



ADRIANO PEIXOTO DE BASTOS FREIRE

**RECUPERAÇÃO E MORFOGÊNESE DE
CAPIM-BRAQUIÁRIA SOB LOTAÇÃO
CONTÍNUA**

**LAVRAS – MG
2013**

ADRIANO PEIXOTO DE BASTOS FREIRE

**RECUPERAÇÃO E MORFOGÊNESE DE CAPIM-BRAQUIÁRIA SOB
LOTAÇÃO CONTÍNUA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Produção e Nutrição de Ruminantes – Forragicultura e Pastagem, para obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. José Cardoso Pinto

**LAVRAS - MG
2013**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Freire, Adriano Peixoto de Bastos.

Recuperação e morfogênese de capim-braquiária sob lotação contínua / Adriano Peixoto de Bastos Freire. – Lavras : UFLA, 2013.

64 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: José Cardoso Pinto.

Bibliografia.

1. *Brachiaria decumbens*. 2. Características morfológicas e estruturais. 3. Ciclagem de nutrientes. 4. Reforma de pastagens. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.084

ADRIANO PEIXOTO DE BASTOS FREIRE

**RECUPERAÇÃO E MORFOGÊNESE DE CAPIM-BRAQUIÁRIA SOB
LOTAÇÃO CONTÍNUA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Produção e Nutrição de Ruminantes – Forragicultura e Pastagem, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 30 de janeiro de 2013.

Dr. Tarcísio de Moraes Gonçalves	UFLA
Dr. Valdir Botega Tavares	IF SUDESTE Rio Pomba-MG
Dra. Carla Luiza da Silva Ávila	UFLA

Dr. José Cardoso Pinto
Orientador

**LAVRAS – MG
2013**

RESUMO

No Brasil, os dois principais métodos para reformar pastagens com plantio de milho são através do plantio convencional e plantio direto. Além disso, as excreções dos bovinos contém muitos nutrientes que vão reciclar nas pastagens interferindo nesse ecossistema. Objetivou-se avaliar métodos de recuperação de pastagens de capim-braquiária sob lotação contínua por meio do plantio do milho e características morfogênicas e estruturais, dado à proximidade das fezes. Foram utilizados nove piquetes de 0,5 ha, onde foram alocados os tratamentos: plantio direto de milho, plantio convencional de milho e o controle (testemunha) e as parcelas foram subdivididas em próximo e distante (20 cm e 2 m) das placas de fezes naturalmente depositadas pelos bovinos. A altura dos pastos foi medida duas vezes por semana em 100 pontos por piquete, com intuito de manter uma altura média de 25 cm. Para estudar as características morfogênicas foram marcados três perfilhos próximos e três distantes de duas placas de fezes. Para as características estruturais, a forragem foi cortada rente ao solo para quantificação dos constituintes morfológicos baseados na MS (matéria seca). O delineamento utilizado foi blocos casualizados, em um esquema fatorial 3x2 (métodos de plantio x locais de coleta) com três blocos e três repetições dentro de cada bloco. Os métodos de plantio influenciaram apenas a massa total de forragem, a percentagem de perfilhos vegetativos e a taxa de senescência foliar. Maior valor de massa total de forragem, menor de percentagem de perfilhos vegetativos e maior de taxa de senescência foliar foram observados no tratamento controle. Nesse tratamento houve também maior percentagem de perfilhos mortos. Nos tratamentos plantio direto e plantio convencional de milho houve maior percentagem de perfilhos vegetativos. Por outro lado, nos locais próximos das fezes houve maiores valores de número de folhas intactas, taxa de senescência foliar, comprimento médio do pseudocolmo, comprimento médio foliar, massa de folhas verdes e relação folhas verdes/material morto. Já nos locais distantes das fezes houve maior quantidade de material morto e número de folhas desfolhadas. Os locais com fezes de 28 dias proporcionaram maiores valores de número de folhas vivas, comprimento médio do pseudocolmo, incremento de pseudocolmo e taxa de alongamento de colmo. Os locais com fezes de 1 dia proporcionaram maiores valores de taxa de alongamento foliar e massa de folhas verdes. As variáveis número de folhas vivas, número de folhas intactas, duração de vida da folha e taxa de alongamento foliar apresentaram maiores valores no primeiro período experimental (março de 2012). Já as variáveis taxa de alongamento do colmo, incremento do pseudocolmo e massa de folhas verdes foram maiores no segundo período experimental (abril de 2012). Os métodos de plantio de milho influenciaram poucas variáveis respostas. Assim, o período de um ano pode ter sido suficiente para as pastagens de capim-braquiária se restabelecerem e as

diferenças entre os tratamentos não terem sido significativas. A deposição de fezes por bovinos influencia as características morfológicas e estruturais do capim-braquiária. Essas modificações no dossel, mesmo que em regiões pontuais nas pastagens, influenciam o comportamento ingestivo dos animais.

Palavras-chave: *Brachiaria decumbens*. Características morfológicas e estruturais. Ciclagem de nutrientes. Reforma de pastagens.

ABSTRACT

In Brazil, the two main methods to renovate pastures are planting corn by conventional tillage and no-tillage. Furthermore, the cattle excretions contain many nutrients that will recycle the pastures interfering in this ecosystem. Aimed to evaluate recovery methods of *Brachiaria* grass pastures under continuous stocking by planting corn and morphogenetic and structural features, given the proximity of the feces. Nine paddocks were used of 0.5 ha, were allocated treatments: no-tillage corn, conventional tillage corn and control (control) and the plots were subdivided into near and far (20 cm and 2 m) boards feces naturally deposited by cattle. The grass height was measured twice a week at 100 points per paddock, in order to maintain an average height of 25 cm. To study the morphogenetic features were marked three next tillers and three distant of two boards' feces. For the structural characteristics, forage was cut at soil for quantification of morphological constituents based on DM (dry matter). The experimental design was randomized blocks, in a factorial design 3x2 (planting methods x collection sites) with three blocks and three replicates within each block. The methods of planting influenced only the total forage mass, percentage of vegetative tillers and leaf senescence rate. Higher value of total forage mass, lower percentage of vegetative tillers, larger leaf senescence rate were observed in the control treatment. In this treatment there was also higher percentage of dead tillers. In treatments no-tillage and conventional tillage corn was higher percentage of vegetative tillers. On the other hand, in sites near of the feces there were highest values of intact number leaves, leaf senescence rate, average length of pseudostem, leaf average length, mass of green leaves and relation of green leaves/material dead. Already in distant sites from the feces there was greater amount of dead material and number of leaves defoliated. Sites with feces of 28 days provided higher values of live leaves number, average length of the pseudostem, increment pseudostem and stem elongation rate. Sites with feces of 1 day provide the highest values of leaf elongation rate and mass of green leaves. The variable number of live leaves, number of intact leaves, leaf life span and leaf elongation rate showed higher values in the first experimental period (March 2012). The variables rate of stem elongation, pseudostem increase and mass of green leaves were higher in the second period (April 2012). The planting corn methods influenced few variables responses. Thus, the period of one year may have been enough for the pasture of *Brachiaria* grass reestablish themselves and the differences among treatments were not significant. The feces deposition by cattle influences the morphogenetic and structural characteristics of *Brachiaria* grass. These changes in the canopy, even in specified regions in the pastures influence the ingestive behavior.

Keywords: *Brachiaria decumbens*. Morphogenetic and structural characteristics.
Nutrient cycling. Reform pastures.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Dossel de <i>Brachiaria decumbens</i> antes da entrada dos animais nos piquetes.....	32
Figura 2	Dossel de <i>Brachiaria decumbens</i> 30 dias após a entrada dos animais nos piquetes.....	33
Figura 3	Perfilho vegetativo de <i>Brachiaria decumbens</i> marcado com fio colorido de telefone próximo da placa de fezes para avaliação do fluxo de massa de forragem.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resultados das análises químicas do solo da área experimental antes do plantio de milho em janeiro de 2011.....	30
Tabela 2	Resultados das análises químicas do solo da área experimental depois de um ano do plantio de milho em janeiro de 2012.....	30
Tabela 3	Valores de precipitação pluvial e temperaturas mínima, média e máxima dos meses compreendendo todo o período experimental.....	30
Tabela 4	Massa total de forragem (MTF), percentagem de perfilhos vegetativos (Perf. Veg.) e taxa de senescência foliar (TSF) de capim-braquiária em pastagens sob lotação contínua reformadas por métodos de plantio de milho no primeiro período experimental (março de 2012).....	39
Tabela 5	Percentagem de perfilhos mortos (Perf. Mortos) e perfilhos vegetativos (Perf. Vegt.) de capim-braquiária em pastagens sob lotação contínua reformadas por métodos de plantio de milho no primeiro (março 2012) e segundo (abril 2012) períodos experimentais.....	40
Tabela 6	Resultados das análises químicas do solo da área experimental antes do plantio de milho em janeiro de 2011.....	41
Tabela 7	Resultados das análises químicas do solo da área experimental depois de um ano do plantio de milho em janeiro de 2012.....	41
Tabela 8	Altura média do dossel de capim-braquiária em pastagens sob lotação contínua reformadas por métodos de plantio de milho no primeiro (março de 2012) e segundo (abril de 2012) períodos experimentais.....	42

Tabela 9	Número de folhas intactas (NFI), taxa de senescência foliar (TSF), comprimento médio do pseudocolmo (CMPC) e comprimento médio foliar (CMF) do capim-braquiária em locais da pastagem distante e próximo de fezes recém-depositadas de 1 dia, no primeiro período experimental (março de 2012)	43
Tabela 10	Massa de folhas verdes (MFV) e relação folhas verdes/material morto (RFVMM) do capim-braquiária em locais da pastagem distante e próximo de fezes recém-depositadas de 1 dia, no primeiro período experimental (março de 2012)	44
Tabela 11	Número de folhas vivas (NFV), incremento de pseudocolmo (IPC), taxa de alongamento do pseudocolmo (TAIPC) e taxa de alongamento foliar (TAIF) do capim-braquiária em locais da pastagem distante e próximo de fezes recém-depositadas de 1 dia e depositadas a 28 dias, no segundo período experimental (abril de 2012)	46
Tabela 12	Número de folhas desfolhadas (NFD), massa de folhas verdes (MFV) e material morto (MM) do capim-braquiária em locais da pastagem distante e próximo de fezes recém-depositadas de 1 dia e depositadas a 28 dias, no segundo período experimental (abril de 2012)	47
Tabela 13	Taxa de alongamento foliar (TAIF), número de folhas intactas (NFI), número de folhas desfolhadas (NFD) e comprimento médio foliar (CMF) do capim-braquiária em locais da pastagem distante e próximo de fezes recém-depositadas de 1 dia, no primeiro (março de 2012) e segundo (abril de 2012) períodos experimentais	50

Tabela 14	Massa de folhas verdes (MFV), relação folhas verdes/material morto (RFVMM) e comprimento médio do pseudocolmo (CMPC) do capim-braquiária em locais da pastagem distante e próximo de fezes recém-depositadas de 1 dia, no primeiro (março de 2012) e segundo (abril de 2012) períodos experimentais	51
Tabela 15	Taxa de senescência foliar (TSF), incremento do pseudocolmo (IPC) e material morto (MM) do capim-braquiária em locais da pastagem distante e próximo de fezes recém-depositadas de 1 dia, no primeiro (março de 2012) e segundo (abril de 2012) períodos experimentais	52
Tabela 16	Número de folhas vivas (NFV), número de folhas intactas (NFI), duração de vida das folhas (DVF) e taxa de alongamento foliar (TAIF) do capim-braquiária no primeiro (março de 2012) e segundo (abril de 2012) períodos experimentais	53
Tabela 17	Valores de precipitação pluvial e temperaturas mínima, média e máxima dos meses compreendendo todo o período experimental.....	53
Tabela 18	Incremento do pseudocolmo (IPC), taxa de alongamento de colmo (TAIC) e massa de folhas verdes (MFV) do capim-braquiária no primeiro (março de 2012) e segundo (abril de 2012) períodos experimentais	54
Tabela 19	Perfilhos vegetativos (Perf. Veg.), perfilhos mortos (Perf. Morto) e relação folhas verdes/material morto (RFVMM) do capim-braquiária no primeiro (março de 2012) e segundo (abril de 2012) períodos experimentais	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Fluxo de nutrientes	17
2.2	Características morfogênicas e estruturais	21
2.3	Métodos de plantio	25
3	MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1	Local do experimento	29
3.2	Monitoramento da altura do dossel	32
3.3	Amostragem da massa de forragem	33
3.4	Medidas morfogênicas	34
3.5	Delineamento experimental e análise estatística	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5	CONCLUSÕES	58
	REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

As pastagens representam uma das principais fontes de nutrientes para os ruminantes e além de influenciar o comportamento dos mesmos, afetam a vida de outros indivíduos. Pois, estima-se uma área de 25% do território mundial em pastagem. Portanto, qualquer ação nesse ecossistema acarreta profundas mudanças no planeta, sendo pertinente o entendimento dos componentes do ecossistema pastagens, como eles se interagem entre si e com outros ecossistemas.

