



DOUGLAS RIBEIRO DE OLIVEIRA

**MORFOGÊNESE E INTERCEPTAÇÃO DA
RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE EM
PASTAGEM DE CAPIM-MASSAI
CONSORCIADO COM AMENDOIM
FORRAGEIRO SOB CORTES**

LAVRAS-MG

2014

DOUGLAS RIBEIRO DE OLIVEIRA

**MORFOGÊNESE E INTERCEPTAÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR
INCIDENTE EM PASTAGEM DE CAPIM-MASSAI CONSORCIADO
COM AMENDOIM FORRAGEIRO SOB CORTES**

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

Orientador

Dr. Antônio Ricardo Evangelista

LAVRAS-MG

2014

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Oliveira, Douglas Ribeiro de.

Morfogênese e interceptação da radiação solar incidente em
pastagem de capim-Massai consorciado com amendoim forrageiro
sob cortes / Douglas Ribeiro de Oliveira. – Lavras : UFLA, 2014.
67 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.
Orientador: Antônio Ricardo Evangelista.
Bibliografia.

1. Alturas de dossel. 2. *Arachis Pintoi* cv. Belmonte. 3. Estrutura
do dossel. 5. *Panicum maximum* cv. Massai. I. Universidade Federal
de Lavras. II. Título.

CDD – 633.2

DOUGLAS RIBEIRO DE OLIVEIRA

**MORFOGÊNESE E INTERCEPTAÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR
INCIDENTE EM PASTAGEM DE CAPIM-MASSAI CONSORCIADO
COM AMENDOIM FORRAGEIRO SOB CORTES**

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

APROVADA em 27 de fevereiro de 2014.

Dr. Aداuton Vilela de Rezende UNIFENAS

Dr. José Cardoso Pinto UFLA

Dr. Antônio Ricardo Evangelista
Orientador

LAVRAS – MG

2014

Ao meu pai Carlos Alberto Pereira de Oliveira, que sempre me apoiou, orientou
e nunca mediu esforços para que eu chegasse até aqui.

Às minhas irmãs, Érica e Camila, pela eterna amizade e companheirismo.

A minha mãe Tereza de Fátima Ribeiro de Oliveira, pois, mesmo estando
distante, sempre foi fundamental no meu desenvolvimento educacional.

À minha namorada Aline Ferreira Miranda, exemplo de amor,
carinho, compreensão e sabedoria.

Às minhas tias Maria e Sônia e ao meu tio Dejair pelo carinho,
atenção, conselhos e orientações.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus , pela vida e pelas vitórias.

À Universidade Federal de Lavras – UFLA, pela formação adquirida e ensino de excelente qualidade.

A CAPES e CNPq ,pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao professor Antônio Ricardo Evangelista, pela orientação, confiança e ensinamentos.

Aos professores Daniel Casagrande, Márcio Lara e Thiago Bernardes, pela cobrança por qualidade dos trabalhos, apoio e disponibilidade de discussão durante todo o experimento.

Aos meus pais, pela entrega absoluta e incondicional na minha formação.

Aos amigos de república Daniel, Gabriel e Raul , pela família que formamos.

Aos colegas do Núcleo de Estudos em Forragicultura e Pastagens – NEFOR, pela importante ajuda na condução do experimento, sem os quais seria impossível realizar a gama de avaliações de campo.

Aos colegas do curso de pós-graduação, pelo incentivo e amizade.

Aos grandes amigos Eveline e Otávio que estiveram sempre do meu lado, principalmente nos momentos difíceis que passei durante o período da pós-graduação.

A todos os funcionários do departamento de Zootecnia, pela cooperação e amizade.

“São fúteis e cheias de
erros as ciências que não
nasceram da
experimentação, mãe de
todo conhecimento”.

Leonardo da Vinci

“Algo só é
impossível até
que alguém
duvide e acabe
provando o
contrário”

Albert Einstein

RESUMO

O entendimento das respostas morfofisiológicas de gramíneas e leguminosas, a partir de manejo imposto sobre a estrutura do dossel, é fundamental para o sucesso no manejo de pastos consorciados. Objetivou-se avaliar a morfogênese e as respostas à interceptação da radiação solar incidente em pastos de capim-Massai consorciado com amendoim forrageiro sob cortes. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras, situada à latitude de 21° 15' sul e longitude de 45° 00' oeste, ao longo de um ano, em 2012-2013. Para o estabelecimento do consórcio, foi utilizado o capim-Massai com o amendoim forrageiro em um delineamento experimental de blocos completos casualizados, em esquema fatorial (2 x 2) com quatro repetições, sendo duas alturas de corte (AC), 10 e 20 cm ao nível do solo, e duas frequências de corte, 95 e 100% de interceptação da radiação incidente (IL), em parcelas de 10,5 m². Foram estudadas avaliações morfogênicas em gramínea e leguminosa, densidades populacionais de perfilhos (DPP) e de estolões (DPE), massa e acúmulo de forragem do dossel. A massa de forragem total e a proporção de material morto aumentaram em dosséis com menor frequência de corte (IL100), entretanto, a relação folha: colmo da gramínea foi reduzida. Dessa forma, dosséis com IL100 mostraram maior taxa de alongamento de colmo no verão, pois enquanto a massa de folhas não variou entre as alturas, a massa de colmos aumentou com o incremento da altura. A massa total da leguminosa não foi influenciada pelos fatores AC e IL. Em gramínea e leguminosa, verificou-se um aumento das taxas de alongamento (TAIF) e de aparecimento (TApF) de folhas no verão em relação ao inverno. A DPP e DPE reduziram em dosséis com menor frequência de corte (IL100). O manejo da pastagem, usando intensidade de 20 a 10 centímetros e frequência de 95% de interceptação da radiação solar incidente, pode condicionar melhor implantação da leguminosa.

Palavras-chave: Alturas de dossel. *Arachis pintoii* cv. Belmonte. Estrutura do dossel. *Panicum maximum* cv. Massai.

ABSTRACT

Understand the physical and physiological responses of grasses and legumes from management imposition on canopy structure is fundamental to the successful management of mixed pasture. This study aimed to understand the morphogenic, structural and mass production of grass and legume responses to establish the management of mixed pasture legumes so that the system remains sustainable. The experiment was conducted at the Federal University of Lavras, situated at latitude 21 ° 15' south and longitude 45° 00' west, over a year from 2012 to 2013. For the establishment of the consortium grass-Massai was used with peanut forage in an experimental randomized complete blocks, factorial (2 x 2) with four replications, and two stubble heights (AC), 10 and 20 cm, and two frequencies, 95 and 100% of the incident radiation interception (IL) in 10.5 m² plots. Morphogenetic evaluations in grasses and legumes, tiller density (DPP) and branches (DPR), herbage mass and harvested forage above the stubble height were performed. The total herbage mass and the proportion of dead material increased in the canopies with lower cutoff frequency (IL100), however, the leaf: stem ratio of grass was reduced. Thus, with IL100 canopies had greater stem elongation rate in the summer because while the mass of leaves did not vary between the heights, the mass of stems increased with increasing height. The total mass of legumes had no effect on CA and IL. In grasses and legumes, there was an increase in the rate of elongation (TALF) and appearance (TAPF) of leaves in summer compared to winter. The DPP and DPR reduced in canopies with lower frequency (IL100). Grass pastures-Massai intercropped with perennial peanut handled with AC 10 to 20 cm and frequency of IL95 enable the optimal development and establishment of legumes in the pasture.

