., 2012).

A altura de vedação do pasto, no momento do diferimento, tem grande influência nas características morfológicas e estruturais da planta forrageira em rebrotação, alterando sua área foliar, a interceptação luminosa e os processos da fotossíntese (PARSONS et al., 1983). A manipulação da altura interfere de forma marcante na proporção dos componentes morfológicos acumulados durante o período de vedação.

Na literatura, observa-se que a altura de vedação tem gerado resultados variados, em decorrência do clima vigente, da época de vedação e condições adversas em relação ao capim manejado anteriormente. Entretanto, há concordâncias entre os autores que há maior acúmulo de material verde em pastos vedados mais baixos, em detrimento daqueles vedados em maior altura, que apesar de maior acúmulo, apresentam também grande acúmulo de colmos e material senescente.

Sousa et al. (2012), em trabalho na região de Viçosa/MG, constataram que a elevação da altura de vedação favoreceu para aumento na massa de forragem (MSF) de *Urochloa brizantha* cv. Piatã. Na vedação a 20 cm, a produção foi de 6 t ha⁻¹ e a 40 cm, a produção foi de 9 t ha⁻¹ de MF, porém a porcentagem de tecidos verdes variou de 49 a 27% respectivamente. Em trabalho similar com o capim-piatã por 103 dias, Sousa et al. (2013) estudando na mesma região verificaram maior número de perfilhos basais vegetativos e menor porcentagem de perfilhos reprodutivos mortos em dosséis vedados a 20 cm, comparados às plantas manejadas às alturas de 30 e 40 cm. Isso pode ser justificado, pois ainda no início do diferimento, ocorreram condições climáticas favoráveis para um crescimento do relvado, tendo uma maior renovação de perfilhos devido ao rebaixamento da pastagem, que gerou ao final do período de diferimento menor porcentagem de perfilhos velhos e senescentes, favorecendo o crescimento de perfilhos basais. Segundo Paiva et al. (2015), perfilhos de idades diferentes possuem capacidades distintas de resposta a fatores de meio no qual está envolvido e de manejo, caracterizadas por variação em suas respostas morfogênicas e características estruturais, o que interfere sobremaneira no acúmulo de forragem. Perfilhos jovens possuem maiores taxas de alongamento e aparecimento de folhas, maior número de folhas vivas e menor número de folhas senescentes, mesmo durante o período de outono e inverno (PAIVA et al., 2011). Assim, a altura inicial de diferimento torna-se modulador da estrutura do pasto (VILELA et al., 2012).

Contudo, Vilela et al. (2013) em estudos realizados em Viçosa/MG, não verificaram diferenças no número de perfilhos basais vegetativos em pastos de capim-piatã mantidos vedados por 65, 85 ou 105 dias à altura de 20 cm, essa resposta também pode ser justificada porque muitas vezes as gemas apicais dos capins podem ser removidas ao rebaixamento, e em virtude de condições climáticas desfavoráveis, não possibilitou uma renovação dos perfilhos. Outras características

estruturais foram estudadas por Santos et al. (2013) em experimento com *Urochloa decumbens* cv. Basilisk na região de Viçosa/MG. Observaram que a vedação de pastos por 73 dias à 10 e 20 cm resulta em maior proporção de lâminas foliares e diminuição na proporção de colmos e material morto em relação aos pastos vedados a 30 e 40 cm. É importante verificar que dependendo da espécie e cultivar estudada, a altura de vedação tem marcante influência nas variáveis de relevância à recuperação e valor nutritivo da forragem acumulada.

Pastagens diferidas com as maiores alturas como 40 cm e as menores alturas como 10 cm em *Urochloa decumbens* Stapf cv. Basilisk acarretam em dificuldades do animal em selecionar o melhor material a ser ingerido, seja na apreensão do material vegetal em pastos mais rebaixados, como em coletar o material verde nos pastos de 40 cm, uma vez que junto a esse material há maior presença de material morto e de colmos e o animal expressa inabilidade em selecionar somente o material verde. Segundo Santos et al. (2013), nos dois casos houve baixo desempenho animal, devido a baixa ingestão ou à ingestão de material de pior valor nutritivo.

Ao vedar pasto de *Urochloa decumbens* à altura de 10 cm e adubado com 100 kg de N em fevereiro, no Sudoeste da Bahia durante 140 dias, Teixeira et al. (2011a) observaram maior razão lâmina:colmo, embora o comprimento do colmo tenha sido maior quando comparados aos capins recebendo a mesma dose, porém parcelada em janeiro e fevereiro. Para as alturas até 30 cm, os autores constataram na estratificação do material, maior porcentagem de lâmina foliar e menor porcentagem de colmos e material morto.

Por outro lado, pastos vedados com baixo resíduo apresentam, no momento do uso, melhor valor nutritivo, devido a menor presença de material senescente e de colmos (SANTOS et al., 2013), não dificultando na apreensão de alimento. Na vedação à altura mais baixa, o dossel apresenta na fase inicial dificuldade em interceptar a luz, devido ao baixo índice de área foliar gerado pelo resíduo do pastejo anterior. Passada essa fase, a interceptação é crescente, porém com atraso para alcançar o IAF crítico (95% IL), demorando assim o processo de alongamento do colmo à procura de luz e início do processo de senescência (PARSONS et al., 1983). Em contrapartida, esse relvado não terá a capacidade de acúmulo bruto de massa durante o período de diferimento em comparação aos pastos diferidos às alturas mais elevadas (SOUSA et al., 2012). A baixa massa de forragem acumulada

condiciona ao maior custo com a alimentação volumosa, menor taxa de lotação e tempo de permanência nas pastagens (CARVALHO et al. 2017).

Mesmo com menor período de diferimento, porém com maior altura inicial do pasto, é possível obter resultados de massa de forragem semelhante aos encontrados, quando os pastos mais baixos são diferidos por maior tempo. Essa interação entre período de diferimento e altura inicial do pasto pode flexibilizar o seu manejo, aumentando as possibilidades de se obterem resultados semelhantes de massa de forragem com variações entre essas ações de manejo em pastos diferidos (GOUVEA et al., 2017).

Modular alturas iniciais de vedação e duração do período de vedação, pode ser uma estratégia para obter pastos com capacidade de suprir as necessidades do rebanho, possibilitando um escalonamento de uso dos pastos durante a seca, e ao mesmo tempo não prejudicar a rebrotação do capim no início da estação das águas. Estudos dessa natureza são escassos na literatura, que possam esclarecer as consequências desse método na rebrotação da primavera seguinte.

2.4 PERÍODOS DE VEDAÇÃO

Durante o diferimento, o crescimento e o desenvolvimento do capim (HODGSON, 1990) são os dois fatores que influenciam a composição e a morfologia do pasto. Segundo Reis et al. (1999), a prática de diferimento leva a planta a avançar em seu estágio fenológico, favorecendo o acúmulo de massa seca, porém, prejudicando sua composição química e a digestibilidade.

Os diferimentos mais longos ajudam no processo de crescimento e desenvolvimento das plantas, que utilizam recursos do ambiente para aumentar a síntese de tecido, e, conseqüentemente, a massa de forragem. Também, resultam em maior competição por luz dentro do dossel e, como resposta, há alongamento dos colmos dos perfilhos (LEMAIRE, 1997), fator crucial para o acúmulo de massa de colmo em capim-piatã (VILELA et al., 2012).

Pastos diferidos por longo período possuem alto acúmulo de forragem e de pior valor nutritivo. Por outro lado, menor período de diferimento pode significar baixo acúmulo de forragem. Para Santos et al. (2009b), os pastos vedados por longo período apresentaram maiores alturas e perdas por tombamento durante o pastejo, comparados aqueles de menor altura e por menor período. Quanto mais tempo o

capim permanecer vedado, maior será a senescência independente da altura inicial de vedação, maior serão as perdas por materiais senescentes.

Esse comportamento é observado por diversos autores, quando relatam os resultados dos experimentos, maiores períodos de vedação causam maior acúmulo de material senescente, maior porcentagem de colmos, e em consequência disso ocorre um aumento na massa de forragem da pastagem. Esse aumento pode ser visto como benéfico para os produtores, mas em contrapartida, ao observar sua qualidade estrutural, esse aumento nem sempre traz benefícios devido à má qualidade do material colhido.

É comum a presença significativa de colmos e de tecidos senescentes no estrato pastejável (SANTOS et al., 2009b) em pastos diferidos por longos períodos, podendo aumentar seu consumo pela escassez da porção verde. Santos et al. (2009 c), no mesmo estudo, realizado na região de Viçosa/MG, observaram em pastos diferidos por maior período mais massa de forragem total (7.665 kg.ha^{-1} de MS), porém menor percentual de lâminas foliares verdes (20,3%). Comportamento contrário foi constatado nos pastos submetidos a menor período de diferimento (4.844 kg.ha^{-1} de MF, com 30,1% de lâmina verde, em média). Num período de vedação de 120 dias à altura de 10 cm, Euclides et al. (2007) verificaram acúmulo de 3.900 kg.ha^{-1} de MST e 825 Kg.ha^{-1} de lâmina foliar (21%) para o capim-marandu, diferido em Campo Grande/MS.

Ao vedar pastos de capim-xaraés em diferentes épocas, em Porto Velho/RO, Costa et al. (2010) observaram que, independente da época de vedação, pastos que permaneceram maior tempo vedado, apresentaram baixos teores de proteínas, DIVMS, em relação aos pastos vedados por menores períodos. A queda nos teores de PB foi de 8 para 5% e da DIVMS de 59 para 46%. Comportamento similar foi constatado para *Urochloa decumbens* (SANTOS et al., 2009), com o aumento do período de vedação de 73 para 116 dias. Os teores de PB variaram de 6 para 3% e os de FDN de 71,0 para 80,8%.

A queda do valor nutritivo do material colhido deve-se ao aumento da participação de colmos e de tecidos lignificados e não pela escassez da porção verde na massa de forragem. Segundo Vilela et al. (2013) e Santos et al. (2010), o tamanho e o número de folhas vivas variam pouco, em função dos prolongados períodos de ausência de pastejo.

As gramíneas tropicais possuem altas taxas de amadurecimento, acarretando em aumento no conteúdo de parede celular rapidamente, isso porque as condições do clima tropical propiciam esta situação. Dessa forma, as forrageiras tropicais têm melhor qualidade, quando colhidas em estágio de crescimento mais novo. Neste contexto, o intervalo entre pastejo deve ser estabelecido, permitindo elevada produção de massa seca, não comprometendo o valor nutritivo e seu consumo (PAULINO et al., 1999).

Tentando minimizar esses efeitos, e em contrapartida aumentar a janela de pastejo na época da seca, é possível realizar o diferimento dos pastos a menores alturas, estabelecendo-se um limite de tempo para que a planta possa acumular forragem de melhor valor nutritivo para o período de escassez e melhorar as estratégias e ganhos por área nas propriedades rurais.

2.5 EFEITOS DO MANEJO AO DIFERIMENTO E A REBROTAÇÃO NA PRIMAVERA

O manejo do pastejo com o objetivo de reduzir a altura média do pasto no inverno pode resultar, para a primavera subsequente, pastos com menor proporção de colmos e material morto e maior participação relativa de lâminas foliares no dossel, o que facilitará o pastejo, com benefícios ao comportamento ingestivo, ao consumo e ao desempenho animal (SANTOS et al., 2010). Adicionalmente, nos pastos mantidos mais baixos no início do período de diferimento é possível diminuir a emissão de colmos reprodutivos, responsáveis pela redução da digestibilidade da forragem (SANTANA, 2011).

No caso de pastagens diferidas, não há estudos referentes à altura do pasto no momento do diferimento e seus benefícios à produção animal, embora haja conhecimento sedimentado que pasto diferido de forma inadequada represente fator negativo ao seu valor nutritivo e no desempenho animal (FONSECA; SANTOS, 2009). Molan (2004) verificou que após o período de vedação, pastos de capim-marandu manejados em lotação contínua e mantidos mais baixos apresentaram, na primavera, recuperação precoce dos níveis de massa de forragem.

No final do inverno e início de primavera, os pastos que foram vedados mais altos e pastejados têm a rebrotação demorada, devido à dificuldade de penetração

da luz no dossel, o que aumenta a participação de tecidos mortos, comparados àqueles vedados mais baixos (SANTANA et al., 2014). Por outro lado, a queda desse material ao solo poderá favorecer a recuperação da produção de biomassa no início da primavera, uma vez que maior incidência de luz ao nível do solo estimulará o aparecimento de perfilhos (DEREGIBUS et al., 1983), resultando em crescimento mais rápido após o restabelecimento das condições ambientais favoráveis (ANDRADE, 2003).

Ainda, no estudo de Santana et al. (2014), realizado na região de Viçosa/MG, pastos de capim-braquiária diferidos às alturas menores (10 e 20 cm) apresentaram maior renovação de perfilhos na primavera, quando comparados aos pastos diferidos em alturas superiores (30 e 40 cm). Analisando os resultados dos autores e percebendo também que de fato, quando comparado ao pasto diferido em altura inicial de 10 cm, aos pastos diferidos aos 30 e 40 cm tiveram maior massa de forragem (5.240 vs. 7.753 e 7.463 kg ha⁻¹ de MS) e tecidos mortos (2.944 vs. 4.276 e 4.640 kg ha⁻¹ de MS), no final do inverno, respectivamente. Esse comportamento pode estar associado aos perfilhos jovens serem mais leves que perfilhos velhos, ocasionando maior massa de forragem nos pastos mais altos. Os autores recomendam que o capim-braquiária seja vedado de 10 a 20 cm, para estimular sua rebrotação na primavera, além de sugerir novas pesquisas associando produção de massa, taxa de lotação entre outros para poder definir qual é a melhor estratégia que favoreça a rebrotação. Nesse contexto, surge a ideia de que a planta para sobreviver pode utilizar suas reservas orgânicas localizadas nas raízes e base dos colmos para a rebrotação, e que se no início do diferimento essas reservas forem utilizadas para a rebrotação no inverno, poderia influenciar no vigor da primavera. Sabe-se que a condição ou a estrutura do pasto numa determinada estação climática tem influência nessa característica em estação climática futura, o que limita o conhecimento prévio do que será a pastagem sem descrição da condição do pasto nas estações anteriores ou subsequentes (ANDRADE, 2003).

2.6 COMPOSTOS DE RESERVAS

Os Carboidratos de Reserva (CR) ou não estruturais (CNE), constituídos por carbono e hidrogênio (SHEARD, 1973), são elaborados e armazenados em órgãos de reserva da planta, como raízes e base dos colmos.

Os CR acumulados são os monossacarídeos, especificamente hexoses (glicose e frutose), oligossacarídeos (sacarose, maltose e, em menores quantidades, rafinose, estaquiose, manose, arabinose e xilose) e polissacarídeos (amido e frutosanais), McIlroy (1967) e Smith (1973).

O padrão de acúmulo de CR é diferente entre as plantas forrageiras de clima tropical e temperado. Plantas oriundas de clima temperado acumulam sacarose e frutosanais, enquanto que aquelas de clima tropical acumulam sacarose e amido (MAY, 1960; SMITH, 1973). Segundo Moore & Hatfield (1994), os carboidratos solúveis encontrados em maior quantidade nas plantas são glicose, frutose, sacarose e maltose.

Os CR representam a fonte metabolizável de energia para o crescimento e sobrevivência da planta (SMITH, 1973), que após a desfolha são usados como substrato nos processos de manutenção durante períodos de estresse e formação de novos tecidos, durante a recuperação após o pastejo. Em geral, os CR têm sua concentração reduzida por ocasião da desfolha e consequente rebrotação, sendo essa redução diretamente proporcional à intensidade e frequência da desfolhação (RODRIGUES et al., 2005).

Embora Brougham (1956) tenha argumentado que havia uma relação inversa entre a velocidade de formação de tecidos e a área foliar remanescente, e concluído que essa associação, também, era importante para a recuperação da pastagem após a desfolha, outros estudos com espécies forrageiras contrapõem-se afirmando a existência de correlação entre os teores de CR e o vigor de rebrotação das plantas (BOTREL, 1980; GROSS, 1988; SOARES FILHO, 1991; LUPINACCI, 2002). Para a expansão das folhas novas são usadas grandes quantidades de carboidratos produzidas pelas plantas, primariamente na forma de sacarose, conforme afirmaram Duffus & Duffus (1984). Smith & Nelson (1985) citaram que ocorre a redistribuição de carboidratos das folhas velhas para as folhas novas. Assim, se há área foliar remanescente para servir de fonte de carboidratos para novos tecidos, essa será utilizada. Caso isso não ocorra, as reservas armazenadas terão esse papel até a planta conseguir repor novos tecidos. Nesse contexto, pastos manejados no início do diferimento a maiores alturas teriam mais área foliar para a captação de fotoassimilados, e também mais área foliar remanescente para remobilização dos carboidratos.

