

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Características morfológicas e produtivas do capim Mulato II sob  
taxas contrastantes de crescimento em resposta à altura do dossel  
mantida por lotação contínua**

**Mateus Calderan Pereira**

Trabalho de conclusão apresentado como requisito  
para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo

**Piracicaba  
2016**



**Mateus Calderan Pereira**  
**Engenheiro Agrônomo**

**Características morfológicas e produtivas do capim Mulato II sob taxas contrastantes de crescimento em resposta à altura do dossel mantida por lotação contínua**

Orientador:  
Prof. Dr. **CARLOS GUILHERME SILVEIRA PEDREIRA**

Trabalho de conclusão apresentado como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo

**Piracicaba**  
**2016**



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, José Flávio Rodrigues Pereira e Sandra Teresinha Calderan Pereira, pela educação e condições que me proporcionaram para que eu atingisse meus objetivos.

Ao meu irmão Murilo Calderan Pereira pelos conselhos e por servir de exemplo em tantos momentos.

À Jéssica Fernanda da Silva, pelo companheirismo e apoio durante toda essa jornada.

Ao Prof. Carlos Guilherme Silveira Pedreira, pela orientação, paciência, atenção e por ser sempre muito solícito.

Aos membros do Grupo de Pesquisa em Pastagens (GP<sup>2</sup>) pela oportunidade, em especial Valdson José da Silva, Ianê Correia de Lima Almeida e Liliane Severino da Silva pela ajuda na execução deste trabalho.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ao Departamento de Zootecnia e todos seus funcionários.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de estudos.

E também aos meus colegas pela amizade e convivência.



## SUMÁRIO

RESUMO.....	7
1. INTRODUÇÃO .....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	11
2.1. As pastagens como componente dos sistemas de produção animal no Brasil .....	11
2.2. O gênero <i>Brachiaria</i> no Brasil e o desenvolvimento de novos cultivares ....	12
2.3. Manejo da desfolhação: otimizando respostas de plantas e de animais .....	14
2.4. Importância da adubação nitrogenada em pastagens.....	15
3. OBJETIVO .....	17
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
4.1. Caracterização da área experimental.....	18
4.2. Delineamento e tratamentos experimentais .....	20
4.3. Preparo e manutenção da área experimental .....	20
4.4. Variáveis analisadas .....	23
Avaliação da massa e do acúmulo de forragem .....	23
Composição morfológica da forragem e índice de área foliar (IAF) .....	25
Densidade populacional de perfilhos .....	26
4.5. Análise dos dados .....	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5.1. Resultados .....	28
Massa e acúmulo total de forragem.....	28
Composição morfológica e índice de área foliar (IAF) .....	32
Densidade populacional de perfilhos .....	34
5.2. Discussão.....	35
6. CONCLUSÕES .....	41
7. REFERÊNCIAS .....	42





## RESUMO

### **Características morfológicas e produtivas do capim Mulato II sob taxas contrastantes de crescimento em resposta à altura do dossel mantida por lotação contínua**

No Brasil, as pastagens ocupam a maior área de terras agrícolas mas, em sua maioria, são exploradas extensivamente e com baixa adoção de tecnologia, obtendo baixa produtividade e, em casos mais graves, levando a degradação. Para ser capaz de competir com outras culturas e gerar lucro na atividade o pecuarista deve conhecer técnicas de manejo que permitam atingir produtividades mais elevadas. Com o objetivo de estudar as respostas morfológicas e produtivas do Capim Mulato II (Convert HD 364) sob condições de lotação contínua e crescimento estimulado através de adubação nitrogenada, foi conduzido um experimento em área pertencente à ESALQ/USP em Piracicaba. Foram avaliados a massa e o acúmulo de forragem, composição morfológica, índice de área foliar (IAF) e densidade populacional de perfilhos em pastos mantidos em três alturas de dossel constantes (10, 25 e 40 cm) e com duas doses contrastantes de nitrogênio (50 e 250 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). Maior produção de forragem e de seus componentes morfológicos foi observada nos pastos mais altos, assim como maior IAF. Entretanto, a proporção de folhas e de material morto foi maior nos pastos mais baixos onde também houve maior número de perfilhos. Nos pastos adubados com 250 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> foi observada maior produção de forragem e número de perfilhos enquanto que naqueles adubados com a menor dose houve maior proporção de material morto.

Palavras-chave: *Brachiaria*, adubação nitrogenada, acúmulo de forragem, intensidade de pastejo, perfilhamento.



## 1. INTRODUÇÃO

As pastagens correspondem à maior extensão de terras agrícolas brasileiras e comportam o maior rebanho comercial de bovinos do mundo. Entretanto, as práticas de manejo utilizadas em sistemas comerciais de produção são, em sua maioria, baseadas em conceitos empíricos que raramente levam em consideração o conhecimento sobre fisiologia de plantas forrageiras.

Esses sistemas são caracterizados por baixa adoção de tecnologia por parte dos pecuaristas, que frequentemente não encaram a pastagem como uma cultura que requer cuidados como qualquer outra, o que contribui para que áreas entrem em degradação. Adicionalmente, novos materiais forrageiros são lançados e rapidamente difundidos entre produtores, mesmo sem informações técnico-científicas específicas para esses materiais. Com isso, são adotadas para esses novos materiais, práticas de manejo estabelecidas para capins “semelhantes”, o que limita o potencial de utilização dos capins, uma vez que diferenças entre espécies e cultivares forrageiros, por menores que sejam, implicam na necessidade de adoção de estratégias e técnicas de manejo diferenciadas e específicas para cada genótipo.

Recentemente, foi lançado pelo CIAT, o capim Mulato II (*Brachiaria* híbrida CIAT 36087), um material que tem despertado grande interesse dos produtores devido ao seu potencial produtivo e valor nutritivo. Entretanto, existem poucas informações sobre o manejo e respostas produtivas do capim Mulato II em condições de pastejo, considerando as diferentes estratégias de manejo e níveis de intensificação no sistema de produção.

A lotação contínua é um método de manejo do pastejo no qual os animais permanecem na pastagem constantemente, por tempo indeterminado, onde, em geral, os ganhos individuais são mais altos e os ganhos por área tendem a ser menores. Para manejo da desfolha nesse sistema, a altura do dossel é considerada um bom parâmetro para determinação do melhor momento para colheita da forragem por ter uma boa relação com a interceptação luminosa. Com o objetivo de acelerar o crescimento das plantas forrageiras, pode ser realizada a adubação nitrogenada da pastagem que proporciona maior produtividade e densidade populacional de perfilhos, permitindo que pastos mantidos a uma mesma altura, como acontece em lotação contínua, suportem uma maior carga animal.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. As pastagens como componente dos sistemas de produção animal no Brasil

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, com mais de 212 milhões de cabeças (FAO, 2014), sendo também um dos maiores exportadores de carne bovina. A produção de bovinos é baseada fundamentalmente na utilização de áreas de pastagens, o que contribui para a redução dos custos de produção e para o aumento da competitividade da atividade, uma vez que é o animal quem colhe a forragem, eliminando assim os custos com a colheita, transporte, armazenamento e fornecimento de alimento.

O Brasil vem passando por mudanças significativas nos sistemas de produção animal baseados em pastagens. Com isso tem-se notado incremento considerável das áreas de pastagens cultivadas, onde cerca de 80% são ocupadas por gramíneas do gênero *Brachiaria* (Valle et al. 2001). Dentre as espécies mais usadas dentro deste gênero, o braquiarião (*Brachiaria brizhanta* cv. Marandu) é o mais difundido, responsável por grande parte dos 120 milhões de hectares ocupados por pastagens cultivadas (Barbosa, 2006).

A maioria das áreas de pastagens não é explorada de forma eficiente, principalmente pela baixa adoção de tecnologia por parte dos pecuaristas, que frequentemente não encaram a pastagem como uma cultura que requer cuidados como qualquer outra. Isso em parte se deve às práticas de manejo adotadas, que são muitas vezes generalistas e empíricas, e não consideram aspectos morfofisiológicos aplicados ao manejo de plantas forrageiras, resultando em extensas áreas de pastagens degradadas ou em algum grau de degradação.

Também têm sido relatados problemas nas áreas cultivadas, como a síndrome da morte do capim marandu, quebra da resistência a algumas espécies de cigarrinhas das pastagens (*Aeneolamia reducta*, *Aneolamia varia*, *Zulia carbonaria*, *Zulia pubescens*, *Prosapia simulans*, *Mahanarva trifissa*, *Deois flavopicta*, *Deois schach* e *Notozulia entrerriana*), além do uso de genótipos em condições edafoclimáticas não recomendadas, cujos efeitos poderiam ser reduzidos com a diversificação de cultivares utilizados. Isso faz com que a pesquisa continue a buscar a melhor forma de adequar o manejo para os capins já existentes, visando a

intensificação dos sistemas de produção animal baseados em pastagens, uma vez que outras atividades agropecuárias que estão se expandindo no cenário nacional, competem pelas extensas áreas ocupadas pelas pastagens. Por outro lado, também tem se buscado novos materiais que sejam mais produtivos, fáceis de manejar, e que contribuam com a sustentabilidade do sistema. Daí a grande demanda pelo desenvolvimento e seleção de novos genótipos visando à diversificação das áreas de pastagens no país.

## **2.2. O gênero *Brachiaria* no Brasil e o desenvolvimento de novos cultivares**

O gênero *Brachiaria* é muito amplo, com cerca de 80 espécies, na grande maioria de origem africana. A primeira introdução do gênero no Brasil ocorreu em 1952 através da *Brachiaria decumbens*. Porém, foi a partir de 1965, após a chegada da *Brachiaria ruziziensis* e da *Brachiaria brizantha* que o gênero conseguiu seu reconhecimento, principalmente na região norte, mas também nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste (Valle, 1991).