Key-words: *Arachis pintoii* cv. Belmonte. Canopy height. Canopy structure. *Panicum maximum* cv. Massai.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Precipitação (mm) e temperaturas mínima, máxima e média (°C) durante o experimento	27
Figura 2	Detalhe da face adaxial de uma folha de <i>Arachis pintoi</i> e a classificação dos folíolos.....	34
Figura 3	Esquema das medições lineares realizadas no folíolo: C=Comprimento; L=Largura; PC=Ponto cruz; H=Hipotenuza; r=raio menor da elipse lateral	35
Figura 4	Esquema das subdivisões da área foliar total do folíolo (S): (a) Metade superior (Ss); (b) Metade inferior (Si); (c) Área do triângulo (St).....	36
Figura 5	Variação na interceptação da radiação solar incidente em função da altura do dossel	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resultado da análise química do solo da área experimental.....	27
Tabela 2	Altura e interceptação da radiação solar incidente média no pré-corte	42
Tabela 3	Massa de componentes da gramínea e da leguminosa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) no pré-corte ao longo de um ano.....	43
Tabela 4	Componentes da forragem acumulada ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{estação}^{-1}$) nos tratamentos com alturas de cortes de 10 e 20 cm e interceptações da radiação solar incidente de 95 e 100% nas estações outono, inverno, primavera e verão.....	44
Tabela 5	Massa de material morto da gramínea ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{estação}^{-1}$) acumulada submetida a duas frequências de corte (95 e 100% IL) nas quatro estações do ano.....	44
Tabela 6	Massa de componentes da gramínea e da leguminosa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) no resíduo ao longo de um ano	45
Tabela 7	Massa de componentes da gramínea e da leguminosa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) no resíduo ao longo de um ano submetidas a duas frequências (95 e 100% IL) e duas alturas de corte (10 e 20 cm)	46
Tabela 8	Taxa de alongamento da folha, comprimento final do colmo e taxa de alongamento do colmo do capim-Massai nas estações do ano submetido a duas intensidades (95 e 100% IL) e duas alturas de corte (10 e 20 cm)	47
Tabela 9	Características morfológicas e estruturais do capim-Massai nas estações do ano	48

Tabela 10	Taxa de senescência da folha, longevidade e número de folhas senescentes do capim-Massai submetido a duas alturas de corte (10 e 20 cm) nas quatro estações do ano.....	49
Tabela 11	Taxa de alongamento de folha ($\text{cm}^2.\text{dia}^{-1}$) do amendoim forrageiro nas estações do ano submetido a duas frequências (95 e 100% IL) e duas alturas de corte (10 e 20 cm)	50
Tabela 12	Taxa de alongamento do pecíolo, taxa de alongamento do estolão, taxa de senescência da folha e comprimento final do estolão do amendoim forrageiro, submetido a duas frequências (95 e 100% IL) de corte nas quatro estações do ano.....	51
Tabela 13	Características morfológicas e estruturais do amendoim forrageiro.....	53
Tabela 14	Características estruturais do amendoim forrageiro nas estações do ano	53
Tabela 15	Altura e interceptação da radiação solar incidente (IL) nos cortes, densidades populacionais de perfilhos (DPP) e de estolões primários (DPEP), secundários (DPES) e total de estolões (DPTE) ao longo de um ano.....	54

LISTA DE SIGLAS

%LegMF	Proporção de Leguminosa na Massa de Forragem
AC	Altura de Corte
CFC	Comprimento Final do Colmo
CFF	Comprimento Final das Folhas Expandidas
CFE	Comprimento Final do Estolão
CIC	Comprimento Inicial do Colmo
DPP	Densidade Populacional de Perfilhos
DPEP	Densidade Populacional de Estolões Primários
DPES	Densidade Populacional de Estolões Secundários
DPET	Densidade Populacional de Estolões Totais
DVF	Duração de Vida da Folha
FBN	Fixação Biológica de Nitrogênio
Fil	Filocrono
IAF	Índice de Área Foliar
IL	Interceptação da Radiação Solar Incidente
MColG	Massa de Colmos da Gramínea
MFG	Massa de Forragem da Gramínea
MFL	Massa de Forragem da Leguminosa
MFolG	Massa de Folhas da Gramínea
MInfloG	Massa de Inflorescência da Gramínea
MMMGG	Massa de Material Morto da Gramínea
MEL	Massa de Estolão da Leguminosa
MT (G+L)	Massa Total de Gramínea + Leguminosa
N	Nitrogênio
NFE	Número de Folhas em Expansão
NFS	Número de Folhas Senescentes

NFV	Número de Folhas Vivas
PEC	Tamanho do Pecíolo
SPV	Sementes Puras Viáveis
TAIC	Taxa de Alongamento de Colmos
TAIF	Taxa de Alongamento de Folhas
TAIE	Taxa de Alongamento de Estolão
TApF	Taxa de Aparecimento de Folhas
TFF	Tamanho Final da Folha
TFol	Tamanho do Folíolo
TFS	Total de Folhas Senescentes
TSF	Taxa de Senescência de Folhas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	<i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Massai.....	17
2.2	<i>Arachis pintoii</i> cv. Belmonte.....	19
2.3	Pastos consorciados.....	20
2.4	Frequência e intensidade de desfolhação.....	22
2.5	Morfogênese de gramíneas e leguminosas.....	23
3	MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1	Local e implantação do experimento, delineamento experimental e tratamentos.....	26
3.2	Altura do dossel.....	29
3.3	Composição botânica e morfológica da forragem colhida.....	29
3.4	Interceptação da radiação solar incidente (IL).....	30
3.5	Medidas morfológicas.....	31
3.5.1	Morfogênese do capim-Massai.....	31
3.5.2	Morfogênese do amendoim forrageiro.....	33
3.6	Densidade populacional de perfilhos.....	38
3.7	Modelos e análises estatísticas.....	39
4	RESULTADOS	41
4.1	Interceptação da radiação solar incidente (IL).....	41
4.2	Pré-corte.....	42
4.3	Forragem acumulada.....	43
4.4	Resíduo.....	45
4.5	Características morfológicas e estruturais do capim-Massai.....	46
4.6	Características morfológicas e estruturais do <i>Arachis pintoii</i> cv. Belmonte.....	50
4.7	Densidades populacionais de perfilhos (DPP) e de estolões (DPE) ..	54
5	DISCUSSÃO	55
6	CONCLUSÃO	60
	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, nos sistemas de produção de leite e de carne, em sua grande maioria, os animais são criados em pastagens, utilizando pastos exclusivos de gramíneas.

A degradação das pastagens é um grande problema para a pecuária brasileira, prejudicando diretamente a sua rentabilidade. Estima-se que, no Brasil, aproximadamente 80 milhões de hectares estão degradadas ou em processo de degradação (BODDEY et al., 2004; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2006). A identificação das causas e o entendimento dos processos de degradação são essenciais para que se tenham resultados positivos dos programas de recuperação ou de manutenção da produtividade de pastagens. Normalmente, mais de uma causa está envolvida no processo de degradação. Em regiões de climas tropical e subtropical, as principais causas são: práticas inadequadas de manejo da pastagem, falha no estabelecimento da pastagem, fatores climáticos, pragas e doenças (DIAS FILHO, 2011) e falta de adubação de manutenção, principalmente em decorrência do suprimento de nitrogênio (N) (BODDEY et al., 2004).

O N tem sido o principal nutriente limitante em sistemas de pastejo em regiões tropicais e subtropicais, podendo ser fornecido de duas maneiras: por meio da adubação química e/ou fixação biológica de nitrogênio (FBN). No entanto, os fertilizantes nitrogenados, em virtude do seu elevado custo e do rápido aumento na produção de matéria seca (MS) da planta forrageira, exigem intensificação e tecnificação na exploração das pastagens (CORSI, 1994). Além do custo elevado, o mesmo pode causar contaminação ambiental, principalmente quando usado de maneira excessiva na forma de fertilizante químico. Com isso, o uso de leguminosas para a formação de pastagens consorciadas é uma das principais expectativas para o aporte de N e , conseqüentemente manter as

pastagens produtivas (ANDRADE et al., 2012). A FBN mediante a participação de bactérias dos gêneros *Rhizobium* ou *Bradyrhizobium* corresponde, em média, a 80% do N contido na biomassa aérea das leguminosas (MIRANDA; VIEIRA; CADISH, 2003). Para o *Arachis pintoi*, por exemplo, a quantidade fixada varia de 15 a 25 kg de N para cada tonelada (t) de MS produzida. Assim, dentre os principais fatores que determinam a quantidade de N fixado pelas leguminosas destacam-se a sua produtividade e persistência (THOMAS et al., 1997).

Tendo em conta as contribuições que as leguminosas podem proporcionar ao sistema de produção animal em áreas de pastagens consorciadas, torna-se necessária a adoção de estratégias de manejo que aumentem a produtividade e prolonguem a permanência da leguminosa no sistema por mais tempo. O estudo das características morfogênicas e estruturais do pasto é condição básica para a definição de estratégias de manejo eficientes e baseadas na resposta das plantas às condições do meio (GOMIDE; GOMIDE, PACIULLO, 2006). Dessa forma, é imprescindível compreender as respostas morfofisiológicas das gramíneas e leguminosas manejadas em pastagens consorciadas.