Para muitos, a queda no teor dos carboidratos de reserva, nos primeiros dias de rebrotação após desfolha, seria um indício de sua participação no novo crescimento (GOMIDE et al., 2002). Morvan-Bretrand et al. (1999) apontaram que a fisiologia das plantas forrageiras tem duas fases distintas após a desfolha. A primeira é um período transitório, durante o qual as reservas orgânicas armazenadas previamente são utilizadas para a rápida reposição dos tecidos perdidos na desfolha. A segunda fase envolve o reajuste da atividade fisiológica, quando os estoques de reservas são progressivamente restaurados. Gross (1988) menciona que a concentração de CR é o melhor parâmetro para indicar o estado fisiológico da planta forrageira.

Uma justificativa para se atribuir aos CR a formação de novos tecidos, segundo Volenec et al. (1996), era devido a nenhum aspecto da fisiologia de plantas forrageiras ter sido estudado tão exaustivamente como a função dos carboidratos de reserva em situações de estresse (desfolha, inverno) e persistência da planta no ambiente.

Em outras pesquisas de remoção da parte aérea, pelo corte ou pastejo, era observado desequilíbrio em plantas forrageiras, cuja magnitude dependia da intensidade da desfolha, pela redução da cobertura vegetal e da interceptação de luz e, também, da fotossíntese líquida do dossel, bem como a quantidade de compostos orgânicos de reserva e o crescimento de raízes (DAVIDSON; MILTHORPE, 1966).

White (1973) encontrou em seu trabalho que a remoção da parte aérea de uma planta reduz o teor de carboidratos de reserva, o crescimento radicular e a área foliar, comprometendo o crescimento da planta forrageira, principalmente nos períodos secos do ano, quando estas utilizam as substâncias de reserva, alocados nos colmos e nas folhas. Segundo esse autor, o rebaixamento do pasto no momento do diferimento poderia gerar um déficit nas reservas das raízes, e que o rebaixamento do pasto no período seco, a planta não acumularia o suficiente para a rebrotação na primavera. Essa afirmativa corrobora com a de outros autores, que pastos manejados com a remoção da maioria das folhas, a planta remobiliza suas reservas orgânicas armazenadas para refazer a parte aérea e, conseqüentemente, restaurar a capacidade fotossintética. Se a concentração das reservas estiver inadequada, devido ao tempo insuficiente para reposição, a rebrotação será prejudicada e isso pode afetar a longevidade do pasto (GOMIDE et al., 2002).

Diante dos argumentos mencionados, é preciso repensar a altura e o tempo de vedação dos pastos. O momento de sua vedação, também, é de suma importância, uma vez que pastos vedados mais baixos necessitam de maior tempo para recuperar sua área foliar, crescer e acumular massa, e, ainda, armazenar os compostos orgânicos nas raízes e base dos colmos para atravessar o período crítico. No inverno, a planta utiliza os recursos energéticos subterrâneos para a sua sobrevivência, seja para florescer e frutificar, ou até mesmo para a sua manutenção basal. É importante mencionar que no inverno, por falta de estímulo ambiental para rebrotação, os pastos têm sua parte aérea apenas consumida pelos animais. O rebaixamento do pasto é contínuo até não se fazer limitante ao desempenho animal.

Conhecer o processo de acúmulo de massa de forragem e o seu desaparecimento é relevante, entretanto, estudar a variação nos teores e *pool* dos compostos de reserva nas raízes e base dos colmos, também, é uma forma de se entender melhor o processo de rebrotação e de produção de massa de forragem.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado e conduzido de março a dezembro de 2015, na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/USP, no Campus Fernando Costa, localizada em Pirassununga - São Paulo à latitude 21°59'S, longitude 47°26'O e altitude de 634 m. O clima é classificado como subtropical do tipo Cwa de Köppen (KÖPPEN; GEIGER, 1928). A pluviosidade e a temperatura média anual têm sido de 1300 mm e 23 °C, respectivamente. O solo é um Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2013).

A pluviosidade total decendial (mm) e as temperaturas mínima e máxima (°C) relativas ao período de 01/02/2015 a 07/01/2016 foram registradas em estação meteorológica informatizada digital da marca Campbell, localizada a 100 metros da área experimental (figura 1). Os dados históricos de pluviosidade da região, nos últimos 68 anos, são apresentados na figura 2.

Figura 1 – Temperaturas mínima e máxima e pluviosidade entre 01/01/2015 á 31/12/2015

Figura 2 - Média histórica de pluviosidade nos últimos 68 anos e médias do ano de 2015.

A área experimental era de 800 m² e composta por 16 parcelas medindo 32 m² cada uma. Essa área foi estabelecida com *Urochloa brizantha* cv. Marandu em 21 de dezembro de 2012 (figura 3).

Figura 3 - Vista aérea da área experimental.

Fonte: Própria autoria.

3.1 FASE 1 - PRÉ-EXPERIMENTAL

De novembro de 2014 a fevereiro de 2015 a área experimental foi manejada com intuito de se manter todas as parcelas na mesma condição antes da instalação do experimento. Nessa etapa, as plantas foram cortadas mecanicamente, utilizando uma segadeira manual, sempre que atingiam 30 cm de altura, deixando-se o resíduo de 15 cm a cada corte

Os cortes foram realizados em novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, e nos cortes de janeiro e fevereiro, as parcelas foram adubadas com o equivalente a 50 kg de N ha⁻¹ na forma de sulfato de amônio, totalizando 100 Kg de N ha⁻¹.

Em janeiro de 2015 foram coletadas amostras de solo à profundidade de 0-20 cm e analisadas no laboratório de solos do setor das agrárias (USP/FZEA). Não houve a necessidade de se fazer a calagem segundo recomendações proposta por Raij et al. (1996). Os dados referentes à análise química encontram-se na tabela 1.

Tabela 1- Resultados da análise química do solo da área experimental

Prof.	pH	MO	P	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	B	Cu	Fe	Mn	Zn	SB	CTC	V
cm	(CaCl ₂)	g kg	mg dm ⁻³		mmolc dm ⁻³						mg dm ⁻³				mmolc dm ⁻³		%
0-20	5,4	28,95	8,5	9,5	1,95	18	5,5	0	24,54	0,25	6,4	41,5	26,95	1,45	25,5	50	51

Extratores: pH: CaCl₂ ; P, K, Ca e Mg: Resina trocadora de íons; S: Fosfato de cálcio; B: Água quente
Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA; MO: reação dicromato de sódio com ácido sulfúrico

3.2 FASE 2 - CORTE PARA VEDAÇÃO

Anterior ao corte mecânico de uniformização das parcelas experimentais às alturas respectivas aos tratamentos, realizado em 08 de março de 2015, a altura e a interceptação luminosa médias eram de 40 cm e 92% (figuras 4 e 5). O excedente foi removido da parcela e realizada a adubação nitrogenada e potássica em cobertura com 50 kg.ha⁻¹ de N e 40 Kg.ha⁻¹ de K₂O, utilizando-se o sulfato de amônio e o cloreto de potássio, respectivamente. Ao final, de 0,5 m² foi amostrada em cada unidade experimental para avaliação da massa residual.

Figura 4 - Corte das parcelas experimentais às alturas relativas aos tratamentos.

Fonte: Própria autoria.

Figura 5 – Aspectos visuais das alturas dos resíduos (A) 5 cm, (B) 15 cm, (C) 25 cm, (D) 35 cm.

Fonte: Própria autoria.

3.2.1 Tratamentos experimentais

Os tratamentos avaliados foram quatro alturas de vedação 5, 15, 25 e 35 cm (parcela) e quatro tempos de vedação 35, 70, 105 e 140 dias (subparcela), com quatro repetições (figura 6). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), devido a homogeneidade do solo e da área experimental, e o experimento em parcelas subdivididas.

As subparcelas foram aleatorizadas por sorteio, sendo os tempos de vedação, a seguir demonstrado na figura 6.

Figura 6- Fluxograma da duração de cada período de vedação

Figura 7 - Croqui da área experimental e a distribuição aleatória das parcelas e subparcelas.

Numeração dentro da unidade experimental corresponde ao tempo de duração do diferimento

3.3 AVALIAÇÕES EXPERIMENTAIS

Durante o período experimental, o corte das parcelas era realizado à medida que os respectivos tempos de vedação eram atingidos, permanecendo em descanso até a uniformização em setembro para a rebrotação de primavera. Outras variáveis eram avaliadas a cada 7 dias.

3.3.1 Altura média do dossel

A altura média do dossel era determinada em cada parcela experimental, por único avaliador, mediante leituras até a última folha verde expandida com régua de acrílico graduada em centímetros em 10 pontos aleatórios (figura 7).

Figura 8 - Avaliação de Altura do dossel.

Fonte: Própria autoria.

3.3.2 Massa de forragem (MF) e composição morfológica (CM)

Para a determinação da massa de forragem (kg.ha^{-1}), a cada 35 dias em cada unidade experimental, utilizando-se tesouras de poda, era colhida ao nível do solo toda a forragem contida dentro de um quadrado de 1 m^2 , o local da coleta era identificado,

com intuito de se realizar futuras avaliações nessas áreas (figura 8). A forragem colhida era ensacada e levada para o laboratório. Era dividida em 2 subamostras, sendo a primeira utilizada para a determinação do teor de matéria seca. O material verde era acondicionado em saco de papel perfurado, pesado e seco em estufa com circulação de ar forçada a 65°C por 72 horas. A segunda subamostra era utilizada para a separação morfológica, constituída em lâminas foliares (LF), colmo e bainhas (CB) e material morto (MM). Quando a amostra apresentava inflorescências, essas eram incorporadas juntamente com a porção de colmos e bainhas (figura 9).

Todas essas frações eram acondicionadas em sacos de papel perfurados, pesadas e secas em estufa de circulação de ar forçada a 65°C por 72 horas para, em seguida, determinar a participação percentual de cada uma delas. A massa seca dos componentes morfológicos ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) era determinada pela multiplicação da participação percentual de cada um deles pela MF ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Figura 9 – Tesouras, régua e armações de ferro (A) utilizadas nas avaliações (B).

Fonte: Própria autoria.

Figura 10 - Separação morfológica dos componentes.

Fonte: Própria autoria.

As lâminas foliares das amostras colhidas eram congeladas para posterior leitura de sua área foliar e determinação do índice de área foliar (IAF), utilizando-se o integrador de área foliar LICOR 3000 (figura 10).

Figura 11 - Leitura das amostras (A) no integrador de área foliar (B)(LICOR 3000).

Fonte: Própria autoria.

3.3.3 Densidade Populacional de Perfilhos

A cada 35 dias, em uma área escolhida e representativa da parcela, eram contados os perfilhos contidos dentro de uma armação retangular de ferro de 0,125 m².

Os perfilhos eram classificados em basais vegetativos, aéreos vegetativos e reprodutivos. Com essa contagem foi estimada a densidade populacional de perfilhos por m² e a proporção em porcentagem de cada indivíduo contido nas unidades (figura 11).

Figura 12 – Contagem e classificação dos perfilhos nas unidades experimentais.

Fonte: Própria autoria.

3.4 CARBOIDRATOS SOLÚVEIS NAS RAÍZES E BASE DOS COLMOS

3.4.1 Colheita de raízes e base de colmos

Para as amostragens de raiz nas unidades experimentais, uma sonda de aço-inox de 40 cm altura e 10 cm de diâmetro, tendo 0,00314 m³ era posicionada de forma aleatória, sempre priorizando a parte central da touceira, e aprofundada no solo com o auxílio de uma marreta. Das amostras eram coletados 40 cm de raiz e os primeiros 10 cm de colmos (figura 12). A coleta era priorizada sempre no período da manhã, para evitar possíveis variações dos teores de carboidratos durante o dia. Após a coleta, as raízes eram lavadas em água corrente até a remoção da terra e dos colmos eram removidas as folhas. As amostras eram colocadas em estufa de circulação forçada de

ar por 1 hora em temperatura de 100°C para a paralização dos processos respiratórios e enzimáticos (RODRIGUES et al., 2007). Em seguida, colocava-se o material para secar em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65°C, por 72 horas. A massa seca das raízes e colmos foi obtida diretamente pela pesagem do material.

Após a pesagem, as amostras de raízes e colmos secos eram moídas em moinho tipo Willey e acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas para análises químicas.

Figura 13 - Sonda de coleta de raízes e colmos (A) e materiais vegetais lavados e prontos para secagem em estufa (B).

Fonte: Própria autoria.

3.4.2 Análises de Carboidratos Solúveis em Etanol

Para quantificar os teores de carboidratos solúveis em etanol foi utilizado o método descrito por HALL (2000). Extrato solúvel em etanol foi preparado por agitação contínua de 0,2 g de amostra seca com 40 mL de solução de etanol aquoso por 4 horas em temperatura ambiente, porém, mantendo-se a temperatura da solução entre 17 e 24°C em ambiente climatizado. Foi utilizada solução de etanol a 80% ou 80:20 (v/v) etanol/água destilada preparada a partir de etanol 95%.

Tubos de polietileno com tampa, contendo as amostras com a solução de etanol, foram colocados em uma mesa agitadora orbital a 150 rpm. Após agitação, as amostras foram filtradas em papel de filtração lenta e o extrato solúvel em etanol recolhido em balão volumétrico de 100 mL. Os tubos e filtros eram lavados com etanol a 80% e o volume completado. O conteúdo de CSE foi determinado em método colorimétrico adicionando fenol 5% e ácido sulfúrico concentrado, e leitura da absorbância em 409 nanômetros. A cada rodada de análises, era preparada uma curva padrão com solução estoque de sacarose. Os coeficientes de determinação das curvas foram sempre superiores a 0,99.

Foi realizada correção da leitura para a matéria orgânica da amostra para evitar erros de diluição, devido à presença do solo nas amostras. Com as leituras obtidas no colorímetro e a massa de colmos e raízes, foi possível determinar a quantidade de CSE em kg.ha^{-1} .

3.5 FASE 3 - AVALIAÇÕES NA PRIMAVERA

Em 26 de julho de 2015, as parcelas relativas ao período de vedação de 140 dias foram colhidas e encerradas as avaliações da primeira etapa do experimento. As unidades experimentais permaneceram em descanso até 30 de setembro de 2015, quando foi realizado o corte de uniformização para a rebrotação de primavera. Assim, os períodos de descanso, respectivos a cada tempo de vedação foram: 169, 134, 99 e 64 dias.

A segunda etapa do experimento teve duração de 111 dias compreendidos de 01 de outubro a 22 de dezembro de 2015. Optou-se em deixar as parcelas em descanso após o corte, ao tempo de vedação, pois nesse período a planta passava pela estacionalidade, portanto, o pasto estava em um período no qual seu metabolismo era reduzido, com menores crescimento e acúmulo de carboidratos, gerando baixa variação em relação aos dias de vedação.

Consistiu de uma etapa sequencial à primeira fase e foi mantido o delineamento estatístico, repetições e somente o tratamento altura de vedação. No entanto, nesta

etapa, as repetições no tempo deixaram de ser fixas em virtude de não ser o objetivo analisar os tempos de vedação.

Ao início da segunda fase, as parcelas apresentavam médias de alturas de 49 cm para os tratamentos de 5 cm; 56 cm para as alturas de 15 cm; 74 cm para as alturas de 25 cm e 85 cm para as alturas de 35 cm. Todas às parcelas eram uniformizadas por corte mecânico deixando-se resíduo de 15 cm.

Por ocasião do corte, amostraram-se as raízes e a forragem, seguindo procedimento descrito na primeira etapa. Após o corte, a interceptação luminosa passou a ser monitorada semanalmente, utilizando-se o aparelho da marca LICOR e modelo LAI 2200. As mensurações eram realizadas nos períodos de radiação difusa, quando o céu estava encoberto, ou no início da manhã ou no final da tarde. Foram feitas 2 leituras acima do dossel como referência e 10 leituras abaixo do dossel, ao nível do solo. Quando a maioria das parcelas atingia 95% de IL, era realizado o corte das plantas ao nível do solo.

A forragem foi amostrada no dia do corte para caracterização do resíduo e depois por mais três vezes nas datas 05/11/2015, 02/12/2015 e 22/12/2015, quando a maioria do dossel atingiu interceptação luminosa de 95%. Nesses mesmos períodos ocorreu a amostragem de raiz e base do colmo, seguindo o método descrito na primeira etapa do experimento, assim como as análises de carboidratos solúveis em etanol.

Para a amostragem de forragem, todos os perfilhos contidos em uma moldura de ferro retangular de 0,125 m² foram colhidos, cortando-os rente ao solo. Do material colhido, retirou-se uma subamostra para determinação do teor de matéria seca (%) e outra para separação dos componentes morfológicos. Após a amostragem da forragem, a parcela foi uniformizada a 15 cm de altura pelo corte mecânico.

O teor de matéria seca foi determinado após secagem a 65°C em estufa com circulação forçada de ar por 72 horas. Utilizou-se esse percentual para calcular a massa seca de forragem por hectare.

Os componentes morfológicos, lâmina foliar, colmo e bainha e material morto foram utilizados para determinação da participação percentual e massa por hectare de cada um deles.

As amostras secas de LF obtidas com a separação morfológica foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm acoplada (figura 13). Todas as amostras eram acondicionadas em sacos plásticos, previamente identificados. Foram determinados os teores de MS e proteína bruta (PB) de acordo com AOAC (1980), e fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), segundo Van Soest (1994).