No Brasil, o aumento das áreas de pastagens cultivadas com espécies do gênero *Brachiaria*, a partir de 1970, foi muito grande, principalmente com a utilização da *B. decumbens*, Stapf., e *B. humidicola* (Rendle) Schweickt, *B. brizantha*, Stapf., e *B. ruziziensis*, Germain Evrard, que tiveram boa adaptação às condições do Brasil tropical (Alvim, 2002).

Contudo, como exposto anteriormente, o uso exclusivo desses cultivares com técnicas extensivas de manejo leva à queda na produtividade e, com isso, a busca por cultivares mais resistentes e produtivos juntamente com práticas de manejo que explorem o seu potencial de maneira eficiente se mostra essencial.

Nesse contexto, foi lançado pelo Projeto de Forrageiras Tropicais do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), em colaboração da Embrapa e outras instituições de pesquisa, a primeira *Brachiaria* híbrida, o cultivar Mulato I (*Brachiaria* híbrida CIAT 36061), que exige solos de média a alta fertilidade, apresenta tolerância à seca, rápida recuperação após o pastejo, alto vigor de rebrotação e bom valor nutritivo (Argel et al., 2005). Entretanto esse material apresenta baixa produção de sementes viáveis o que dificulta a sua propagação.

O cultivar Mulato II (CIAT 36087), segundo híbrido comercial obtido pelo CIAT, surgiu posteriormente como mais uma opção promissora, com a vantagem de

apresentar boa produção de sementes. Além das características destacadas do Mulato I, o Mulato II destaca-se por sua boa adaptação a uma ampla faixa de ambientes, incluindo aqueles com solos ácidos e de baixa fertilidade, característicos de regiões tropicais, e com saturação moderada de umidade. Produz sementes de boa qualidade, oscilando entre 150 e 420 kg/ha de sementes puras, dependendo do local, idade e manejo da cultura (Argel et al., 2007).

O capim Mulato II é o resultado de três gerações de cruzamento e seleção, a partir de cruzamentos iniciados em 1989 entre *Brachiaria ruziziensis*, clone 44-6 tetraplóide sexual e *B. decumbens* cv. Basilisk, tetraplóide apomítica. As progênes sexuais deste primeiro híbrido cruzaram-se, através de polinização aberta, com híbridos sexuais e acessos de *Brachiaria*, o que permitiu a seleção de um clone apomítico que foi denominado posteriormente cv. Mulato II. Estudos com marcadores moleculares evidenciaram que este híbrido possui alelos que estão presentes na mãe sexual *B. ruziziensis*, na *B. decumbens* cv. Basilisk e em outros acessos de *B. brizantha*, incluindo cv. Marandu (Argel et al., 2007).

O capim Mulato II é um híbrido tetraplóide ( $2n=4x=36$  cromossomos), perene, de crescimento semi-ereto que pode alcançar 1m de altura em crescimento livre, e suas folhas, de cor verde intenso, apresentam abundante pubescência em ambos os lados da lâmina foliar. De acordo com Argel et al. (2007), este capim possui resistência antibiótica a várias espécies de cigarrinhas, característica desejável já que a cigarrinha é a praga de maior incidência e a que mais dano tem causado às *Brachiaria*.

Dependendo das características de clima e solos, a produção de forragem do capim Mulato II pode ser superior a 25 t MS/ha por ano, podendo alcançar cerca de 20% da produção total durante a época seca do ano. O valor nutritivo da forragem do capim Mulato II é alto, em comparação com outras gramíneas, assim como o consumo por bovinos em pastejo, o que se traduz em produções significativamente maiores em condições similares de uso, em relação às outras *Brachiaria* (Argel et al., 2007).

### **2.3. Manejo da desfolhação: otimizando respostas de plantas e de animais**

Para a maior eficiência na utilização de novos materiais forrageiros, faz-se necessário o estabelecimento de estratégias de manejo que permitam manter o equilíbrio entre a taxa de lotação e a taxa de acúmulo de forragem, sem desconsiderar características produtivas e estruturais do dossel forrageiro e suas diferenças entre os diferentes materiais forrageiros.

No manejo do pastejo podem ser utilizados dois métodos de colheita da forragem produzida com o uso da lotação rotativa ou lotação contínua, sendo esta última o método mais utilizado nos sistemas de produção no Brasil, mas que tem sido pouco estudada nos últimos anos devido à sua frequente (e equivocada) associação com sistemas pouco intensivos. Contudo, quando a comparação de desempenho agrônômico é feita numa mesma base, como, por exemplo, o índice de área foliar (IAF) os dois métodos de colheita de forragem podem apresentar índices produtivos semelhantes (Pedreira et al., 2002).

A lotação contínua consiste na manutenção dos animais na pastagem de maneira contínua, por tempo indeterminado, onde, em geral, os ganhos individuais são mais altos e os ganhos por área tendem a ser menores, pois com oportunidade de seleção geralmente mais alta do que no método rotativo, os animais estão “continuamente” colhendo folhas jovens, o que faz com que a digestibilidade da forragem consumida seja mantida em patamar mais elevado em relação ao pastejo intermitente (Hodgson, 1985; Grant et al., 1988; Parsons et al., 1988).

A produção de forragem depende de uma complexa combinação entre fatores ambientais, características genéticas da planta e do manejo estabelecido na área, onde modificações em qualquer um desses componentes interferem no equilíbrio dos processos. Nesse contexto, características de manejo, como, a frequência e intensidade de corte ou de pastejo e o fornecimento de nutrientes, assumem grande importância uma vez que dependem de critérios que podem ser estabelecidos e exercem grande influência no potencial produtivo, dentro dos limites ecofisiológicos estabelecidos pelo manejo e que afetam a persistência da espécie forrageira na área.

Em dosséis mantidos baixos por meio de desfolhações mais intensas e frequentes o crescimento das plantas é reduzido, assim como a produção animal (Bianchin, 1991). A maior intensidade de pastejo pode levar a adaptações estruturais como a redução dos ângulos foliares, deixando o dossel mais prostrado, e



frequentemente resulta na eliminação do meristema apical podendo aumentar a penetração de luz até a base do dossel, estimulando o perfilhamento. Por outro lado, em pastos manejados mais altos, as proporções de material senescente no dossel são elevadas, aumentando as perdas de forragem (Corsi et al., 1994). A elevação da altura do meristema apical e do índice de área foliar (IAF) resulta em maior comprimento de perfilhos basais, porém reduz a relação folha:colmo, o que pode refletir negativamente no valor nutritivo da forragem ofertada aos animais. Faz-se necessário, portanto, encontrar um ponto de equilíbrio dentro da gama de manejos entre altas e baixas frequências e intensidades de desfolhação para a determinação do melhor momento da colheita da forragem, que varia entre espécies e cultivares.

Para definição do ponto de colheita da forragem tem sido explorado em anos recentes o conceito de interceptação luminosa pelo dossel, que frequentemente apresenta boa correlação com a altura do dossel. Segundo esse princípio, o momento ideal para a colheita da forragem seria quando 95% da radiação incidente é interceptada, pois nesse ponto a arquitetura do dossel combina máxima área foliar com mínimo de autossombreamento, proporcionando valores próximos ao máximo da taxa de crescimento da cultura (Watson, 1958; Brown & Blaser, 1968; Rhodes, 1973).

## **2.4. Importância da adubação nitrogenada em pastagens**

O tempo necessário para se alcançar o ponto ideal da colheita da forragem pode ser modificado à medida que se intensifica o sistema, uma vez que a velocidade em que ocorrem os processos pode ser modificada de acordo com o manejo estabelecido. Nesse contexto a adubação nitrogenada é fator de grande importância uma vez que o nitrogênio é um dos nutrientes exigidos em maior quantidade pelas plantas, e pode levar a modificações importantes na estrutura do dossel em função da aceleração das taxas de crescimento, bem como no perfilhamento e na persistência da planta forrageira. Além disso, o N é um dos nutrientes mais importantes, em termos quantitativos, para maximizar a produção de forragem das gramíneas forrageiras e, conseqüentemente, propiciar maior taxa de lotação e maior produção animal por unidade de área (Werner et al., 2001).

O nitrogênio é essencial na formação das proteínas, cloroplastos e outros compostos que participam ativamente na síntese dos compostos orgânicos constituintes da estrutura vegetal. Portanto é responsável por características ligadas

ao porte da planta, tais como o tamanho das folhas, tamanho do colmo, formação e desenvolvimento dos perfilhos (Werner, 1986). Esse nutriente também promove diversas alterações fisiológicas em gramíneas forrageiras, como no número, tamanho, peso e taxa de aparecimento de perfilhos e folhas, e alongamento do colmo, que são fatores importantes na produção de massa seca e valor nutritivo da planta forrageira. Quando o nitrogênio é deficiente, o perfilhamento é inibido e, ao aumentar seu suprimento, há um acréscimo no número de perfilhos por planta (Pedreira et al., 2001).