Objetivou-se avaliar a morfogênese e as respostas à interceptação da radiação solar incidente em pastos de capim-Massai consorciado com amendoim forrageiro sob cortes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Panicum maximum* Jacq. cv. Massai

Nativas da África tropical até a África do Sul, as gramíneas do gênero *Panicum* são muito valorizadas pelos produtores das regiões tropicais e subtropicais do Brasil, em razão da produtividade, qualidade e aceitabilidade da forragem produzida, além da boa persistência das pastagens, desempenhando importante papel na produção de carne e leite. (VALENTIM et al., 2001).

O cultivar Massai entrou no Brasil em 1982, como resultado do convênio entre o Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IRD – França) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) com o objetivo de identificar novas gramíneas forrageiras para a diversificação dos sistemas de produção de forragem e potencializar a produção pecuária nacional (SAVIDAN; JANK; COSTA, 1990).

É um híbrido natural resultante do cruzamento entre *Panicum maximum* e *Panicum infestum*. É perene, com hábito de crescimento cespitoso, formando touceiras com folhas finas (1 cm) e decumbentes sem serosidade, raízes profundas e com altura média de 65 cm. Apresentam densidades média e alta de pelos curtos e duros respectivamente na face superior das lâminas e na bainha. As inflorescências são panículas do tipo C, ou seja, com ramificações primárias curtas. As espiguetas são pilosas, distribuídas de maneira uniforme, com aproximadamente metade da superfície externa arroxeadada (SAVIDAN; JANK; COSTA, 1990).

É um cultivar que favorece boa cobertura do solo. Adapta-se bem a altitudes de até 1.800 m, com precipitações anuais que variam de 1.040 a 1.865 mm e solos com pH de 4,9 a 6,8 (VALENTIM et al., 2001). Quando comparado aos cultivares Mombaça e Tanzânia, apresenta sistema radicular mais adaptado

às condições adversas, tais como maior compactação, acidez e menor fertilidade (BONO; MACEDO; EUCLIDES, 2000; VALENTIM et al., 2001).

Volpe et al. (2008) avaliaram o acúmulo de forragem na fase de estabelecimento do capim-Massai cultivado em diferentes níveis de saturação por bases e doses de fósforo (P) e N em Latossolo típico do Cerrado e o valor médio encontrado de todos os tratamentos para o acúmulo de MS verde foi de 7.915 kg ha⁻¹ durante os 104 dias após plantio. O tratamento que apresentou maior acúmulo (10.126 kg ha⁻¹) foi aquele com a maior dose de P₂O₅ (240 kg ha⁻¹), maior saturação por bases (80%) e maior dose de N (300 kg ha⁻¹). Quando as adubações com P e N foram nulas e a saturação por bases foi a mínima, o capim-Massai apresentou acúmulo de forragem em torno de 4.203 kg ha⁻¹ de MS verde, indicando sua potencial tolerância a solos com baixa fertilidade.

Com relação à produção de MS, estudos desenvolvidos em Rio Branco (AC) mostraram que o capim-Massai produziu 21,3 t ha⁻¹ ano⁻¹, sendo que 66% dessa produção ocorreram no período de outubro a abril (chuvoso) e 34%, de maio a setembro (seco). A composição morfológica foi de 75% de folhas, 14% de colmos e 11% de material morto (VALENTIM; MOREIRA, 1994).

As produções de MS do capim-Massai foram crescentes no período chuvoso, variando de 1,83 t ha⁻¹ em 4 semanas a 6,70 t ha⁻¹ em 12 semanas. As taxas de acúmulo de forragem variaram de 65 para 80 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de MS entre 4 e 12 semanas de crescimento, respectivamente. No período seco apresentou produções de MS variando de 0,88 t ha⁻¹ em 4 semanas a 3,76 t ha⁻¹ em 16 semanas, sendo que as taxas de acúmulo de forragem foram prejudicadas pelo déficit hídrico (VALENTIM et al., 2001).

Em Campo Grande (MS), o cultivar Massai apresentou produções de MS de 3,62 t ha⁻¹ e de 3,81 t ha⁻¹ no período chuvoso e seco, respectivamente, superando as produções dos cultivares Mombaça e Tanzânia (EUCLIDES et al., 2000).

Em comparação com os demais cultivares de *Panicum maximum*, o capim-Massai mantém os meristemas apicais mais próximos do solo, permitindo o pastejo uniforme de toda área com menor risco de acúmulo de reboleiras de forragem rejeitada pelos animais. Isso se deve ao fato de que esse cultivar apresenta menor porte e maior proporção de folhas (VALENTIM et al., 2001).

2.2 *Arachis pintoi* cv. Belmonte

O cultivar Belmonte foi originado de acessos introduzidos na sede da Superintendência da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – Ceplac, em Ilhéus (BA). Pela adaptação às condições do sul da Bahia, foi lançado comercialmente, denominado cv. Belmonte. A produção de forragem em MS é de até 20 t ha⁻¹ ano⁻¹, com 19% de proteína bruta (PB) e 60% a 70% de digestibilidade, além de ser altamente aceitável (VALENTIM et al., 2000; NASCIMENTO, 2006).

Essa leguminosa é bem adaptada a solos ácidos, de baixa a média fertilidade. Tem exigência moderada em P, sendo, no entanto eficiente na absorção desse elemento, quando em níveis baixos no solo e com baixa dificuldade de manejo quando em consórcio. Adapta-se bem em solos de textura franca, sendo medianamente tolerante ao encharcamento. Tem média resistência às pragas e doenças e apresenta pouca floração e baixíssima produção de sementes, sendo a sua multiplicação feita de forma vegetativa. Apresenta boa capacidade de consorciação, além de ser utilizada como planta de cobertura (BARCELLOS et al., 2008).

É uma planta herbácea, perene, de trópico e subtropical úmidos, de porte baixo, alcançando até 50 cm de altura, com hábito estolonífero prostrado, pertencente à família Fabaceae, subfamília Faboideae, com origem na América do Sul. Geralmente, lança densas quantidades de estolões ramificados, que se

enraízam até 1,50 m horizontalmente em todas as direções, que se fixam ao solo por meio de raízes abundantes que ocorrem nos nós. Apresenta raiz pivotante, com profundidade de até 2,0 m, a qual determina a capacidade da planta extrair água das camadas mais profundas em condições menos favoráveis (MONTENEGRO; PINZÓN, 1997; VALENTIM et al., 2001).

O amendoim forrageiro adapta-se bem aos diversos ambientes tropicais localizados em até 1.800 m de altitude (RINCÓN, 1999), com precipitação bem distribuída durante o ano, acima de 1.500 mm. Pode sobreviver a períodos de seca superiores a quatro meses e geadas em regiões subtropicais. A temperatura ideal para o seu crescimento situa-se entre 25 a 30°C, paralisando-o em temperaturas abaixo de 10°C (NASCIMENTO, 2006).

2.3 Pastos consorciados

Um fator importante que determina o potencial produtivo de uma forrageira é a adubação da pastagem. O N promove aumento do crescimento da planta, melhora a qualidade nutricional, aumentando o teor de PB, e alimenta os microrganismos do solo que decompõem a matéria orgânica (MALAVOLTA, 1980). Entretanto, o emprego de altas doses de N, além de elevar os custos de produção, pode ocasionar contaminação do meio ambiente.

A utilização de leguminosas em consórcio com as gramíneas é uma importante prática, de baixo custo, para o aumento da produção de MS e melhoria do valor nutritivo da gramínea acompanhante, bem como para o fornecimento de N ao solo e às plantas, por meio da FBN, com a decomposição de raízes e nódulos das plantas, de resíduos de folhas e caules e por meio das fezes e urina dos animais, reduzindo as necessidades de adubação química e resultando em menores gastos com fertilizantes sintéticos (VENDRAMINI et al., 2013).

Entre as leguminosas forrageiras tropicais, o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & W.C.Greg.) vem se destacando e tem permanecido de forma estável, consorciado com gramíneas sob pastejo intenso, durante períodos superiores a 10 anos, aumentando, inclusive, a produtividade, se comparado às gramíneas solteiras (PEREZ; PIZZARRO, 2006). Segundo Carvalho e Pires (2008), a capacidade de fornecimento de N promovido pelas leguminosas variou de 40 a 290 kg ha⁻¹ ano⁻¹, sendo que na sua grande maioria situa-se entre 70 e 140 kg ha⁻¹ ano⁻¹, dos quais somente 15% a 20% são de fato transferidos para as gramíneas associadas.