Nesse sentido, há a necessidade de contabilizar as entradas de nutrientes via fertilizantes e suplementos, assim como os nutrientes reciclados via serrapilheira e excretas, para a recomendação de adubação ser mais acurada. Com essas atitudes, é possível produzir forragem de qualidade que garanta um melhor retorno ao produtor e sem comprometer o meio ambiente e a vida dos indivíduos no planeta.

Porém, nas atividades agrárias dos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos, baseadas em baixo ou nenhum uso de fertilizantes, o impacto ambiental está mais relacionado à degradação das pastagens (DUBEUX JÚNIOR et al., 2007). Essa degradação, segundo Dias Filho (2011), é justificada principalmente por falhas no manejo das pastagens, no manejo do pastejo e no estabelecimento das espécies e cultivares forrageiras.

De acordo com a Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (2010), a projeção para o crescimento mundial em 2050 será de 10 bilhões de seres humanos. Porém, a procura para otimizar a produção de alimentos é prioridade ao invés de maximizá-la. O manejo imposto para maximização da produção pode ter consequências negativas sobre a natureza, citando-se, como exemplo, a contaminação de lençóis freáticos pela adubação

nitrogenada e principalmente a eutrofização de lagos decorrente do escoamento de fósforo (P), causado por erosões.

Na atividade pecuária, há uma maior ciclagem de nutrientes nos compartimentos do sistema (solo-planta-animal), ou seja, há uma menor dependência de nutrientes via fertilizantes se comparado à atividade agrícola. Isso por que o produto da agricultura exporta grande parte dos nutrientes do solo, enquanto que a pecuária a maioria dos nutrientes não são exportados do sistema via produto animal. Todavia, a sustentabilidade na pecuária é de médio e curto prazo, sendo, portanto, essencial para manutenção da produtividade adicionar ao sistema nutrientes que foram exportados via produtos animais (CORSI; MARTHA JÚNIOR, 1997). Essa maior sustentabilidade em sistemas pecuários, sobretudo baseados em pastagens, deve-se, principalmente, ao fato de que, dos nutrientes ingeridos pelos ruminantes, a maioria retorna via excretas (fezes e urina). Porém, a distribuição desse material não é uniforme e depende de condições climáticas, do animal, da pastagem e do manejo imposto ao sistema de produção.

A deposição de fezes pelos bovinos é uma forma de distribuição de nutrientes que ocorre irregularmente na pastagem, o que pode resultar em zonas mais ou menos favoráveis ao crescimento das forrageiras. Mesmo assim, a reciclagem dos nutrientes via fezes excretadas por esses animais é importante para a sustentabilidade da pastagem, especialmente quando não há reposição de nutrientes por meio de fertilizações (BRAZ et al., 2002a).

A distribuição de excretas e a proporção de nutrientes que retornam ao solo via serrapilheira ou dejetos explicam a heterogeneidade das características da forragem em uma pastagem, a citar: altura, biomassa, densidade populacional de perfilhos, composição botânica e composição química, sobretudo em pastagens manejadas sob lotação contínua que, dentro de certos limites, respeita o hábito seletivo do pastejo e permite ao animal rejeitar locais com placas de

fezes. Enfim, os fatores intrínsecos no ecossistema pastagem, como a atmosfera, solo, planta e animal, estão intimamente interligados.

No Brasil, cerca de 5 kg ha⁻¹ de N-P-K (nitrogênio – N, fósforo – P e potássio – K) são utilizados anualmente em pastagens cultivadas (DUBEUX JÚNIOR et al., 2006). O motivo principal para o baixo uso dessa prática é o alto preço dos fertilizantes, principalmente do nitrogênio (N), pela maior quantidade a ser aplicada, em relação ao obtido pelos produtos finais da pecuária (ANDRADE et al., 2010). Martha Júnior et al. (2004) relataram que no período de 1999 a 2003 o poder de compra de fertilizantes nitrogenados baseados na venda de boi ou de bezerro foi reduzido em 55% e 67%, respectivamente.

Estima-se que no Brasil aproximadamente 50% das pastagens, ou quase 50 milhões de hectares, estão degradados ou em processo de degradação (BODDEY et al., 2004). Essa degradação dificilmente será revertida, pois, como foi exposto acima, o poder de troca dos produtos animais despencaram na última década e o produtor descapitalizado se sente impotente e com razão nesse ciclo imutável de improdutividade.

Esse cenário nacional de pouco ou nenhum uso de fertilizantes pode ser mudado com o incentivo de uso de sistemas de produção integrados, como a integração lavoura-pecuária (ILP). Essa técnica pode ser mediada com a introdução de leguminosas fixadoras de N, o que melhoraria muito o aporte desse nutriente extremamente caro e fundamental à produção.

Assim, no Brasil os dois principais métodos de plantio do milho (*Zea mays* L.) com intuito de recuperar pastagens são o plantio direto e o convencional. Nesse sentido, as mudanças que ocorrem no ecossistema pastagem devem ser investigadas, pois resultam em reações que afetam toda a cadeia produtiva da agropecuária. Assim, as intervenções no fator Terra afetam as produções de grãos, de forragens e de carne e, de forma geral, o ambiente.

Diante disso, no Brasil cresce o número de pesquisas no tocante à produção animal em pastagens, sobretudo aquelas relacionadas ao manejo. Nos últimos anos, uma maior atenção tem sido dada não apenas ao fator produção (kg de carne ou de leite por hectare) como também às questões relacionadas ao uso do solo, da água e dos fertilizantes, à conservação da biodiversidade e à emissão de gases do efeito estufa que são resultantes da intervenção antrópica no meio ambiente.

Por isso, objetivou-se avaliar métodos de recuperação de pastagens de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.) sob lotação contínua por meio do plantio do milho e características morfogênicas e estruturais, dado à proximidade das fezes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Fluxo de nutrientes

Segundo Dubeux Júnior et al. (2006b), os nutrientes ciclam entre os diferentes compartimentos do ecossistema pastagem, tais como solo-planta-animal-atmosfera, passando por modificações que os tornam mais ou menos disponíveis para serem utilizados por microrganismos do solo, pelas plantas e pelos animais em pastejo. Os autores acrescentam que o fluxo dos nutrientes é influenciado pelo solo e seus microrganismos, pela comunidade vegetal e pelos animais em pastejo. Esses, por seletividade da dieta, podem alterar a disponibilidade e a distribuição dos nutrientes quando retornam ao solo pelas suas duas principais vias de retorno, a serrapilheira e as dejeções.

A água tem vital importância no transporte dos nutrientes entre os compartimentos da pastagem e facilita tanto as perdas como a absorção pelas plantas, aumentando a velocidade das reações de transformação dos nutrientes pelos microrganismos. Além desses componentes que afetam o ciclo local de nutrientes, o manejo imposto pelo homem dita o fluxo e, portanto, é componente-chave e controlável do ecossistema pastagem e pode determinar o rumo, degradação ou estabilização da exploração pecuária.

As principais fontes de nutrientes para as plantas são: material de origem do solo, matéria orgânica do solo (MOS), resíduos vegetais e animais, deposição atmosférica, fixações simbióticas e não simbióticas e adubações. A importância de cada fonte varia com cada local (tipo de solo, manejo do pastejo, nível de adubação e insumos em geral), bem como o uso ou não de leguminosas.

A matéria orgânica do solo é considerada como sendo um dos principais reservatórios de nutrientes do sistema de pastagens. Dentro dos compartimentos solo-planta, 59,6%; 89,3% e 87% de carbono (C), N e P, respectivamente,

advém da MOS. Porém, em razão da baixa taxa de mineralização desse componente do solo, a matéria orgânica não pode ser considerada como a principal fonte de nutrientes para as plantas forrageiras. Quando a exploração do sistema é mais intensiva, a importância da matéria orgânica do solo como fonte de nutrientes é ainda menor em comparação aos resíduos vegetais e animais (serrapilheira e excretas) (DUBEUX JÚNIOR et al., 2004).

Entende-se por resíduos vegetais e animais, uma matéria orgânica de baixa densidade ou baixa relação C/N. Ao passo que a matéria orgânica do solo tem alta densidade, uma alta relação C/N e por isso desempenha um papel fundamental na física, química e biologia do solo. A função química da matéria orgânica do solo deve-se principalmente ao aumento de cargas negativas do solo em virtude da sua constituição (FURTINI NETO et al., 2001).

A maior participação dos resíduos e não da matéria orgânica do solo como fonte de nutrientes deve-se à maior velocidade de mineralização e, portanto, da disponibilidade dos nutrientes, que em termos absolutos não é tão grande como na MOS. Considerando os compartimentos solo-plantas, 3,9%; 0,9% e 1% de C, N e P, respectivamente, está presente no resíduo. A maior taxa de mineralização, dentre outros fatores, é explicada justamente pela menor relação C/N e lignina/N dos resíduos vegetais e animais, em detrimento da matéria orgânica do solo de alta densidade, facilitando a atividade dos microrganismos decompositores. A bioquímica dos compostos da matéria orgânica de maior densidade como lignina, polifenóis e taninos impede o acesso dos microrganismos e a sua decomposição (DUBEUX JÚNIOR et al., 2004).

Contudo, a matéria orgânica pode ser fonte significativa de nutrientes em sistemas menos intensivos e/ou regiões tropicais (condições ambientais propícias para decomposição), onde o nível de adubação, sobretudo a nitrogenada, é baixo ou nulo. Nessas situações, o suprimento de N pela matéria orgânica do solo pode chegar a 60 kg ha^{-1} (CORSI; MARTHA JÚNIOR, 1997).

De acordo com Dubeux Júnior et al. (2007), quando se pensa em reciclagem de nutrientes no ecossistema pastagem, deve-se considerar as duas principais vias de seu retorno: a serrapilheira e as excretas. Porém, a importância de uma ou de outra no retorno dos nutrientes é influenciada principalmente pelo manejo do pastejo (método de lotação e oferta de forragem), manejo da pastagem (adubação, irrigação, disposição de sombras e aguadas, fogo e suplementação animal) e fatores intrínsecos ao animal (sexo, idade, categoria, raça e estágio fisiológico).