Figura 14 - Estufa de secagem (A), moinho tipo "Willey"(B) e determinador de fibras modelo TE-149 Tecnal® (C) e Destilador de Kjeldahl (D).

Fonte: Própria autoria.

Nas mesmas ocasiões das avaliações de massa de forragem, também foi mensurada a densidade populacional de perfilhos assim como foi realizado na fase I.

Ao longo de toda a segunda etapa do experimento, as características morfogênicas foram avaliadas. Em cada parcela experimental eram marcados, com anel plástico colorido, dez perfilhos entre aéreos e basais, essa escolha era feita segundo a porcentagem dos mesmos no pasto, para avaliar o fluxo de tecidos, durante os ciclos de avaliação, e a cada período, novos perfilhos eram marcados para avaliação.

As medições eram realizadas a cada sete dias, utilizando-se de uma régua acrílica transparente graduada em milímetros. O comprimento das folhas expandidas foi medido desde a ponta da folha até sua lígula. No caso de folhas emergentes e em expansão, o mesmo procedimento foi adotado, porém era considerada a lígula da última folha expandida como referencial de mensuração. Para folhas em senescência, o comprimento correspondente ao tecido senescido era medido. O tamanho do colmo foi mensurado como a distância desde a superfície do solo até a lígula da folha mais jovem completamente expandida.

Os dados foram inseridos em planilhas de cálculos, atribuindo o período total de cada rebrotação ajustado segundo a duração de cada uma.

A partir dessas medidas foram calculadas as variáveis:

- **Taxa de aparecimento de folhas** – TApF (folhas/perfilho.dia): divisão do número médio de folhas surgidas por perfilho pelo número de dias do intervalo de avaliação;
- **Filocrono** – Fil (dias): inverso da taxa de aparecimento de folhas;
- **Comprimento final das folhas expandidas** – CFF (cm): comprimento final das lâminas foliares, sendo consideradas apenas àquelas não desfolhadas;
- **Taxa de alongamento de folhas** – TAIF (cm/perfilho.dia): divisão da variação média do comprimento das lâminas foliares em expansão por perfilho pelo número de dias do intervalo de avaliação;
- **Duração de vida das folhas** – DVF (dias): intervalo, em dias, do aparecimento da folha até sua total senescência, estimada pela equação proposta por Lemaire e Chapman (1996), em que $DVF = NFV \times Fil$.

- **Taxa de alongamento de colmos** – TAIC (cm/dia.perfilho): divisão da variação média em comprimento de colmo por perfilho pelo número de dias do período de avaliação;
- **Comprimento médio de colmo (colmo + pseudocolmo) (cm)** – CC: distância entre a lígula da última folha expandida em relação ao solo ou à inserção no perfilho de origem, no caso de perfilhos basais ou aéreos, respectivamente;
- **Taxa de senescência de folhas** – TSF (cm/perfilho.dia): divisão da variação média em comprimento da porção senescente da lâmina foliar por perfilho pelo número de dias do intervalo de avaliações;
- **Número de folhas vivas por perfilho** – NFV: obtido a partir do número médio de folhas em expansão, expandidas e em senescência por perfilho. Foram excluídas as folhas que apresentassem mais de 50% do limbo foliar em processo de senescência.

3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O experimento foi em parcelas subdivididas, num delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 4 repetições, sendo as alturas de vedação (5, 15, 25 e 35 cm) aplicadas às parcelas e o tempo de vedação (35, 70, 105 e 140 dias) aplicados às subparcelas. Quando a interação entre os níveis dos dois fatores foi significativa procedeu-se ao seu desdobramento para (i) realizar o estudo de regressão da variável resposta com as alturas para cada um dos tempos de vedação; e (ii) comparação entre as médias dos tempos de vedação para cada altura de vedação, utilizando o teste de Tukey (5%), optou-se por este teste pois as condições entre os tempos de vedação eram muito variáveis, e por se tratar de um teste rigoroso, ele favorece o aparecimento do erro tipo II (SAMPAIO,1943).

Para a fase de primavera foram mantidas as quatro alturas de vedação (5, 15, 25 e 35 cm) e realizadas medidas repetidas no tempo nas mesmas parcelas, correspondentes às três rebrotações (1ª, 2ª e 3ª) realizadas em outubro, novembro e dezembro. Quando foi necessário avaliar a massa residual, a mesma foi adicionada como nova medida no tempo. Quando a interação entre os fatores foi significativa

procedeu-se ao seu desdobramento para realizar o estudo de regressão da variável resposta com as alturas de vedação, em cada uma das rebrotações, e em caso de não interação, as rebrotações foram submetidas a teste de médias utilizando Tukey (5%).

Todas as análises foram realizadas com modelos mistos (PROC MIXED) do software SAS, sendo que a escolha da melhor estrutura de covariâncias entre as medidas repetidas no tempo baseou-se no menor valor dos critérios de informação de Akaike (AIC) e bayesiano de Schwarz (BIC) (Statistical Analysis System, versão 9.3), de acordo com Littell et al. (1998).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 MASSA DE FORRAGEM E COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA

Houve interação entre altura vs. tempo de vedação para massa de forragem (MF – $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, $P < 0,05$), taxa de acúmulo de forragem (TAcF – $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$, $P < 0,05$), massa de lâminas foliares (MLF – $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$; $P < 0,01$) e massa de colmos e bainhas (MCB – $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$; $P < 0,01$), enquanto que altura e tempo de vedação influenciaram a massa de material morto (MMM – $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$; $P < 0,01$), tabela 2 (Apêndice).

Houve efeito quadrático para 35, 105 e 140 dias ($P < 0,01$) e linear para 70 dias ($P < 0,01$), quando se avaliou a MF nas alturas de vedação. *Urochloa brizantha* cv. Marandu vedada por 70 dias apresentou aumento linear da MF, da ordem de 345 kg para cada 1 cm de aumento na altura de vedação, atingindo 15971 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de MF a 35 cm (figura 14A). Para 35, 105 e 140 dias de vedação, os pontos de máxima MF foram constatadas às alturas de 36 cm (10492 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), 27 cm (16920 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) e 30 cm (15080 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) cm, respectivamente. À medida que o tempo de vedação se prolongou, a máxima MF foi constatada em menores alturas de vedação (Figura 14 A).

Por outro lado, na comparação das médias de tempos para cada altura de vedação (Figura 14B), constata-se para pastos vedados a 5 cm, a MF aos 105 e 140 dias foi cerca de 2,5 a 3,0 vezes maior ($P < 0,05$) que àquela no tempo 35 dias, porém semelhantes entre si e às médias de 70 dias ($P > 0,05$), que se assemelhou às de 35

dias. O mesmo comportamento foi observado para a altura de 15 cm de vedação, sendo 70, 105 e 140 dias semelhantes entre si ($P>0,05$) e superiores a 35 dias ($P<0,05$). A vedação do capim-marandu a 25 cm proporcionou a maior MF com 105 dias de vedação ($P<0,05$). A MF aos 70 e 140 dias foram semelhantes entre si ($P>0,05$) e 35 dias de vedação a menor MF. Na vedação feita a 35 cm e com 140 dias, a MF foi semelhante àquela observada para 35 e 105 dias ($P>0,05$), porém inferior àquela com 70 dias, que se manteve igual à de 105 dias. À medida que a altura de vedação aumentava pastos vedados com 35 e 70 dias tiveram a MF aumentada, enquanto que para aqueles com 105 dias houve queda de 25 para 35 cm e as com 140 dias mantiveram-se inalteradas a partir dos 15 cm de vedação (Figura 14B).

Figura 15 – Curvas de regressão para massa de forragem, considerando as alturas em cada tempo de vedação (A) e a massa de forragem de tempos em cada altura de vedação (B) do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P<0,05$).

Em algumas pesquisas, os resultados para massa de forragem em pastos diferidos foram similares ao presente estudo. Santos et al. (2018), ao avaliarem o capim-marandu diferido por 80 dias às alturas de 15 e 30 cm, encontraram que independente da dose de nitrogênio utilizada, a pastagem mais produtiva foi a vedada a 30 cm (7400 vs. 5600 kg MS ha⁻¹). Gouveia et al. (2017), num estudo com capim-

braquiária vedado a diferentes alturas e tempos de vedação, encontraram comportamento muito similar da presente pesquisa. Pastos vedados por 141 e 171 dias a 30 cm apresentaram massa de forragem de 6423 e 5317 kg MS ha⁻¹). Já, para as alturas de 10 e 20 cm, com o aumento do tempo de vedação, ocorreu aumento linear na MF. Pastos vedados por 109 e 171 dias a 10 cm apresentaram MF de 2900 e 6200 kg MS ha⁻¹ e aqueles vedados a 20 cm MF de 3900 e 6300 kg MS ha⁻¹ respectivamente. Rodrigues Junior et al. (2015) constataram, ao vedar pastos de capim-marandu em épocas distintas e utilizados em diferentes momentos, que no maior tempo de vedação, a MF diminuiu. Em pastos vedados em março e utilizados em julho, agosto e outubro, as MF foram 10, 12 e 9 t MS ha⁻¹, respectivamente. Nessas pesquisas, os autores corroboram com a explicação dada por Silva et al. (2011), que pastos vedados mais altos apresentam o resíduo com maior índice de área foliar, aumentando a interceptação luminosa, a fotossíntese e a taxa de crescimento, aumentando a massa de forragem ao longo do período de diferimento no pasto alto. Embora pastos vedados mais altos possam apresentar maior MF com o passar do tempo de vedação, a queda em tempo mais prolongado pode ser explicada com base nos resultados de pesquisa de Brougham (1956). Este pesquisador, em condições de lotação intermitente com azevém perene, descreveu a curva de rebrotação do capim, composta por 3 fases: Na primeira, as taxas médias de acúmulo de MS aumentam exponencialmente com o tempo. Essa fase é altamente influenciada pelas reservas orgânicas da planta, disponibilidade de fatores de crescimento e área residual de folhas após o corte ou pastejo. A segunda fase apresenta taxas médias de acúmulo constantes. Nessa fase, o processo de competição adquire caráter mais relevante, principalmente quando o dossel se aproxima da completa interceptação da luz incidente. Na terceira fase inicia-se a queda das taxas médias de acúmulo, ocasionando redução na taxa de crescimento, consequência do aumento da senescência de folhas que atingiram o limite de duração de vida, e aumento do sombreamento das folhas mais velhas.

Para a TAcF (kg.ha⁻¹.dia⁻¹), exceto no tempo de vedação de 140 dias (P>0,05), houve efeito linear ascendente para os períodos 35 (P<0,05), 70 e 105 dias (P<0,01), à medida que se aumentava a altura de vedação (Figura 15 A).

O capim-marandu vedado por 35 dias teve aumento linear de $2,20 \text{ Kg.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ para cada centímetro de aumento de altura, enquanto em 70 e 105 dias, a variação foi de 3,09 e $1,57 \text{ Kg.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. Assim, constatou-se que pastos de capim-marandu vedados por 70 dias apresentam maiores TAcF, diminuindo em maiores tempos.

Por outro lado, ao comparar as médias das TAcF para tempos em cada altura de vedação (Figura 15B), constatou-se nos pastos vedados a 5 cm que a TAcF foi 4 vezes maior, quando vedados por 70, 105 e 140 dias comparados aos por 35 dias ($P < 0,05$), porém semelhantes entre si ($P > 0,05$). Para 15 cm de vedação, pastos vedados por 35, 105 e 140 apresentaram a mesma TAcF ($P > 0,05$). Aqueles vedados por 70 dias tiveram maior TAcF, apenas em relação aos de 35 e 140 dias ($P < 0,05$). Pastos de capim-marandu vedados a 25 cm tiveram maiores TAcF aos 70 e 105 dias, comparados aqueles vedados por 35 dias ($P < 0,05$) e semelhantes aos de 140 dias ($P > 0,05$). Com 35 cm de vedação, a maior taxa de acúmulo foi em 70 dias, superiores aquelas observadas para pastos vedados por 35, 70 e 140 dias ($P < 0,05$), porém estes semelhantes entre si ($P > 0,05$).

Figura 16 - Regressões para taxa de acúmulo de forragem, considerando as alturas em cada tempo de vedação (A) e taxa de acúmulo de forragem de tempos em cada altura de vedação (B) do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

Pastos vedados a 5 e 15 cm apresentaram balanço negativo de acúmulo, devido à morte de perfilhos na fase inicial da rebrotação. Esse comportamento apresentado nos primeiros 35 dias de vedação, naquelas alturas de diferimento, pode ser consequência da remoção de meristemas apicais no dia do diferimento, o que provocou interrupção no crescimento dos perfilhos decapitados. Dados de Santos et al. (2018) corroboram essa observação num estudo de diferimento do capim-marandu a 15 e 30 cm e adubado com doses de nitrogênio. A maior taxa de acúmulo foi na altura de 35 cm, em 70 dias de vedação (figura 15B). Justifica-se esse comportamento, em pastos vedados a maiores alturas, devido a sua maior área foliar remanescente, maior interceptação luminosa e maior taxa de crescimento. O decréscimo na TAcF de pastos vedados a 15 cm, para o período de 140 dias, justifica-se pela ocorrência de sombreamento no dossel, diminuindo a fotossíntese foliar, aumentando a senescência e as perdas respiratórias de carbono na fase final de crescimento dos pastos (PARSONS et al., 1983).

A massa de forragem produzida e disponível ao pastejo é de suma importância para a tomada de decisão do manejo do pastejo. No entanto, essa massa em maior quantidade pode apresentar pobre composição morfológica. A separação dos componentes morfológicos em lâmina foliar, colmo e bainha e material morto é ferramenta importante para o diagnóstico dos efeitos de altura e tempo de vedação.

Para a massa de lâminas foliares (MLF), houve efeito linear ascendente para os tempos de vedação 35 e 70 dias nas alturas de vedação ($P < 0,01$), figura 16 A. Vedação por 35 e 70 dias condicionou aumento de 70,2 e 47,9 Kg de MLF.ha⁻¹ para cada centímetro de aumento de altura, respectivamente. Aos 105 dias de vedação ocorreu efeito quadrático para MLF ($P < 0,05$), com ponto de máxima à altura de 25 cm (4288 Kg de MLF.ha⁻¹). Com o passar dos dias, ocorreu aumento da massa de lâminas foliares (MLF) em todas as alturas de diferimento, exceto para 140 dias, porém o destaque de produção de folhas foi em 25 cm com 105 dias de vedação (Figura 16 A).

Figura 17 - Regressões para massa de lâminas foliares, considerando as alturas em cada tempo de vedação (A) e massa de lâminas foliares dos tempos em cada altura de vedação (B) do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

Ao comparar as médias de tempo em cada altura de vedação (Figura 16B), constata-se que em pastos vedados a 5 cm, a MLF aos 35 dias foi 1000 kg a menos que nos demais tempos, porém semelhante apenas aqueles vedados por 105 dias ($P > 0,05$). Vedação por 70, 105 e 140 dias tiveram MLF iguais ($P > 0,05$). Para a altura de 15 cm todos os períodos de vedação tiveram MLF semelhantes ($P < 0,05$). Vedação de pastos a 25 cm proporcionou maior MLF em 105 dias ($P < 0,05$), comparado apenas aqueles por 140 dias. Os períodos 35, 105 e 140 dias tiveram a mesma MLF ($P > 0,05$). Para 35 dias de vedação, a menor MLF foi observada para o período 140 dias, inferior apenas àquelas para 35 e 70 dias ($P < 0,05$), e estes foram semelhantes entre si ($P > 0,05$).

A massa de colmo e bainha (MCB) de *Urochloa brizantha* cv. Marandu aumentou linearmente, cerca de 123 e 206 kg MCB.ha⁻¹ por cm de aumento na altura de vedação para os tempos de vedação 35 e 70 dias ($P < 0,01$) respectivamente, e teve comportamento quadrático nos tempos 105 e 140 dias ($P < 0,01$). Para 105 e 140 dias, o ponto de máxima MCB foi com 29,8 cm (7532 e 6187 Kg de MCB.ha⁻¹) respectivamente

(Figura 17A). O aumento na altura de vedação condicionou acúmulo de colmo e bainha no capim-marandu.

Na comparação das médias de tempo para cada altura de vedação (Figura 17B), em pastos vedados a 5 cm, a MCB dos 70 aos 140 dias de vedação foi cerca de 3 a 5 vezes superiores àquelas observadas para 35 dias, porém houve diferença apenas entre 35 e 140 dias ($P < 0,05$).

Para a altura de 15 cm, a vedação dos pastos de 70 a 140 dias resultou em maior MCB ($P < 0,05$), sendo semelhantes entre si ($P > 0,05$). Na altura de 25 cm constatou-se menor MCB para 35 e 70 dias comparada a 105 dias, que se mostrou semelhante ao tempo 140 dias ($P > 0,05$) e este por sua vez semelhante ao tempo 70 dias ($P > 0,05$). Na vedação do capim-marandu a 35 cm, o comportamento médio foi semelhante ao ocorrido para a altura 25 cm, porém a maior MCB foi observada para 70 dias de vedação, semelhante apenas às médias de 105 dias. O mesmo comportamento foi constatado por Santos et al. (2017) para o capim-piatã, que observaram, independente das doses de nitrogênio, aumento do tamanho dos colmos com tempo de diferimento mais longo.