Em geral, a quantidade de N fixado varia com a espécie, com as condições do ambiente e com fatores que limitam o crescimento das leguminosas. Assim, a acidez do solo, salinidade, deficiências ou excessos de minerais, estresse hídrico, variações na temperatura, a quantidade de N inorgânico no solo, ataque de pragas e doenças acabam por afetar essa fixação (BARCELLOS et al., 2008).

A capacidade do amendoim forrageiro de promover a fixação de N, acumular P orgânico mais facilmente decomponível nas camadas superficiais, acelerar as taxas de decomposição e liberação de nutrientes da matéria orgânica de gramíneas e promover a agregação do solo, pode ser utilizada como complemento para a recuperação de áreas degradadas, como pastagens degradadas ou solos depauperados por monoculturas (MIRANDA; SAGGIN JÚNIOR; SILVA, 2008).

O amendoim forrageiro também contribui com a ciclagem de nutrientes, já que tem rápida incorporação de nutrientes ao solo pela decomposição da liteira (RINCÓN, 1999). Segundo Zotarelli (2000), a baixa relação C/N, quando comparada a plantas de outras famílias, é outra característica importante das leguminosas. Esse aspecto, aliado à grande presença de compostos solúveis,

favorece sua decomposição e mineralização por micro-organismos do solo e a reciclagem de nutrientes.

2.4 Frequência e intensidade de desfolhação

O impacto predominante do pastejo se dá por meio da desfolhação (BRISKE, 1996), cujos componentes foram definidos por Harris (1978) como frequência, intensidade, uniformidade e época que ocorrem em relação à fase de desenvolvimento da planta. A frequência de desfolhação é caracterizada pelo intervalo entre sucessivas desfolhações, enquanto a intensidade da desfolha compreende a severidade do corte ou pastejo, ou seja, o percentual da biomassa removida.

Considerando-se que o perfilho é a unidade básica que compõe as gramíneas (HODGSON, 1990), o padrão de desfolhação de um pasto corresponderá integralmente aos padrões de desfolhação de perfilhos individuais (HU, 1993). A resposta das plantas aos padrões de desfolhação caracterizados pela intensidade e pelo intervalo de desfolhações sucessivas depende da espécie forrageira em estudo e de sua capacidade de resposta a esse processo (GROFF et al., 2002).

A resposta morfológica permite à planta adaptar sua arquitetura para escapar da desfolhação, sendo denominada plasticidade fenotípica. A plasticidade das plantas em relação ao regime de desfolhação tem um papel fundamental na regulação da taxa de produção de novos tecidos foliares e na acessibilidade dessas folhas para os animais em pastejo (PERIN, 2003). A adaptabilidade de espécies forrageiras às várias condições de desfolhação depende de suas características morfológicas e fisiológicas (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993).

Hodgson (1990) e Penning et al. (1991) descrevem a existência de uma relação funcional entre intensidade de desfolha, densidade de perfilhos por área e tamanho dos perfilhos individuais, de forma que, sob uma alta intensidade de pastejo, uma maior densidade populacional de perfilhos pequenos forma o índice de área foliar (IAF) da pastagem, enquanto em condição de baixa intensidade de pastejo, uma menor densidade populacional de perfilhos maiores otimiza o IAF da pastagem (MATTHEW et al., 1999). Outra inter-relação também observada diz respeito às mudanças no comprimento dos entrenós que, associado a uma maior produção de perfilhos basais ocorrente em situações de pastejo intenso, resultam em plantas com hábito de crescimento mais prostrado (RODRIGUES; MOTT; VEIGA, 1986).

2.5 Morfogênese de gramíneas e leguminosas

O sucesso na utilização de pastagens seja em monocultura ou em consórcio, não depende apenas da disponibilidade de nutrientes ou da escolha da espécie forrageira, mas também da compreensão dos mecanismos morfofisiológicos inerentes à planta, da interação planta-animal-ambiente e do manejo adotado (FAGUNDES et al., 2006).

A estrutura de um dossel forrageiro é um dos itens de grande importância no manejo da pastagem e é definida por um conjunto de características genéticas da espécie, denominadas características morfogênicas, que são condicionadas por fatores do ambiente como luz, temperatura, umidade e suprimento de nutrientes (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

A dinâmica da geração (“genesis”) e da expansão da forma da planta (“morphos”) no espaço, definem a morfogênese das plantas (CHAPMAN; LEMAIRES, 1993), a qual pode ser descrita a partir de algumas características básicas: *i) Taxa de Aparecimento de Folhas (TApF)* representada pelo número

de folhas que aparece em cada perfilho por unidade de tempo; *ii) Filocrono* é o inverso da TApF e determina o intervalo de tempo necessário para o aparecimento de duas folhas consecutivas; *iii) Taxa de Alongamento Foliar (TAIF)* que é o efeito cumulativo da divisão e alongamento celular (SCHNYDER et al., 2000); *iv) Duração de Vida da Folha (DVF)*, determinado pelo intervalo de tempo no qual uma dada folha permanece verde, ou seja, do seu aparecimento até a senescência.

De acordo com Chapman e Lemaire (1993), a TApF é a característica morfogênica que merece maior destaque, uma vez que influencia diretamente as três características estruturais do dossel: tamanho da folha (AF), densidade populacional de perfilhos (DPP) e número de folhas por perfilho (NFP). É a contínua emissão de folhas e perfilhos que promove a restauração da área foliar após a desfolhação por corte ou pastejo, assegurando a produtividade e a perenidade da pastagem (GOMIDE; GOMIDE, 2000).

Folhas apresentam um tempo de vida limitado, o qual é determinado por características genéticas, sendo influenciado por fatores do ambiente e o manejo. Uma vez iniciado o processo de morte e senescência da folha, ela passa a perder massa progressivamente. Qualquer prática de manejo que resulte na diminuição da disponibilidade de fatores de crescimento, principalmente luz, pode ocasionar incremento no processo de senescência das folhas, reduzindo, assim, sua longevidade (HODGSON et al., 1981).

Assumindo-se uma proporção constante entre área e comprimento foliar para um dado genótipo, o produto dessas três características (AF, DPP e NFP) determina diretamente o Índice de Área Foliar (IAF) do dossel, a principal variável estrutural de pastos e que possui alta correlação com as respostas tanto de plantas como de animais em ambiente de pastagens. Em forrageiras tropicais e subtropicais, o alongamento de colmos assume grande importância como

característica morfogênica e determina variáveis estruturais do dossel como relação folha: colmo (SBRISSIA; SILVA, 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e implantação do experimento, delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, situada na latitude 21°14'43" sul e a longitude 44°59'59" oeste. O clima da região é do tipo mesotérmico úmido subtropical de inverno seco (classificação climática de Köppen-Geiger: Cwa), e altitude de 918 m (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007). O solo da área experimental foi classificado como sendo um Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa (70% de argila) (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999).

O período experimental foi de 18 meses. Sendo os seis primeiros dedicados à formação da área experimental e condicionamento do dossel. As avaliações iniciaram-se no dia 21/03/2012 com término no dia 20/03/13. O período de avaliação foi dividido nas quatro estações do ano.

Os dados climatológicos do período experimental foram obtidos da Estação Climatológica Principal de Lavras, do Departamento de Engenharia da UFLA e estão apresentados na Figura 1.

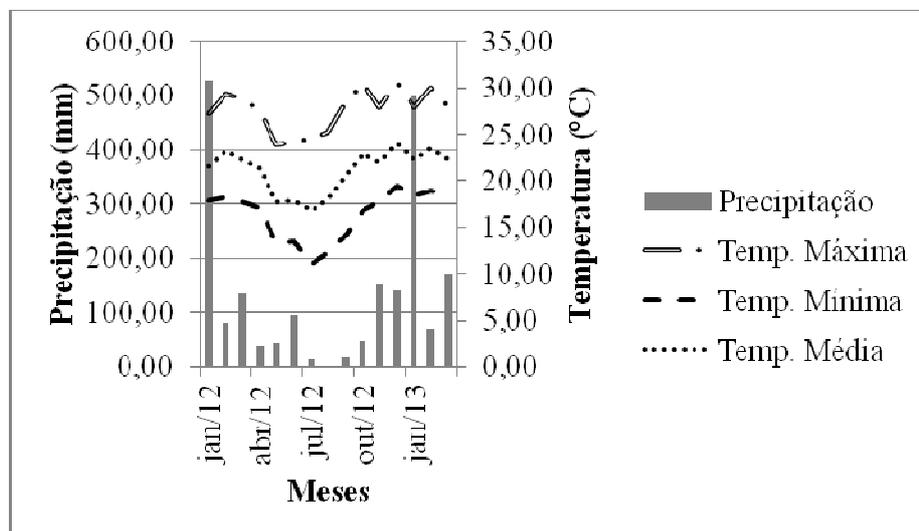


Figura 1 Precipitação (mm) e temperaturas mínima, máxima e média (°C) durante o experimento

Fonte: Estação Climatológica do Departamento de Engenharia da UFLA.