Quando o retorno é pela serrapilheira, as principais vantagens dessa via são a uniformidade de distribuição e a menor perda dos nutrientes (volatilização, desnitrificação, lixiviação e escoamento superficial) quando comparada às dejeções dos animais, pois os nutrientes se encontram em formas mais lentamente disponíveis às plantas. Isso garante um maior sincronismo entre a demanda da planta e a oferta do sistema. Já quando os nutrientes retornam via dejeções, eles estão mais prontamente disponíveis, o que acarreta em maiores perdas, pois as plantas não conseguem absorver além do que necessitam para suas funções fisiológicas (DUBEUX JÚNIOR et al., 2004). Isso fica mais fácil de entender quando se quantifica o teor de nutrientes em uma única micção. Por exemplo, um único evento correspondente a 1,9 L de urina, contendo 1,1% de N, afetando diretamente uma área de 0,27 m², seria correspondente a uma adubação de 774 kg ha⁻¹ de N, o que excede e muito a capacidade de absorção pela planta nessa pequena área (BRAZ et al., 2002a). Esse problema é agravado pelo fato das dejeções serem concentradas em áreas onde praticamente não há vegetação, como aguadas, sombras, saleiros, estradas e cercas (CANTARUTTI et al., 2002) e também porque os nutrientes retornam de maneira quase que exclusiva na urina ou nas fezes. Ou seja, o P majoritariamente retorna via fezes, enquanto o K, na urina, e o N, em ambas as formas, porém dependente da qualidade do alimento ingerido pelo animal, pode retornar principalmente pela urina, como é

o caso de forrageiras com alto teor de N solúvel em sua composição. Outro aspecto referente à qualidade do alimento ingerido e excretado é a sua disponibilidade. Por exemplo, os nutrientes retornados via fezes são menos disponíveis em virtude do fato de serem constituintes de partes fibrosas das fezes, notadamente em espécies tropicais (maiores concentrações de celulose, hemicelulose e lignina). Por outro lado, os nutrientes da urina estão na forma solúvel e também são mais passíveis de perdas para o ambiente.

Segundo Braz et al. (2002a), cerca de 64% das excreções de novilhos ocorreram de forma aleatória no centro de uma pastagem de *B. decumbens* manejada sob lotação contínua, o que evidencia a participação efetiva de nutrientes retornados em áreas de crescimento vegetativo e com potencial para serem reutilizados pelas plantas.

Os maiores alongamentos de folha e de colmo proporcionados pelos nutrientes advindos das fezes modificam o índice de área foliar do pasto e, com efeito, sua capacidade em acumular biomassa. A distribuição das fezes modifica não apenas a estrutura vertical do pasto, mas também sua estrutura horizontal, que é importante em todas as escalas da interação planta-animal (CARVALHO et al., 2001).

Segundo Santos et al. (2011b), houve influência das fezes dos bovinos sobre as taxas de alongamento de colmo e foliar e de aparecimento foliar e sobre o filocrono do capim-braquiária. Ainda, esses autores informam que o maior fluxo de tecidos foi decorrente da maior presença de fatores de crescimento nas áreas da pastagem com interferência das fezes, notadamente de nutrientes após mineralização dos mesmos. Outro fator que pode explicar as maiores taxas de alongamento de colmo e de folha e o aparecimento foliar foi o microclima diferenciado em torno das fezes, podendo favorecer as condições de umidade do solo. Essa maior umidade poderia otimizar a absorção de nutrientes pela forrageira, especialmente daqueles cujo mecanismo de transporte no solo ocorre

por fluxo de massa, como o N. Esses resultados corroboram os de Silva et al. (2009), que em condições de maior disponibilidade de nutrientes, como N, as taxas de alongamento de folhas e de colmos de *B. decumbens* aumentam.

A rejeição dos animais nos locais próximos de placas de fezes também favorece o acúmulo de forragem, pois haverá menor pastejo nesses locais. Nesse contexto, Willians e Haynes (1995) relataram que a área de pastagem rejeitada pelos animais pode ser 5 a 12 vezes maior do que a área com fezes e o período dessa rejeição pode ser de 40 dias a 18 meses, variando de acordo com as condições edafoclimáticas.

2.2 Características morfogênicas e estruturais

De acordo com Pedreira, Mello e Otani (2001), somente quando os processos biológicos que regem o crescimento e o desenvolvimento das plantas forrageiras forem claramente entendidos, bem como as técnicas que possibilitem o uso da produção primária pelos animais de forma mais eficiente forem dominadas pelos profissionais da área, será possível usufruir dos recursos forrageiros de modo mais econômico e ambientalmente correto.

Para isso, é fundamental o conhecimento da planta forrageira, de sua morfologia, fisiologia e, principalmente, a maneira como ela interage com o meio ambiente, pois a capacidade de produção de uma pastagem está intrinsecamente ligada às condições ambientais prevalecentes na área e às práticas de manejo adotadas. Assim, fatores como temperatura, luz, água e nutrientes influenciarão o potencial fotossintético das plantas em decorrência de alterações no índice de área foliar (IAF), que é o componente estrutural-chave do pasto, e, assim, na capacidade fotossintética do dossel, que, por sua vez, é a capacidade de plantas, algas e algumas bactérias que convertem energia solar em moléculas orgânicas a partir de CO₂ e H₂O (MAJEROWICZ, 2004). Esse

processo contínuo é muito importante, pois disponibiliza para os seres heterótrofos um nutriente de altíssima demanda para suas funções vitais, a energia.

Assim, o acúmulo de tecidos vegetais depende basicamente da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) interceptada, sobretudo pelas folhas do relvado, e da eficiência de uso dessa energia solar. Além disso, a partição dos assimilados entre raízes e parte aérea influencia o vigor da rebrota (DIFANTE, 2005). Nesse contexto, o IAF do dossel afeta a interceptação da RFA e é regido pelo balanço entre os processos morfogênicos e o arranjo estrutural dos constituintes morfológicos das plantas.

Essa influência sobre a comunidade vegetal demonstra o papel central da Morfogênese, definida por Chapman e Lemaire (1993) como a dinâmica de geração e expansão de órgãos vegetais no tempo e no espaço, sobre o rendimento de massa seca do dossel. Segundo os autores, a Morfogênese das forrageiras no estágio vegetativo é governada por três características: a) Taxa de aparecimento de folhas, característica termo dependente. b) Taxa de alongamento ou de expansão de folhas. c) Duração de vida das folhas. Porém, esses autores definiram essas características em plantas de clima temperado, ou seja, de ciclo fotossintético C₃ (Azevém perene, *Lolium perenne* L.). Essas plantas apresentam como característica o alongamento de colmos apenas com a maturidade fisiológica, ou seja, no estágio vegetativo não há alongamento de colmo. Diferente do que ocorre quando plantas de ciclo fotossintético C₄ (*Brachiaria* spp., por exemplo) que mesmo no estágio vegetativo apresenta o alongamento de colmos. Assim, pesquisadores brasileiros da área de Forragicultura (SBRISSIA; DA SILVA, 2001) introduziram mais um componente nas características morfogênicas: o Alongamento de colmos. Essa, juntamente com a Taxa de aparecimento de folhas, determina a característica estrutural Densidade de colmos (ou Densidade de perfilhos), de grande

importância no tocante ao comportamento ingestivo e o desempenho animal, reduzindo a relação folha/colmo.

Avaliações realizadas com plantas do gênero *Cynodon* sob lotação contínua revelaram que cerca de 60-75% do crescimento das plantas foram provenientes da alongação de hastes e não apenas da expansão de folhas (PINTO, 2001). Portanto, um aumento de produção primária, nesse caso, pode não refletir em produto animal, já que a estrutura ficaria comprometida com o acúmulo de material senescente e de colmos. Aliado a isso, a redução da densidade populacional de perfilhos compromete a eficiência de utilização e a longevidade do pasto (DA SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2007). Tal fato ocorreu nos estudos de Pinto, Gomide e Maestri (1994) em que as espécies estudadas (capim-andropógon cv. Planaltina, capim-guiné e capim-setária cv. Kazungula), com o avançar da idade das touceiras, aumentaram as produções de folhas e de colmos, porém houve redução da relação entre esses componentes.

Ainda sobre Morfogênese, as características morfogênicas e estruturais são determinadas geneticamente, porém são influenciadas por fatores ambientais, sobretudo temperatura, luz, umidade e nutrientes, influenciando diretamente a estrutura do relvado.

Nesse sentido, segundo Santos et al. (2011b) houve influência das fezes dos bovinos sobre as taxas de alongamento de colmo e foliar e de aparecimento foliar e sobre o filocrono do capim-braquiária. Ainda, esses autores informam que o fluxo de tecidos foi decorrente da maior presença de fatores de crescimento nas áreas da pastagem com interferência das fezes, notadamente de nutrientes após mineralização dos mesmos. Outro fator que pode explicar as maiores taxas de alongamento de colmo e de folha e o aparecimento foliar foi o microclima diferenciado em torno das fezes, podendo favorecer as condições de umidade do solo. Essa maior umidade poderia otimizar a absorção de nutrientes pela forrageira, especialmente daqueles cujo mecanismo de transporte no solo

ocorre por fluxo de massa, como o N. Esses resultados corroboram os de Silva et al. (2009), que em condições de maior disponibilidade de nutrientes, como N, as taxas de alongamento de folhas e de colmos de *B. decumbens* aumentam.

A rejeição dos animais nos locais próximos de placas de fezes também favorece o acúmulo de forragem, pois haverá menor pastejo nesses locais. Nesse contexto, Willians e Haynes (1995) relataram que a área de pastagem rejeitada pelos animais pode ser 5 a 12 vezes maior do que a área com fezes e o período dessa rejeição pode ser de 40 dias a 18 meses, variando de acordo com as condições edafoclimáticas.

Além disso, as fezes dos animais também favorecem a propagação de sementes que são depositadas nas pastagens, proporcionando locais específicos de ressemeadura.

Entende-se por estrutura de um pasto (estrutura do dossel), o resultado da dinâmica de crescimento de seus componentes morfológicos (folha e colmo) no espaço. Graças ao crescimento e desenvolvimento de suas partes é que se tem a estrutura com a qual o animal vai interagir (CARVALHO et al., 2001). As características estruturais definidas por Chapman e Lemaire (1993) são: Comprimento final de folha, Densidade de perfilhos e Número de folhas vivas por perfilho. De acordo com Da Silva e Nascimento Júnior (2007), a quarta característica estrutural oriunda de estudos com plantas tropicais, com o efeito mais marcante em plantas de crescimento ereto, é a relação folha/colmo. Todas as características estruturais convergem para um componente central, o IAF, que afeta e é afetado por todas as outras características morfogenéticas, estruturais e de manejo. Por exemplo, o efeito que o IAF exerce sobre a quantidade e qualidade de luz que chega às partes inferiores do dossel forrageiro, influenciando as gemas que se localizam nas axilas das folhas e têm potencial de originar novos perfilhos.

Em um estudo de Galdino et al. (2009), em pastos de *B. decumbens* manejados sob lotação intermitente, os autores testaram o efeito de diferentes taxas de lotação (2, 4 e 6 UA ha⁻¹) sobre as características morfológicas e estruturais e concluíram que menores taxas de lotação propiciam maiores valores de IAF. Porém, nesse estudo a diferença no IAF não refletiu em diferença na arquitetura da planta (ângulo foliar médio) de acordo com as diferentes taxas de lotação.

Santos et al. (2011a) chegaram à conclusão que há variação espacial em pastos de *B. decumbens* cv. *Basilisk* manejados sob lotação contínua com bovinos. Essa variação na altura é natural em razão do comportamento ingestivo dos bovinos sob lotação contínua. A variação na altura promove mudanças nas características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária como, por exemplo, a taxa de aparecimento foliar, que é influenciada negativamente pela altura. Essa resposta morfogênica decorre da maior distância que a folha em expansão deve percorrer dentro do pseudocolmo até expandir-se totalmente.

Outros mecanismos podem ser usados para direcionar estratégias de manejo. A interrupção da rebrota de um pasto baseada no teor de carboidratos de reserva garante um melhor vigor pós-desfolha.

Portanto, como as características morfogênicas são determinantes da produção das forrageiras e da estrutura do pasto, conhecer fatores que interferem sobre essas características é relevante, como, por exemplo, o efeito da deposição de fezes de bovinos (SANTOS et al., 2011b). Assim, o entendimento de respostas morfofisiológicas assume um papel central no planejamento de práticas de manejo do pastejo, pois define os limites de uso das forrageiras pelos animais no ecossistema pastagem.

2.3 Métodos de plantio

Segundo dados da Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha - FEBRAPDP, 2007), na safra de 2005/06 foram plantados 25,5 milhões de ha em sistema de plantio direto (PD). Parece ser muito, porém, se comparar a área agricultável do país (550 milhões de ha), o PD representa ínfimos 4,63% da área (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2006).