O sistema ideal de pastejo é aquele que permite maximizar a produção animal, sem afetar a persistência das plantas forrageiras. Desse modo, a utilização de plantas forrageiras sob condições de pastejo em níveis ideais de fertilidade do solo, incluindo a aplicação de fertilizante nitrogenado, é um fator de grande importância a ser considerado na exploração de pastagens. O sistema de pastejo contínuo é realizado em grandes áreas com menor taxa de lotação, onde se prioriza o ganho por animal. Dessa forma, a recomendação das quantidades de nitrogênio para áreas cobertas com *Brachiaria* tem variado de 50 a 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N. O menor valor mencionado de 50 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N é considerado como uma quantidade mínima para evitar degradação das forrageiras, sendo que esta dose muitas vezes não é suficiente para obter produtividades satisfatórias, enquanto que quantidades maiores de adubação intensificam o sistema de produção (Costa, 2006).

### **3. OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho foi determinar se há efeito da altura do dossel mantida constante sob lotação contínua e do ritmo de crescimento da planta forrageira determinado pela adubação nitrogenada, sobre características estruturais e produtivas do pasto.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

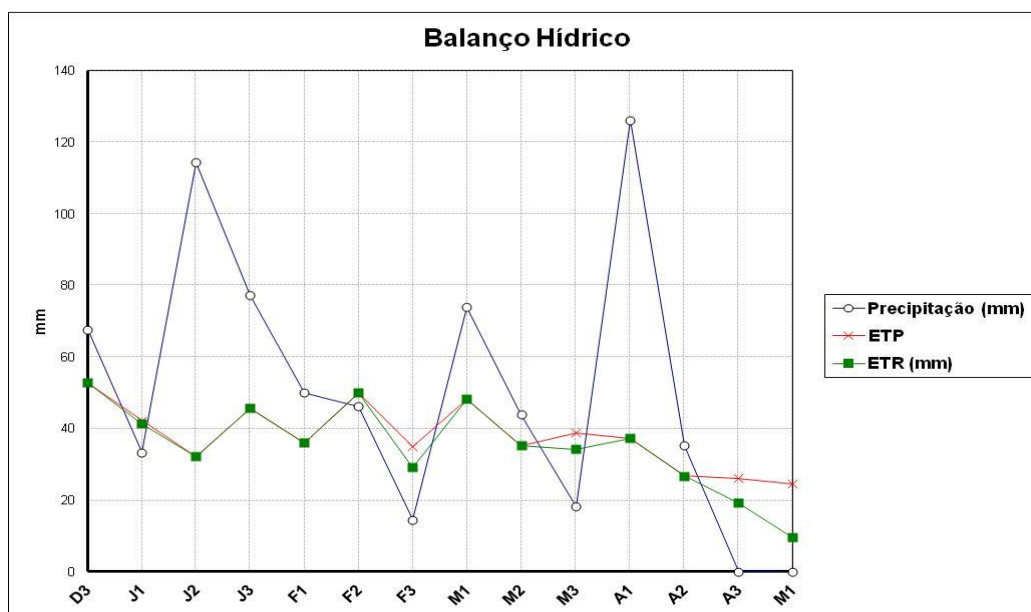
### 4.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em área do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, localizada em Piracicaba a 580 m de altitude, 22°42' de latitude sul e 47°30' de longitude oeste, onde a precipitação anual média é 1247 mm ano<sup>-1</sup> e a temperatura média é de 20,8°C (CERVELLINI et al., 1973). O clima é classificado (Sistema Köppen) como Cwa (mesotérmico úmido subtropical de inverno seco), onde a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e do mês mais frio é inferior a 18°C. Os dados climáticos referentes ao período experimental foram obtidos na base de dados da estação automática do posto meteorológico do Departamento de Engenharia de Biossistemas da ESALQ, distante cerca de 1,8 km da área experimental (Tabela 1).

**Tabela 1** – Precipitação e temperatura máxima, mínima e média relativas ao período experimental.

Mês	Precipitação (mm)	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura média
		°C		
Janeiro	225	30	19	24
Fevereiro	111	33	20	25
Março	136	32	20	25
Abril	161	30	17	22
Maio	78	28	15	21

O balanço hídrico (Figura 1) foi elaborado utilizando-se a base de dados acima mencionada.



**Figura 1** - Balanço hídrico da área experimental de janeiro a maio de 2013.

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo vermelho eutroférico típico (EMBRAPA, 1999), ou Kandiualfic Eutrudox (SOIL SURVEY STAFF, 1990), não apresentando necessidade de correção de fertilidade (Tabela 2).

**Tabela 2** - Análise de terra do solo da área experimental.

pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
(CaCl <sub>2</sub> )	g/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	----- mmol/dm <sup>3</sup> -----				-----		%
6,0	37	18,2	5,7	57	21	31	83,8	115	73

\* P Resina; SB = soma de bases; T = Capacidade de Troca Catiônica total; V% = saturação por bases.

A área experimental foi semeada em 24 de janeiro de 2012, sendo que o experimento foi conduzido no período de 02 de janeiro de 2013 a 10 de maio de 2013, enquanto que no período de setembro a dezembro de 2012 ocorreu a adaptação do pasto aos tratamentos experimentais. No dia 28 de agosto de 2012, foi realizada uma roçada de uniformização (Figura 2), após o pastejo por bovinos para remoção da massa de forragem acumulada, e a partir de então dado início à divisão dos piquetes e implantação dos tratamentos.



**Figura 2** – Etapa de estabelecimento da área experimental.

#### **4.2. Delineamento e tratamentos experimentais**

Foram testadas três intensidades de desfolhação e duas doses de N seguindo um arranjo fatorial completo ( $3 \times 2$ ) num delineamento em blocos completos casualizados. As seis combinações entre os dois fatores foram entre três condições arbitrariamente consideradas de pasto “Baixo”, pasto na altura “Ideal” e pasto “Alto” (intensidades estas correspondendo às alturas de 10, 25 e 40 cm respectivamente, mantidas constantes ao longo de todo o período experimental) e duas doses de nitrogênio ( $50$  e  $250 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ), com três repetições, totalizando 18 unidades experimentais (piquetes), cada um com  $200 \text{ m}^2$ . Aplicou-se uma dose fixa de potássio ( $150 \text{ kg de K}_2\text{O ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ), seguindo as recomendações da análise de solo. As doses anuais ( $50$  e  $250 \text{ kg de N ha}^{-1}$ ) de fertilizantes foram parceladas e aplicadas mensalmente durante a estação de crescimento (verão agrostológico).

#### **4.3. Preparo e manutenção da área experimental**

A imposição dos tratamentos de desfolhação seguiu o protocolo experimental do tipo “mob grazing”, com o objetivo de mimetizar um regime de pastejo sob lotação contínua e taxa de lotação variável, com vistas à manutenção de “condições-alvo” (alturas) contrastantes, representadas pelas intensidades de desfolhação baixa, ideal, e alta, tolerando-se uma amplitude de variação de 10% nas alturas de 10 cm e 25 cm ( $10 \pm 1 \text{ cm}$ ;  $25 \pm 2,5 \text{ cm}$ ) e 5% na altura de 40 cm ( $40 \pm 2 \text{ cm}$ ). Para realização do pastejo foram utilizados bovinos, que quando não estavam sendo utilizados, permaneciam em área reserva adjacente ao local do experimento.

Os animais eram conduzidos aos piquetes tão logo as metas de altura alcançavam valores próximos ao limite superior estabelecido para cada regime de intensidade. Ao mesmo tempo, o pastejo era efetuado respeitando os limites mínimos da altura pretendida. No manejo do pastejo foram adotadas práticas (Figuras 3 e 4) para tentar minimizar a deposição de fezes e formação de áreas de rejeição dentro dos piquetes, controlando-se o tempo de duração dos eventos de pastejo, de modo a, idealmente, perdurar não mais que uma hora.



**Figura 3** – Montagem da infraestrutura da área experimental: A) montagem da cerca, B) início da imposição dos tratamentos experimentais.



**Figura 4** – Área experimental: A) visão geral após a imposição dos tratamentos, B) animais em pastejo.





**Figura 5** - Visão da área experimental com as gaiolas de exclusão alocadas.

Na tentativa de assegurar a uniformização das alturas dentro dos piquetes, para distribuição do adubo na área experimental, a área de cada unidade experimental era subdividida em quatro partes iguais utilizando fita zebreada, assim como a dose de adubo aplicada (figura 6).



**Figura 6** – Adubação da área experimental.

O monitoramento da altura do dossel foi feito a cada 2 dias em 40 pontos por piquete, sendo que as leituras eram realizadas com auxílio de uma transparência de polietileno e um bastão graduado (Figura 7).





**Figura 7** – Medição da altura do dossel.

#### **4.4. Variáveis analisadas**

##### **Avaliação da massa e do acúmulo de forragem**

As quantificações de massa de forragem (MF) para posterior cálculo do acúmulo de forragem (AF) tiveram início em janeiro de 2013 com término em maio de 2013, totalizando cinco meses de avaliação. A massa de forragem (MF) nos piquetes foi medida a cada 21 dias usando-se a técnica da dupla amostragem. A medida indireta foi a média de 50 leituras feitas em cada piquete com o prato ascendente (Figura 8) num intervalo de 21 dias entre as leituras. Para a calibração do prato foram realizadas duas coletas de massa de forragem em todo o período experimental, com intervalo de 42 dias entre coletas. Nessas ocasiões de calibração, eram feitas em cada piquete, duas leituras com o prato, em duas estações de MF contrastantes (máxima e mínima) e em seguida a forragem nessas estações, dentro de uma moldura de 0,25 m<sup>2</sup>, era colhida a 5 cm do nível do solo, pesada fresca no campo e subamostrada a 300 g. A subamostra era levada à estufa de circulação forçada de ar, seca a 60°C até peso constante e pesada para cálculo da concentração de matéria seca e cálculo do peso seco da amostra.