O experimento foi implantado em área de plantio anual de milho que permanece aproximadamente um ano em pousio. No dia 29/09/2011 foi realizada coleta de amostra de solo e, posteriormente, levada para o Laboratório de Análise de Solo do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras. Os resultados da análise química do solo estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 Resultado da análise química do solo da área experimental

pH	MO	V	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	t
	%		mg.dm ⁻³		cmol.dm ⁻³						
5,8	2,6	52,7	4,5	84	2,4	0,6	0,2	2,9	3,2	6,1	3,4

MO = Matéria orgânica; V = Saturação por bases; SB = Soma de bases; T = CTC a pH 7; t = CTC efetiva

Em outubro de 2011, foi realizada a calagem com base no método de elevação da saturação por bases para V = 60%, correspondendo a 450 kg.ha⁻¹ de

calcário dolomítico. Em dezembro de 2011, foi feita a fosfatagem corretiva (LOPES; ABREU, 1987), na proporção de 5 kg de P_2O_5 para cada 1% de argila no solo, correspondendo a 275 kg de P_2O_5 .ha⁻¹ na forma de superfosfato simples. Para a correção de micronutriente, apenas o boro estava abaixo do recomendado, na qual foi feita a aplicação de ácido bórico, na dose de 800 g.ha⁻¹. A aplicação dessas fontes de minerais foi a lanço em área total.

A adubação de plantio foi efetuada nos sulcos sendo aplicados 90 kg.ha⁻¹ de P_2O_5 na forma de superfosfato simples. As parcelas experimentais foram delimitadas com área de 10,5 m² (3,5 x 3,0 m), separadas por corredores de 1,0 m de largura.

No plantio, foram abertos seis sulcos (linhas) por parcela, com profundidade aproximada de 10 cm e espaçamento de 50 cm entre os mesmos para o plantio das mudas do amendoim forrageiro, na proporção de 4-5 mudas por 3,5 m de linha da parcela, e aplicação a lanço de 12 kg de SPV.ha⁻¹ do capim-Massai. Ambas as espécies foram implantadas concomitantemente.

Estudou-se a consorciação do capim-Massai (híbrido de *Panicum maximum* e *P. infestum*-cultivar Massai) e o *Arachis pinto* cv. Belmonte. O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2, com 4 repetições, totalizando 16 unidades experimentais. Os fatores estudados foram: duas alturas de corte (AC), 10 e 20 cm acima do nível do solo (MORENO, 2004) e duas frequências de corte determinadas pelo tempo para o dossel atingir 95 ou 100% de interceptação da radiação solar incidente (IL).

Após o estabelecimento, foi realizado um corte de uniformização do dossel na altura de 10 cm acima do solo em todas as parcelas. Trinta dias antes do início do período experimental foi realizado um corte nas alturas impostas pelos tratamentos.

3.2 Altura do dossel

A altura do dossel forrageiro foi controlada antes de cada corte e ao longo das rebrotações. Esse controle foi realizado por meio de medições a intervalos semanais em 16 pontos de cada unidade experimental pelo método da superfície de altura do dossel com uso de transparência e régua graduada em centímetros (FAGUNDES, 1999).

3.3 Composição botânica e morfológica da forragem colhida

As massas de forragem foram avaliadas no pré-corte e pós-corte (resíduo) quando o dossel forrageiro atingiu a interceptação da radiação solar incidente (IL igual a 95 ou 100%) imposta pelos tratamentos. Os cortes da massa e acúmulo de forragem foram realizados com o auxílio de aparador de cerca viva, em pontos da parcela onde a condição de vegetação era representativa da média da parcela. A massa de forragem foi colhida no pré-corte, no interior de duas molduras retangulares, medindo 0,15 m² (0,5 m x 0,3 m). Para não prejudicar a área de amostragem das parcelas, inicialmente foi colhida a forragem acumulada (cortada acima da altura do resíduo) e depois, na mesma moldura, o resíduo rente ao solo. Com isso, determinou-se o valor da massa colhida somando-se o a forragem acumulada com o resíduo. A forragem contida em cada moldura foi pesada e separada (gramínea e leguminosa), as quais também foram pesadas. A gramínea cortada foi subamostrada. Uma subamostra foi seca em estufa de circulação forçada de ar a 60°C até peso constante e , em seguida ,quantificada, gerando os valores de massa de forragem em termos de MS. A outra subamostra foi separada em lâmina foliar, colmo (bainha foliar e colmo) e material morto e , posteriormente, seca em estufa de circulação forçada de ar a 60°C até peso constante. O mesmo procedimento foi tomado para a

separação e composição morfológica da leguminosa, sendo separados os componentes folha (pecíolo e folíolo) e caule. Com os valores de peso seco de cada componente foi possível estimar a relação de cada um deles na massa total da forragem da subamostra e a composição morfológica.

A composição botânica foi determinada, levando em consideração o peso seco das duas diferentes espécies forrageiras presentes nas massas colhidas.

Para a determinação do acúmulo de forragem em cada estação do ano, foi cortada na altura do resíduo (10 ou 20 cm) imposta para cada tratamento uma amostra por unidade experimental definida por uma moldura medindo 0,15 m² (0,5 m x 0,3 m) no final de cada estação. Para tanto, as molduras de amostragens foram confeccionadas com "pés" que proporcionaram o corte da forragem na altura determinada. Para a separação botânica, morfológica e peso seco de todos os componentes, foi adotado o mesmo procedimento citado anteriormente. O acúmulo de forragem foi calculada pela somatória de peso seco da forragem colhida em todas as colheitas no decorrer da estação e expressa em kg MS.ha⁻¹.estação⁻¹.

3.4 Intercepção da radiação solar incidente (IL)

Para a determinação da intercepção da radiação solar incidente, foi utilizado o aparelho analisador de dossel LI-COR® modelo LAI 2200 (LI-COR, 2009). As medições foram realizadas uma vez por semana, a partir de uma leitura de referência sobre o dossel forrageiro e nove leituras feitas abaixo do dossel (no nível do solo) em cada unidade experimental. As leituras foram realizadas sob radiação difusa (céu encoberto, início da manhã ou final da tarde (LI-COR, 2009).

3.5 Medidas morfogênicas

Para o estudo da Morfogênese, foi utilizada a técnica de marcação de perfilhos (gramínea) ou estolões (leguminosa) (CARRÈRE; LOUAULT; SOUSSANA, 1997; LEMAIRE; ANGNUSDEI, 1999; SÁ, 2013). No primeiro dia pós-corte de cada unidade experimental, foram escolhidos quatro pontos para capim-Massai e três estolões de amendoim forrageiro, sendo todos representativos da condição média da parcela.

Em razão da maior renovação de tecidos no período de crescimento mais intenso (verão e primavera), os perfilhos e estolões foram monitorados 2 vezes por semana. Durante as estações de outono e inverno, os perfilhos e estolões foram avaliados uma vez por semana. Desse modo, cada unidade experimental foi representada por quatro perfilhos e três estolões, totalizando 16 perfilhos e 12 estolões por tratamento por estação.