Figura 18 - Regressões para massa de colmo e bainha, considerando as alturas em cada tempo de vedação (A) e massa de colmo e bainha dos tempos em cada altura de vedação (B) do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

Nas duas maiores alturas de vedação, com o passar do tempo, a proporção de colmos aumentou. Em geral, pastos mais altos no início do diferimento geram maior competição por luz e alongam os colmos para expor novas folhas à luz. O alto acúmulo de colmo ocorreu em razão do seu crescimento e, por longo período diferido. No interior de dosséis altos, ocorre maior sombreamento, o que gera competição entre os perfilhos por luz (CARVALHO et al., 2017), uma vez que em condições de baixa luminosidade, as plantas priorizam a alocação de carbono no alongamento dos entrenós, e, assim, posicionam nova área foliar nas camadas menos sombreadas do dossel (LEMAIRE, 2001; SANTOS et al., 2007, PEREIRA et al., 2014). Condições determinantes do alongamento dos colmos, como tempo de vedação, traz como prejuízo o acamamento da planta forrageira no pasto (SANTOS et al., 2009b; SANTOS et al., 2010).

A massa de material morto (MMM) cresceu com a altura e tempo de vedação ($P < 0,01$), figura 18 A e B.

Figura 19 - Regressão para massa de material morto, considerando as alturas de vedação (A) e massa de material morto nos tempos de vedação (B) do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

O comportamento foi quadrático para a MMM nas alturas de vedação do capim-marandu (Figura 18A), sendo o ponto de máxima em 28 cm (4586 Kg.ha^{-1}). À medida que o tempo de vedação aumentou, houve variação crescente na MMM ($P < 0,05$), oscilando de 2166 a 5023 kg.ha^{-1} (Figura 18B). Esse mesmo comportamento foi observado por Gouveia et al. (2017), que ao diferirem pastos de 10 a 30 cm de altura por até 170 dias, encontraram aumento de MF, de MM e de CB com o passar dos dias em todas as alturas estudadas. Justifica-se esse comportamento, devido a maior competição por luz em condições de sombreamento das folhas baixas e à morte de perfilhos menores (LEMAIRE, 2001), e aumento do material morto no pasto. Maior proporção de material morto na massa de forragem do pasto diferido prejudica sua estrutura e o valor nutritivo da forragem, fatores determinantes do consumo e desempenho animal (GOUVEIA et al., 2017). Resultados semelhantes foram encontrados por Vilella et al. (2012) para o capim-piatã diferido por 105 dias, que apresentou menor massa de lâminas foliares e alta taxa de senescência no final do ciclo de vedação e por Santos et al. (2010), num estudo com o capim-braquiária australiano, diferido por 121 dias à altura de 20 cm, observaram variação de 2324 a 4823 kg ha^{-1} de massa de material morto.

Corroboram com os resultados do presente estudo, relativo ao material morto, a pesquisa de Santos et al. (2017), que avaliaram as características estruturais de pastos de capim-piatã, e constataram aumento no número de folhas mortas com o tempo de vedação, independente da dose de nitrogênio aplicada. Folhas mais velhas localizadas na porção basal do pasto são sombreadas pelas folhas mais jovens e localizadas no estrato superior do perfilho. Com isso, as folhas mais velhas ultrapassam o ponto de compensação de luz, condição em que a taxa de fotossíntese é igual à de respiração, ocasionando a senescência foliar (TAIZ; ZIEGER, 2016).

No presente experimento, pastos de capim-marandu vedados por 140 dias à altura de 35 cm apresentaram baixa participação de tecidos verdes. As melhores combinações foram 25 e 35 cm de altura e 105 e 70 dias de vedação para massa de forragem e tecidos verdes. Apesar disso, tempo mais prolongado de vedação, também, aumentou a quantidade de material morto e de colmo. Essa maior massa de forragem foi gerada, basicamente, pelo acúmulo de colmos e de material morto, uma vez que o

acúmulo de folhas se estabilizou nos tempos 105 e 140 dias. Corroboram essas observações as pesquisas realizadas por Carnevalli et al. (2006); Pedreira (2006); Zeferino (2006).

Concordando com observações feitas por Santos et al. (2010), e com base nos dados desta pesquisa, o manejo mais condizente de pastos vedados seria adotar menores tempo de vedação e taxa de lotação, para melhorar desempenho, e maiores tempos de vedação, se o objetivo é apenas aumentar a taxa de lotação, em detrimento do desempenho animal.

Na tabela 2, estão apresentadas a massa de forragem média e as participações em massa e percentual dos componentes morfológicos, respectivos aos tratamentos.

Tabela 2- Massa de forragem média e a massa e percentuais dos componentes morfológicos.

Alturas de Vedação	MLF (Kg.ha ⁻¹)	% LF	MCB(Kg.ha ⁻¹)	% CB	MMM(Kg.ha ⁻¹)	% MM	MF (Kg.ha ⁻¹)
Dias de Vedação							
35 dias							
5 cm	1419	49	677	23	792	27	2887
15 cm	2674	36	2126	29	2633	35	7433
25 cm	3119	34	3403	37	2581	28	9103
35 cm	3610	34	4341	41	2660	25	10611
70 dias							
5 cm	2555	52	1582	32	765	16	4901
15 cm	2786	26	4300	41	3441	33	10527
25 cm	3230	27	5644	47	3018	25	11892
35 cm	4003	25	7985	50	3982	25	15970
105 dias							
5 cm	2216	37	2138	35	1705	28	6059
15 cm	3330	26	5091	39	4615	35	13037
25 cm	4288	25	7805	45	5282	30	17374
35 cm	3092	20	7130	46	5132	33	15353
140 dias							
5 cm	2455	33	2341	31	2690	36	7485
15 cm	2987	22	4504	33	5972	44	13463
25 cm	2823	20	6296	44	5079	36	14198
35 cm	2496	17	5934	40	6551	44	14981

Quanto à avaliação do índice de área foliar (IAF), observou-se efeito cúbico para altura de diferimento nos períodos de 70 e 105 dias e efeito quadrático para 140 dias ($P < 0,01$), figura 19A.

Na figura 19B constata-se, para pastos vedados a 5 cm, maior IAF para o tempo de 105 dias ($P < 0,05$) comparado aos de 70 e 140 dias, semelhantes entre si ($P > 0,05$) e todos superiores aos de 35 dias. O IAF cresceu de 35 dias (1,19) até 105 dias (2,96), diminuindo aos 140 dias (2,15). Pastos vedados a 15 cm, o IAF decresceu de 1,74 (35 dias) a 1,22 (140 dias), sendo todas as médias semelhantes entre si ($P > 0,05$). Para 25 cm, o IAF variou de 1,77 (35 dias) a 2,45 (70 dias), diminuindo para 1,92 e 1,21 (105 e 140 dias, respectivamente). Houve diferença apenas entre as médias de 70 e 140 dias. Pastos vedados a 35 cm tiveram maiores médias de IAF aos 35 e 70 dias (2,10), diferindo daqueles vedados por 140 dias (0,92), $P < 0,05$. O IAF para o tempo de 105 dias (1,65) foi semelhante aos demais ($P > 0,05$).

Para a leitura da área foliar foram utilizadas apenas as lâminas foliares verdes e vivas. Apesar do aumento da MF, da MCB e MMM (Figuras 16B, 17B e 18B) com o tempo de vedação, constata-se, pela avaliação dos resultados, que a medida que aumenta a altura de vedação dos pastos, a área foliar é maior em tempo de vedação mais curto (Figura 19B).

Figura 20 - Regressões para índice de área foliar (A), considerando as alturas em cada tempo de vedação e o índice de área foliar dos tempos em cada altura de vedação (B) do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

Embora, durante o período de vedação dos pastos, a pluviosidade não tenha sido limitante ao capim-marandu (Figura 2), o que favoreceu o surgimento e manutenção de lâminas foliares (Figura 16B), o IAF foi crescente em tempos mais curtos de vedação, diminuindo com seu prolongamento (Figura 19A e B). Esse comportamento é conflitante com alguns resultados de pesquisa, com aumento do IAF ao prolongar o tempo de vedação. Vilela et al. (2012), num estudo com capim-piatã, constataram que independente do período de vedação, pastos vedados a 30 e 40 cm tiveram o IAF inalterado.

Segundo Parsons et al. (1983), quando a intensidade de remoção da área foliar é alta e ou a massa residual é baixa, a planta forrageira tem dificuldade de rebrotação. Isso acontece porque a planta utiliza parte de sua fotossíntese bruta para aumentar a área foliar e produção de novos tecidos, o que provoca atraso na rebrotação. Após o período em que a área foliar intercepta 95% da luz incidente, o processo de alongamento e senescência foliar se igualam, resultando em acúmulo líquido de forragem igual a zero (PARSONS et al., 1983) ou até mesmo negativo. Essa explicação vem de

encontro ao que ocorreu com o IAF, em pastos mantidos mais baixos. O IAF aumentou e se manteve até o final do tempo de vedação, já os pastos que foram mantidos a alturas mais elevadas atingiram seu ponto máximo de produção e após isso ocorreu uma diminuição do IAF pela morte de tecidos. Resultados que se conectam com a composição morfológica durante todo o período de diferimento, que com o passar dos dias de vedação, apresentou maior senescência foliar.

4.2 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DO CAPIM MARANDU

Houve interação entre altura vs. tempo de vedação para altura do pasto (ALT - cm), proporção de perfilhos basais (%PERFBASAL) e de perfilhos reprodutivos (%PERFREPRO), enquanto que tempo de vedação influenciou a densidade populacional de perfilhos (DDP) (tabela 3 - Apêndice).

Houve efeito linear de alturas de vedação para o tempo de 35 dias ($P<0,01$) e quadrático para 70, 105 ($P<0,01$) e 140 dias ($P<0,05$) de vedação na avaliação da altura do dossel (ALT). Em 35 dias de vedação o capim-marandu teve aumento linear da ordem de 2,37 cm de altura para cada 1 cm de aumento na altura de vedação. Considerando a amplitude das alturas de vedação do capim-marandu, os tempos 70, 105 e 140 dias tiveram o ponto de máxima altura do dossel com 35 cm de vedação (98, 82 e 91 cm respectivamente – Figura 20A).

Figura 21 - Regressão para altura do pasto, considerando as alturas em cada tempo de vedação e a altura do pasto de tempos em cada altura de vedação (B) do capim marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

Por outro lado, na comparação das médias de tempo para cada altura de vedação, pastos vedados a 5 cm apresentaram aumento da altura do dossel com o prolongamento do tempo de vedação, variando de 28 cm (35 dias) a 47 cm (140 dias), $P < 0,05$. Em 140 dias de vedação apresentou a maior altura do dossel em relação aos outros tempos ($P < 0,05$). 35 e 70 dias de vedação tiveram alturas do dossel semelhantes entre si ($P > 0,05$), porém inferiores ao tempo 105 dias ($P < 0,05$). Quando a vedação foi a 15 cm, a altura do dossel aumentou dos 35 aos 105 dias (55 a 61 cm), mantendo-se diferentes entre si ($P < 0,05$). Embora a altura média dossel, a partir dos 105 dias tenha diminuída, as alturas para 70 e 140 mantiveram-se iguais ($P > 0,05$). Pastos vedados a 25 cm apresentaram alturas do dossel maiores aos 70 dias em relação aos tempos 105 e 140 dias ($P < 0,05$), semelhantes a 35 dias ($P > 0,05$), que se manteve igual a 105 e 140 dias. Em 35 cm de vedação, a altura do dossel foi semelhante ($P > 0,05$) entre 105 e 140 dias (82 e 81 cm) e entre 35 e 70 dias (95 e 94 cm), que em conjunto foram diferentes ($P < 0,05$), figura 20B.

As alturas do dossel apresentaram variação muito semelhante àquela observada para MF (Figura 15B). Houve queda na MF a partir dos 105 dias de vedação, tanto para 25 como para 35 cm de vedação. O aumento da altura também está relacionado à porcentagem de colmos e bainha do dossel, que aumentou no mesmo período que ocorreria aumento na altura final do capim-marandu. Condições de sombreamento (LANGER, 1972) provoca o alongamento do colmo, culminando em maior altura do dossel.

Para a densidade populacional de perfilhos (DPP), houve diferença ($P < 0,05$) entre os tempos de vedação, ocorrendo nos três primeiros médias semelhantes entre si ($P > 0,05$), aproximadamente 900 perfilhos/m², e superiores ao período de 140 dias ($P < 0,05$), com 638 perfilhos/m², figura 21.

Figura 22 - Médias da densidade populacional de perfilhos nos períodos de vedação do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

Até 105 dias de vedação, o capim-marandu manteve-se com a DPP sem variação ($P > 0,05$), decrescendo em quase 41% no último período. Explica-se essa queda pelo processo de senescência com a idade da planta, devido ao sombreamento. A menor intensidade e qualidade de luz na base das plantas inibem o perfilhamento

basal, ou seja, reduz o surgimento de novos perfilhos vegetativos nos pastos submetidos a longos períodos de diferimento. De acordo com Langer (1972), na maioria das espécies, as maiores intensidades luminosas favorecem o perfilhamento. Além disso, a reduzida razão vermelho:infravermelho, característica comum à luz que chega nos estratos inferiores do pasto próximo ao solo, também causa atraso no desenvolvimento das gemas em perfilhos (DEREGIBUS et al., 1983). Em experimentos com azevém perene, em manejo intermitente, a densidade populacional de perfilhos aumentou após a desfolhação até o IAF atingir valores entre 3 e 4, diminuindo posteriormente. Isso ocorre porque a DPP está interligada ao IAF, e seus efeitos indiretos alteram a taxa de aparecimento e de alongamento de folhas, visando a perenidade do pasto (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

A DPP de perfilhos consiste da soma de perfilhos aéreos, basais e reprodutivos. Houve efeito linear de altura de vedação para 35 dias de vedação e quadrático para 70, 105 e 140 dias de vedação para a proporção de perfilhos basais - %PERFBASAL ($P < 0,01$), (tabela 3 - Apêndice). Pastos vedados por 35 dias tiveram queda linear, da ordem de 0,49% no PERFBASAL a cada 1 cm de aumento na altura de vedação. Aos 70, 105 e 140 dias de vedação, o ponto de mínima %PERFBASAL ocorreu na altura de 26 cm (33%), de 30 cm (23%) e de 29 cm (23%).

Pastos vedados a 5 cm apresentaram %PERFBASAL diferente apenas entre 35 e 105 dias de vedação ($P < 0,05$), sendo esses dois tempos semelhantes aos observados aos 70 e 140 dias ($P > 0,05$), figura 22A. Nas demais alturas de vedação observa-se que a %PERFBASAL decresceu como o aumento do tempo de vedação, sendo as médias para 35 dias superior às demais (70, 105 e 140 dias) que se mantiveram semelhantes entre si ($P > 0,05$), figura 22B.

Nas avaliações de perfilhamento, observou-se que a partir 70 dias iniciaram-se a diferenciação e o florescimento dos perfilhos basais em reprodutivos, culminando em 62% deles ao final dos 140 dias para as alturas 25 e 35 cm, e 10 e 40% para as alturas 5 e 15 cm, respectivamente. Resultados semelhantes foram constatados por Santos et al. (2009). Comentam os autores que nessas condições, grande parte dos perfilhos vegetativos desenvolve-se em perfilhos reprodutivos e estes, por conseguinte, passam à categoria de perfilhos mortos, seguindo o ciclo fenológico normal de uma gramínea.

Figura 23 - Regressões para porcentagem de perfilhos basais (A), considerando as alturas em cada tempo de vedação e porcentagem de perfilhos basais dos tempos em cada altura de vedação (B) do capim marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

Na avaliação dos perfilhos reprodutivos (%PERFREPRO), tabela 3 - Apêndice, observou-se efeito quadrático ($P < 0,01$ para 70, 105 e 140 dias de vedação). Pastos vedados por 35 dias, independente da altura, não apresentaram perfilhos reprodutivos. Aos 70 dias de vedação, verificou-se que o ponto de máximo %PERFREPRO ocorreu na altura de vedação de 32 cm (32%), e para 105 e 140 dias à altura de vedação de 33 cm, representando 51 e 65%, respectivamente (Figura 23A).

Ao avaliar o %PERFREPRO em cada altura de vedação, constatou-se, exceto para 5 cm, aumento do %PERFREPRO com o prolongamento do tempo de vedação. Houve semelhança entre os tempos na altura de 5 cm. Para 15 cm, o %PERFREPRO para o tempo 105 dias assemelhou-se aos tempos 70 e 140 ($P > 0,05$), que foram diferentes entre si ($P < 0,05$). Aos 70 dias de vedação a %PERFREPRO foi de 28%, elevando-se para 46% (105 dias), completando o ciclo com 63% (140 dias). Para 25 cm de vedação, a %PERFREPRO aumentou com os tempos de vedação ($P < 0,05$), de 28 a 63%, e para 35 cm, 105 e 140 dias apresentaram maiores %PERFREPRO em relação aos demais tempos ($P < 0,05$), porém semelhantes entre si ($P > 0,05$), figura 23B.