Com o fim do período experimental, foi definida a calibração do prato ascendente por análise de regressão, para estimativa dos valores de MF no piquete a cada 21 dias.



**Figura 8** – Avaliação utilizando-se o prato ascendente: A) medição com prato ascendente, B) coleta da amostra de forragem.

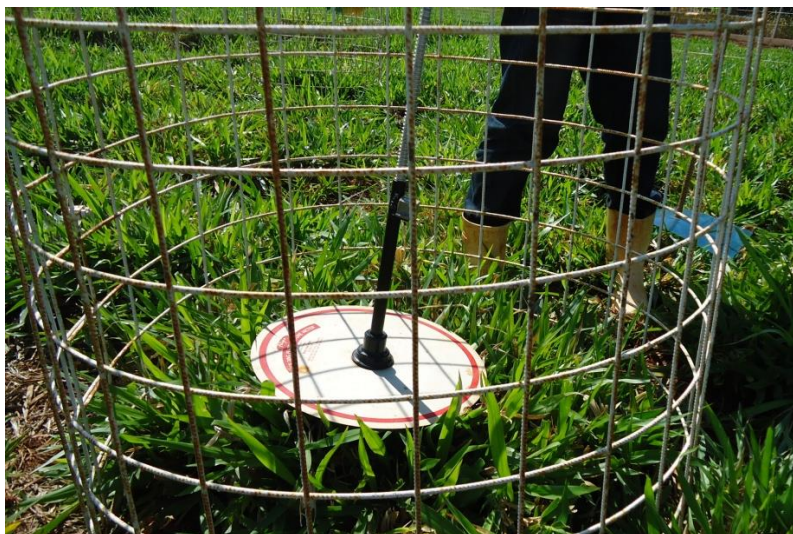
As avaliações de AF tiveram o intervalo estabelecido entre medições de 21 dias em um total de seis épocas durante o verão consideradas ciclos, sendo que a avaliação do último teve o intuito apenas de indicar o final do experimento, não tendo sido considerado nas análises para evitar a influência dos dados sobre as médias (Tabela 3).

**Tabela 3-** Ciclos de avaliação de acúmulo de forragem.

Ciclo	Período
1º	04/01 – 26/01
2º	26/01 – 16/02
3º	16/02- 09/03
4º	09/03 – 29/03
5º	29/03 – 19/04
6º	19/04 – 10/05

Para estimativa do acúmulo de forragem (AF) foram utilizadas gaiolas de exclusão com 0,9 m de diâmetro (Figura 9). A cada 21 dias eram excluídas do pastejo três áreas protegidas pelas gaiolas de exclusão dentro de cada piquete, nas quais a massa de forragem era assumida como representativa da média do piquete no dia da exclusão. Decorridos 21 dias a massa de forragem dentro das gaiolas era registrada por leituras do prato e as gaiolas eram ancoradas em novas estações assumidas como representativas da MF média do piquete. O acúmulo foi estimado pelo método agrônomo da diferença (DAVIES et al.,1993) conforme a equação:  $AF = MF_{f gaiola} - MF_{f pasto}$ , sendo: AF = acúmulo de forragem;  $MF_{f gaiola}$  = massa de forragem média

dentro das gaiolas no 21º dia de exclusão; MFipasto = massa de forragem média no piquete no 1º dia de exclusão.



**Figura 9** – Leitura das áreas de exclusão utilizando-se o prato ascendente.

### **Composição morfológica da forragem e índice de área foliar (IAF)**

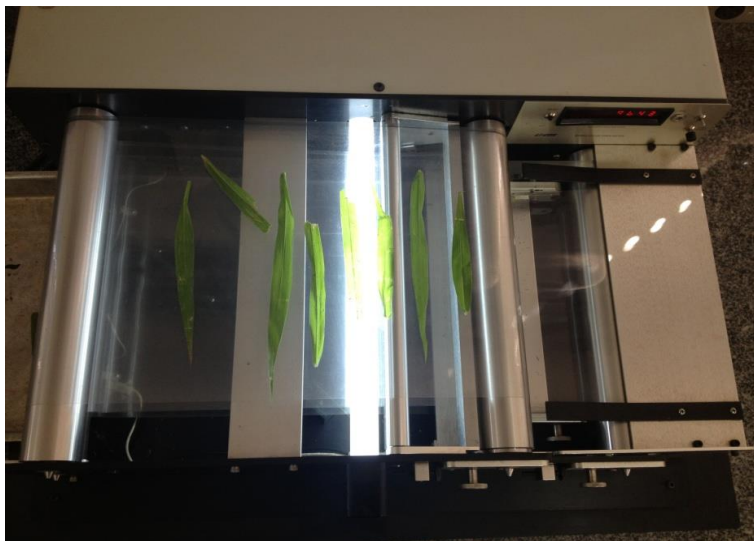
As amostras para a composição morfológica da MF em oferta foram coletadas a cada 42 dias em dois pontos representativos da unidade experimental em áreas de 0,75 x 0,35 m delimitadas por molduras de metal. O material colhido a 5 cm do solo foi pesado fresco no campo e em seguida subamostrado (500g) para separação das frações lâmina foliar verde, colmo + bainha foliar, material morto e invasoras na subamostra (Figura 10).



**Figura 10** – Amostra para composição morfológica do capim: A) subamostragem, B) separação da amostra subamostrada.



Para determinação do IAF, foi estimada a área das lâminas foliares escaneando-as em um integrador de área foliar modelo LI-3100 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA) (Figura 11). As amostras de lâmina foliar verde, colmo + bainha foliar, material morto e lâminas foliares escaneadas no integrador de área foliar, foram pesadas e acondicionadas em estufa de circulação forçada de ar por 72 h a 60°C, para a determinação dos teores de matéria seca (MS). O IAF foi calculado usando os dados de quantidade de folhas ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e área foliar específica (área foliar / peso foliar).



**Figura 11** - Lâminas foliares sendo escaneadas no integrador de área foliar.

### **Densidade populacional de perfilhos**

A densidade populacional de perfilhos foi calculada usando dados da contagem do número de perfilhos a cada 28 dias em duas áreas de 0,40 m x 1,0 m escolhidas como representativas das alturas estabelecidas e da condição do dossel e delimitadas por uma moldura retangular de metal. Os perfilhos foram contabilizados em basais, aéreos e reprodutivos, tornando possível o cálculo da participação dos grupos de perfilhos ao longo do período de avaliação.

### **4.5. Análise dos dados**

A análise dos dados foi feita utilizando-se o procedimento MIXED (modelos mistos) do pacote estatístico SAS® (Statistical Analysis System) versão 9.0 para Windows®. A opção pelo uso do procedimento MIXED foi devido à natureza de medidas repetidas dos dados (coletados sequencialmente no tempo), uma vez que tal

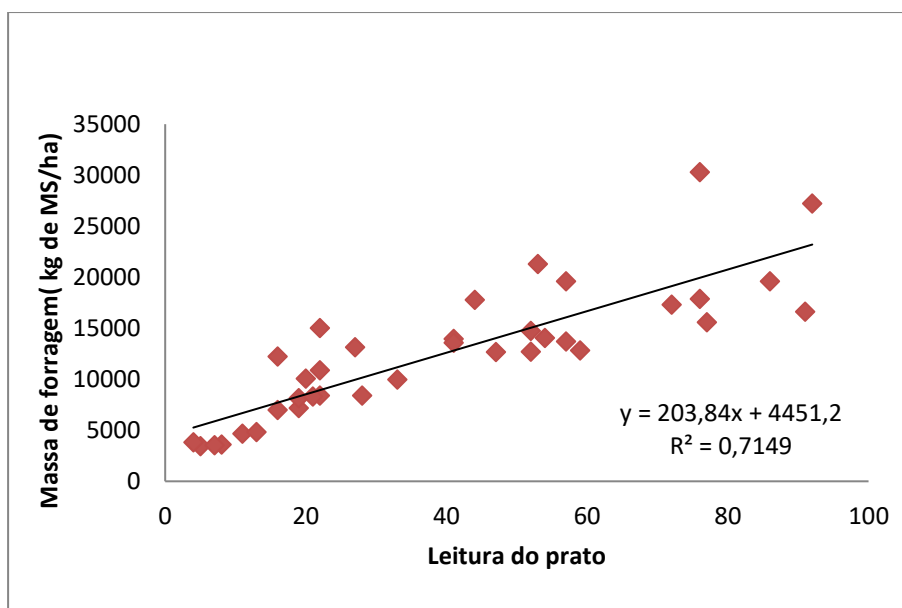
procedimento permite maior flexibilidade no sentido de modelar as estruturas de covariância. Nesse sentido, o procedimento MIXED fornece uma rica classificação de tipos de matrizes de covariância para serem selecionadas. Dessa forma, foi possível detectar os efeitos das causas de variação principais (altura do dossel e dose de N), bem como a interação entre elas. Os efeitos de altura do dossel e dose de N, bem como suas interações, foram considerados fixos (LITTEL et al., 2000). Todos os conjuntos de dados foram testados, antes da análise geral, com a finalidade de assegurar que as quatro prerrogativas básicas da análise de variância (aditividade do modelo, independência dos erros, normalidade dos erros e homogeneidade de variâncias) foram respeitadas. As médias dos tratamentos foram estimadas através do “LSMEANS” e a comparação entre elas foi realizada por meio da probabilidade da diferença (“PDIFF”), usando o teste de Tukey com nível de significância de 5%.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