3.5.1 Morfogênese do capim-Massai

No processo de avaliação de cada perfilho marcado de capim-Massai, as folhas foram enumeradas e classificadas como intactas ou desfolhadas e como folha em expansão (sem lígula visível), folhas expandidas (lígula visível) e folhas senescentes (quando apresentava 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 da ponta até a lígula. Para folhas em expansão, 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 avançava. O comprimento do 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 morfogênicas e estruturais:

- a) Taxa de aparecimento de folhas – **TApF** (folha.perfilho⁻¹.dia⁻¹): divisão do número médio de folhas surgidas por perfilho pelo número de dias do intervalo de avaliação;
- b) Filocrono – **Fil** (dias): inverso da taxa de aparecimento de folhas;
- c) Taxa de alongamento de folhas – **TAIF** (cm. perfilho⁻¹.dia⁻¹): divisão da variação média do comprimento das lâminas foliares em expansão por perfilho pelo número de dias do intervalo de avaliação;
- d) Taxa de alongamento de colmos – **TAC** (cm. perfilho⁻¹.dia⁻¹): divisão da variação média em comprimento de colmo por perfilho pelo número de dias do período de avaliação;
- e) Taxa de senescência de folhas – **TSF** (cm. perfilho⁻¹.dia⁻¹): divisão da variação média em comprimento da porção senescente da lâmina foliar por perfilho pelo número de dias do intervalo de avaliação;
- f) Comprimento final das folhas expandidas – **CFE** (cm): comprimento final das lâminas foliares, levando em consideração somente aquelas intactas;
- g) Duração de vida das folhas – **DVF** (dias): tempo entre o aparecimento da folha e sua total senescência, estimada pela equação proposta por Lemaire e Chapman (1996), onde $DVF = NFV \times Fil$;
- h) Número de folhas vivas por perfilho – **NFV**: obtida a partir do número médio de folhas em expansão, expandidas e em senescência por perfilho;

- i) Número de folhas em expansão e de folhas senescentes – **NFE** e **NFS**: foram obtidos pela contabilização do número de folhas que apresentavam essa classificação.

3.5.2 Morfogênese do amendoim forrageiro

Para a mensuração do fluxo de tecidos do *Arachis pintoi* cv., Belmonte utilizou as metodologias descritas por Lopes de Sá (2013). As medições realizadas em cada estolão marcado foram as seguintes: contagem do nº de nós visíveis (aéreos e não enraizados) e tamanho do estolão (mm), partindo-se do nível do solo até a estípula do último nó do estolão. Os nós e as folhas existentes em cada nó foram enumerados de forma ordinal, no sentido base-ápice, e também foi anotado o nó correspondente de cada folha para que não houvesse confundimento, caso ocorresse perda de alguma folha. Dessa forma, para cada uma dessas estruturas, quando formada, seguiu-se esse padrão de contagem.

Foi mensurado o tamanho do pecíolo (mm) total (do ponto de interseção entre o nó e o pecíolo até o par de folíolos apicais).

Somente as quatro últimas folhas emitidas pelo estolão foram mensuradas frequentemente, exceto na primeira avaliação, onde deveriam constar os dados de todos os pecíolos e folíolos existentes. As avaliações dos demais pecíolos e folíolos foram somente visuais, descrito por meio de legenda, o estado de cada pecíolo e de cada folíolo. Essas avaliações incluíram as seguintes condições: caiu da planta, cortado (por inseto, por corte, etc.), senescente (em processo de senescência) ou senescido.

Os folíolos foram classificados em “A”, “B”, “C” e “D”, seguindo o seguinte padrão: o par de folíolos apicais foi nomeado em “A” e “B”, de forma que quando colocou a face adaxial do folíolo, ainda soldado ao pecíolo, voltada para cima, o folíolo “A” ficou à esquerda e o folíolo “B” à direita. Os folíolos

basais foram nomeados como “C” e “D”, sendo o folíolo “C” o disposto do lado esquerdo e o folíolo “D” o disposto do lado direito, seguindo os mesmos procedimentos (Figura 2).

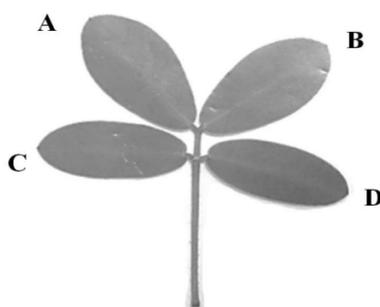


Figura 2 Detalhe da face adaxial de uma folha de *Arachis pintoi* e a classificação dos folíolos.

Fonte: Sá (2013).

Para efetuar as avaliações morfogênicas no amendoim forrageiro, tornou-se necessária a determinação apenas das medições do comprimento e largura dos folíolos "A" e "C" para estimar a área foliar dos mesmos, conforme descrito por Sá (2013).

Para estimar a área foliar foram necessárias as seguintes medidas:

- a) Comprimento (C), mensurado no sentido da nervura central do folíolo;
- b) Largura (L) do folíolo;
- c) Ponto cruz (PC), definido como o comprimento da base do folíolo até o ponto onde as linhas do comprimento e da largura se cruzam;
- d) Hipotenusa (H), caracterizada como um segmento a partir da extremidade da largura do folíolo até a inserção com o pecíolo do mesmo;

- e) Raio menor das elipses laterais (r), representada pela curvatura da borda da parte inferior do folíolo representada pela medida entre a linha da H até o perímetro da borda na parte inferior do folíolo (Figura 3).

Além desses pontos, foi mensurada a área foliar total do folíolo (S), esta foi subdividida na metade superior (S_s) e inferior (S_i). Na fração inferior, foi mensurada a área de um triângulo (S_t) (Figura 4).

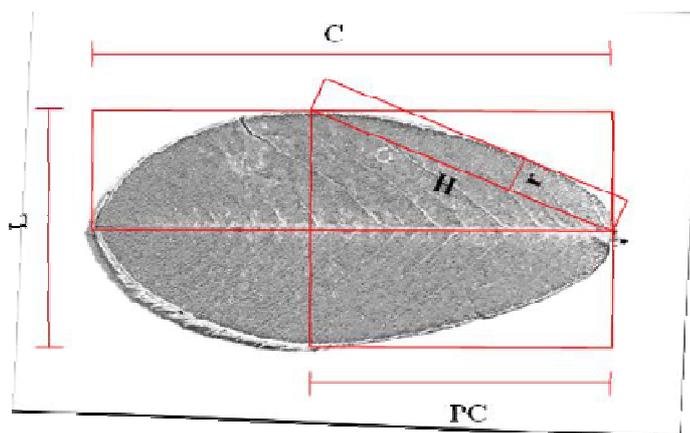


Figura 3 Esquema das medições lineares realizadas no folíolo: C=Comprimento; L=Largura; PC=Ponto cruz; H=Hipotenusa; r =raio menor da elipse lateral

Fonte: SÁ (2013).

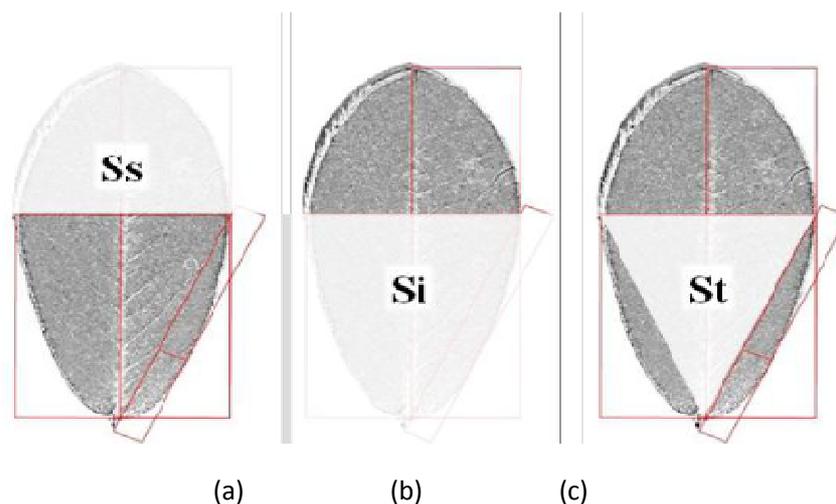


Figura 4 Esquema das subdivisões da área foliar total do folíolo (S): (a) Metade superior (Ss); (b) Metade inferior (Si); (c) Área do triângulo (St)

Fonte: SÁ (2013).