Figura 24 - Regressões para porcentagem de perfilhos reprodutivos (A), considerando as alturas em cada tempo vedação e porcentagem de perfilhos reprodutivos dos tempos em cada altura de vedação (B) do capim marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

A variação no %PERFREPRO dos pastos vedados a 35 cm foi de 33 para 64% (Figura 23B). Isso corrobora com os resultados de Santos et al. (2018), que concluiu serem os pastos mais precoces para o florescimento, à medida que a altura ao diferimento é maior. Por outro lado, Gouveia et al. (2017) afirmam que pastos diferidos em janeiro e fevereiro tiveram mais tempo para o crescimento, que também coincidiu com o período de florescimento, e aqueles vedados mais alto (20 e 30 cm) apresentaram maior proporção de perfilhos reprodutivos. A perenidade do pasto depende da capacidade de substituição dos perfilhos mortos, que também é afetada pelos picos estacionais de morte e aparecimento, especialmente aqueles associados com eventos de florescimento (SBRISSIA; DA SILVA, 2008). Esse é um dos problemas elencados por Santos et al. (2009 c), sugerindo que áreas diferidas em um ano, não seja utilizada para o diferimento em um próximo ano, em virtude de se evitar possíveis problemas de persistência da pastagem, devido a diminuição de perfilhos vegetativos, principalmente quando os pastos forem vedados mais altos. Esse argumento serviu

como uma das possibilidades de se estudar os reflexos das alturas de diferimento na estação subsequente.

Para o perfilamento aéreo (%PERFAER) houve efeito de altura e tempo de vedação. A %PERFAER, nas alturas de vedação (Figura 24A), apresentou comportamento quadrático ($P < 0,01$), com o ponto de máxima em 23 cm (24%). Nos tempos de vedação, o %PERFAER foi semelhante para 70 e 105 dias de vedação ($P > 0,05$), porém superior ($P < 0,05$) aos tempos 35 e 140 dias, que se apresentaram diferentes entre si ($P < 0,05$). Aos 35 dias, o %PERFAER foi de 16 %, aumentando para 27% aos 70 dias e diminuindo para 25 e 11% para 105 e 140 dias, respectivamente, figura 24B.

Figura 25 - Regressões para porcentagem de perfilhos aéreos (A), considerando as alturas (A) e os tempos de vedação (B) do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

O aumento na proporção de perfilhos aéreos ocorreu até os 105 dias de vedação, diminuindo significativamente aos 140 dias. O aparecimento do perfilho aéreo resulta em melhor distribuição das lâminas foliares no dossel e, por conseguinte, em melhor distribuição e menor competição pela luz, o que permitiria taxas de crescimento mais altas. Segundo Robson et al. (1988), os perfilhos aéreos surgem de um perfilho basal, que representa a fonte de fotoassimilados. Em condições de concorrência

elevada de luz, os fotoassimilados produzidos durante a fotossíntese são preferencialmente alocados para perfilhos existentes em relação às gemas axilares ou perfilhos menores. Assim, embora os perfilhos aéreos estejam localizados na parte superior do relvado, isto é, numa região em que há menor competição para a luz, a prioridade sempre será o perfilho basal (SOUSA et al., 2013).

Santos et al. (2018) constataram que o capim-marandu diferido por períodos mais longos produzem menos perfilhos aéreos e basais, e mais perfilhos reprodutivos. Sousa et al. (2013) mencionam que o capim-piatã, diferido em alturas e tempos diferentes, apresentou os perfilhos aéreos com maior taxa de mortalidade e menor de sobrevivência, com o avanço do período de diferimento. Assim, conclui-se que perfilhos aéreos são os primeiros a serem penalizados, quando existe concorrência elevada intraespecífica por luz no interior do dossel. Perfilhos, após o processo de florescimento, encontra-se em fim de ciclo fenológico, e isso contribui para sua morte.

4.3 CARBOIDRATOS DE RESERVA

Os teores de carboidratos solúveis nas raízes (CSRZ - Kg CSE ha⁻¹) e base dos colmos (CSCOL - Kg CSE ha⁻¹) variaram influenciados pela interação altura vs. tempo de vedação ($P < 0,01$), tabela 4 – Apêndice.

Pastos vedados de capim-marandu apresentaram comportamento cúbico do *pool* metabólico de carboidratos nas raízes (CSRZ), quando foram vedados por 70 e 140 dias, e linear, quando vedados por 105 dias (Tabela 4 Apêndice e Figura 25A), $P < 0,05$.

Em pastos vedados às alturas de 5 e 25 cm, as médias de CSRZ nos tempos de vedação foram semelhantes ($P > 0,05$), da ordem de 885 e 1197 Kg CSE ha⁻¹, respectivamente (Figura 25B). Para 15 cm, a quantidade média de CSRZ foi igual para 35 (1253 Kg CSE ha⁻¹) e 105 dias (1323 Kg CSE ha⁻¹) ($P > 0,05$) e superior ($P < 0,05$) à de 70 (780 CSE.ha⁻¹) e 140 dias (737 CSE.ha⁻¹), que se mantiveram semelhantes entre si ($P > 0,05$). Em 35 cm de vedação, a variação na quantidade de CSRZ foi similar ao ocorrido nos pastos vedados a 15 cm. Quantidades de CSRZ foram semelhantes entre pastos vedados a 35 (1143) e 105 cm (1431) e entre 70 (571) e 140 dias (747). A média aos 105 dias foi maior que aos 70 e 140 dias, enquanto que os teores de CSRZ aos 35

dias foi semelhante àquela observada aos 140 dias e maior que aos 70 dias. De 35 a 70 dias, a quantidade de CSRZ decresceu 50% (de 1143 para 571 Kg CSE.ha⁻¹), em seguida aos 105 dias aumentou 151% (de 571 para 1431 Kg CSE ha⁻¹), diminuindo aos 140 dias em 48% (de 1431 para 747 Kg CSE ha⁻¹), figura 25B.

Parsons & Robson (1981) verificaram redução acentuada no teor de carboidratos alocado para o sistema radicular, coincidindo com o início do alongamento dos colmos, em 70 dias de vedação (figura 25B).

Figura 26 - Regressões para teores de carboidratos solúveis na raiz, considerando as alturas em cada tempo de vedação (A) e os teores de carboidratos solúveis na raiz dos tempos em cada altura de vedação (B) do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

Segundo Gomide et al. (2002), a desfolha total da planta forrageira compromete o sistema radicular e a concentração de carboidratos totais não estruturais, porém, as plantas conseguem, em parte, compensar o prejuízo para a rebrotação, aumentando seu investimento no crescimento de área foliar, revelando maiores valores para a taxa de expansão da área foliar.

O aumento da intensidade de corte, caracterizado pela vedação dos pastos mais baixos, tem reflexos negativos na planta em diminuir seu *pool* metabólico de carboidratos solúveis no sistema radicular. De fato, ao observar o comportamento médio dos teores de CSE de 5 a 25 cm, constata-se aumento em seus teores, para diminuir em 35 cm. Plantas manejadas mais baixas têm queda no armazenamento de CSE nas raízes, devido ao processo respiratório para garantir novo crescimento de tecidos. Durante a fase vegetativa, os meristemas apicais e o sistema radicular são os drenos mais importantes, enquanto que na fase reprodutiva, as sementes tornam-se drenos preferenciais (DA SILVA et al., 2012). Nas figuras 23A e B, observa-se que a proporção de perfilhos reprodutivos (%PERFREPRO) cresce no tempo e com as alturas de vedação. Considerando ser o perfilho reprodutivo um dreno importante, esperava-se que, a partir de 15 cm, o *pool* de CSE diminuísse, o que aconteceu a partir dos 25 cm, e, também, que nas alturas 15 e 35 cm, esse *pool* de CSE tivesse variação mais uniforme. A única explicação compatível com a variação observada, deveu-se ao ponto amostral das raízes. Como trata-se de *pool* metabólico, caso a quantidade de raiz amostrada no processo tenha variação, os resultados sofrem oscilações.

A quantidade de CSCOL (Kg CSE.ha^{-1}), considerando as alturas em cada tempo de vedação, teve comportamento cúbico para 35 e 105 dias e quadrático para 70 dias (ponto de máxima 17,4 cm), $P < 0,01$, figura 26A.

Pastos vedados a 5 cm apresentaram quantidade de CSCOL nos colmos maior aos 70 dias ($2531 \text{ Kg CSE ha}^{-1}$) apenas em relação aos tempos 35, ($1596 \text{ Kg CSE ha}^{-1}$) e 105 dias ($1611 \text{ Kg CSE ha}^{-1}$), que foram iguais àquela observada para 140 dias ($1973 \text{ Kg CSE.ha}^{-1}$). Para a altura 15 cm, constatou-se no tempo 70 dias a quantidade de CSCOL ($3112 \text{ Kg CSE.ha}^{-1}$) superior apenas em relação aos tempos 35 e 140 dias (2097 e $2023 \text{ Kg CSE.ha}^{-1}$ respectivamente), que se mantiveram iguais à média de 105 dias ($2733 \text{ Kg CSE ha}^{-1}$). Para a altura 25 cm, constatou-se no tempo 70 dias a quantidade de CSCOL ($2985 \text{ Kg CSE.ha}^{-1}$) superior apenas em relação aos tempos 35 e 105 dias (1430 e $1372 \text{ Kg CSE.ha}^{-1}$ respectivamente), que se mantiveram semelhantes à média de 140 dias ($2167 \text{ Kg CSE ha}^{-1}$). Na altura 35 cm, o *pool* de CSCOL foi crescente de 35 a 140 dias (1361 para $2800 \text{ de Kg CSE.ha}^{-1}$), não havendo diferença entre 35 dias e os tempos 70 e 105 dias ($P > 0,05$), diferentes entre si, e todos

inferiores ao tempo 140 dias (Figura 26B). Soares Filho et al. (2013) observaram comportamento diferente ao estudar os carboidratos totais não estruturais em capim-tanzânia adubado com nitrogênio. No outono a concentração de carboidratos na raiz era de $0,53 \text{ g.Kg}^{-1}$, e no inverno esse teor foi para $0,50 \text{ g.Kg}^{-1}$, não apresentando grande variação entre as estações. Já, ao mensurar os teores na base dos colmos, os autores encontraram teores de $1,26 \text{ g.Kg}^{-1}$ no outono, e $0,39 \text{ g.Kg}^{-1}$ no inverno, sendo constatada variação entre estações.

Figura 27 - Regressões para teores de carboidratos solúveis nos colmos (A), considerando as alturas em cada tempo de vedação e os teores de carboidratos solúveis nos colmos nos tempos em cada altura de vedação (B).

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

Considerando o *pool* metabólico médio de CSE nas raízes e base dos colmos para todos os tempos em cada altura de vedação (5, 15, 25 e 35 cm), a variação foi 885, 1024, 1197 e 973 kg CSE.ha⁻¹ nas raízes e 1928, 2491, 1988 e 2040 kg CSE.ha⁻¹ na base dos colmos, respectivamente. Nas raízes e base dos colmos, o *pool* metabólico cresceu até os 105 e 70 dias, respectivamente. Embora as raízes possam sustentar maior tempo para armazenamento de CSE, as quantidades médias na base dos colmos foram cerca de 107% maiores que as das raízes. Ao associar a capacidade de

retomada de crescimento a partir do corte entre perfilhamento e *pool* metabólico de CSE nas raízes e base dos colmos de capim-marandu, observa-se nas figuras 22B e 24B densidade populacional de perfilhos basais e aéreas contrastante. O perfilhamento é preferencialmente basal, coincidentemente com a maior quantidade de CSE na base do colmo em cerca de duas vezes àquela das raízes. Soares Filho et al. (2013) observaram para o capim-tanzânia, que os carboidratos solúveis armazenados na base dos colmos, possivelmente, são mais utilizados na rebrotação do que os localizados nas raízes. Concluíram, também, que ocorre maior concentração de carboidratos não estruturais na base dos colmos em relação as raízes, comportamento, também, constatado na presente pesquisa e que pode ser observado nas figuras 25B e 26B. Outro comportamento importante foi verificado na variação dos dados para as alturas de vedação. Quando a vedação foi feita à altura de 35 cm, a planta apresentou *pool* de CSE na base dos colmos crescente nos tempos de vedação, refletindo o benefício da área foliar remanescente para a rebrotação, não interferindo nos estoques de carboidratos armazenados nos órgãos de reserva da planta.

4.4 REBROTAÇÃO NA PRIMAVERA

Houve interação rebrotação vs. altura de vedação na massa de forragem (MF, $P<0,01$), proporção de lâminas foliares (LF, $P<0,01$), proporção de colmos e bainhas (CB, $P<0,01$), proporção de material morto (MM, $P<0,01$) e densidade populacional de perfilhos (DPP, $P<0,01$), tabela 5 (Apêndice).

Na 1ª rebrotação (R1) de primavera verificou-se efeito quadrático (tabela 5 - Apêndice) de altura de vedação na MF ($P<0,05$), com o ponto de máxima à altura de 18 cm (5579 Kg.ha^{-1}), $P<0,01$. Para a 3ª rebrotação (R3), o efeito foi linear crescente de $41,9 \text{ Kg.ha}^{-1}$ para cada cm de aumento nas alturas estudadas (Figura 27). À altura de 35 cm, a MF foi 5470 Kg.ha^{-1} . Para a MF residual e a da 2ª rebrotação, não se observou diferença nas alturas de vedação, com MF de 751 e 4296 Kg.ha^{-1} ($P>0,01$), respectivamente.

Figura 28 - Massa de forragem residual e das rebrotações na primavera, considerando as alturas de vedação do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

Justifica-se a menor MF à altura de 35 cm, no início da rebrotação na primavera, devido à barreira física gerada pelo material morto depositado ao solo, não permitindo maior penetração da radiação na base da planta que pudesse estimular o perfilhamento, e consequentemente o aumento da MF. Comportamento similar foi observado por Santana et al. (2014), quando ao estudar quatro alturas de diferimento e os efeitos na rebrotação na primavera, verificaram que pastos vedados a maior altura atrasaram a rebrotação, comparados aqueles a menor altura. Os autores argumentam que a quantidade de material morto residual representou uma barreira à penetração de luz.

Para participação percentual de LF (tabela 5 Apêndice) na MF, observou-se efeito quadrático para a massa residual e 1ª rebrotação ($P < 0,01$) e linear para a 2ª rebrotação ($P < 0,05$). Na massa residual observou-se decréscimo da proporção de LF até a altura 15 cm (33%), aumentando gradativamente para 45% à altura de 35 cm (Figura 29). Para a R1, houve queda na proporção de LF até o mínimo à altura de 35

cm (36%). Também, com decréscimo na participação de LF na massa de forragem, o ponto de mínimo para R2 ocorreu à altura de 35 cm (35%). Na R3 não houve efeito de alturas de vedação, com média de 47% ($P>0,05$).

De fato, a proporção de LF na MF era maior em R1 e R2 até a altura de vedação de 25 cm, comparada àquela observada para o resíduo. Houve inversão das proporções entre a R1 e o resíduo, quando a altura de vedação foi 35 cm. A R1 foi a mais prejudicada em relação a proporção de LF. Mesmo com a retomada da pluviosidade no início da primavera (Figura 1) não foi suficiente para ter efeito positivo para a R1. A planta foi beneficiada a partir da R2.

Figura 29 - Regressões para participação percentual de lâminas foliares (LF) na massa de forragem de capim-marandu, considerando a altura de vedação e a rebrotação na primavera do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P<0,05$).

Não houve efeito ($P>0,05$) de altura de vedação na participação percentual de colmo e bainha na massa de forragem do capim-marandu nas rebrotações na primavera (Tabela 5 - Apêndice). Apenas efeito linear foi observado para proporção de CB na massa residual (Figura 29), que diminuiu cerca de 0,68% a cada cm de aumento

na altura de vedação, com mínimo de 35% (35 cm). Para R1, R2 e R3, as médias foram 27, 36 e 45%, respectivamente.

Figura 30 - Regressões para participação percentual de colmos e bainhas (CB) na massa de forragem de capim-marandu, considerando a altura de vedação e a rebrotação na primavera do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

A proporção de material morto teve comportamento cúbico ($P < 0,01$) para massa residual e 1ª rebrotação na primavera (Tabela 5 - Apêndice). É nítido o comportamento antagônico (Figura 30), sendo a máxima proporção de MM à altura de 15 cm na massa residual (34%), decrescendo posteriormente, enquanto que na 1ª rebrotação na primavera, o ponto de máxima proporção de MM ocorreu entre 25 e 35 cm (40%). Na 2ª e 3ª rebrotações não houve efeito ($P > 0,05$), com médias de 13 e 22%, respectivamente.