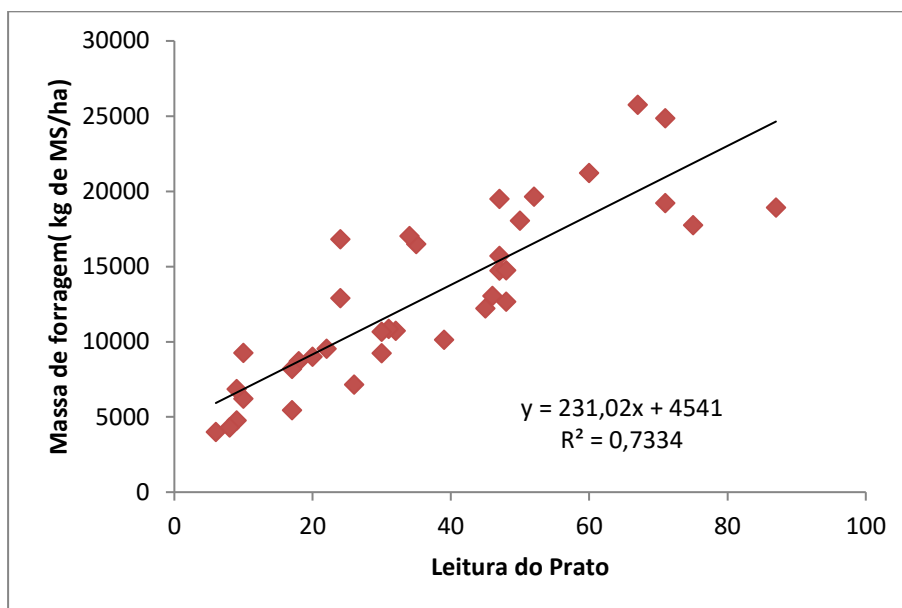
### 5.1. Resultados

#### Massa e acúmulo total de forragem

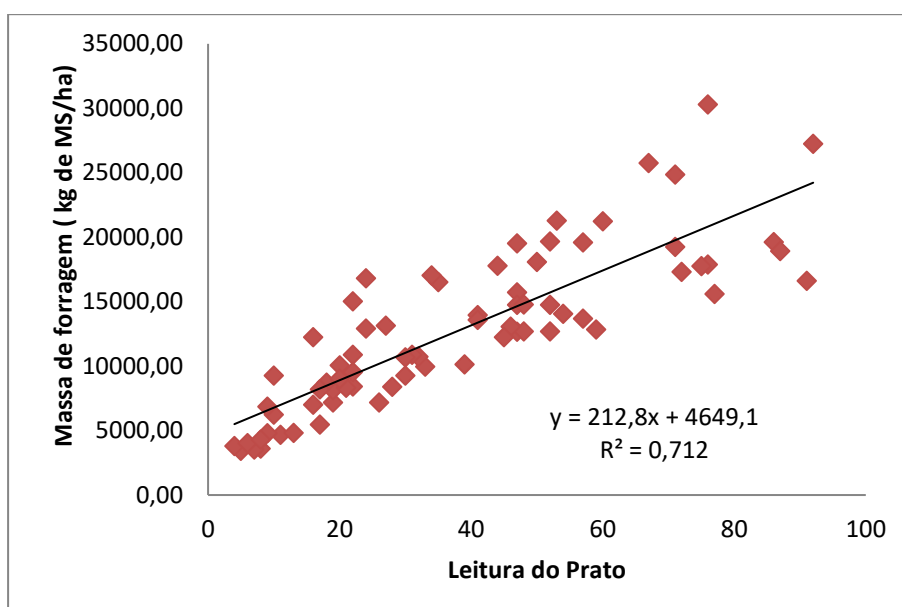
Para a determinação da MF e posterior cálculo de AF, foram feitas 3 curvas de calibração, utilizando regressão linear da massa de forragem, pela leitura do prato ascendente obtidas em dois eventos de amostragem de calibração feitos num intervalo de 42 dias. As figuras 12 e 13 apresentam as curvas de calibração com os dados da primeira e da segunda calibrações, respectivamente, sendo 2 cortes de calibração por piquete, totalizando 36 pontos em cada gráfico. A primeira amostragem foi realizada no dia 18 de fevereiro de 2013 e a segunda no dia 29 de março de 2013. A figura 14 apresenta o modelo obtido, portanto uma única equação de regressão, com os dados dos dois eventos de amostragem de calibração (72 pontos) agrupados. Optou-se por esta última equação que engloba todos os dados, visto que o  $R^2$  das equações foi semelhante entre os modelos.



**Figura 12** – Curva de calibração com os primeiros 36 pontos (18/02/2013).



**Figura 13** – Curva de calibração com os últimos 36 pontos (29/03/2013).



**Figura 14** – Curva de calibração com os 72 pontos.

A massa de forragem foi afetada pela altura do dossel ( $P < 0,0001$ ), apresentando resposta crescente com o aumento da altura do dossel (Tabela 4).

**Tabela 4** – Massa de forragem do capim Mulato II em kg MS ha<sup>-1</sup> submetido a diferentes alturas de pastejo no verão.

Altura (cm)	Massa kg MS ha <sup>-1</sup>
10	6113 C (346,09)
25	10630 B (346,09)
40	14648 A (394,61)

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05). Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.*

Não houve influência da dose de N na massa de forragem em oferta (P>0,05).

O acúmulo de forragem total do início ao final do período experimental foi afetado pela altura do dossel (P=0,0059) e pela dose de N (P<0,0001). Nessas condições, dosséis mantidos a 40 cm apresentaram acúmulo maior do que aquele apresentado por dosséis mantidos a 10 cm. O acúmulo de forragem para os pastos mantidos a 25 cm não diferiu dos demais (Tabela 5).

**Tabela 5** - Acúmulo total de forragem do capim Mulato II submetido a diferentes alturas de pastejo sob lotação contínua no verão.

Altura (cm)	Acúmulo Total kg MS ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>
10	9186 B (583,72)
25	11314 AB (583,72)
40	12650 A (583,72)

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05). Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.*

O aumento na dose de fertilização nitrogenada elevou a produção de forragem (Tabela 6).



**Tabela 6** - Acúmulo total de forragem do capim Mulato II sob lotação contínua no verão submetido à adubação com duas doses de N.

<b>Dose</b> <b>kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>Acúmulo Total</b> <b>kg MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup></b>
<b>50</b>	8125 B (476,61)
<b>250</b>	13974 A (476,61)

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05). Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.*

Assim como o acúmulo, a taxa de acúmulo de forragem variou tanto em resposta à altura (P=0,0136) como à dose de N (P<0,0001). Menores taxas ocorreram para menores alturas de dossel (Tabela 7) e para o pasto adubado com menor dose de N (Tabela 8) sofrendo acréscimos conforme o aumento de altura e da fertilização nitrogenada.

**Tabela 7** - Taxa de acúmulo de forragem do capim Mulato II submetido a diferentes alturas de pastejo sob lotação contínua no verão.

<b>Altura</b> <b>cm</b>	<b>Taxa de acúmulo</b> <b>kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup></b>
<b>10</b>	84,46 B (5,18)
<b>25</b>	104,47 AB (5,18)
<b>40</b>	110,21 A (5,18)

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05). Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.*

**Tabela 8** - Taxa de acúmulo de forragem do capim Mulato II sob lotação contínua no verão submetido à adubação com duas doses de N.

<b>Dose</b> <b>kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>Taxa de acúmulo</b> <b>kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup></b>
<b>50</b>	73,81 B (4,23)
<b>250</b>	125,61 A (4,23)

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05). Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.*

### Composição morfológica e índice de área foliar (IAF)

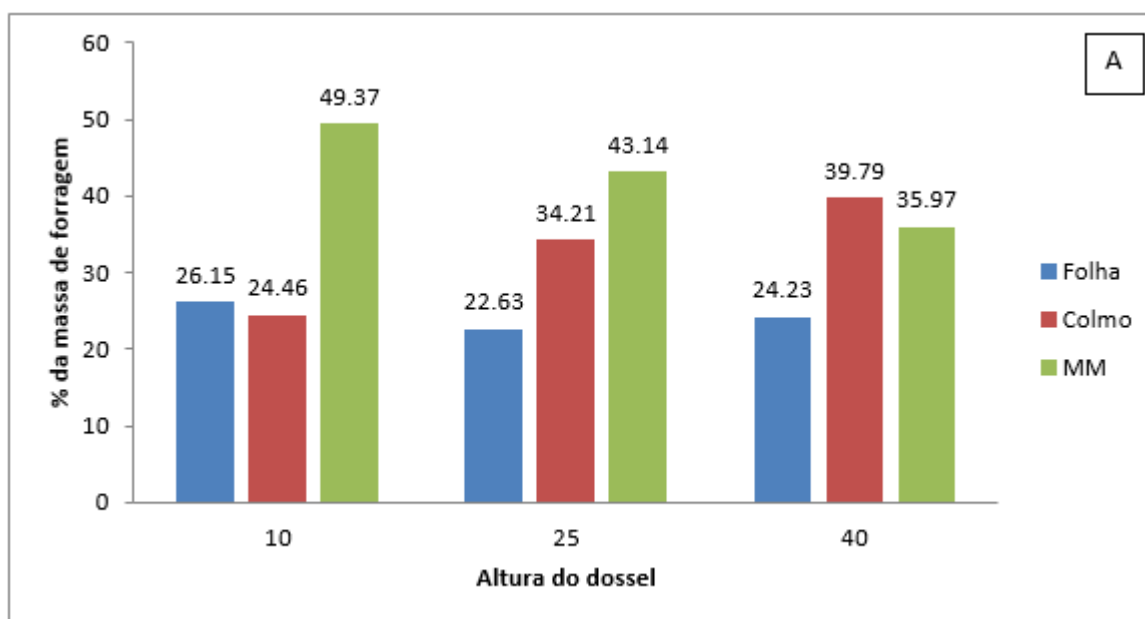
Houve efeito de altura ( $P < 0,0001$ ) sobre as massas de folha, colmo e material morto na massa de forragem em oferta. Sendo que a massa de folhas e colmos foi maior quanto maior a altura do dossel enquanto que a massa de material morto foi menor para a menor altura de dossel (10 cm) não diferindo entre as duas alturas maiores (25 e 40 cm) ( $P > 0,05$ ) (Tabela 9).