Para estimar a área foliar, as formas geométricas utilizadas foram duas meias elipses, em que a primeira foi compreendida pela fração superior do folíolo, ou seja, a partir da linha imaginária gerada pela maior largura do mesmo. A segunda meia elipse foi considerada como sendo a parte inferior do folíolo, abaixo da linha imaginária da maior largura. O somatório das duas áreas foi associado à área total do folíolo por meio de regressão linear de primeiro grau. Assim, a fórmula para estimar a área foliar do folíolo foi definida como:

$$S_2 = \{[(C - PC) \cdot (L/2) \cdot \pi]/2\} + \{[PC \cdot (L/2)] \cdot \pi\}/2$$

Simplificado:

$$S_2 = (L \cdot \pi/4) \cdot (C - PC + PC)$$

$$S_2 = L \cdot C \cdot \pi/4 \text{ ou } S_2 = L/2 \cdot C/2 \cdot \pi$$

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

- a) Taxa de aparecimento de folhas – **TApF** (folha.estolão⁻¹.dia⁻¹): divisão do número de folhas de leguminosas surgidas durante o período de avaliação em dias;

$$\text{TApF} = \text{n}^\circ \text{ de folhas novas} / \text{n}^\circ \text{ de estolões} \times \text{período de avaliação (dias)}$$
- b) Filocrono – **Fil** (dias): inverso da taxa de aparecimento de folhas;

$$\text{FILOCRONO} = 1/\text{TApF}$$
- c) Taxa de alongamento de estolões – **TAIE** (cm.estolão⁻¹.dia⁻¹): divisão da variação média em comprimento do caule por estolão pelo número de dias do período de avaliação;
- d) Duração de vida das folhas – **DVF** (dias): Foi estimada pela multiplicação do número de folhas vivas pelo filocrono;

$$\text{DVF} = \text{NFV} \times \text{Fil}$$
- e) Número de folhas vivas por estolão – **NFV**: obtida a partir do número médio de folhas em expansão, expandidas e em senescência por estolão;

$$\text{NFV} = (\text{folhas em expansão} + \text{expandidas} + \text{senescentes}) / \text{n}^\circ \text{ estolões em avaliação}$$

O número de folhas senescentes (NFS) e número de folhas em expansão (NFE) foram definidos pela contabilização do número de folhas que apresentavam essa classificação.

Como critério utilizado para a classificação da folha em expansão considerou-se que, desde a primeira avaliação do folíolo até o momento, que as dimensões (comprimento e lagura) avaliadas permanecem constantes em duas avaliações consecutivas.

O tamanho final da folha (TFF) foi determinado calculando-se a média da área foliar das folhas expandidas e intactas. As taxas de alongamento da folha (TAIF) foram obtidas pela diferença entre a área foliar final e inicial do folíolo "A" ou "C" em expansão de cada estolão, dividido pelo número de dias avaliados. Todas as variáveis mensuradas nos folíolos "A" e "C" foram multiplicados por dois, para estimar as mesmas características para os quatro folíolos da folha de amendoim forrageiro. O mesmo procedimento foi adotado para estimar a taxa de senescência.

As taxas de senescência dos folíolos (TSF) foram obtidas pela diferença entre a área foliar do folíolo, fração verde inicial e final, por meio da subtração da porção verde da superfície do folíolo ou pela queda de folíolos. Essas características foram expressas em $\text{cm}^2 \cdot \text{estolão}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$.

3.6 Densidade populacional de perfilhos

A contagem de perfilhos (capim-Massai) e de estolões (amendoim forrageiro) foram realizadas no meio de cada estação do ano em molduras retangulares medindo $0,15 \text{ m}^2$ ($0,5 \times 0,3 \text{ m}$) e $0,5 \text{ m}^2$ ($1,0 \times 0,5 \text{ m}$) respectivamente. Na contagem dos estolões de amendoim forrageiro, estes foram classificados em primários (aquele que surge do solo ou de um nó enraizado ao nível do solo) ou secundários (estolões provenientes de uma gema lateral, que se originou de um estolão primário).

A densidade populacional de perfilhos (DPP) e a densidade populacional de estolões (DPE) foram obtidas pelo valor médio entre duas repetições que foram feitas em cada parcela e convertidas em número de perfilhos ou estolões por metro quadrado.

3.7 Modelos e análises estatísticas

Os dados foram analisados como medidas repetidas no tempo SAS (LITTELL; MILLKEN; STROUP, 1996) por meio do procedimento MIXED do software SAS ® (SAS INSTITUTE, 2004). Foi escolhida a melhor estrutura de covariância para cada variável, utilizando-se como critério o AIC (Schwarz's Bayesian Criterion). Os efeitos principais de altura e interceptação da radiação solar incidente foram analisados, por meio do teste F e o efeito da estação do ano analisado pelo teste t, todos a 5% de probabilidade.

O seguinte modelo foi utilizado para análise dos dados:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + I_j + R_k + IR_{jk} + \varepsilon_{ijk} + E_l + IE_{jl} + RE_{kl} + IRE_{jkl} + \varepsilon_{ijkl}$$

Onde:

μ = Média geral

B_i = Efeito de bloco ($i = 1$ a 4);

I_j = Efeito de interceptação da radiação solar incidente ($j = 95\%$ e 100%);

R_k = Efeito da altura de resíduo ($k = 10$ e 20 cm);

IR = Efeito da interação da interceptação da radiação solar incidente e altura de resíduo;

E_l = Efeito da estação do ano ($l =$ Primavera, Verão, Outono e Inverno)

IE = Efeito da interação da interceptação da radiação solar incidente com a estação;

RE = Efeito da interação da altura do resíduo com a estação;

IRE = Efeito da interação da interceptação da radiação solar incidente com altura de resíduo e a estação;

ε_{ijk} = erro residual;

Foi realizada uma regressão exponencial não linear entre a interceptação da radiação solar incidente e a altura dos dosséis com o objetivo de encontrar um guia de manejo prático, baseado nos processos fisiológicos dessas plantas.

4 RESULTADOS

4.1 Intercepção da radiação solar incidente (IL)

O dossel atingiu 95% IL na altura de 48 cm (Figura 5). Houve efeito da intercepção da radiação solar incidente sobre as alturas de corte ($P < 0,05$), no qual os dosséis IL100 AC20 tiveram maior altura de corte perante os demais tratamentos (Tabela 2).

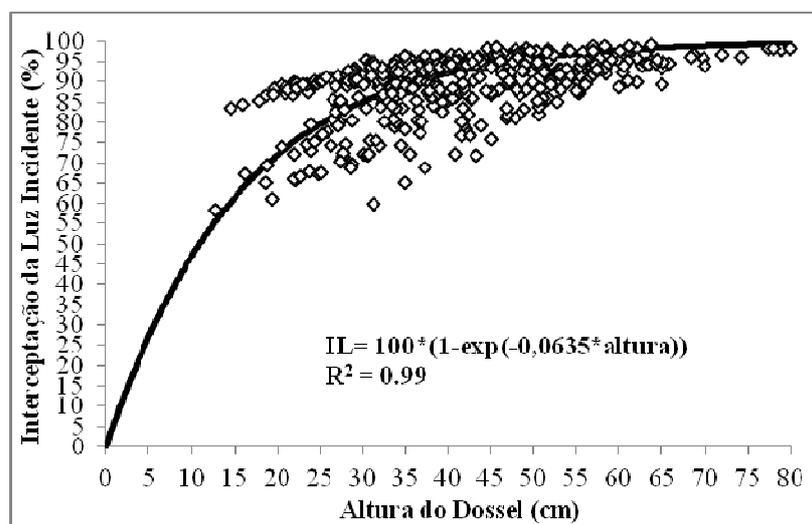


Figura 5 Variação na intercepção da radiação solar incidente em função da altura do dossel

Tabela 2 Altura e interceptação da radiação solar incidente média no pré-corte

Variáveis	IL ² 95%		IL ² 100%		EPM ¹
	Alturas (cm)		Alturas (cm)		
	10	20	10	20	
Altura de corte (cm)	50,5 b	51,3 b	53,1 b	63,9 a	2,9
IL ² (%) no corte	95,1 b	95,1 b	97,7 a	98,5 a	0,29

¹ Erro padrão da média; ² Interceptação da radiação incidente.

* Letras minúsculas distintas na linha diferem para efeito de alturas do resíduo de 10 e 20 cm, e interceptação da radiação solar incidente 95 e 100% pelo teste t com $P < 0,05$.