Essa constatação é muito preocupante, visto que o Brasil é um país tropical e o arado e grade, implementos utilizados para revolver o solo deveriam ser usados em alguns casos específicos e não frequentemente como vem ocorrendo. Isso acontece porque o revolvimento do solo expõe a matéria orgânica à ação de microrganismos e à erosão, fato que aumenta o déficit de C no solo. A magnitude desses efeitos depende do clima, do tipo de solo e dos sistemas de culturas utilizadas. Em regiões tropicais, as taxas de perdas da matéria orgânica são até cinco vezes maiores do que as de regiões temperadas (SANCHEZ; LOGAN, 1992).

Nesse contexto, a matéria orgânica do solo (MOS) é um indicador de qualidade do solo, pois é altamente sensível às mudanças no manejo e correlaciona-se positivamente com atributos relacionados à qualidade do solo. O acúmulo de MOS garante uma maior resistência à erosão e maiores infiltração e retenção de água no solo, aumentos na CTC, no estoque e na ciclagem de nutrientes; a atividade biológica e a biodiversidade do solo tornam-se mais presentes e intensas (FURTINI NETO et al., 2001).

Porém, não basta apenas não revolver o solo para ser um sistema de PD, há a necessidade de uma cultura de cobertura e rotação de culturas para que os benefícios do sistema sejam maximizados (SALTON, 2005).

Ainda, de acordo com Salton (2005), a análise da influência de diferentes métodos de manejo nas características do solo permitiu concluir que o sistema de pastagem permanente de *B. decumbens* foi capaz de acumular maior

teor de C orgânico total (COT) no solo, seguido do sistema de PD com rotação de cultura (*B. decumbens*), depois o sistema de vegetação natural. Os manejos que menos estocaram COT foram o plantio direto apenas com lavoura e, em último lugar, o plantio convencional. Esses resultados sugerem que o uso de pastagens possibilita alcançar ou superar o estoque de COT do ecossistema natural.

Resultados de Portilho et al. (2011) apontam para a mesma tendência de benefícios com o PD, integração lavoura-pecuária (ILP) e pastagem cultivada continuamente, em comparação ao plantio convencional (PC). Naquele estudo, os autores constataram uma maior densidade, riqueza e diversidade da fauna invertebrada do solo, enquanto que, o PC reduziu essa fauna. Além do sistema de ILP favorecer a manutenção da diversidade da fauna invertebrada, a formação dos agregados estáveis e a fertilidade do solo aumentaram com esse método de uso da terra.

Já os resultados dos estudos de Marchão et al. (2007) e de Spera et al. (2004) mostram um aumento na densidade do solo na sua camada superficial em sistema de ILP quando o preparo da terra foi o PD em comparação ao PC, porém essa compactação não comprometeu a produção vegetal. Segundo Imhoff, Silva e Tormena (2000), essa compactação pode ser decorrente do hábito de crescimento cespitoso da espécie forrageira utilizada nos ensaios (*Panicum maximum* Jacq.), apresentando grande área de solo descoberto entre as touceiras.

Contudo, quando os animais foram integrados em um sistema de ILP com o emprego de moderadas e controladas intensidades e frequências de pastejo, a agregação do solo foi significativamente melhorada, bem como a sua atividade microbiana (CARVALHO et al., 2010).

Desse modo, já que os métodos de plantio são capazes de alterar as características físicas e a dinâmica da MOS, as quais exercem influências positivas em qualquer sistema de produção vegetal, torna-se recomendável

estudar o efeito residual do plantio de milho nos sistemas de PC e PD sobre as características morfogênicas e estruturais da rebrota de *B. decumbens* depois de um ano da intervenção na área.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido em área experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, localizada nas coordenadas geográficas de 21°14' de latitude Sul, 45°00' de longitude Oeste de *Greenwich* e 918 m de altitude (CASTRO NETO; SILVEIRA, 1983).

O período experimental teve início em dezembro de 2010 e término em abril de 2012, portanto um ano e quatro meses.

O solo da área experimental foi classificado como sendo um Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa (70% de argila) (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 1999) e a sua análise foi efetuada antes do plantio do milho em janeiro de 2011 (Tabela 1) e um ano após os plantios, em janeiro de 2012 (Tabela 2).

O clima da região é do tipo Cwa da classificação climática de *Köppen*, correspondendo ao temperado chuvoso (mesotérmico subtropical) com inverno seco e verão chuvoso, em que a temperatura média do mês mais quente é maior que 22°C e a do mês mais frio é inferior a 16°C (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

Os dados de temperatura do ar e precipitação pluviométrica foram obtidos no Departamento de Engenharia, Setor de Agrometeorologia, da UFLA, cuja base física situa-se a 1 km do experimento conduzido (Tabela 3).

Tabela 1 Resultados das análises químicas do solo da área experimental antes do plantio de milho em janeiro de 2011

pH	MO	V	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	T	t
	(%)		(mg dm ⁻³)					(cmolc dm ⁻³)			
5,7	3,7	36	1,7	77,1	1,7	0,53	4,4	0,17	2,41	6,9	2,6

pH = pH em água ; MO = Matéria Orgânica do Solo; V = Índice de Saturação de Bases
 P = teor de fósforo; K = teor de potássio; Ca = teor de cálcio; Mg = teor de magnésio; H + Al = Acidez Potencial; SB = Soma de Bases Trocáveis; T = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; t = Capacidade de Troca Catiônica efetiva.

Tabela 2 Resultados das análises químicas do solo da área experimental depois de um ano do plantio de milho em janeiro de 2012

pH	MO	V	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	T	t
	(%)		(mg dm ⁻³)					(cmolc dm ⁻³)			
5,2	4,1	24	0,9	56,3	1,5	0,28	6,14	0,27	1,9	8,06	2,2

pH = pH em água ; MO = Matéria Orgânica do Solo; V = Índice de Saturação de Bases
 P = teor de fósforo; K = teor de potássio; Ca = teor de cálcio; Mg = teor de magnésio; H + Al = Acidez Potencial; SB = Soma de Bases Trocáveis; T = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; t = Capacidade de Troca Catiônica efetiva

Tabela 3 Valores de precipitação pluvial e temperaturas mínima, média e máxima dos meses compreendendo todo o período experimental

Data	12/2011	01/2012	02/2012	03/2012	04/2012	05/2012
PP (mm)	441,2	529,2	80,4	133,1	38,8	41,8
T.mín.(°C)	18	18	15,3	17,7	17,1	13,3
T.méd.(°C)	21,7	21,5	23,1	22,3	21,4	17,7
T.máx.(°C)	27,4	27	29,3	28,8	27,6	23,8

PP = precipitação pluvial; T.mín. = temperatura mínima; T.méd. = temperatura média; T.máx. = temperatura máxima.

Em dezembro de 2010, a área experimental de 4,5 ha foi dividida em nove piquetes de 0,5 ha, distribuídos em três blocos de acordo com a declividade do solo. Em cada bloco os tratamentos plantio convencional de milho, plantio direto de milho e o controle (mantida a vegetação de *Brachiaria decumbens*, já existente na área) foram aleatoriamente alocados, totalizando nove unidades experimentais.

O plantio convencional de milho BM3061 Biomatrix para silagem foi efetuado depois de uma gradagem da área com grade aradora. A adubação de

380 kg ha⁻¹ do formulado N-P-K 8-24-16 foi aplicada no momento da semeadura do milho, no espaçamento de 65 cm entre linhas. Quarenta dias após o plantio, foi efetuada a adubação de cobertura com 200 kg ha⁻¹ da fórmula N-P-K 30-0-20.

O plantio direto do milho foi realizado após 30 dias da dissecação do capim-braquiária com 3 L ha⁻¹ de glifosato (*Roundap* Ultra), sendo as adubações e a semeadura efetuadas da mesma forma que as do plantio convencional do milho.

O tratamento controle não teve nenhum preparo do solo, nem adubação e nem plantio de milho.

A colheita do milho para confecção da silagem ocorreu em abril de 2011 e a produção de MN em cada tratamento medida (tabela 4).

A partir de 25/01 até 1/05 de 2012, ou seja, um ano após o plantio de milho, esses piquetes foram manejados sob lotação contínua, com taxa de lotação variável, utilizando-se vacas e garrotes da raça Tabapuã com peso corporal médio aproximado de 500 e 300 kg, respectivamente, de modo que a altura média dos pastos ficasse em torno de 25 cm (GOMIDE; GOMIDE; PACIULLO, 2006). Para isso era feito o controle da taxa de lotação nos piquetes.

Quando a altura média do relvado atingiu 25 cm (início de março de 2012), foi imposto um segundo fator de estudo, ou seja, foram definidos pontos de coleta e avaliações, distanciados próximo (junto às placas de fezes) e distante (mínimo de 2 m de distância das placas de fezes), sendo essas placas de fezes recentemente defecadas, para avaliar a influência da localização das mesmas nas características morfogênicas e estruturais dos pastos de *B. decumbens*.

3.2 Monitoramento da altura do dossel

A altura do dossel foi monitorada em 100 pontos por piquete ou parcela, em ziguezague, duas vezes por semana e a taxa de lotação variou em função dessa altura média. A medição foi efetuada utilizando-se um instrumento construído com dois tubos de PVC, um no interior do outro. O tubo interno possui escala com divisões de um cm e no externo há um plano fixo de plástico transparente [*Compact Disc* (CD) de computador] que, juntamente com o tubo externo, desliza sobre o interno de acordo com a altura do pasto.

O critério para mensuração da altura correspondeu à distância desde a superfície do solo até as folhas localizadas na parte superior do dossel, ou seja, quando o CD tocasse a folha superior do relvado.

Nas Figuras 1 e 2 são demonstrados dosséis de *B. decumbens* antes da entrada e 30 dias após a entrada dos animais nos piquetes.



Figura 1 Dossel de *Brachiaria decumbens* antes da entrada dos animais nos piquetes



Figura 2 Dossel de *Brachiaria decumbens* 30 dias após a entrada dos animais nos piquetes

3.3 Amostragem da massa de forragem

A avaliação da massa de forragem foi realizada em dois ciclos experimentais de 28 dias, tendo início em 30/02/2012, quando a altura média dos pastos reduziu de 37 (5) cm para $25 \pm (2)$ cm.

Um dia antes de iniciar o primeiro ciclo experimental, dois locais próximos de fezes, por piquete, foram marcados com estacas de madeira (Figura 3). Depois de 28 e 56 dias, ou seja, ao final do 1º e do 2º ciclos experimentais, foi realizado o corte do capim-braquiária dentro de um quadrado de $0,5 \text{ m}^2$ de área acomodado adjacente às placas de fezes com o intuito de avaliar a influência dos seus tempos de permanência de um e dois meses sobre as características estruturais do capim-braquiária. Em seguida, foram efetuadas três subamostragens: uma subamostra para calcular a matéria seca (% MS) da forragem; outra subamostra para a separação dos componentes folha, colmo e

material morto e a última subamostra, para classificação e quantificação de perfilhos reprodutivos, vegetativos e mortos. As amostras de MS, folha, colmo, material morto e perfilhos foram acondicionadas em sacos de papel e pesadas antes e depois de permanecerem em estufa de circulação forçada a 65°C até que o peso das mesmas tornasse constante.

Concomitantemente, em outros três locais distantes a pelo menos 2 m de qualquer placa de fezes, o mesmo procedimento de coleta de massa de forragem foi adotado. Essas distâncias (no mínimo 20 cm e no máximo 2 m) são devido ao raio de influencia que as fezes tem na produção de forragem (SANTOS et al., 2011b) e a área rejeitada pelo animal que é 5 a 12 vezes maior que a área afetada diretamente pelo bolo fecal (WILLIANS; HAYNES, 1995).