Figura 31 - Regressões para participação percentual de material morto (MM) na massa de forragem de capim-marandu, considerando a altura de vedação e a rebrotação na primavera do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

Na 1ª rebrotação de primavera (Figura 27), observou-se aumento da MF à altura de vedação de 15 cm, caindo posteriormente às alturas de 25 e 35 cm. Neste último intervalo de altura de vedação, constatou-se aumento na proporção de material morto. De fato, no material residual, à altura de vedação acima de 15 cm houve aumento da proporção de LF e decréscimo de MM (Figuras 28 e 30), enquanto que nas rebrotações, principalmente na 1ª, houve decréscimo na proporção de LF e aumento na de MM nas alturas de vedação. Apenas no material residual, a proporção de CB decresceu nas alturas de vedação (Figura 29). Amorim et al. (2017), estudando a rebrotação do capim- braquiária diferido e adubado com nitrogênio, encontraram resultados similares a esse estudo. Com a rebrotação na primavera, houve aumento na proporção de lâminas foliares, diminuição na proporção de material morto, e sem variação na proporção de colmos e bainhas. A rebrotação na primavera, com maior participação de lâminas foliares deve-se às condições climáticas, restabelecimento das chuvas, aumento do fotoperíodo e temperatura (SANTANA et al., 2014; FAGUNDES et al., 2006)

Ao avaliar a tabela 5 (Apêndice) e figura 31, observa-se efeito linear na 1ª rebrotação ($P<0,01$) e quadrático na 2ª rebrotação ($P<0,05$) para a densidade populacional de perfilhos (DPP). A DPP decresceu na ordem de 11,5 perfilhos/m² para cada cm de aumento de altura, na 1ª rebrotação de primavera, caindo de 1100 para 720 perfilhos/m² ($P<0,01$). Na 2ª rebrotação na primavera, a DPP manteve-se acima da contagem da 1ª rebrotação (Figura 31), diminuindo de 1118 para 949 perfilhos/m², $P<0,05$ à altura de 22 cm, aumentando posteriormente. No resíduo e na 3ª rebrotação não houve efeito ($P>0,05$), sendo as médias de 345 e 913 perfilhos m², respectivamente (Figura 31).

Figura 32 - Regressões para densidade populacional de perfilhos (DDP) do capim-marandu, considerando a altura de vedação e a rebrotação na primavera do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P<0,05$).

Na 1ª rebrotação na primavera, a DPP decresceu com o aumento na altura de vedação ocorrida no final de verão. Como na 2ª rebrotação, a DPP aumentou e variou de 1000 a 1100 perfilhos/m² e na 3ª rebrotação a média foi de 913 perfilhos/m², pode-se inferir que os efeitos negativos do aumento da altura de vedação para o acúmulo de forragem teve efeito negativo no perfilhamento apenas na 1ª rebrotação de primavera.

A presença de material morto no final do inverno dificulta a retomada do perfilhamento no início da estação das águas.

Santana et al. (2014), num estudo com *Urochloa decumbens* cv. Basilisk, rebrotação na primavera, encontraram maior taxa de aparecimento de perfilhos em alturas de diferimento de 10 e 20 cm, em relação às alturas de 30 e 40 cm de vedação. No mesmo experimento os autores também encontraram, no início da primavera, maior taxa de mortalidade de perfilhos nas alturas de diferimento mais elevadas (20, 30 e 40 cm).

O comportamento observado para a DPP tem como causa principal o maior sombreamento nos estratos inferiores do pasto, o que reduz a intensidade e a qualidade da luz que atinge esses estratos, inibindo a ativação de gemas axilares e basais, e, conseqüentemente, inibindo o perfilhamento do pasto (SANTOS et al., 2009a). Além disso, o aumento da taxa de mortalidade e diminuição na taxa de sobrevivência de perfilhos em pastos diferidos à alturas mais elevadas pode ser resultado da permanência de material vegetativo mais velho e perfilhos reprodutivos no ciclo da planta forrageira. Nesta condição ambiental, os fotoassimilados são preferencialmente alocados para o desenvolvimento e manutenção dos perfilhos existentes, em detrimento do aparecimento de novos perfilhos (ROBSON et al., 1988).

É possível que esses perfilhos mantiveram-se vivos durante o período de diferimento, e completaram seu ciclo de vida no início da primavera, aumentando a taxa de mortalidade nesse período (DIFANTE et al., 2008). Além da remoção do meristema apical que pode ter ocorrido pelo corte de uniformização para a rebrotação na primavera, quando os pastos vedados mais altos elevaram seu meristema apical para a interceptação e absorção da luz. Ao serem cortados a 15 cm parte de sua população de perfilhos pode ter sido decapitada. Dessa forma, a decapitação atrasada de perfilhos reprodutivos na primavera estimulou o perfilhamento a partir da base de perfilhos reprodutivos, quando comparado com a decapitação mais precoce ou a ausência dela.

Com relação à composição bromatológica, efeitos da interação rebrotação vs. altura de vedação ($P < 0,05$) foram observados para os teores de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) e para o *pool* de carboidratos solúveis na base dos colmos (CSCOL), $P < 0,01$.

Na tabela 6 (Apêndice) constata-se efeito quadrático de altura de vedação nos teores de PB na 3ª rebrotação e de FDN na 1ª rebrotação na primavera do capim-marandu. Para o *pool* de CSCOL houve efeito de altura de vedação na massa residual, na 1ª, 2ª e 3ª rebrotações.

Os teores de PB na 3ª rebrotação na primavera decresceu de 16% (5 cm) para 14% (23 cm), aumentando posteriormente para atingir 15% à altura de 35 cm (Figura 32). Para os teores de FDN, o ponto de mínimo ocorreu em 26 cm (65%) na 1ª rebrotação na primavera (Figura 33).

Apesar dos teores de PB não representarem limitação para a nutrição animal, na 1ª e 2ª rebrotações, esses permaneceram inalterados, independente da altura de vedação. Os teores de PB crescentes e os de FDN decrescentes nas rebrotações podem ser resultado da MF ser constituída, ainda, por perfilhos remanescentes velhos, o que gerou um material de pior composição bromatológica (PB e FDN) na primeira rebrotação, e melhorando bem por ocasião da 2ª rebrotação. Na 1ª e 2ª rebrotações, os teores médios de PB foram 8 e 12% e na 2ª e 3ª rebrotações, os de FDN foram 60 e 59%, respectivamente. Teixeira et al. (2011b), avaliando o diferimento do capim-braquiária por 95 e 140 dias e adubado com 100 kg.ha⁻¹ de N, observaram teores decrescente no verão de 9,0 para 8,6% e na primavera de 7,2 para 6,8%, respectivamente. Os teores no verão mantiveram-se superior aos da primavera. O mesmo ocorreu para FDN, sendo de 77,3 para 76,5% no verão e de 77,0 para 76,6% na primavera, respectivamente. Os teores de FDN nas duas estações mantiveram-se semelhantes.

Ao estudar três cultivares de *Urochloa brizantha* em três anos consecutivos, Euclides et al. (2009) observaram teores médios de PB nas lâminas foliares e colmos de 7,9 e 4,1% na seca e de 8,1 a 5,0% nas águas, respectivamente. Quanto aos teores de FDN, constataram médias de 71,4 e 79,7% na seca e de 72,6 a 79,8% nas águas, respectivamente. As gramíneas tropicais, em condições favoráveis ao crescimento, apresentam altas taxas de amadurecimento, com rápido aumento no conteúdo de parede celular. Dessa forma, as forrageiras tropicais têm melhor valor nutritivo, quando colhidas mais novas (PAULINO et al., 1999).

De acordo com os resultados apresentados, percebe-se que a forragem colhida no presente experimento apresentou teores de PB mais elevados e de FDN inferiores (Figuras 32 e 33).

Figura 33 - Regressões para os teores de proteína bruta (PB) do capim-marandu, considerando a altura de vedação e a rebrotação na primavera do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

Figura 34 - Regressões para os teores de fibra em detergente neutro (FDN) do capim-marandu, considerando a altura de vedação e a rebrotação na primavera.

Para o *pool* de carboidratos solúveis na base dos colmos (CSCOL), Tabela 6 Apêndice, houve efeito quadrático para o resíduo, a 1ª, 2ª e 3ª rebrotações na primavera. Para o resíduo, o ponto de máximo deu-se à altura de 19 cm de vedação (1994 Kg CSE.ha⁻¹). Nas rebrotações de primavera, os pontos de máximo de CSCOL foram 18 cm (R1 - 3076 Kg CSE.ha⁻¹), 23 cm (R2 - 1186 Kg de CSE.ha⁻¹) e 19 cm (R3 - 2158 Kg de CSE.ha⁻¹), figura 34.

Ao encerrar o período experimental (08/03 a 26/07/2015), quando todas as parcelas já tinham sido cortadas, após serem submetidas à altura e tempo de vedação, essas permaneceram em descanso por 66 dias, até que ocorresse o corte de uniformização a 15 cm para as rebrotações na primavera (01/10 a 22/12/2015). O material vegetal residual apresentou *pool* de CSE variando de 1343 Kg de CSE.ha⁻¹ (15 cm) a 830 Kg de CSE.ha⁻¹ (35 cm) e um ponto de máximo de 1994 Kg de CSE.ha⁻¹ (19 cm).

Na 2ª rebrotação o *pool* de CSE esteve sempre inferior aqueles observados para o material residual até à altura de vedação de 25 cm, igualando-se a 35 cm. Na 1ª e 3ª

rebrotas, o *pool* de CSE estiveram sempre acima em relação ao material residual. Nas quatro avaliações observa-se que na menor (5 cm) e maior (35 cm) altura de vedação, os teores sempre são inferiores aqueles encontrados em 15 e 25 cm.

Era esperado, segundo a hipótese dessa tese, que pastos vedados a 5 cm apresentassem baixo *pool* de carboidratos solúveis na base dos colmos, no entanto, pastos vedados a 35 cm apresentaram *pool* igual ou até menores comparados aqueles de pastos vedados a 5 cm. Dessa forma, conclui-se que os extremos, cortes intenso e leniente podem acarretar às plantas o consumo de suas reservas. O mais intenso pela permanência de área foliar residual muito baixa e maior penetração de luz na base da planta, o que favorece o perfilhamento, mas com utilização das reservas direta ou indiretamente. O leniente, pela maior deposição de material morto na base, o que dificultou a penetração da luz na base da planta e pelo material residual muito velho e menos eficiente em realizar fotossíntese. A planta também utilizou as reservas para perfilhar e retomar o crescimento.

Figura 35 - Regressões para o *pool* de carboidratos solúveis na base dos colmos, considerando as alturas de vedação e as rebrotas na primavera do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

Para os teores de fibra em detergente ácido (FDA) e o *pool* de carboidratos solúveis nas raízes (CSRZ) houve efeito de rebrotação ($P<0,05$). Os maiores teores de FDA foram observados na 1ª rebrotação na primavera (36,3%), superiores aqueles observados na 2ª (32,8%) e 3ª (32,7%) rebrotações, que permaneceram semelhantes entre si (Figura 35).

Figura 36 – Teores médios de fibra em detergente ácido (FDA) para as rebrotações na primavera do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P<0,05$).

Quanto ao *pool* de carboidratos solúveis nas raízes, observa-se que no resíduo (1049 kg CSE.ha⁻¹), a média foi maior comparada às rebrotações na primavera ($P<0,05$). Na 3ª rebrotação (655), a média foi superior ($P<0,05$) à 1ª (477 kg CSE.ha⁻¹) e 2ª (448 kg CSE.ha⁻¹) rebrotações, que se mantiveram semelhantes entre si ($P>0,05$), figura 36. Carvalho et al. (2001), avaliando *Cynodon* spp. no período das águas observaram o *pool* médio de carboidratos não estruturais de 2000 kg.ha⁻¹, quantidade superior a do presente experimento. Esse comportamento deve-se à espécies diferentes e a composição dos CNE (sacarose e amido), enquanto que na presente pesquisa avaliou-se apenas sacarose. Da mesma forma que o observado na presente pesquisa, o *pool* de carboidratos não estruturais foi inferior nas raízes em relação aos

colmos. No mesmo experimento o *pool* encontrado nas raízes foi inferior aos colmos (Figuras 34 e 36).

Figura 37 - Médias para o *pool* de carboidratos solúveis nas raízes, considerando a massa residual e as rebrotações na primavera do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

De forma diferente ao que ocorreu para a base dos colmos, nas raízes o *pool* de carboidratos solúveis foi superior no material vegetal residual, decrescendo nas rebrotações na primavera. O *pool* de CSE inicial não foi recuperado em nenhuma das rebrotações, podendo ser recuperação lenta do sistema radicular ou maior eficiência no uso respiratório dessas reservas para o seu crescimento. Para Cecato et al. (2011), o *pool* de reservas orgânicas apresenta pouca variação no inverno, porque a planta não utiliza, no entanto, durante primavera, com o desenvolvimento da parte aérea, o *pool* de carboidratos totais não estruturais reduz rapidamente, mas em pouco tempo se recompõe pela síntese vegetal. No verão as reservas orgânicas aumentam, atingindo o máximo no outono, quando começa a diminuir novamente.

Nas avaliações de morfogênese, observou-se efeito de rebrotações na taxa de alongamento foliar (TAIF, $P < 0,01$), taxa de alongamento de colmos (TAIC, $P < 0,05$),

filocrono (FIL, $P < 0,01$), duração de vida da Folha (DVF, $P < 0,05$), comprimento final de folha (CFF, $P < 0,05$), comprimento médio do Colmo (CMC, $P < 0,01$), comprimento final do colmo (CFC, $P < 0,01$).

A taxa de senescência foliar (TSF), a taxa de aparecimento foliar (TApF), o número de folhas verdes (NFV) e o número de folhas senescentes (NFS) não variaram ($P > 0,05$) com os tratamentos e as rebrotações na primavera.

Ao avaliar os efeitos de altura de vedação na rebrotação na primavera do capim-braquiária, Santana (2011) não observou diferenças significativas para as TApF, NFV, NFS e CFF, corroborando, em parte, com os dados encontrados nessa pesquisa. O número de folhas vivas por perfilho é determinado geneticamente, embora se reconheçam os efeitos do meio e do manejo nessa variável (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993). Portanto, o manejo imposto utilizando altura e tempo de vedação do final de verão ao final de inverno, não influenciou no NFV por perfilho.

As rebrotações na primavera do capim-marandu, considerando algumas variáveis morfogênicas e estruturais, estão mais relacionadas à estabilização das condições climáticas, umidade e temperatura, que estimulam o crescimento, e sem relação com a altura e tempo de vedação, aplicados no final de verão e durante outono e respectivamente.

A TAlF apresentou valores de $1,75 \text{ cm.perfilho.dia}^{-1}$ na 1ª rebrotação, aumentando para $2,27$ e $2,23 \text{ cm.perfilho.dia}^{-1}$ na 2ª e 3ª rebrotações, que foram semelhantes entre si e superiores às médias da 1ª rebrotação (Figura 37A). A TAIC do capim-marandu foi $0,11 \text{ cm.perfilho.dia}^{-1}$ na 1ª rebrotação, subindo para $0,21$ e diminuindo para $0,17 \text{ cm.perfilho.dia}^{-1}$ na 2ª e 3ª rebrotações na primavera. A média para a 2ª rebrotação ($0,22$) foi superior ($P < 0,05$) àquela observada para a 1ª rebrotação ($0,11$), e as duas foram semelhantes a da 3ª rebrotação ($P > 0,05$), figura 37B.

Esse comportamento está relacionado às condições climáticas impostas à planta. Na 1ª rebrotação, tanto umidade como temperatura não eram suficientes para estimular a planta a iniciar o crescimento, no entanto, na 2ª rebrotação, com a estabilização das condições climáticas satisfatórias, fluxo de tecidos responderam ao estímulo. Apesar das plantas possuírem padrão morfogênico programado geneticamente, esse pode ser modificado de acordo com as condições ambientais,

como pluviosidade, temperatura, entre outras, alterando as características estruturais como taxas de expansão de meristemas, emissão de folhas e a dinâmica de órgãos em geral (GILLET; LEMAIRE; GOSSE, 1984).

Para Lemaire; Agnusdei (2000), a TAIF responde imediatamente às mudanças de temperatura do meio, de forma que a produção de tecidos segue suas variações sazonais.

Figura 38 – Médias para taxa de alongamento de folhas (A) e taxa de alongamento de colmos (B), considerando as rebrotações na primavera do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

O comprimento final de folhas (CFF) foi superior ($P < 0,05$) na 2ª rebrotação (18,5 cm.perfilho⁻¹) àquela observada para a 1ª rebrotação (14,8 cm.perfilho⁻¹), e a duas foram semelhantes a da 3ª rebrotação (13,2 cm.perfilho⁻¹), $P > 0,05$, figura 38.