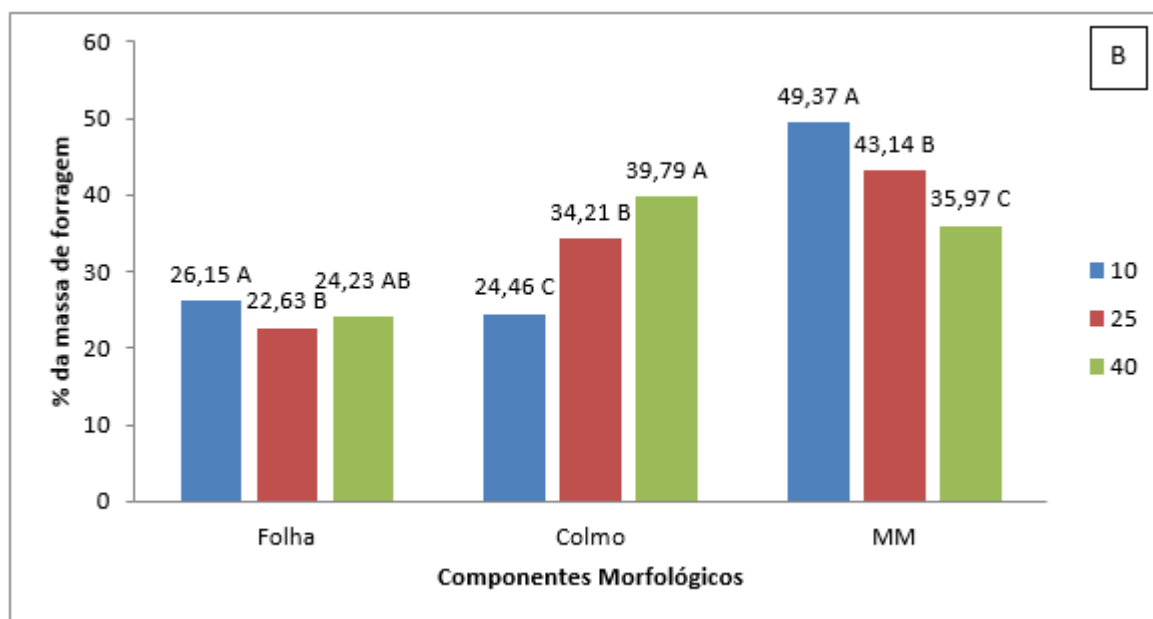
**Tabela 9** – Componentes morfológicos do capim Mulato II em kg MS ha<sup>-1</sup> submetido a diferentes alturas de pastejo no verão.

Altura (cm)	Colmo	Folha	Material Morto
	----- kg MS ha <sup>-1</sup> -----		
<b>10</b>	1509 C (158,36)	1598 C (95,68)	3005 B (154,23)
<b>25</b>	3632 B (158,36)	2413 B (95,68)	4589 A (154,23)
<b>40</b>	5588 A (209,49)	3410 A (209,49)	4911 A (228,75)

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ). Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

Apesar da massa de forragem ter aumentado conforme aumentou a altura do dossel, a maior porcentagem de folha ( $P = 0,0217$ ) foi percebida para a menor altura, como esperado. Para o colmo, a porcentagem seguiu o mesmo padrão da oferta, sofrendo incrementos com o aumento da altura do pasto ( $P < 0,0001$ ). Já para o material morto, a porcentagem seguiu o padrão inverso, diminuindo conforme o aumento da altura do dossel ( $P = 0,0001$ ) (Figura 15).





**Figura 15.** Porcentagem dos componentes morfológicos do capim Mulato II na oferta de forragem em diferentes alturas de pastejo no verão. A) De acordo com as alturas de pastejo. B) De acordo com os componentes morfológicos.

Houve efeito de dose de N ( $P=0,0245$ ) apenas para o material morto. A massa de material morto foi maior nos tratamentos sob a dose de  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  (Tabela 10). Entretanto, a proporção deste componente não variou entre as duas doses.

**Tabela 10** – Massa de material morto do capim Mulato II sob lotação contínua no verão submetido à adubação com diferentes doses de N.

Dose $\text{kg ha}^{-1}$	Material Morto $\text{kg MS ha}^{-1}$
50	4459 A (125,92)
250	3877 B (168,95)

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P<0,05$ ). Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.*

O índice de área foliar (IAF) utilizado foi o não destrutivo obtido com o uso do LAI-2000. Para o IAF houve efeito de altura ( $P<0,0001$ ). O aumento na altura do dossel do dossel foi acompanhado do aumento do IAF (Tabela 11). Comparando as alturas extremas, na de 40 cm o IAF foi 2,2 vezes superior àquele à de 10 cm.

**Tabela 11** - Índice de área foliar do Capim Mulato II submetido a diferentes alturas de pastejo no verão.

<b>Altura (cm)</b>	<b>IAF</b>
<b>10</b>	2,4050 C (0,15)
<b>25</b>	3,8633 B (0,15)
<b>40</b>	5,3062 A (0,18)

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P<0,05$ ). Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.*

Não houve efeito da dose de N sobre o IAF.

### **Densidade populacional de perfilhos**

A densidade de perfilhos basais foi influenciada pela altura do dossel ( $P=0,0066$ ), e pela dose de N ( $P= 0,0350$ ). Os pastos mantidos a 10 cm de altura apresentaram maior densidade populacional de perfilhos basais enquanto que os manejados a 25 e 40 cm não diferiram entre si. (Tabela 12).

**Tabela 12** - Densidade populacional de perfilhos basais de dosséis do capim Mulato II sob três intensidades de pastejo em lotação contínua.

<b>Altura (cm)</b>	<b>Perfilhos basais (perfilhos/m<sup>2</sup>)</b>
<b>10</b>	1244 A (35.39)
<b>25</b>	1053 B (35.55)
<b>40</b>	1022 B (35.39)

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P<0,05$ ). Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.*

Pastos adubados com 250 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> apresentaram maior perfilhamento basal do que aqueles adubados com 50 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Tabela 13).

**Tabela 13** - Densidade populacional de perfilhos basais de dosséis do capim Mulato II sob duas doses de N em lotação contínua.

<b>Dose</b> <b>kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>Perfilhos basais</b> <b>(perfilhos/m<sup>2</sup>)</b>
<b>50</b>	1070 B (21,81)
<b>250</b>	1146 A (21,81)

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ). Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.*

Não houve efeito de altura do dossel para perfilhos aéreos ( $P=0,9045$ ) ou interação ( $P=0,2044$ ), no entanto, apresentou efeito de adubação ( $P=0,0107$ ). A densidade de perfilhos aéreos não variou nas alturas de manejo impostas, sendo superior apenas nos pastos com maior dose de N (Tabela 14).

**Tabela 14** - Densidade populacional de perfilhos aéreos de dosséis do capim Mulato II sob duas doses de N em lotação contínua.

<b>Dose</b> <b>kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>Perfilhos aéreos</b> <b>(perfilhos/m<sup>2</sup>)</b>
<b>50</b>	168 B (18,33)
<b>250</b>	249 A (18,33)

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ). Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.*

Os perfilhos reprodutivos foram contabilizados, mas eram poucos, exceto no final do período experimental. Esse padrão de resposta é atribuído às modificações climáticas que ocorreram no fim do ciclo estimulando a produção de inflorescências.

## 5.2. Discussão

Houve variação no acúmulo de forragem em função das alturas impostas durante o período experimental, sendo que os valores variaram de 9100 a 12600 kg MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Em relação à adubação nitrogenada, observaram-se valores de 8110 a 14000 kg MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente, para as doses de 50 e 250 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Ferreira (2010) constatou variação de acúmulo de forragem semelhante em pastos de *B. decumbens* mantidos sob diferentes alturas (10, 17,5 e 25 cm). Fagundes et al. (2005), estudando *B. decumbens* com adubação de 250 kg ha<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O obtiveram

produção de 16000 kg MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, aproximando-se dos resultados do presente estudo.

As taxas de acúmulo variaram entre 84 e 110 kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para as alturas de dossel de 10 a 40 cm, e entre 76 e 126 kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para as doses de 50 e 250 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Fagundes (2005) testando doses de N (75, 150, 225 e 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N) em *B. decumbens* observou que pastos mantidos sob a mesma intensidade de pastejo e com maiores quantidades de N apresentam maiores taxas de acúmulo de forragem. Galbeiro (2009) e Flores et al. (2008), em uma mesma área experimental mas em períodos diferentes, notaram diminuição das taxas de acúmulo de forragem com o aumento da intensidade de pastejo em pastos de capim Xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf. cv. Xaraés]. Os autores atribuem esse efeito à maior remoção de folhas nos pastos mantidos mais baixos.