3.4 Medidas morfogênicas

A avaliação de Morfogênese também foi realizada em dois períodos de 28 dias cada, e quando a altura média dos pastos reduziu de 37 (5) cm para 25 (2) cm, essa altura se manteve até o final das avaliações (1 de maio de 2012), para isso a taxa de lotação era variável. Nessa condição, foram escolhidos quatro locais permanentes, por piquete, sendo dois próximos de fezes e dois distantes a pelo menos 2 m de qualquer placa de fezes, com características estruturais condizentes com o restante do pasto. Esses locais foram escolhidos no centro do piquete para evitar uma possível contaminação com outra defecação. Esses locais foram marcados com estacas de madeira e avaliados no 1º e 2º períodos (Figura 3).

No 1º período, em cada um desses locais, três perfilhos vegetativos e espaçados em 20 cm entre si foram marcados com fios coloridos para monitoramento do fluxo de massa de forragem de *B. decumbens*.



Figura 3 Perfilho vegetativo de *Brachiaria decumbens* marcado com fio colorido de telefone próximo da placa de fezes para avaliação do fluxo de massa de forragem

No começo do 2º período, os perfilhos foram remarcados, porém nos mesmos locais já marcados no início do 1º ciclo. Além desses locais permanentes marcados no 1º período, foram escolhidos mais outros quatro novos locais, dois próximos e dois distantes de fezes, porém avaliados apenas no 2º período.

Segundo Gomide et al. (2002), as características morfogênicas devem ser monitoradas em um intervalo mínimo de dois filocronos. Portanto, as medições ocorreram duas vezes por semana, no 1º período, quando a taxa de crescimento vegetal é acelerada (último mês do verão) e apenas uma vez por semana, no 2º período, em razão da baixa taxa de crescimento (primeiro mês do outono). Isso permite avaliar também o efeito das fezes sobre o fluxo de massa de forragem e a rejeição da forragem pelos animais em pastejo, ao longo dos dois períodos de 28 dias.

No processo de avaliação de cada perfilho marcado, as folhas foram numeradas e classificadas como intactas ou desfolhadas e como folhas em expansão (sem lígula visível ou exposta), folhas expandidas (lígula visível) e folhas em senescência (quando apresentam alguma parte da lâmina foliar iniciando o processo de senescência). O comprimento do limbo foliar foi mensurado de acordo com o estágio de crescimento das folhas. Para as folhas expandidas, foi considerado o comprimento do ápice foliar até a lígula. Para as folhas emergentes, o referencial de medida passou a ser a lígula da última folha expandida (DURU; DUCROCQ, 2000). Para as folhas em senescência, foi considerado o comprimento da lâmina foliar a partir da lígula até o ponto onde o processo de senescência avança. O comprimento de colmo (colmo + bainha) foi medido como sendo a distância entre o nível do solo até a lígula da última folha expandida.

A partir dessas avaliações foram calculadas as seguintes variáveis morfológicas e estruturais:

- a) 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;
- b) Taxa de alongamento de folhas – **TAIF** (cm/folha.dia): divisão da variação média do comprimento das lâminas foliares emergentes por perfilho pelo número de dias do intervalo de avaliação;
- c) Taxa de alongamento de colmos – **TAIC** (cm/perfilho.dia): divisão da variação média em comprimento de colmo por perfilho pelo número de dias do período de avaliação;
- d) Taxa de senescência de folhas – **TSF** (cm/folha.dia): divisão da variação média em comprimento da porção senescente da lâmina foliar por perfilho pelo número de dias do intervalo de avaliação;

- e) Comprimento final das folhas expandidas – **CFF** (cm): comprimento final das lâminas foliares, levando-se em consideração somente aquelas intactas;
- f) Comprimento médio do pseudocolmo – **CMPC** (cm): distância da lígula da última folha expandida em relação ao solo (perfilhos basais);
- g) Incremento do pseudocolmo – **IPC** (cm): diferença entre o comprimento final e inicial do pseudocolmo;
- h) Duração de vida das folhas – **DVF** (dias): tempo entre o aparecimento da folha e a sua total senescência, estimada pela equação proposta por Chapman e Lemaire (1993) , onde $DVF = \frac{NFV}{x}$ Fil;
- i) Número de folhas vivas por perfilho – **NFV**: obtida a partir do número médio de folhas expandidas, emergentes e em senescência por perfilho;
- j) Número de folhas desfolhadas – **NFD**: obtido pelo monitoramento dos perfilhos;
- k) Número de folhas intáctas – **NFI**: obtido pelo monitoramento dos perfilhos.

3.5 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, em um esquema fatorial 3x2 (métodos de plantio x locais de coleta) com três blocos e três repetições dentro de cada bloco, considerando-se o piquete a unidade experimental.

O seguinte modelo estatístico foi utilizado para análise dos dados das características morfogênicas e estruturais. Esses dados foram analisados em cada período experimental separadamente e os dois períodos conjuntamente:

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_j + \delta_k(j) + \alpha_i + \tau_l + e_{ijkl}$$

em que:

Y_{ijkl} = valor observado no i -ésimo método de plantio, no l -ésimo local das fezes, no k -ésimo bloco;

μ = média geral;

β_j = efeito da j -ésima repetição; $j = 1, 2, 3$;

$\delta_k(j)$ = efeito do k -ésimo bloco; $k = 1, 2, 3$;

α_i = efeito do i -ésimo método de plantio; $i = 1, 2, 3$;

τ_l = efeito do l -ésimo local de coleta; $l = 1, 2$;

e_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação, assumindo $e_{ijkl} \sim N(0, I\sigma^2e)$.

Para análise das características morfogênicas e estruturais utilizou-se o procedimento GLM do programa computacional estatístico SAS® considerando-se um modelo fixo para todas as fontes de variação (SAS, 2001). Foram obtidas as médias ajustadas dos efeitos fixos através do comando LSMEANS (*least square means*) e as comparações de médias foram realizadas através do teste de *Tukey-Kramer* ($P < 0,05$), segundo SAS (2001).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro período experimental, os métodos de plantio de milho influenciaram as variáveis estruturais produção de massa total de forragem (MTF) e percentagem de perfilhos vegetativos, e a variável morfogênica taxa de senescência foliar (TSF), do capim-braquiária. No tratamento controle, houve maior produção de MTF, maior TSF e menor proporção de perfilhos vegetativos do capim-braquiária (Tabela 4).

Tabela 4 Massa total de forragem (MTF), percentagem de perfilhos vegetativos (Perf. Veg.) e taxa de senescência foliar (TSF) de capim-braquiária em pastagens sob lotação contínua reformadas por métodos de plantio de milho no primeiro período experimental (março de 2012)

Variável	Método de plantio de milho				
	Convencional	Direto	Controle	P	EPM
MTF (kg ha ⁻¹ de MS)	3,223b	2,935b	4,291a	0,0001	0,3146
Perf. Veg. (%)	57,078a	55,163a	46,947b	0,0100	2,5096
TSF (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	1,033b	1,135b	2,725a	0,0250	0,4723

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. P = probabilidade e EPM = erro padrão da média.

Isso pode ser explicado pelo fato do tratamento controle não ter tido intervenção humana e, portanto, ter acumulado maior massa de forragem graças à maior proporção de material morto. Essa suposição é reforçada pela influência que o tratamento controle exerceu sobre a característica morfogênica TSF que superou as dos tratamentos plantio direto e plantio convencional (Tabela 4).

Por outro lado, quando os dados dos dois períodos experimentais foram analisados conjuntamente, houve significância da influência dos métodos de plantio de milho sobre as variáveis perfilhos vegetativos e perfilhos mortos. Nos tratamentos plantio convencional e plantio direto houve maior percentagem de perfilhos vegetativos, comparada ao controle. Já a percentagem de perfilhos mortos foi maior no tratamento controle (Tabela 5). Esses resultados são

corroborados pelos anteriores, quando os dados do primeiro período foram analisados separadamente.

Tabela 5 Percentagem de perfilhos mortos (Perf. Mortos) e perfilhos vegetativos (Perf. Vegt.) de capim-braquiária em pastagens sob lotação contínua reformadas por métodos de plantio de milho no primeiro (março 2012) e segundo (abril 2012) períodos experimentais

Variável	Método de plantio de milho			P	EPM
	Convencional	Direto	Controle		
Perf. Mortos (%)	37,28b	37,47b	43,11a	0,025	1,735
Perf. Veg. (%)	57,94a	58,38a	51,385b	0,011	1,8475

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. P = probabilidade e EPM = erro padrão da média.

Uma possível explicação para o fator principal “Métodos de Plantio de Milho” não ter influenciado outras variáveis respostas pode ter sido o longo tempo decorrido (um ano) entre o plantio do milho e os períodos de avaliação do capim-braquiária.

Assim, Fonseca, Santos e Santos (2010) relatam abaixo diversas características dessa espécie, realçando aquelas que a consagraram como excelente forrageira para as regiões tropicais, especialmente os Cerrados brasileiros, e ao manejo rotineiramente adotado nesse ecossistema. A *B. decumbens* possui a característica de adaptar-se rapidamente ao ambiente. Suas capacidades de perfilhamento e de ressemeadura natural superam as outras gramíneas do gênero *Brachiaria*. É das espécies forrageiras a que possui a maior plasticidade fenotípica, mesmo quando a estrutura do dossel não está favorecendo o consumo animal, ou seja, apresenta baixa relação folha/colmo, os animais ainda conseguem se alimentar e mudar a estrutura que a princípio estava comprometida. Uma explicação adicional poderia ser a presença de colmos finos com pouca lignificação, típica de espécies de porte baixo em comparação com espécies de porte mais alto e crescimento ereto, como as do gênero *Panicum*.

Esses resultados podem ser explicados pela interpretação da análise de solo antes (Tabela 6) e depois (Tabela 7) do plantio do milho.

Tabela 6 Resultados das análises químicas do solo da área experimental antes do plantio de milho em janeiro de 2011

pH	MO	V	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	T	t
	(%)		(mg dm ⁻³)			(cmolc dm ⁻³)					
5,7	3,7	36	1,7	77,1	1,7	0,53	4,4	0,17	2,41	6,9	2,6
5,2	4,1	24	0,9	56,3	1,5	0,28	6,14	0,27	1,9	8,06	2,2

pH = pH em água ; MO = Matéria Orgânica do Solo; V = Índice de Saturação de Bases
 P = teor de fósforo; K = teor de potássio; Ca = teor de cálcio; Mg = teor de magnésio; H + Al = Acidez Potencial; SB = Soma de Bases Trocáveis; T = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; t = Capacidade de Troca Catiônica efetiva.

Tabela 7 Resultados das análises químicas do solo da área experimental depois de um ano do plantio de milho em janeiro de 2012

pH	MO	V	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	T	t
	(%)		(mg dm ⁻³)			(cmolc dm ⁻³)					
5,7	3,7	36	1,7	77,1	1,7	0,53	4,4	0,17	2,41	6,9	2,6
5,2	4,1	24	0,9	56,3	1,5	0,28	6,14	0,27	1,9	8,06	2,2

pH = pH em água ; MO = Matéria Orgânica do Solo; V = Índice de Saturação de Bases
 P = teor de fósforo; K = teor de potássio; Ca = teor de cálcio; Mg = teor de magnésio; H + Al = Acidez Potencial; SB = Soma de Bases Trocáveis; T = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; t = Capacidade de Troca Catiônica efetiva.

Notem que todos os parâmetros pioram, à exceção da matéria orgânica do solo (MOS) que aumenta de valor. Possivelmente o fósforo da adubação foi adsorvido pelos coloides e óxidos de Fe e Al, que não foram neutralizados, já que não houve calagem no solo antes do plantio do milho.

Outra possível explicação para o reduzido número de variáveis que foram diferentes entre os métodos de plantio de milho pode ter sido o manejo adotado para a altura média dos pastos permanecer próxima de 25 cm nos dois períodos de avaliação (Tabela 8).