Figura 39 – Médias para comprimento final de folhas, considerando as rebrotações na primavera do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

Para o filocrono (Fil), o número de dias para o aparecimento de duas folhas sucessivas foi de 11,0 dias para a 1ª rebrotação, 10,2 dias para a 2ª rebrotação e 8,8 dias para a 3ª rebrotação (Figura 39A). As médias para a 1ª e 2ª rebrotações foram iguais entre si ($P > 0,05$) e maiores ($P > 0,05$) àquela da 3ª rebrotação. Por outro lado, a duração de vida da folha (DVF) foi de 41; 36,6 e 32,8 dias para a 1ª, 2ª e 3ª rebrotações, respectivamente (Figura 39B). As médias da 1ª e 2ª rebrotações foram semelhantes entre si ($P > 0,05$) e superiores a da 3ª rebrotação ($P < 0,05$).

Santos et al. (2014), numa pesquisa com o capim-braquiária para avaliar os efeitos de pastos vedados e adubados com nitrogênio, constataram para a rebrotação na primavera resultados similares para as TAIF (1,53 cm.perfilho.dia⁻¹) e Fil (9,2 dias) e maiores para TAIC (0,40 cm.perfilho.dia⁻¹) e DVF (30,9 dias).

Figura 40 - Médias para filocrono (A) e duração de vida da folha (B), considerando as rebrotações na primavera do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

Para o comprimento médio dos colmos (CMC), a menor média observada foi na 1ª rebrotação ($8,3 \text{ cm.perfilho}^{-1}$), inferior àquelas da 2ª ($11,9 \text{ cm.perfilho}^{-1}$) e da 3ª rebrotação ($11,3 \text{ cm.perfilho}^{-1}$), figura 40A. O mesmo comportamento foi constatado para o comprimento final de colmos (CFC), com médias de 9,96; 12,76 e 11,56 cm.perfilho^{-1} na 1ª, 2ª e 3ª rebrotações (Figura 40B).

Figura 41 - Médias para comprimento médio de colmos (A) e comprimento final de colmos (B), considerando as rebrotações na primavera do capim-marandu.

Médias seguidas das mesmas letras são iguais estatisticamente ($P < 0,05$).

Ao avaliar o capim-braquiária diferida em alturas contrastantes e seus efeitos na rebrotação na primavera, Santana (2011) não constataram diferenças entre as alturas de vedação. As médias para o início e final de primavera foram inferiores para a TAIF (1,37 e 1,83 cm.perfilho.dia⁻¹) e Fil (8,9 e 7,1 dias), superiores para a TAIC (0,17 e 0,30 cm.perfilho.dia⁻¹) e similares para o CMC (8,95 e 11,45 cm). Diante desses resultados, constata-se que as características morfogênicas independem da variação nas alturas de vedação, mas das condições climáticas vigentes durante a rebrotação na primavera.

Assim, para garantir o crescimento do capim-marandu, as condições climáticas assumem influência marcante no momento da rebrotação, fato esse já evidenciado por diversos autores, ao relatarem que diferentes capins ao serem analisados durante as estações do ano, apresentam aumento nas taxas morfogênicas e estruturais dos pastos (SBRISSIA, 2004; CARVALHO et al., 2006; FAGUNDES et al., 2006; SANTOS et al., 2011).

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estratégia de se vedar pastos de capim-marandu em alturas contrastantes, significa que se deve, também, pensar em usar como estratégia tempos contrastantes associados. Se o objetivo for acumular massa de forragem, com maior proporção de lâminas foliares, independente de outras variáveis do pasto, recomenda-se utilizar associados 35 cm e 70 dias ou 25 cm e 105 dias. Outras associações determinam menor massa de forragem ou pior composição em lâminas foliares. Coincidentemente, o IAF maior deu-se também nos tempos e alturas preconizadas acima.

Por outro lado, se a estratégia, além da MF, for a composição morfológica do material vegetal disponível para utilização, composta principalmente por material verde, proporções maiores de lâmina foliar e menores de colmo e bainha e material morto, a recomendação é a vedação em 15 cm por 105 dias. Como a maior massa de material morto é observada no maior tempo de vedação (140 dias), não há necessidade de se preocupar, porque não se trata de tempo recomendado. Também, foi possível comprovar que pastos vedados por 140 dias promoverá perda da massa de forragem em relação aos outros tempos de vedação, ainda mais se a altura for 25 ou 35 cm.

A dinâmica de perfilhamento é outra característica que se deve avaliar em pastos vedados. As condições climáticas no momento da vedação, bem como a altura que se veda o pasto, determinam sua dinâmica de perfilhamento e morte de perfilhos. Como as condições climáticas, umidade e temperatura não eram limitantes no momento da vedação, a DPP foi crescente até 70 dias, depois decresceu. Associado a esse aumento no perfilhamento, a altura do pasto foi mais elevada até os 70 dias de vedação. Tempo maior levou ao ponto de inflexão da altura.

Da DPP do pasto de capim-marandu, a maior composição era de perfilhos basais, que decresceu a partir dos 35 dias de vedação. Dos 70 aos 140 dias, o número de perfilhos basais decresceu rapidamente, sendo substituídos pelos perfilhos reprodutivos, crescente em altura de vedação. O perfilhamento aéreo é máximo em pastos vedados a 25 cm ou por 70 dias, independente de tempo e altura, respectivamente.

Toda essa dinâmica de alongamento de folhas, maior proporção de tecidos verdes e perfilhamento basal, trazem benefícios a possibilidade de aumento das reservas orgânicas. As reservas de carboidratos não estruturais, denominado como *pool* ficaram estocadas em maior quantidade na base dos colmos, entre 1500 a 3200 kg CSE.ha⁻¹, enquanto nas raízes não ultrapassaram os 1500 kg CSE.ha⁻¹. O capim-marandu acumula, preferencialmente, mais reservas orgânicas na forma de carboidratos solúveis na base dos colmos. Pastos vedados por 70 dias apresentaram o maior *pool* de CSE à altura 15-25 cm na base dos colmos, enquanto que nas raízes, aqueles vedados por 105 dias entre 25 e 35 cm. Para 35 e 105 dias houve muita oscilação nas alturas de vedação, possivelmente, decorrente de falha na amostragem.

Na rebrotação na primavera, pastos de capim-marandu após a uniformização apresentou massa de forragem no resíduo semelhante em todas as alturas de vedação. A melhor resposta em massa de forragem foi na 1ª rebrotação para aqueles pastos vedados a 15 cm e na 2ª rebrotação para os vedados a 35 cm. A massa de lâminas foliares residual aumentou com as alturas de vedação, enquanto que tanto na 1ª como na 2ª rebrotação ela foi decrescente. A massa de colmos e bainhas nas rebrotações manteve inalterada nas alturas de vedação, enquanto que a de material morto teve maior oscilação.

A DPP manteve-se num patamar muito baixo no resíduo, independente da altura de vedação, enquanto que na 1ª e 2ª rebrotações a DPP de perfilhos praticamente dobrou, embora decrescente nas alturas para a 1ª rebrotação e na 2ª rebrotação entre 15 e 25 cm.

Os teores de PB e FDN das rebrotações na primavera tiveram comportamento inversamente proporcional nas alturas de vedação. A 1ª rebrotação de primavera apresentou baixo teor de PB (8%) e o maior teor de FDN (68%). Quanto à FDA, os teores decresceram com as rebrotações. O *pool* de CSE na base dos colmos do resíduo manteve-se acima, apenas da 2ª rebrotação de primavera, enquanto que nas raízes, as rebrotações tiveram efeito negativo no acúmulo de CSE.

As características morfogênicas do capim-marandu nas rebrotações na primavera não foram afetadas pelas alturas residuais de diferimento, apenas as características estruturais, produtivas e bromatológicas. Na 1ª rebrotação, tanto a TAIF

como a TAIC foram baixas, aumentando significativamente nas duas rebrotações seguintes. Enquanto a TAIF permaneceu alta, a TAIC diminuiu, refletindo no maior TFF. Embora a TAIC tenha diminuindo na 3ª rebrotação, o CMC e CFC foram maiores na 2ª e 3ª rebrotações. O Filocrono e DVF foram altos na 1ª e 2ª rebrotações, diminuindo na 3ª rebrotação, o que representa maior turnover de tecidos e menor tempo entre cortes do capim-marandu.

Finalizando com essas informações a melhor combinação entre tempo de vedação e altura, que visa produzir massa de forragem de qualidade no inverno, e que não traga danos à planta na estação anterior seria 25 cm, vedados por 105 dias.

5. CONCLUSÃO

- Para a região de Pirassununga, a melhor combinação de altura e tempo de vedação de pasto de capim-marandu, que gerará maior massa de forragem e melhor composição em lâminas foliares tem como recomendação utilizar associados 35 cm e 70 dias ou 15-25 cm e 105 dias.
- O perfilhamento basal e aéreo é estimulado até 70 dias do início da vedação, enquanto que os perfilhos reprodutivos aumentaram com a altura e tempo de vedação.
- A base dos colmos apresenta maior *pool* de carboidratos solúveis que as raízes. Pastos vedados por 70 dias apresentaram o maior *pool* de CSE à altura 15-25 cm na base dos colmos, enquanto que nas raízes, aqueles vedados por 105 dias entre 25 e 35 cm.
- As alturas ao diferimento interferem somente no início da rebrotação na primavera, principalmente quanto ao perfilhamento em pastos vedados acima de 25 cm.
- Melhor composição bromatológica do capim-marandu dá-se a partir da 2ª rebrotação na primavera em termos de PB e parece celular.
- As características morfogênicas não tiveram influência da altura residual de vedação dos pastos. Menores Fil e DVF na última rebrotação de primavera significa maior fluxo de tecidos e menor intervalo para a utilização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, P.L et al. Rebrotção na primavera e desempenho de bovinos em pastos de capim-braquiária adubados com nitrogênio antes do diferimento. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 15, n. 2, p. 29-35, 2017.

ANDRADE, F. M. E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim- Marandu submetido a regime de lotação contínua por bovinos de corte**. 2003. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciência animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2003.

AOAC. Association of official analytical chemists. **Official methods of analysis**.13ª ed. Washington, 109p, 1980.

BEEFPOINT. IBGE: Estatística da Produção Pecuária. Acesso em 17/09/2018, disponível em <<https://www.beefpoint.com.br/ibge-estatistica-da-producao-pecuaria>>.

BOTREL, M. A.; GOMIDE, J. A. Importância do teor de carboidratos de reserva e da sobrevivência dos meristemas apicais para a rebrota do capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.10, n.3, p.411-426, 1981.

BROUGHAM, R. W. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal of Agriculture Research**, v. 7, p. 377-387, 1956.

CARVALHO, C.A.B et al. Carboidratos não estruturais e acúmulo de forragem em pastagens de cynodon spp. sob lotação contínua. **Scientia Agrícola**, v.58, n.4, p.667-674, out./dez. 2001.

CARVALHO, P.C.F.; GONÇALVES, E.N.; POLI, H.E.C. Ecologia do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2006. p.43-72.

CARVALHO, R.M et al. Acúmulo de forragem e estrutura do dossel de capim-marandu diferido e adubado com nitrogênio. *Bol. Ind. Anim.*, Nova Odessa, v.74, n.1, p.1-8, 2017

CANTO, M.W. et al. Produção Animal no Inverno em Capim-Tanzânia Diferido no Outono e Manejado em Diferentes Alturas de Pasto. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.4, p.1624-1633, 2002

CARNEVALLI R. A, Da SILVA S. C, BUENO A. A. O, et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça pastures under four grazing managements. *Tropical Grasslands*. 2006;40(3):165-176.

CECATO, U. et al. . **Uso de nitrogênio em pastagens**. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, 1., 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: Sthampa, 2011. p. 117-161.

COSTA, N.L.; OLIVEIRA, J.R. da C.; PAULINO, V.T. Efeito do diferimento sobre o rendimento de forragem e composição química de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Rondônia. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, p.495-505, 1993.

COSTA, N.L.; OLIVEIRA, J.R. da C.; TOWNSEND, C.R. Efeito do diferimento sobre a produção e composição química do capimelefante cv. Mott. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, p.497- 500, 1998.

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, A.P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.192-199, 2010.

COSTA, N.L. et al. Efeito do diferimento sobre a produção de forragem e composição química de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. **PUBVET**, Londrina, v.4, n.10, Ed. 115, Art. 776, 2010.

DAVIDSON, J. L.; MILTHORPE, F. L. The effect of defoliation on the carbon balance in *Dactylis glomerata*. **Annals of Botany**, v.30, n.118, p.185-198, 1966.

DEREGIBUS, V. A.; SANCHEZ, R. A.; CASAL, J. J. Effects of light quality on tiller production in *Lolium* spp. **Plant Physiology**, v.72, p.900-912, 1983.

DIETZ, H. E. Special report: grass: The stockmans crop. How to harvest more of it. Range Conservationist Soil Conservation Service. 1975.

DIFANTE, G. S., et al. Dinâmica do perfilhamento do capimmarandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 189-196, 2008.

DUFFUS, C. M. ; DUFFUS, H. J. Carbohydrate metabolism in plants. Longman House, New York, NY. 1984.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (eds). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, p. 353, 2013.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Avaliação de forrageiras tropicais manejadas para produção de feno- em-pé. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.1, p.63- 68, 1990.

EUCLIDES, V. P. B et al. Diferimento de pastos de braquiária cultivares Basilisk e Marandu, na região do Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.273-280, fev. 2007.

EUCLIDES, V. P. B et al. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.44, n.1, p.98-106, jan. 2009

FAGUNDES, J.A. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.21-29, 2006.

FONSECA, D. M.; SANTOS, M. E. R. **Diferimento de pastagens: estratégias e ações de manejo**. In: SOUZA, F. F. et al. (Org.). VII Simpósio e III Congresso de Forragicultura e Pastagens. 1 ed. Lavras: UFLA, p.65-88. 2009.

GUARDA, V. D. A et al. Utilização de animais em atividades de ensino e pesquisa: procedimentos e bases legais. Documentos Embrapa, v. 19, p. 1-64, 2015.

GILLET, M.; LEMAIRE, G.; GOSSE, G. Essai d'élaboration d'un schéma global de croissance des graminées fourragères. **Agronomie**, v.4, p.75-82, 1984.

GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.411-429.

GOMIDE, C. A. M et al. Fotossíntese, reservas orgânicas e rebrota do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) sob diferentes intensidades de desfolha do perfilho principal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2165-2175, 2002.

GOUVEIA, F.S. et al. Altura inicial e período de diferimento em pastos de capim-braquiária. **Cienc. anim. bras.**, Goiânia, v.18, 1-13, e-43744, 2017

GRANT, S. A. et al. Comparison of herbage production under continuous stocking and intermittent grazing. **Grass and Forage Science**, v.43, n.1, p.29-39, 1988.

GROSS, C. D. **Efeitos do desfolhamento sobre os níveis das frações nitrogenadas, carboidratos e fenóis solúveis em raízes de braquiária (*Brachiaria decumbens*, Stapf).** Piracicaba, 1988. 97 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1988.

HALL, M. B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates. Nutritional relevance and analysis**, Bulletin 339, Gainesville: University of Florida, 76p. 2000.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice.** New York: John Wiley, 1990.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde.** Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

LANGER, R.H.M. **How grasses grow.** London: Edwards Arnold, 1972. 60p. (Studies in Biology, 34).

LEITE, G.G.; COSTA, N.L.; GOMES, A.C. **Épocas de diferimento e utilização de gramíneas cultivadas na região do Cerrado.** Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 23p. (Embrapa-CPAC. Boletim de pesquisa, 40).

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: Tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, **Anais...** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p.117-144, 1997.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (ed.) **The ecology and management of grazing systems.** Wallingford: CAB International, 1996. p.3- 36.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIRES, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Eds.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology.** Curitiba: CAB International, 2000. p.265-288.

LEMAIRE, G, "Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards", In: 19º Proceedings International grassland congress, São Pedro, Brasil , 2001pp. 29-37.

LITTELL, R. C.; HENRY, P. R.; AMMERMAN. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedure. Journal Animal Science, v.76, p.1216-1231, 1998.

LUPINACCI, A. V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em Brachiaria brizantha, cv. Marandu submetida a intensidade de pastejo por bovinos de corte.** Picacicaba, SP, 2002. 160 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2002.

MACÊDO, J.D.B. **Períodos de diferimento para pastos de Brachiaria decumbens.** Tese – Doutorado em Zootecnia – Área de Concentração em Produção de Ruminantes Itapetinga-BA: UESB, 2014. 91p.

MAY, L. H. The utilization of carboidrates of reserves in pasture plants after defoliation. Review article Herb. Abstr., 30:239-245, 1960.

McILROY, R.J. Carbohydrates of grassland herbage. **Herbage Abstracts**, v. 37, n. 2, p.79-87, 1967.

MOLAN, L. K. **Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua.** Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2004.

MORVAN-BERTRAND, A.; PAVIS, N.; BOUCAUD, J.; PRUD'HOMME, P. M. Partitioning of reserve and newly assimilated carbon in roots and leaf tissues of *Lolium perenne* during regrowth after defoliation: assessment by C steady-state labeling and carbohydrate analysis. **Plant, Cell and Environment**, v.22, p.1097-1108, 1999.

MOORE, K.J.; HATFIELD, R.D. Carbohydrates and forage quality. In: **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1994, p. 229-280.