Segundo Thornton & Millard (1997), repetidas desfolhações em gramíneas causam redução no crescimento radicular comprometendo, conseqüentemente, a capacidade de absorção de nutrientes, principalmente, de nitrogênio. Clement (1978) em trabalho com *Lolium perenne* (L.) observou queda na absorção de nitrato em plantas que sofreram repetidas desfolhações. Desse modo, nota-se que uma maior frequência de desfolhação, característico em pastos mantidos mais baixos, ocasiona menor acúmulo de biomassa aérea, o que pode ser explicado devido ao fato de que o N é um fator controlador dos diferentes processos de crescimento e desenvolvimento das plantas e proporciona aumento de biomassa devido ao incremento na fixação de carbono (NABINGER, 2001).

A altura de dossel influenciou os valores de massa, acúmulo e taxa de acúmulo de forragem, mas não houve influência da dose de N na massa de forragem. Em termos quantitativos, a massa de forragem as alturas de 10 e 40 cm apresentaram 6100 e 14600 kg MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente. Esse padrão de resposta é amplamente reportado na literatura, podendo haver boa associação na predição da massa de forragem pela altura do dossel (DA SILVA & CUNHA, 2003; BRAGA, et al., 2009). Isso é esperado porque a altura do pasto pode, em muitos casos, ser utilizada como medida indireta da massa de forragem em pastos de gramíneas tropicais, sendo que a relação entre essas variáveis é, em geral, linear e positiva (PEDREIRA, 2002). De fato, Molan (2004) também verificou valores de massa de forragem crescentes com o aumento da altura média do pasto de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) (10, 20, 30, 40 cm) sob lotação contínua com bovinos.

A proporção de lâminas foliares na massa de forragem dos pastos mantidos a 10 cm foi maior do que aquela dos pastos mantidos a 25 não diferindo daquela apresentada por pastos mantidos a 40 cm e sem sofrer influência da adubação nitrogenada. Já a proporção de colmos apresentou incrementos em sua proporção conforme o aumento da altura. Em plantas mais altas, ocorre competição por luz entre os perfilhos e, como consequência, há o alongamento do colmo para expor as folhas jovens na parte superior do dossel, onde a luz é mais abundante (DA SILVA & CORSI, 2003).

Isso tudo explica o incremento da massa de colmos nas plantas mais altas (Tabela 9). Plantas mais altas permanecem por mais tempo com um índice de área foliar (IAF) próximo ao IAF crítico, a partir do qual se intensifica a competição por luz no dossel (SANTOS et al., 2010), o que altera as características morfogênicas e o perfilhamento do pasto. Com a elevação da massa de colmo, há incremento na produção de forragem, porém a estrutura do pasto pode ser prejudicada devido ao efeito negativo deste componente morfológico sobre o comportamento ingestivo do animal e a eficiência do pastejo (CARVALHO et al., 2001).

Também foram verificados valores crescentes para massa de folhas com o incremento da altura da planta (Tabela 9). Em geral, plantas altas possuem perfilhos com bainhas foliares de maior comprimento e, nessa condição, a folha em expansão percorre maior trajeto entre seu ponto de conexão com o meristema e o ápice do pseudocolmo e, conseqüentemente, atinge maior tamanho (SANTOS et al., 2009). Desse modo, lâminas foliares de maior comprimento nas plantas altas explicam o aumento na sua massa de lâminas foliares. Todavia, é relevante destacar que, quando expressa em termos relativos à massa de forragem total, a massa de folhas nos pastos com altura de dossel igual a 10 cm não diferiu da encontrada em pastos com altura de dossel igual a 40 cm (Figura 15).

A elevação da massa de material morto nos pastos mantidos mais altos (Tabela 9) pode ser justificada pela maior competição por luz entre os perfilhos. Santos et al. (2009), analisando quatro alturas de dossel (10, 20, 30 e 40 cm) em um mesmo pasto de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk) manejado com altura média de 25 cm, observaram maior massa de material morto nos dosséis mais altos e atribuíram isso ao fato de que o maior sombreamento na parte inferior do dossel

mais alto resultou na maior senescência e, ou, morte de perfilhos jovens de menor tamanho e de folhas velhas.

Entretanto, a proporção de material morto decresceu com o aumento da altura do dossel, sendo superior para a altura de 10 cm. Flores et al. (2008) observaram menor proporção de colmo acompanhada de maior proporção de material morto em dosséis de capim Xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf. cv. Xaraés] mantidos a 15 cm sob lotação contínua em relação àqueles mantidos a 40 cm durante o verão. Os autores atribuíram este padrão de resposta ao alongamento de colmos nos dosséis mantidos a maiores alturas e a intensa remoção dos tecidos vegetais nos pastos mantidos a alturas menores, contribuindo para as proporções de material morto encontradas. Além disso, a proporção de material morto é influenciada por fatores ambientais, podendo aumentar em condição de estresse pela limitação de algum fator abiótico (FERREIRA, 2010). É possível, portanto, que isso se deva às variações nas condições ambientais no decorrer do período experimental, em que houve variações na distribuição de precipitação (Figura 1).

Observaram-se ainda diferenças na massa de material morto em resposta à dose de N. Nos pastos adubados com 50 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> a proporção de material morto foi maior em relação àqueles adubados com dose de 250 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Santos et al. (2009) observaram em pastos diferidos de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk), que a realização da adubação com nitrogênio pode contribuir para a ocorrência de maior massa de folha verde e menores massas de colmo e material morto na forragem diferida. Os principais efeitos da adubação com nitrogênio no pasto são o aumento do fluxo de tecidos (NASCIMENTO JR. & ADESE, 2004) e o estímulo dado à planta para o seu crescimento e produção de material verde, diminuindo, com isso, a proporção de material morto nos pastos adubados com esse nutriente, desde que eficientemente utilizado.

O IAF esteve diretamente associado à altura de dossel apresentando valores médios de 2,5 e 5,3 para os dosséis mantidos a 10 e 40 cm, respectivamente. Esse resultado difere de outros trabalhos encontrados na literatura nos quais foram encontrados valores de 1,0 a 2,5 (Galbeiro, 2009) e 1,6 a 3,4 (Pequeno, 2010) para pastos de capim Xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf. cv. Xaraés] manejados a 15 e 45 cm de altura, respectivamente. Isso, provavelmente, se deve às diferenças morfológicas determinadas geneticamente entre as duas espécies mostrando que o capim Mulato II apresenta mais folhas que o capim Xaraés, mas ainda assim



demonstram a relação entre o IAF e altura do dossel forrageiro. Da Silva et al., (2008), ressaltaram que o IAF é uma variável estreitamente relacionada com o manejo da pastagem, pois é determinante da capacidade de rebrotação do dossel, e ainda que valores baixos estão normalmente associados a dosséis com massa de forragem mais baixa.

O perfilhamento foi diretamente influenciado pela altura de dossel e adubação nitrogenada. Os dosséis mantidos mais baixos apresentaram maior densidade populacional de perfilhos basais. Em razão da melhor qualidade e da maior quantidade de luz nos dosséis mais baixos e dos assimilados de carbono utilizados para o estímulo ao desenvolvimento de gemas, o perfilhamento aumenta com a pressão de pastejo. Isso foi demonstrado por Carvalho et al. (1999) que afirmaram que sob pastejo intenso, o pasto se caracteriza por apresentar numerosos e pequenos perfilhos e baixo IAF. Quando em situação de sombreamento, característica presente em dosséis mais altos, maior quantidade de assimilados é alocada para o crescimento de perfilhos já existentes em detrimento do desenvolvimento de novos perfilhos (PEDREIRA et al., 2001), devido à necessidade de alongamento de colmos uma vez que a competição por luz se eleva. Sbrissia & Da Silva (2008), relataram que em pastos de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) mantidos com alturas médias de 10, 20, 30 ou 40 cm, sob lotação contínua, houve acréscimos na densidade populacional de perfilhos com a redução da altura do pasto.

Em ambos, perfilhos basais e aéreos, houve efeito da dose anual de N, sendo maior para os pastos adubados com  $250 \text{ kg N ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ . Nabinger (1996) atribuiu o efeito positivo do N sobre o perfilhamento à maior rapidez de formação das gemas axilares e à iniciação dos perfilhos correspondentes. Fagundes et al. (2006) observaram que a densidade populacional de perfilhos em pastos de *Brachiaria decumbens* aumentou de 1.428 para 2.142 perfilhos/m<sup>2</sup> quando a dose de adubo incrementou de 75 para  $300 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Em outros trabalhos de pesquisa, também se tem verificado que o nitrogênio assume papel importante no crescimento e na produção das plantas forrageiras, pois seu suprimento eleva o número de perfilhos por planta (ALEXANDRINO et al., 1999; GARCEZ NETO et al., 2002; BAHMANI et al., 2002).

A fertilização nitrogenada também tem influência sobre a produção de forragem (CARVALHO et al., 2001) como foi visto anteriormente (Tabela 6). Com isso,

em pastos manejados com adubação mais intensa os animais são colocados mais vezes para pastejar e manter a altura do dossel, o que aumenta a probabilidade de decapitação de meristemas apicais e, conseqüentemente, quebra de dominância o que gera um estímulo para o desenvolvimento de gemas laterais e surgimento de perfilhos aéreos. Semelhante ao observado no presente estudo, Ferreira (2010) não encontrou variação no número de perfilhos aéreos nas alturas de manejo impostas (10, 17,5 e 25 cm) em pastos de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk) sob lotação contínua.