Tabela 8 Altura média do dossel de capim-braquiária em pastagens sob lotação contínua reformadas por métodos de plantio de milho no primeiro (março de 2012) e segundo (abril de 2012) períodos experimentais

Método de plantio de milho	Período	
	Março 201	Abril 2012
Convencional	22,8	24,1
Direto	22,6	24,0
Controle	22,6	23,2

Cavalcante et al. (2001), trabalhando com *B. decumbens*, concluíram que a maior produção de forragem ocorreu no pasto com altura de 21,6 cm. Gomide, Gomide e Paciullo (2006) recomendam a faixa de altura entre 20 e 30 cm para os pastos de *B. decumbens* manejados sob lotação contínua. Nesse contexto, em trabalho com *B. decumbens* cv. *Basilisk* manejada sob lotação contínua com bovinos e taxa de lotação variável para manter os pastos nas alturas médias de 10, 20, 30 e 40 cm, verificou-se maiores taxas de acúmulo de forragem entre as alturas de 20 e 30 cm, o que pode ser indicativo de que a recomendação prática de manejo em lotação contínua do capim-braquiária possa estar realmente nessa faixa de altura (FARIA, 2009). Além disso, o pasto de *B. decumbens*, em lotação contínua, com 23 cm resultou em maior produtividade por área (FARIA, 2009).

No primeiro período experimental (março de 2012), nos locais próximos de fezes houve maior número de folhas intactas (NFI), taxa de senescência foliar (TSF), comprimento médio do pseudocolmo (CMPC) e comprimento médio foliar (CMF) do capim-braquiária (Tabela 9).

Tabela 9 Número de folhas intactas (NFI), taxa de senescência foliar (TSF), comprimento médio do pseudocolmo (CMPC) e comprimento médio foliar (CMF) do capim-braquiária em locais da pastagem distante e próximo de fezes recém-depositadas de 1 dia, no primeiro período experimental (março de 2012)

Variável	Fezes		P	EPM
	Distante	Próximo (1)		
NFI (n°)	5,766	7,133	0,003	0,267
TSF (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	0,666	1,404	0,035	0,2198
CMPC (cm)	3,9	5,035	0,041	0,3305
CMF (cm)	5,166	7,422	0,0001	0,2618

P = probabilidade e EPM = erro padrão da média.

Esses resultados são devido ao ambiente favorável formado próximo às fezes com maior disponibilidade de nutrientes e umidade, conseqüentemente ocorrendo um maior fluxo vegetal. Segundo Braz et al. (2002b), a produção e os teores de K da forragem são influenciados pela distância da placa de fezes, com valores decrescentes a partir de 25 cm do centro da placa.

O maior número de folhas intactas (Tabela 9) nos locais próximos de fezes ocorreu por causa da rejeição dos animais por esses pontos, o que causou uma menor frequência de desfolhação. Esse comportamento de rejeição pode explicar também o aumento dos comprimentos médios do pseudocolmo e da folha e também da taxa de senescência foliar (Tabela 9). Esse resultado é coerente porque plantas de *B. decumbens* mais altas (40 cm), comuns em locais da pastagem com menor frequência ou intensidade de desfolhação, possuem maior senescência foliar em comparação com as plantas mais baixas (10 cm) (BRAZ et al., 2002b).

As mudanças que ocorrem nas características morfogênicas e estruturais do relvado são fortemente afetadas pela disponibilidade de fatores de crescimento, principalmente a temperatura e o N (DURU; DUCROCQ, 2000). Isso ocorre porque o N é constituinte de aminoácidos, proteínas e de enzimas fundamentais para o processo de fixação de carbono e é exigido em grandes

quantidades nas regiões meristemáticas ou zonas de divisão celular. Nesse sentido, Fagundes et al. (2006) também constataram que o comprimento final da lâmina foliar de *B. decumbens*, manejada sob lotação contínua, aumentou com o incremento das doses de N. Além disso, o maior comprimento final das lâminas foliares nos perfilhos próximos das fezes pode ser explicado pelo maior comprimento do pseudocolmo desses perfilhos, uma vez que colmos maiores reduzem a taxa de aparecimento de folhas, permitindo que as lâminas foliares permaneçam por mais tempo em alongamento. De fato, o tempo entre a iniciação do primórdio foliar no meristema apical e o aparecimento subsequente da folha acima do colmo representa um período de crescimento que pode ser influenciado tanto pela taxa de alongamento da folha quanto pelo comprimento do pseudocolmo (SKINNER; NELSON, 1995).

Essa mudança no fluxo de tecidos nos locais com fezes interferiu nas características estruturais, uma vez que a massa de folhas verdes (MFV) e a relação folhas verdes/material morto (RFVMM) foram maiores nos locais próximos de fezes (Tabela 10).

Tabela 10 Massa de folhas verdes (MFV) e relação folhas verdes/material morto (RFVMM) do capim-braquiária em locais da pastagem distante e próximo de fezes recém-depositadas de 1 dia, no primeiro período experimental (março de 2012)

Variável	Fezes		P	EPM
	Distante	Próximo (1)		
MFV (kg ha ⁻¹ de MS)	514	637	0,045	0,0323
RFVMM	0,251	0,394	0,001	0,022

P = probabilidade e EPM = erro padrão da média.

Esses resultados podem ser decorrentes da maior disponibilidade de fatores de crescimento como os nutrientes e a água e também pela menor frequência de desfolhação, pois com o pastejo seletivo dos bovinos, há uma maior remoção de folhas nos locais distantes das fezes, o que diminui a

quantidade de folhas verdes nesses locais. Tais condições garantiram uma maior quantidade de massa de folhas verdes e uma maior relação folhas verdes/material morto, apesar da taxa de senescência foliar ter sido maior próximo das fezes (Tabela 10). Portanto, uma maior taxa de senescência não necessariamente irá acarretar em maior quantidade de material morto, pois perto das fezes o animal rejeita a forragem disponível, aumentando a proporção entre massa de folha verde e material morto próximo às fezes.

As características morfogênicas influenciam e podem ser influenciadas pelas características estruturais do relvado conforme ficou evidente no trabalho de Santos et al. (2011a). Os autores sugerem uma modificação no modelo proposto por Chapman e Lemaire (1993), considerando a influência das características morfogênicas sobre as estruturais e essas últimas criando um microclima e influenciando as variáveis morfogênicas. Naquele trabalho, foram avaliadas quatro classes de altura do relvado e cada classe exibiu sua taxa de crescimento e estrutura particulares. Ainda, os autores discutem sobre as diferenças existentes entre as populações de plantas de uma mesma pastagem manejada com meta de 25 cm de altura média do relvado causadas pelas fezes que influenciaram o crescimento vegetal em um raio de 25 cm.

No segundo período de avaliação (abril de 2012), as fezes, agora com 28 dias de deposição, proporcionaram um maior número de folhas vivas (NFV), incremento de pseudocolmo (IPC) e taxa de alongamento do pseudocolmo (TAIPC) (Tabela 10). Já as fezes de 1 dia proporcionaram uma maior taxa de alongamento foliar (TAIF) (Tabela 11).

Tabela 11 Número de folhas vivas (NFV), incremento de pseudocolmo (IPC), taxa de alongamento do pseudocolmo (TAIPC) e taxa de alongamento foliar (TAIF) do capim-braquiária em locais da pastagem distante e próximo de fezes recém-depositadas de 1 dia e depositadas a 28 dias, no segundo período experimental (abril de 2012)

Variável	Fezes			P	M
	Distante	Próximo (1)	Próximo (28)		
NFV (n°)	5,011b	4,976b	5,535 ^a	0,027	0,1628
IPC (cm)	4,901c	11,933b	31,444a	0,0001	0,4938
TAIPC (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	0,173b	0,204b	0,403 ^a	0,0001	0,0209
TAIF (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	0,358b	0,717a	0,289b	0,0004	0,0745

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. P = probabilidade e EPM = erro padrão da média.

Todos esses resultados são devido ao ambiente próximo às fezes, assim como no primeiro período experimental, garantiu um maior fluxo de tecidos vegetais.

A taxa de alongamento do pseudocolmo (TAIPC) foi maior próximo às fezes depositadas naturalmente pelos bovinos após 28 dias provavelmente pela maior taxa de alongamento foliar (TAIF) que ocorreu próximo das fezes que foram recém-depositadas (1 dia) (Tabela 11). A maior taxa de alongamento foliar pode ter ocorrido em função da lixiviação do K que se encontra majoritariamente na forma inorgânica (HAYNES; WILLIAMS, 1993). Com essa situação, há uma competição por luz entre as folhas da própria planta e as das plantas ao redor, conforme realçado por Chapman e Lemaire (1993), mudando a estrutura do pasto que o animal vai interagir (CARVALHO et al., 2001) e contribuindo pela diferença estrutural em um mesmo pasto (SANTOS et al., 2011a).

Já o número de folhas vivas, que é uma característica genética da espécie vegetal, pode ser influenciado por condições hídricas e nutrientes disponíveis às plantas, conforme relatos de Fagundes et al. (2006) que

observaram também que o número de folhas vivas por perfilho do capim-braquiária adubado com N sofreu variação.

A proximidade das fezes proporcionou um menor número de folhas desfolhadas (NFD) e de material morto (MM) (Tabela 12). Já as fezes de 1 dia, ou seja, recém-depositadas conferiu maior massa de folhas verdes (MFV) (Tabela 12).

Tabela 12 Número de folhas desfolhadas (NFD), massa de folhas verdes (MFV) e material morto (MM) do capim-braquiária em locais da pastagem distante e próximo de fezes recém-depositadas de 1 dia e depositadas a 28 dias, no segundo período experimental (abril de 2012)

Variável	Fezes			P	M
	Distante	Próximo (1)	Próximo (28)		
NFD (n°)	2,283a	0,833b	0,488b	0,009	0,4938
MFV (kg ha ⁻¹ de MS)	671b	911a	897b	0,019	0,0587
MM (kg ha ⁻¹ de MS)	2.363a	1.734b	1.709b	0,0001	0,6243

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. P = probabilidade e EPM = erro padrão da média.

Observa-se que mesmo havendo menos oferta de massa de folhas verdes (MFV), os animais desfolharam mais folhas (NFD) distantes das fezes (Tabela 9). Uma consequência desse pastejo mais intenso onde não havia fezes foi a altura do dossel permanecer inalterada ou diminuir. Essa situação proporciona maior perfilhamento, pois a radiação fotossinteticamente ativa (RFA), da radiação solar, ativa as gemas basilares dos perfilhos, induzindo a formação de novos perfilhos (DIFANTE, 2005).

Esses resultados permitem observar que em um primeiro instante as fezes proporcionam aumento da quantidade de folhas verdes, porém com a rejeição do animal há o autossombreamento das folhas e o alongamento do pseudocolmo, influenciando a taxa de alongamento foliar (TAIF) que diminuiu nos perfilhos marcados próximos das fezes depositadas há 28 dias (Tabelas 11 e

12). A maior quantidade de material morto distante das fezes pode ser consequência da maior frequência de pastejo em locais distantes das fezes (Tabela 12), como ocorreu em trabalho de Santos et al. (2010b) em que houve maior densidade de perfilhos mortos em locais sobrepastejados.

No presente caso em que foram monitoradas fezes recém-depositadas de um dia e fezes depositadas no período anterior (28 dias), o que chamou a atenção foi a rejeição dos animais pelos locais adjacentes às placas de fezes. Por meio dos resultados observa-se que por pelo menos dois meses se a oferta de forragem continuar satisfazendo as exigências dos animais, esses rejeitam os locais de fezes (Tabela 12). Nesse contexto, Willians e Haynes (1995) relataram que a área de pastagem rejeitada pelos animais pode ser 5 a 12 vezes maior do que a área com fezes e o período dessa rejeição pode ser de 40 dias a 18 meses, variando de acordo com as condições edafoclimáticas.

Segundo Dubeux Júnior et al. (2004), além do método de lotação rotacionado proporcionar maior distribuição de fezes, houve menor rejeição dos animais aos locais próximos de fezes. Como a taxa de lotação nos piquetes, nesse método de lotação, é instantaneamente alta, no final do período de pastejo os animais consomem a forragem perto das placas de fezes à medida que a sua oferta diminui.