NASCIMENTO Jr., D. Fundamentos para o manejo de pastagens: evolução e atualidade. In: OBEID, J. A., PEREIRA, O. G., FONSECA, D. M., NASCIMENTO Jr., D. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM. **Anais...** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, p.149-196, 2002.

PAIVA, A.J et al. Morphogenesis on age categories of tillers in marandu palisadegrass. **Scientia Agricola**, v.68, p.626-631, 2011.

PAIVA, A.J et al. Identification of tiller age categories based on morphogenetic responses of continuously stocked marandu palisade grass fertilised with nitrogen. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.45, n.5, p.867-870, maio, 2015

PAULINO, M.F. Estratégias de suplementação para bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1, 1999, Viçosa, Anais... Viçosa: UFV/DZO/EJZ, 1999, p.137-156.

PARSONS, A. J; ROBSON M. J. Seasonal Changes in the Physiology of S24 Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.): 3. Partition of Assimilates between Root and Shoot during the Transition from Vegetative to Reproductive Growth. *Annals of Botany*, Volume 48, Issue 5, 1 November 1981, Pages 733–744.

PARSONS, A. J., LEAFE, E. L., COLLETT, B. et al. The physiology of grass production under grazing. I. Characteristics of leaf and canopy photosynthesis of continuously grazed swards. **J. Appl. Ecol.** v.20, p.117-26, 1983.

PARSONS, A. J.; PENNING, P. D. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. **Grass and Forage Science**, v.43, n.1, p.15-27, 1988.

PEDREIRA, B.C. **Interceptação de luz, arquitetura e assimilação de carbono em dosséis de capim-xaraés [Brachiaria brizantha (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] submetidos a estratégias de pastejo rotacionado.** Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 86p., 2006

PEREIRA, L.E.T et al. Components of herbage accumulation in elephant grass cvar Napier subjected to strategies of intermittent stocking management. **Journal of Agricultural Science**, v.152, p.954-966, 2014.

RAIJ, B. van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1996. 258p. (Boletim Técnico, 100).

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. A suplementação como estratégia de manejo da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1999. p.123-150. (Edição revisada).

RODRIGUES, R.C et al. Carboidratos não-estruturais, nitrogênio total e produção de massa seca de raiz do capim-braquiária em função de doses de enxofre, nitrogênio e calcário. **Boletim da Indústria Animal**, v.62, n.1, p.71-78, 2005.

RODRIGUES, R. C. et al. Reservas orgânicas, relação parte aérea-raiz e c-n e eliminação do meristema apical no capim-xaraés sob doses de nitrogênio e potássio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 3, p. 505-514, jul./set. 2007.

RODRIGUES JÚNIOR, C. T. et al. Produção e composição bromatológica do capim-Marandu em diferentes épocas de diferimento e utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, suplemento 1, p. 2141-2154, 2015.

ROBSON, M.J.; RYLE, G.J.A.; WOLEDGE, J. The grass plants: its form and function. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Eds.). The grass crop: the physiological basis of production. London: Chapman and Hall, 1988. p.25-83.

SAS Institute Inc. 2008. SAS/STAT® 9.3 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SANTANA, S. S. **Rebrotação na primavera de pastos de capim-braquiária diferidos em quatro alturas**. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Viçosa. 89 p. 2011.

SANTANA, S. S. et al. Initial height of pasture deferred and utilized in winter and tillering dynamics of signal grass during the following spring. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences. Maringá, v. 36, n. 1, p. 17-23, Jan.-Mar., 2014.

SANTOS, E. D. G et al. Avaliação de Pastagem Diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf.. Disponibilidade de Forragem e Desempenho Animal Durante a Seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p. 214-224, 2004.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; EUCLIDES, V.P.B. et al. Valor nutritivo da forragem e de seus componentes morfológicos em pastagens de *Brachiaria decumbens* diferida. Bol. Ind. Anim., v.65, p.303-311, 2008.

SANTOS, M. E. R. et al . Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.650-656, 2009 a.

SANTOS, M. E R. et al. Características estruturais e índice de tombamento de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk em pastagens diferidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.626-634, 2009b.

SANTOS, M. E. R. et al. Produção de bovinos em pastagens de capim *Brachiaria* diferidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.635-642, 2009c.

SANTOS, M. E. R. et al. Valor nutritivo de perfilhos e componente morfológicos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.39, n.9, p.1919-1927, 2010.

SANTOS, M.E.R et al. Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura única ou variável durante as estações do ano: morfogênese e dinâmica de tecidos. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.11, p.2323-2331, 2011

SANTOS, M. E. R. et al. Pasture height at the beginning of deferment as a determinant of signal grass structure and potential selectivity by cattle. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 35, n. 4, p. 379-385, Oct.-Dec., 2013.

SANTOS, M. E. R. et al. Contribuição de perfilhos aéreos e basais na dinâmica de produção de forragem do capim-braquiária após o pastejo diferido. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, supplement 1, p. 424-430, June/14

SANTOS, M. E. R. et al. Estrutura do dossel e características de perfilhos em pastos de capim-piatã manejados com doses de nitrogênio e períodos de diferimento variáveis. **Cienc. anim. bras.**, Goiânia, v.18, 1-13, e-37547, 2017

SANTOS, M. E. R. et al. Características estruturais do capim-marandu diferido com alturas e doses de nitrogênio variáveis. **Arch. Zootec.** 67 (259): 420-426. 2018.

SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua..** Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 2004. 171f

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

SHEARD, R.W. Organic reserves and plant regrowth. In: BUTLER, G.W.; BAILEY R.W. (Ed.) **Chemistry and biochemistry of herbage**. London: Academic Press, 1973. cap.25, p.353-377.

SMITH, D. **The nonstructural carbohydrates**. In: BUTLER, G. W.; BAILEY, R. W. **Chemistry and biochemistry of herbage**. London: Academic Press, 1973. p.105-155.

SMITH, D. ; NELSON, C. J. **Forages: The science of grassland agriculture**. 4th ed. Iowa State University Press, Ames, IA. 1985.

SILVA, A. A. S. **Altura inicial e adubação nitrogenada em pastos diferidos de capim-braquiária**, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. , 2011.

Da SILVA, L. L. G. G. et al. Produtividade e carboidratos de reserva de pastagens sob intensidades de cortes. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. 2012. Vol. 20, Núm. 1-2: 7-16

SOUSA, B. M. L et al. Piata palisadegrass deferred in the fall: effects of initial height and nitrogen in the sward structure. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1134-1139, 2012.

SOUSA, B. M. L et al . Piata palisade grass deferred with two distinct initial heights: luminous environment and tillering dynamics. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.1, p.36-43, 2013.

SOARES FILHO, C. V. **Variação sazonal de parâmetros bioquímicos-fisiológicos em Brachiaria decumbens estabelecida em pastagens**. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1991. 110 f.

SOARES FILHO, C. V. et al . Root system and root and stem base organic reserves of pasture Tanzania grass fertilizer with nitrogen under grazing. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2415-2426, set./out. 2013.

TAIZ L, ZEIGER E. Fisiologia Vegetal. Porto Alegre: Artmed, 3 ed., 2016. 719p.

TEIXEIRA, F. A et al. Diferimento de pastos de Brachiaria decumbens adubados com nitrogênio no início e no final do período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1480-1488, 2011a.

TEIXEIRA, F.A. et al. Produção anual e qualidade de pastagem de Brachiaria decumbens diferida e estratégias de adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 33, n. 3, p. 241-248, 2011b.

VILELA, H. H. et al. D. Forage mass na structure of piatã grass deferred at different heights and variable periods. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.7, p. 1625-1631, 2012.

VILELA, H. H et al. Characterization of tillers of piata palisade grass deferred in the fall with varying heights and deferment periods. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 1, p. 21-27, Maringá, Janeiro/Março, 2013.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2^a ed. Ithaca: Cornell, 476p, 1994.

VOLENEC, J.J.; OURRY, A.; JOERN, B.C. A role for nitrogen reserves in forage regrowth and stress tolerance. **Physiologia plantarum**, v. 97, p. 185-193, 1996.

WHITE, L. M. Carboidrate reserves of grasses. Review. J. Range manage. 26:13-18, 1973.

ZEFERINO, C.V. **Morfogênese e dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) cv. Marandu] submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 193p., 2006.

APÊNDICE

Tabela 3 - Equação de regressão (Eq. Reg.), coeficiente de determinação (R²) e probabilidade (P) das interações entre altura e tempo de vedação para massa de forragem (MF), taxa de acúmulo de forragem (TAcF), massa de lâminas foliares (MLF) e a massa de colmos e bainhas (MCB)

Tempo de Vedação (dias)	Eq. Reg.	R ²	EPM	P
MF (kg.ha⁻¹)				
35	$y = -7,59x^2 + 552,13x + 452,18$	R ² = 0,99	236,30	<0,01
70	$y = 345,74x + 3908$	R ² = 0,95	994,67	<0,01
105	$y = -22,501x^2 + 1222,2x + 324,12$	R ² = 0,99	1331,92	<0,01
140	$y = -13,49x^2 + 765,8x + 4247,8$	R ² = 0,96	1044,17	<0,01
TAcF (kg.ha⁻¹.dia⁻¹)				
35	$y = 2,20x - 32,61$	R ² = 0,88	13,31	<0,05
70	$y = 3,09x + 12,06$	R ² = 0,80	14,06	<0,01
105	$y = 1,57x + 31,62$	R ² = 0,74	10,42	<0,01
140	NS	NS	7,47	0,71
MLF (kg.ha⁻¹)				
35	$y = 70,19x + 1301,6$	R ² = 0,93	101,41	<0,01
70	$y = 47,89x + 2185,7$	R ² = 0,93	237,66	<0,01
105	$y = -5,78x^2 + 266,89x + 926,11$	R ² = 0,90	453,07	<0,05
140	NS	NS	257,4	0,40
MCB (kg.ha⁻¹)				
35	$y = 122,7x + 182,73$	R ² = 0,99	521,19	<0,01
70	$y = 205,53x + 767,15$	R ² = 0,98	521,19	<0,01
105	$y = -9,07x^2 + 539,74x - 491,62$	R ² = 0,97	521,19	<0,01
140	$y = -6,31x^2 + 378,27x + 517,72$	R ² = 0,98	521,19	<0,01
IAF				
35	NS	NS	0,25	>0,05
70	$y = -0,0003x^3 + 0,0205x^2 - 0,3241x + 3,1153$	R ² = 1	0,14	<0,01
105	$y = -0,0004x^3 + 0,025x^2 - 0,5137x + 4,9503$	R ² = 1	0,20	<0,01
140	$y = 0,0016x^2 - 0,1x + 2,546$	R ² = 0,91	0,15	<0,01

NS – não significativo

Tabela 4 - Equações de regressão (Eq. Reg.), coeficiente de determinação (R²) e probabilidade (P) das interações entre altura vs. tempo de vedação para altura da planta (ALT), densidade populacional de perfilhos basais (PERFBASAL) e de perfilhos reprodutivos (PERFREPRO).

Tempo de Vedação (dias)	Eq. Reg.	R ²	EPM	P
ALT (cm)				
35	$y = 2,37x + 15,7$	R ² = 0,97	3,49	<0,01
70	$y = -0,04x^2 + 3,61x + 14,06$	R ² = 0,97	2,02	<0,01
105	$y = -0,04x^2 + 3,02x + 25,58$	R ² = 0,99	1,80	<0,01
140	$y = -0,02x^2 + 1,81x + 37,15$	R ² = 0,98	1,46	<0,05
%PERFBASAL (%)				
35	$y = -0,49x + 93,70$	R ² = 0,92	2,35	<0,01
70	$y = 0,11x^2 - 5,68x + 107,70$	R ² = 0,96	4,56	<0,01
105	$y = 0,09x^2 - 5,44x + 100,89$	R ² = 0,99	4,61	<0,01
140	$y = 0,08x^2 - 5,34x + 108,14$	R ² = 0,98	5,21	<0,01
%PERFREPRO (%)				
35	NS	NS	3,42	>0,05
70	$y = -0,04x^2 + 2,46x - 6,86$	R ² = 0,97	3,42	<0,01
105	$y = -0,0575x^2 + 3,86x - 13,887$	R ² = 0,99	3,42	<0,01
140	$y = -0,0725x^2 + 4,75x - 12,937$	R ² = 0,99	3,42	<0,01

NS – não significativo

Tabela 5 - Equações de regressão (Eq. Reg.), coeficiente de determinação (R²) e probabilidade (P) das interações entre tempo e altura de vedação para variáveis Carboidratos Solúveis nas Raízes, e Carboidratos Solúveis nos Colmos.

Tempo de vedação (dias)	Equação de Regressão	R ²	EPM	P
CSRZ (Kg CSE ha⁻¹)				
35	NS	NS	113,63	>0,05
70	$y = -0,22x^3 + 11,53x^2 - 152,84x + 1221,1$	R ² = 1	130,00	<0,01
105	$y = 14,43x + 980,81$	R ² = 0,79	113,63	<0,05
140	$y = -0,27x^3 + 15,48x^2 - 249,3x + 1890,2$	R ² = 1	113,63	<0,05
CSCOL (Kg CSE ha⁻¹)				
35	$y = 0,29x^3 - 19,05x^2 + 335,59x + 358,02$	R ² = 1	119,60	<0,01
70	$y = -4,45x^2 + 154,43x + 1851,7$	R ² = 0,99	213,8	<0,01
105	$y = 0,77x^3 - 47,06x^2 + 803,11x - 1323,5$	R ² = 1	199,80	<0,01
140	NS	NS	280,60	>0,05

NS – não significativo

Tabela 6 - Equações de regressão (Eq. Reg.), coeficiente de determinação (R^2) e probabilidade (P) da interação rebrotação vs. altura de vedação para massa de forragem (MF – kg.ha⁻¹), proporção de lâminas foliares (%LF), proporção de colmos e bainhas (%CB), proporção de material morto (%MM) e densidade populacional de perfilhos (DPP).

	Equação de Regressão	R^2	EPM	P
MF				
Resíduo	NS	NS	79,40	
R1	$y = -4,32x^2 + 150,41x + 4270,5$	$R^2 = 0,94$	311,10	<0,01
R2	NS	NS	390,00	>0,05
R3	$y = 41,95x + 3996,5$	$R^2 = 0,98$	300,20	<0,05
LF				
Resíduo	$y = 0,03x^2 - 0,90x + 39,56$	$R^2 = 0,84$	2,84	<0,01
R1	$y = 0,02x^2 - 1,46x + 63,04$	$R^2 = 0,89$	1,55	<0,01
R2	$y = -0,24x + 53,95$	$R^2 = 0,56$	2,08	<0,05
R3	NS	NS	1,81	>0,05
CB				
Resíduo	$y = -0,69x + 48,44$	$R^2 = 0,96$	1,91	<0,01
R1	NS	NS	1,91	>0,05
R2	NS	NS	1,91	>0,05
R3	NS	NS	1,91	>0,05
MM				
Resíduo	$y = 0,005x^3 - 0,34x^2 + 6,77x - 8,17$	$R^2 = 1$	2,39	<0,01
R1	$y = -0,006x^3 + 0,32x^2 - 4,38x + 36,28$	$R^2 = 1$	1,28	<0,01
R2	NS	NS	1,23	>0,05
R3	NS	NS	2,25	>0,05
	Equação de Regressão	R^2	EPM	P
DPP				
Resíduo	NS	NS	43,91	>0,05
R1	$y = -11,52x + 1112,4$	$R^2 = 0,83$	43,91	<0,01
R2	$y = 0,52x^2 - 22,98x + 1205,7$	$R^2 = 0,76$	43,91	<0,05
R3	NS	NS	43,91	>0,05

NS – não significativo R1 – 1ª rebrotação; R2 – 2ª rebrotação; R3 – 3ª rebrotação

Tabela 7 - Equações de regressão (Eq. Reg.), coeficiente de determinação (R²) e probabilidade (P) da interação corte vs. altura de vedação para teor de proteína bruta, de fibra em detergente neutro e *pool* de carboidratos solúveis nos colmos.

	Equação de Regressão	R ²	EPM	P
PB				
R1	NS	NS	0,31	>0,05
R2	NS	NS	0,97	>0,05
R3	$y = 0,0075x^2 - 0,3431x + 17,761$	R ² = 0,74	0,61	<0,05
FDN				
R1	$y = 0,0097x^2 - 0,5x + 71,649$	R ² = 0,99	0,43	<0,01
R2	NS	NS	1,25	>0,05
R3	NS	NS	1,38	>0,05
CSCOL				
Resíduo	$y = -4,0097x^2 + 151,97x + 553,61$	R ² = 0,66	138,15	<0,01
R1	$y = -6,8245x^2 + 250,77x + 773,79$	R ² = 0,88	158,35	<0,01
R2	$y = -1,5168x^2 + 70,549x + 365,35$	R ² = 0,64	101,88	<0,01
R3	$y = -2,7347x^2 + 106,35x + 1124,7$	R ² = 0,96	126,53	<0,05

NS – não significativo R1 – 1ª rebrotação; R2 – 2ª rebrotação; R3 – 3ª rebrotação