## 6. CONCLUSÕES

A altura do dossel mostrou ter impacto marcante sobre a produção de forragem, a composição morfológica da massa de forragem e sobre as características estruturais do dossel. Maior produção de forragem foi obtida com a altura de 40 cm em relação à altura de 10 cm. Maiores massas de forragem ofertada e de seus componentes morfológicos também foram obtidas para a altura de 40 cm. Entretanto, com o aumento da massa de forragem ocorre a redução da proporção de material morto e aumento da de colmos. A proporção de folhas foi maior para pastos com altura de 10 cm em relação àqueles com altura de 25 cm sendo que nos pastos com altura de 40 cm a proporção não diferiu entre as duas alturas menores.

A adubação nitrogenada resultou em aumento na produção de forragem do capim Mulato II sendo que a dose de 250 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> gerou 72% de aumento na produção, comparada à dose de 50 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. A aplicação de nitrogênio também influenciou a composição morfológica da forragem uma vez que a massa de material morto foi maior para a menor dose.

O perfilhamento foi influenciado pela altura e pela adubação nitrogenada. Os dosséis manejados a 10 cm registraram maior quantidade de perfilhos basais em relação aos dosséis mais altos. Pastos manejados com maior intensidade de adubação (250 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) resultam em maior densidade de perfilhos basais e aéreos.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E. et al. Efeito da adubação nitrogenada e da frequência de corte na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. II-características morfogênicas e estruturais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1999. p. 287-290.
- ALVIM M.J.; BOTREL, M.A.; XAVIER, D.F. **As principais espécies de *Brachiaria* utilizadas no país.** Comunicado Técnico nº 22. Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, 2002. 4 p.
- ARGEL, P.J.; MILES, J.W.; GUIOT, J.D.; LASCANO, C.E. **Cultivar Mulato (*Brachiaria* híbrido CIAT 36061): Gramínea de alta produção e qualidade forrageira para os trópicos.** Cali,CO. Centro de Agricultura Tropical (CIAT), 28 p. 2005.
- ARGEL, P.J.; MILES, J.W.; GUIOT, J.D.; CUADRADO, H. LASCANO, C.E. **Cultivar Mulato II (*Brachiaria* híbrida CIAT 36087): Gramínea de alta qualidade e produção forrageira, resistente às cigarrinhas e adaptada a solos tropicais ácidos e bem drenados.** Cali, CO: Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT), 22p. 2007.
- BAHMANI, I. et al. Flowering propensity of two New Zealand perennial ryegrass cultivars originating from different ecotypes. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 45, p.129-137, 2002.
- BARBOSA, R. A. **Morte de pastos de braquiárias.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. 206 p.
- BIANCHIN, I. **Epidemiologia e controle de helmintos gastrintestinais em bezerros a partir de desmama, em pastagem melhorada, em clima tropical do Brasil.** Rio de Janeiro, 1991. 162p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- BRAGA, G.J.; PEDREIRA, C.G.S.; HERLING, V.R.; LUZ, P.H.C.; MARCHESIN, W.A.; MACEDO, F.B. Quantifying herbage mass on rotationally stocked palisadegrass pastures using indirect methods. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.66, n.1, p.127-131, 2009.

- BROWN, R.H.; BLASER, R.E. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstracts**, v.38, n.1, p.1-9, 1968.
- CARVALHO, C.A.B., SILVA, S.C. et al. Tiller dynamics in grazed swards of *Cynodon* spp. In: **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**, Curitiba-PR, 1999, p.344-48.
- CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N; POLI, C.H.E.C. ET AL. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2001. p.853- 871.
- CLEMENT, C.R. The uptake of nitrate by *Lolium perenne* from flowing nutrient solution. II. Effect of light, defoliation, and relationship to CO<sub>2</sub> flux. **Journal of Experimental Botany**, v.29, p.1173-1183, 1978.
- CORSI, M.; BALSALOBRE, M.A.; SANTOS, P.M.; da SILVA, S.C. Bases para o estabelecimento do manejo de pastagens de Braquiária. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DA PASTAGEM, 11., Piracicaba, 1994. **Anais**. Piracicaba, FEALQ, 1994. p.249-266.
- COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; FAQUIN, V. **Adubação nitrogenada para pastagens do gênero *Brachiaria* em solos do Cerrado** – Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 60 p
- DA SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 20., 2003. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003, p.155-186.
- DA SILVA, S.C.; CUNHA, W.F. Métodos indiretos para estimar a massa de forragem em pastos de *Cynodon* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 981-989, 2003.
- Da SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.B.P. **Pastagens**: conceitos básicos, produção e manejo. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2008. 115 p.
- DAVIES, D.A.; FUTHERGILL, M.; MORGAN, C.T. **Assessment of contrasting perennial ryegrasses with and white clover, under continuous stocking in the uplands**. 5 – Herbage production, quality and intake in years 4-6. Grass and forage Sci., v.48, n.3, p.213-222, September 1993.

- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, EMBRAPA: Produção de informação, 1999. 412p.
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 397-403, 2005.
- 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**, Viçosa, v. 35, n.1, p.21-29, 2006.
- Fao. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: [http://faostat3.fao.org/browse/Q/\\*/E](http://faostat3.fao.org/browse/Q/*/E). Acesso em: 25/10/2106
- FERREIRA, A. S. **Dinâmica de acúmulo de forragem e estrutura do dossel em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Brasilik sob lotação contínua**. 2010. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- FLORES, R.S.; EUCLIDES, V.P.B.; ABRÃO, M.P.C.; GALBEIRO, S.; DIFANTE, G.S.; BARBOSA, R.A. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 8, 2008.
- GALBEIRO, S. **Características morfogênicas, acúmulo e qualidade da forragem do capim-xaraés submetido a intensidades de pastejo sob lotação contínua**. 2009. 67p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.
- GARCEZ NETO, A.F. et al. Respostas Morfogênicas e Estruturais de *Panicum Maximum* cv. Mombaça sob diferentes Níveis de Adubação Nitrogenada e Alturas de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n.5, 2002. p.1890-1900.
- GRANT, S.A.; BARTHRAM, G.T.; TORVELL, L.; KING, J.; ELSTON, D.A. Comparison of herbage production under continuous stocking and intermittent grazing. **Grass and Forage Science**, v.43, n.1, p. 29-39, 1988.

- HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. IN: OKUBO, T. SHIYOMI, M. (Ed.) In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15., Kyoto, Japan, 24-31 Aug, 1985. **Proceedings**. Nishinasuno, Tochini-ken, Japan: Japanese Society of Grassland Science, 1985. P.63-66.
- LITTELL, R.C., J. PENDERGAST, R. NATARAJAN. 2000. Tutorial in biostatistics: Modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. **Stat. Medicine** 19: 1793-1819.
- 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**. 2004. 159p. Dissertação (Mestrado em Agronomia Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. p.59-121.
- NABINGER, C. Manejo da desfolha In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2001. p.192-210.
- NASCIMENTO JR, D.; ADESE, B. Acúmulo de biomassa na pastagem. In: PEREIRA, O G., OBEID, J.A., FONSECA, D.M., NASCIMENTO JR, D. (Eds.) Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem, 2, Viçosa, 2004. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004, p. 289-330.
- PARSONS, A.F. JOHNSON, I.R. HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. **Grass and Forage Science**, v.43, n.1, p.46-59, 1988.
- PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S.C.; BRAGA, G.J.; SOUZA NETO, J.M.; SBRISSIA, A.F. Sistemas de pastejo na exploração pecuária brasileira. **Anais...** Simpósio Sobre Manejo Estratégico da Pastagem, UFV, Viçosa, 2002. p.197- 230.

- PEDREIRA, C.G.S. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39.; 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002, p. 100-150.
- PEDREIRA, C.G.S.; MELLO, A.C.L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2001. p.772-807.
- PEQUENO, D.N.L. **Intensidade de pastejo como condicionante da estrutura do dossel e da assimilação de carbono de pastos de capim Xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf. Cv. Xaraés] sob lotação contínua.** 2010. 77p. Dissertação (Mestrado em Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- RHODES, I. Relationship between canopy structure and productivity in herbage grasses and its implication for plant breeding. **Herbage Abstracts**, v.43, p.129-133, 1973.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; BALBINO, E.M. et al. Caracterização de perfilhos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.643-649. 2009.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M. da; SILVA, G.P.; PIMNETEL, R.M.; CARVALHO, V.V. de; SILVA, S.P. da. Estrutura do pasto de capim-braquiária com variação de alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.39, n. 10, p. 2125-2131, 2010.
- 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.
- SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy.** 4<sup>th</sup> ed. Blacksburg: Virginia Polytechnic Institute State University Press, 1990. 422p. (Soil Management Support Services Technical Monograph, 19).
- THORNTON, B.; MILLARD, P. Increased defoliation frequency depletes remobilization of nitrogen for leaf growth in grasses. **Annals of Botany**, v.80, p.89-95, 1997.



- VALLE, C.B.; Avaliação de Germoplasma e Melhoramento Genético de Braquiárias. In: PAULINO V.T. et al. In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *BRACHIARIA*, 2, 1991, **Anais...** Nova Odessa, Instituto de Zootecnia, 1991. p. 301-342.
- VALLE,C.B.; MILLES, J.W. Características de plantas forrageiras do gênero *brachiaria*. In: **ANAIS DO 17º SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE PASTAGEM**, 2001, Piracicaba, Piracicaba: FEALQ,2001. p.133-176.
- WATSON, D.J. The dependence of net assimilation on leaf area index. **Annals of Botany**, v.22, p.37-54, 1958.
- WERNER, J. C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49 p. (Boletim Técnico, 18).
- WERNER, J.C.; COLOZZA, M.T.; MONTEIRO, F.A. Adubação de pastagens. In:SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 18., 2001, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: Fealq, 2001. p.129-156.