Esse comportamento ingestivo dos animais proporcionou um incremento da dimensão do pseudocolmo (IPC) menor nos locais sem fezes; intermediário nos locais com fezes recém-depositadas e maior nas proximidades das fezes depositadas no período anterior (28 dias) (Tabela 11). Essa resposta da planta em aumentar seu pseudocolmo é uma consequência do aumento da taxa de alongamento foliar (TAIF) dos perfilhos próximos das fezes de um dia (recém-depositadas). Com o sombreamento a planta busca mudar sua estrutura para deixar suas folhas mais expostas à luz (LEMAIRE, 2001).

A massa de folhas verdes e a taxa de alongamento foliar foram maiores quando as fezes foram depositadas recentemente (1 dia) (Tabelas 11 e 12), entretanto não garantem que pode haver uma maior disponibilização de nutrientes das fezes depois de três meses e pode resultar em maiores taxas de crescimento dos tecidos das plantas.

Nesse sentido, com o objetivo de avaliar a degradação das placas de fezes depositadas pelos bovinos e a influência dos nutrientes liberados na produção e nos teores de nutrientes da forragem, Braz et al. (2002b) observaram que o teor de K, um elemento solúvel, desapareceu 90% nos 112 dias de incubação das fezes. Segundo Weeda (1967), os nutrientes nas formas solúveis, como a maioria do K e parte do N, são liberados das fezes por lixiviação, ou seja, não precisam passar por transformações químicas. Ao passo que os nutrientes complexados às formas orgânicas necessitam ser mineralizados para, em seguida, tornarem-se disponíveis para as plantas. Essa mineralização é catalisada por animais que incorporam as fezes ao solo e acelera o processo de disponibilização dos nutrientes, como o N e, principalmente, o P que são constituintes da parte fibrosa das fezes.

Ainda, quanto à possibilidade da planta forrageira ser influenciada pelos nutrientes liberados das fezes, aqueles na forma orgânica ou complexados em materiais recalcitrantes, em um estudo de Bromfield e Jones (1970) foi observado que, em condições de campo em um período de dois anos, a concentração de P total das amostras de fezes decresceu 60%, indicando a dificuldade para a completa mineralização do nutriente. Nesse mesmo estudo, os autores verificaram a ocorrência de 40% de perda de peso de amostras de fezes em um período de dois anos.

As fezes influenciaram as variáveis morfogênicas e estruturais quando os dados dos dois períodos foram analisados conjuntamente (Tabelas 13, 14 e 15). As fezes condicionaram um ambiente mais favorável à taxa de alongamento

foliar (TAIF), ao maior número de folhas intactas (NFI), menor número de folhas desfolhadas (NFD) e um maior comprimento médio foliar (CMF) do capim-braquiária (Tabela 12).

Tabela 13 Taxa de alongamento foliar (TAIF), número de folhas intactas (NFI), número de folhas desfolhadas (NFD) e comprimento médio foliar (CMF) do capim-braquiária em locais da pastagem distante e próximo de fezes recém-depositadas de 1 dia, no primeiro (março de 2012) e segundo (abril de 2012) períodos experimentais

Variável	Fezes		P	EPM
	Distante	Próximo (1)		
TAIF (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	0,606	0,935	0,002	0,0652
NFI (nº)	5,341	6,56	0,0001	0,1735
NFD (nº)	2,611	1,316	0,014	0,327
CMF (cm)	5,236	8,339	0,014	0,327

P = probabilidade e EPM = erro padrão da média.

O maior comprimento da lâmina foliar nos perfilhos próximos das fezes pode ser explicado pelo maior comprimento do pseudocolmo desses perfilhos, uma vez que colmos maiores reduzem a taxa de aparecimento de folhas, permitindo que as lâminas foliares permaneçam por mais tempo em alongamento. De fato, o tempo entre a iniciação do primórdio foliar no meristema apical e o aparecimento subsequente da folha acima do colmo representa um período de crescimento que pode ser influenciado tanto pela taxa de alongamento da folha quanto pelo comprimento do pseudocolmo (SKINNER; NELSON, 1995).

Essa mudança na morfogênese e estrutura do dossel perto das placas de fezes possivelmente deve-se ao maior fluxo de nutrientes disponíveis às plantas e por haver rejeição dos animais por esses locais da pastagem.

Possivelmente a maior Taxa de alongamento foliar (Tabela 13) foi devido à melhoria nas condições de umidade e de fertilidade nos locais próximos as fezes. Isso contribuiu para uma mudança no CMF e consequentemente

induziu o aumento do IAF. O aumento do IAF acima de 95% de interceptação luminosa acarreta concomitantemente em aumento do pseudocolmo e senescência foliar (PARSONS et al., 1983).

A maior TAIF devido às melhores condições ao crescimento das plantas, proporcionado pelas fezes (umidade e nutriente), e o menor pastejo nesse locais próximos às fezes, influenciaram em um maior CMF. Consequentemente houve uma maior quantidade de massa de folha verde (MFV) e de relação folhas verdes/material morto (RFVMM), um maior comprimento médio do pseudocolmo (CMPC) capim-braquiária, também foi observado nos locais próximo de fezes (Tabela 14).

Tabela 14 Massa de folhas verdes (MFV), relação folhas verdes/material morto (RFVMM) e comprimento médio do pseudocolmo (CMPC) do capim-braquiária em locais da pastagem distante e próximo de fezes recém-depositadas de 1 dia, no primeiro (março de 2012) e segundo (abril de 2012) períodos experimentais

Variável	Fezes		P	EPM
	Distante	Próximo (1)		
MFV (kg ha ⁻¹ de MS)	597	774	0,0008	0,295
RFVMM	0,325	0,485	0,029	0,042
CMPC (cm)	17,244	23,222	0,036	17.836

P = probabilidade e EPM = erro padrão da média.

Houve influência da localização das fezes no comprimento da lâmina foliar, número de folhas com desfolhação, número de folhas mortas e comprimento do pseudocolmo em um estudo conduzido por Santos et al. (2011b). Nesse mesmo estudo, houve maior quantidade de material morto perto das fezes, explicado pelas maiores taxas de crescimento nesses locais, o que não corresponde ao observado no presente trabalho, de acordo como exposto nas Tabelas 14 e 15.

Esse comportamento de maior crescimento das forrageiras, portanto produção de forragem, na área (0,25 m²) afetada pelas fezes, foi verificado por

During e Weeda (1973). No estudo desses autores, a produção de MS e o teor de P da forragem aumentaram 14 e 23%, respectivamente.

A taxa de senescência foliar (TSF) e o incremento do pseudocolmo (IPC) do capim-braquiária foram maiores perto das placas de fezes (Tabela 13). No entanto, a característica estrutural material morto (MM) exibiu uma resposta antagônica, pois houve mais material morto longe das placas de fezes, apesar da TSF ter sido maior perto das fezes (Tabela 15).

Tabela 15 Taxa de senescência foliar (TSF), incremento do pseudocolmo (IPC) e material morto (MM) do capim-braquiária em locais da pastagem distante e próximo de fezes recém-depositadas de 1 dia, no primeiro (março de 2012) e segundo (abril de 2012) períodos experimentais

Variável	Fezes		P	EPM
	Distante	Próximo (1)		
TSF (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	0,713	1,466	0,002	0,15
IPC (cm)	2,41	6,755	0,0004	0,725
MM (kg ha ⁻¹ de MS)	2.218	1.891	0,045	0,0936

P = probabilidade e EPM = erro padrão da média.

Essa maior quantidade de material morto longe das fezes foi possivelmente decorrente do sobrepastejo nesses locais. A maior taxa de senescência foliar perto das fezes não refletiu em maior quantidade de material morto, talvez porque o tempo para essa característica morfogênica (TSF) influenciar a característica estrutural material morto, no presente trabalho, ter sido maior que 28 dias.

Os valores observados para as variáveis número de folhas vivas (NFV), número de folhas intactas (NFI), duração de vida das folhas (DVF) e taxa de alongamento foliar (TAIF) foram maiores no primeiro período experimental (Março de 2012) (Tabela 16).

Tabela 16 Número de folhas vivas (NFV), número de folhas intactas (NFI), duração de vida das folhas (DVF) e taxa de alongamento foliar (TAIF) do capim-braquiária no primeiro (março de 2012) e segundo (abril de 2012) períodos experimentais

Variável	Fezes		P	EPM
	Março 2012	Abril 2012		
NFV (n°)	8,522	5,029	0,0001	0,1116
NFI (n°)	6,45	5,453	0,0007	0,1735
DVF (dias)	121,694	63,791	0,0001	38,194
TAIF (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	1,01	0,531	0,0001	0,0652

P = probabilidade e EPM = erro padrão da média.

No período de março de 2012 houve mais que o triplo de precipitação pluvial em comparação ao mês de abril de 2012 (Tabela 17).

Tabela 17 Valores de precipitação pluvial e temperaturas mínima, média e máxima dos meses compreendendo todo o período experimental

Data	12/2011	01/2012	02/2012	03/2012	04/2012	05/2012
PP (mm)	441,2	529,2	80,4	133,1	38,8	41,8
T.mín.(°C)	18	18	15,3	17,7	17,1	13,3
T.méd.(°C)	21,7	21,5	23,1	22,3	21,4	17,7
T.máx.(°C)	27,4	27	29,3	28,8	27,6	23,8

PP = precipitação pluvial; T.mín. = temperatura mínima; T.méd. = temperatura média; T.máx. = temperatura máxima.

Segundo Nabinger e Pontes (2001), o valor do NFV é muito influenciado por condições hídricas. Essas influenciam a absorção do N pelas raízes (DUBEUX JÚNIOR et al., 2004; FURTINI NETO et al., 2001) e com mais umidade há uma maior mineralização da matéria orgânica, tanto via serrapilheira como via excretas (DUBEUX JÚNIOR et al., 2006a). Como o N afeta a taxa de alongamento foliar, conforme relatado por Gomide, Gomide e Paciullo (2006), era de se esperar que essa característica morfogênica fosse maior no primeiro período experimental (março de 2012). Nesse contexto, Fagundes et al. (2006) verificaram que o número de folhas vivas por perfilho do

capim-braquiária variou pouco entre as estações do ano e foi igual a cerca de cinco folhas por perfilho.

Já as variáveis incremento do pseudocolmo (IPC), taxa de alongamento do pseudocolmo (TAIPC) e massa de folhas verdes (MFV) foram maiores no segundo período experimental (Tabela 18).

Tabela 18 Incremento do pseudocolmo (IPC), taxa de alongamento de colmo (TAIC) e massa de folhas verdes (MFV) do capim-braquiária no primeiro (março de 2012) e segundo (abril de 2012) períodos experimentais

Variável	Fezes		P	EPM
	Março 2012	Abril 2012		
IPC (cm)	1,195	7,969	0,0001	0,725
TAIC (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	0,046	0,188	0,0001	0,0087
MFV (kg ha ⁻¹ de MS)	587	785	0,0008	0,295

P = probabilidade e EPM = erro padrão da média.

Isso é explicado pela maior quantidade de massa de folhas verdes (MFV) que ocorreu no segundo período experimental (Tabela 18) que possibilitou uma maior seletividade aos animais, aumentando os pontos de rejeição e acarretando aumento do pseudocolmo (Tabela 18).

Em março de 2012 (primeiro período experimental), houve maior volume de chuvas e valores de temperatura (Tabela 17), de sorte que as condições atmosféricas proporcionaram maior valor da taxa de alongamento foliar (Tabela 16). Esse maior fluxo de tecidos, sobretudo via TAIF (Tabela 16), garantiu maiores valores de massa de folhas verdes (Tabela 18), maior relação folhas verdes/material morto (RFVMM), maior percentagem de perfilhos vegetativos (Perf. Veg.) e menor de perfilhos mortos (Perf. Mortos) no segundo período experimental (abril de 2012) (Tabela 19).

Tabela 19 Perfis vegetativos (Perf. Veg.), perfis mortos (Perf. Morto) e relação folhas verdes/material morto (RFVMM) do capim-braquiária no primeiro (março de 2012) e segundo (abril de 2012) períodos experimentais

Variável	Fezes		P	EPM
	Março 2012	Abril 2012		
Perf. Veg. (%)	53,244	58,592	0,014	14,462
Perf. Mortos (%)	41,793	36,79	0,014	13,585
RFVMM	0,326	0,484	0,029	0,042

P = probabilidade e EPM = erro padrão da média.

Além das características morfogênicas e estruturais de perfis individuais, a quantificação da densidade populacional das distintas categorias de perfis também é importante para caracterizar as áreas de pastagem de acordo com o período do ano. Santos et al. (2011a) discutem a possibilidade de que, havendo mais nutrientes disponíveis no solo com maior precipitação pluvial, isso resulta em melhores condições para a sobrevivência dos perfis e o sombreamento das folhas não é suficiente para causar a morte dos mesmos.

Esse maior crescimento vegetal ocorre graças às boas condições atmosféricas (temperatura e umidade), agindo na ativação de enzimas para a fixação de C. Por outro lado, essas mesmas condições aumentam a degradação das fezes por agentes físicos e biológicos. Os físicos, como a chuva, lixiviam os elementos na forma inorgânica (mais solúveis na água, como o K) e aumentam o desaparecimento da fibra em detergente ácido (FDA), aumentando, assim, as chances do N e P ficarem disponíveis aos microrganismos para mineralização. Alguns desses elementos são componentes de compostos recalcitrantes como fibra em detergente neutro (FDN), FDA e lignina; então, há a necessidade do bolo fecal ser fragmentado para facilitar a atividade microbiana.

Neste contexto, Braz et al. (2002b) estudaram a degradação de fezes de bovinos até 112 dias e observaram que a queda nas quantidades de FDA nas fezes acima de 40% ocorreu nos primeiros 7 dias. MacDiarmid e Watkin (1972a, 1972b) em estudos semelhantes, obtiveram resultados contrastantes quanto à

variação dos teores de FDA, verificando aumentos nos teores de FDA, que inicialmente eram próximos de 23% e passaram para cerca de 29% aos 20 dias de estudo, mantendo-se praticamente inalterados até os 55 dias. Esses dois estudos comprovam o quanto é dinâmica e complexa a ciclagem de nutrientes no ecossistema pastagem, sobretudo no compartimento fezes. O ciclo geoquímico local dos nutrientes é tão complexo quanto o global, ou seja, passa por várias transformações químicas e físicas, intermediadas por inúmeros organismos e sendo afetado pelas condições ambientais.

Outra maneira pela qual a precipitação pluvial e a temperatura podem ter contribuído para os maiores crescimentos de folha e de colmo é ter proporcionado aumento na absorção dos nutrientes pelas raízes, sobretudo o N, que depende majoritariamente do fluxo de massa para absorção (FURTINI NETO et al., 2001).

Como discutido anteriormente, quando as fezes ficam expostas às condições ambientais de pouca umidade, forma-se uma crosta na superfície coesa que mesmo depois de uma chuva não se desintegra. Essa crosta impede animais coprófagos como besouros da família *Scarabaeidae* e minhocas de colonizarem o bolo fecal. Porém, se esses animais não encontrarem as fezes dentro de um dia, mesmo tendo umidade suficiente, poucos conseguirão incorporá-la ao solo e acelerar o processo de mineralização e, por fim, a reciclagem dos nutrientes dentro do sistema solo-planta-animal (MOTT; POPENOE, 1977). Talvez, o método de lotação rotacionado, por ter como características os piquetes de menor área e o pastejo de forma mais pontual, proporcione maior facilidade de manejar populações de besouros, facilitando esses e outros organismos a encontrarem as placas de fezes.

Por isso é muito importante ficar atento às práticas de manejo que aumentam a população da fauna e a microbiota do solo. Essas aumentam a reciclagem dos nutrientes no sistema e constituem-se em ferramentas para

diagnosticar se a prática de produção adotada é degradante ao ambiente (PORTILHO et al., 2011).

Dubeux Júnior et al. (2007) sugerem que para aumentar a ciclagem dos nutrientes deve-se mudar os locais dos cochos de suplementação de tempos em tempos. Assim, haverá uma maior distribuição espacial das fezes. Esses autores também concluíram que as taxas de lotação altas e instantâneas, ou seja, pastejo intenso e frequente aumentam a distribuição das placas de fezes.

5 CONCLUSÕES

Depois de um ano de implantação dos diferentes métodos de plantio de milho na reforma de uma pastagem de *Brachiaria decumbens* influenciaram poucas variáveis respostas. Portanto, o período de um ano pode ter sido suficiente para as pastagens de capim-braquiária se restabelecerem e as diferenças entre os tratamentos não terem sido significativas. Já a deposição de fezes por bovinos influencia as características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária. Essas modificações no dossel, mesmo que em regiões pontuais na pastagem, influenciam o comportamento ingestivo dos animais.

REFERÊNCIAS

- BODDEY, R. M. et al. Nitrogen cycling in *Brachiaria* pastures: The key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v.103, p. 389-403, 2004.
- BRAZ, S. P. et al. Aspectos quantitativos do processo de reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagem de *Brachiaria decumbens* na zona da Mata de Minas Gerais 1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 858-865, 2002a.
- BRAZ, S. P. et al. Reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagem de *brachiaria decumbens* 2. degradação das placas de fezes e influência dos nutrientes liberados na pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 1614-1623, 2002b.
- CANTARUTTI, R. B. et al. The effect of grazing intensity and the presence of a forage legume on nitrogen dynamics in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 64, p. 257-271, 2002.
- CARVALHO, P. C. F. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: MATTOS, W. R. S. (Org.). A produção animal na visão dos brasileiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 2001, Piracicaba. **Anais....Piracicaba: SBZ**, 2001. v. 1, p. 853-871.
- CARVALHO, P. C. F. et al. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 88, p. 259-273, 2010.
- CASTRO NETO, P.; SILVEIRA, J. V. Precipitação provável para Lavras, MG, baseada na função de distribuição de probabilidade gama III. Períodos de 10 dias. **Ciências e Prática**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 58-56, jan./jun. 1983.
- CAVALCANTE, M. A. B. **Características morfológicas, estruturais e acúmulo de forragem em relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob pastejo, em diferentes alturas**. 2001. 64 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

CHAPMAN, D.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.). **Grasslands for our world**. Wellington: SIR, 1993.

CORSI, M.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Manutenção da fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 161-192.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, p. 121-138, 2007.

DIAS FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégia de recuperação**. 4. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 13 p.

DIFANTE, G. S. **Desempenho de novilhos, comportamento ingestivo e consumo voluntário em pastagem de Panicum maximum Jacq. cv. Tanzânia**. 2005. 74 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. et al. Ciclagem de nutrientes: perspectivas de aumento da sustentabilidade da pastagem manejada intensivamente. In: PEDREIRA, C. G. S. et al. (Ed.). **Fertilidade do solo para pastagens produtivas**. Piracicaba, 2004. p. 357-400.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. et al. Litter decomposition and mineralization in grazed Pensacola bahiagrass pastures managed at different intensities. **Crop Science**, Madison, v. 46, p. 1305-1310, 2006a.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. et al. Management intensity affects density fractions of soil organic matter from grazed bahiagrass swards. **Soil Biology Biochemistry**, Elmsford, v. 38, p. 2705-2711, 2006b

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. et al. "Nutrient cycling in warmclimate grasslands," **Crop Science**, Madison, v. 47, n. 3, p. 915-928, 2007.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, London, v. 85, p. 635-643, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412 p. (Produção de Informação).

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

FARIA, D. J. G. **Características morfogênicas e estruturais dos pastos e desempenho de novilhos em capim-braquiária sob diferentes alturas**. 2009. 145 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. **Evolução do plantio direto no Brasil**. Disponível em: <<http://www.febrapdp.org.br/port/plantiodireto.html>>. Acesso em: 23 out. 2012.

FONSECA, D. M.; SANTOS, M. E. R.; SANTOS, M. V. *Brachiaria decumbens*: mitos, verdades e potencialidades. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 5., 2010, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV/DZO, 2010. p. 513-558.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAO statistical databases**. Rome, 2006. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 5 dez. 2012.

FURTINI NETO, A. E. et al. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. (Textos Acadêmicos).

GALDINO, A. C. et al. Características morfológicas de *Brachiaria decumbens* Stapf. sob diferentes taxas de lotação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2009. 1 CD ROM.

GOMIDE, C. A.; GOMIDE, J. A.; PACIULLO, D. S. C. Morfogênese como ferramenta para o manejo de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. p. 554-579.

GOMIDE, J. A. et al. Acúmulo e consumo de forragem em relvado de *B. decumbens* mantido a diferentes alturas sob pastejo de lotação contínua variável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD ROM.

HAYNES, R. J.; WILLIAMS, P. H. Nutrient cycling and fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 49, p. 119-199, 1993.

IMHOFF, S.; SILVA, A. P.; TORMENA, C. A. Applications of the resistance curve in the control of the physical quality of soils under grass. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 1493-1500, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/default.shtm>. Acesso em: 27 fev. 2011.

LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro: FEALQ, 2001. p. 29-37.

MacDIARMID, B. N.; WATKIN, B. R. The cattle dung patch: distribution and rate of decay of dung patches and their influence on grazing behaviour. **Journal of the British Grassland Society**, Aberystwyth, v. 27, p. 48-54, 1972a.

MAC DIARMID, B. N.; WATKIN, B. R. the cattle dung patch: effect of dung patch on the chemical status of the soil, and ammonia nitrogen losses from the patch. **Journal of the British Grassland Society**, Aberystwyth, v. 27, p. 43-48, 1972b.

MAJEROWICZ, N. Fotossíntese. In: KERBAUY, G. B. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. cap. 5, p. 114-178.

MARCHÃO, R. L. et al. Qualidade física de um latossolo vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 873-882, 2007.

MARTHA JÚNIOR, G. B. et al. Manejo da adubação nitrogenada em pastagens. Em: PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Org.). **Fertilidade do solo para pastagens produtivas**. Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 155-215.

MOTT, G. O.; POPENOE, H. L. Grasslands. In: ALVIN, P. T.; KOSLOWSK, T. T. (Ed.). **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic, 1977. p. 157-186.

NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 755-771.

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.

PINTO, J. C.; GOMIDE, J. A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha:caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de Nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 23, n. 3, p. 313-326, 1994. p. 95-104.

PINTO, L. F. M. et al. Dinâmica de acúmulo de matéria seca em pastagens de Tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 439-447, 2001.

PORTILHO, I. I. R. et al. Fauna invertebrada e atributos físicos e químicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1310-1320, out. 2011.

SALTON, J. C. **Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical**. 2005. 158 p. Tese (Doutorado em Ciência do solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SANCHEZ, P. A.; LOGAN, T. J. Myths and science about the chemistry and fertility of soils in the tropics. In: LAL, R.; SANCHEZ, P. A. (Ed.). **Myths and science of soil of the tropics**. Madison: SSSA/ASA, 1992. p. 35-46. (Special Publication, 29).

SANTOS, M. E. R. et al. Características morfogênicas e estruturais de perfis de capim-braquiária em locais do pasto com alturas variáveis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 3, p. 535-542, 2011a.

SANTOS, M. E. R. et al. Influência da localização das fezes nas características morfológicas e estruturais e no acúmulo de forragem em pastos de capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 1, p. 31-38, 2011b.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. O ecossistema de pastagem e a produção animal. In: MATTOS, W. R. S. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: SBZ, 2001. p. 731-754.

SILVA, C. C. F. et al. Características morfológicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 4, p. 657-661, 2009.

SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Elongation of the grass leaf and its relationship phyllochron. *Crop Science*, Madison, v. 35, n. 1, p. 4-10, 1995.

SPERA, S. T. et al. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, p. 533-542, 2004.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE. **User's guide**: version 8.2. 6th ed. Cary, 2001. 199 p.