4.2 Pré-corte

Houve efeito significativo de AC ($P=0,028$) sobre a massa de colmos da gramínea (MColG). Os dosséis AC20 tiveram maior ($P=0,03$) massa de colmos da gramínea perante os dosséis AC10, não havendo diferença ($P > 0,05$) na massa de folhas da gramínea entre AC e IL (Tabela 3). Houve efeito significativo de interceptação da radiação solar incidente ($P=0,04$) sobre a massa de forragem da gramínea (MFG) e de massa de material morto da gramínea (MMMGM) ($P < 0,0001$) no pré-corte ao longo de um ano (Tabela 3). Os dosséis IL100 tiveram MFG superior de $1.801 \text{ kg}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$ e maior MMMGM de $1.225 \text{ kg}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$ em relação aos dosséis IL95.

Tabela 3 Massa de componentes da gramínea e da leguminosa (kg.ha⁻¹.ano⁻¹) no pré-corte ao longo de um ano

Variáveis	Altura (cm)		Valor P	IL ³ %		Valor P	Valor P	
	10	20	ALT ²	95	100	IL ³	EPM ¹	IL X ALT ⁴
MFG ⁵	9145	10607	0,084	8976	10777	0,041	753	0,367
MFoIG ⁶	4712	4967	0,600	4580	5099	0,298	469	0,947
MColG ⁷	2242	3286	0,028	2730	2799	0,868	399	0,214
MMM ⁸	2181	2293	0,489	1625	2850	<0,0001	154	0,189
MInflG ⁹	9,3	61,3	0,161	41,3	29,3	0,733	34	0,850
MFL ¹⁰	67,5	36,5	0,568	99,3	4,7	0,105	52,3	0,593
MEL ¹¹	67,5	36,5	0,5683	99,3	4,7	0,105	52,3	0,593
MT (G+L) ¹²	9213	10644	0,09	9076	10781	0,050	751	0,385
%LegMF ¹³	1,5	0,7	0,419	2,2	0,0	0,07	1,03	0,419
Alt. ¹⁴ (cm)	51,8	57,6	0,077	50,9	58,5	0,028	2,90	0,121
IL ¹⁵ (%)	96,4	96,8	0,212	95,1	98,1	<0,0001	0,29	0,180

¹Erro padrão da média ; ²Altura; ³Interceptação da radiação solar incidente; ⁴Interação entre interceptação da radiação solar incidente e altura; ⁵Massa de forragem da gramínea; ⁶Massa de folhas da gramínea; ⁷Massa de colmos da gramínea; ⁸Massa de material morto da gramínea; ⁹Massa de inflorescência da gramínea; ¹⁰Massa de forragem da leguminosa; ¹¹Massa de estolões da leguminosa; ¹²Massa total de gramínea + leguminosa; ¹³Proporção de leguminosa na massa de forragem; ¹⁴Altura do dossel no corte; ¹⁵Interceptação da radiação solar incidente do dossel no corte.

4.3 Forragem acumulada

Houve efeito de estação (P<0,05) na forragem acumulada e de seus componentes. Na primavera houve maiores MFG, MFoIG e MT (G+L) e menor no inverno. Já para MColG, o maior valor foi obtido no verão, seguido da primavera, inverno e outono, respectivamente. Entretanto, não houve diferença (P>0,05) na MColG entre o inverno e outono (Tabela 4).

Tabela 4 Componentes da forragem acumulada ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{estação}^{-1}$) nos tratamentos com alturas de cortes de 10 e 20 cm e intercepções da radiação solar incidente de 95 e 100% nas estações outono, inverno, primavera e verão

Variáveis	Valor P E ²	Outono	Inverno	Primavera	Verão	EPM ¹
MFG ³	<0,0001	2324 b	605 c	5465 a	3200 b	503
MFoIG ⁴	<0,0001	2091 b	202 c	4943 a	2287 b	434
MCoIG ⁵	0,01	61,8 c	108 c	325 b	798 a	46,9
MT(G+L) ⁶	<0,0001	2324 b	605 c	5599 a	3144 b	505

¹Erro padrão da média; ²Estação do ano ; ³Massa de forragem da gramínea; ⁴Massa de folha da gramínea; ⁵Massa de colmo da gramínea; ⁶Massa total de gramínea + leguminosa.

* Letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste t com $P<0,05$.

Houve efeito de interação ($P<0,05$) entre IL e estações do ano na MMMG. Os dosséis IL100 tiveram maior ($P=0,049$) MMMG no verão que os dosséis IL95, não havendo diferença ($P>0,05$) nas demais estações do ano (Tabela 5).

Tabela 5 Massa de material morto da gramínea ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{estação}^{-1}$) acumulada submetida a duas frequências de corte (95 e 100% IL) nas quatro estações do ano

IL ² %	Outono	Inverno	Primavera	Verão
95	30,5	235	0,03	0,02
100	0,01	438	413	229
EPM ¹	16,1	154	193	90,8
Valor P	0,19	0,36	0,13	0,049

¹Erro padrão da média; ²Intercepção da radiação solar incidente.

4.4 Resíduo

No resíduo houve efeito significativo ($P=0,009$) de AC na massa de folhas da gramínea (MFolG) e de IL ($P 0,003$) para MMMG (Tabela 6). Os dosséis AC20 tiveram maior MFolG em relação aos dosséis AC10. Os dosséis IL100 tiveram maior MMMG em relação aos dosséis IL95 (Tabela 6).

Tabela 6 Massa de componentes da gramínea e da leguminosa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) no resíduo ao longo de um ano

Variáveis	Altura (cm)		Valor P	IL ³ %		Valor P		Valor P
	10	20	ALT ²	95	100	IL ³	EPM ¹	IL X ALT ⁴
MFG ⁵	4068	6612	0,002	5415	5265	0,800	575	0,041
MFolG ⁶	742	1714	0,009	1530	926	0,068	291	0,150
MColG ⁷	1593	2870	0,004	2367	2097	0,430	326	0,040
MMMG ⁸	1734	2027	0,142	1518	2243	0,003	182	0,468
MFL ⁹	19,5	23,6	0,849	43,1	0	0,071	21,01	0,849
MEL ¹⁰	19,5	23,6	0,849	43,1	0	0,071	21,01	0,849
MT (G+L) ¹¹	4088	6635	0,001	5458	5265	0,739	562	0,036
%LegMF ¹²	0,5	0,3	0,624	0,8	0	0,163	0,49	0,624

¹Erro padrão da média ; ²Altura; ³Interceptação da radiação solar incidente; ⁴Interação entre interceptação da radiação solar incidente e altura; ⁵Massa de forragem da gramínea; ⁶Massa de folhas da gramínea; ⁷Massa de colmos da gramínea; ⁸Massa de material morto da gramínea; ⁹Massa de forragem da leguminosa; ¹⁰Massa de estolões da leguminosa; ¹¹Massa total de gramínea + leguminosa; ¹²Proporção de leguminosa na massa de forragem.

Houve efeito ($P<0,05$) da interação entre AC e IL na MFG, MColG e massa total de gramínea + leguminosa (MT (G+L)). Na MFG, MColG e MT (G+L) os dosséis IL95 AC20 foram superiores ($P<0,05$) aos dosséis IL95 AC10, não havendo diferença ($P>0,05$) entre os dosséis IL100 e AC10 e AC20 para as mesmas variáveis. Contudo, os dosséis com IL100 AC20 apresentaram maior ($P=0,04$) MColG em relação aos dosséis IL95 AC20 (Tabela 7).

Tabela 7 Massa de componentes da gramínea e da leguminosa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) no resíduo ao longo de um ano submetidas a duas frequências (95 e 100% IL) e duas alturas de corte (10 e 20 cm)

Massa de forragem da gramínea				
IL ² %	Alturas (cm)		EPM ¹	Valor P
	10	20		
95	3454	7376	555	0,0008
100	4682	5848	595	0,2
Valor P	0,179	0,084		
Massa de colmos da gramínea				
95	1337	3396	314	0,001
100	1849	2345	337	0,33
Valor P	0,311	0,043		
Massa total de gramínea + leguminosa				
95	3493	7423	542,07	0,0006
100	4682	5848	580,98	0,19
Valor P	0,182	0,071		

¹Erro padrão da média ; ²Intercepção da radiação solar incidente.

4.5 Características morfológicas e estruturais do capim-Massai

Houve efeito da interação entre AC do dossel e IL no outono ($P=0,04$) na taxa de alongamento de folha (Tabela 8). A TAlF foi maior no tratamento IL95 e AC20 em relação ao tratamento IL95 e AC10. Quando comparados na mesma altura de corte, o tratamento IL95 AC20 foi superior ($P=0,04$) ao tratamento IL100 AC20. Não houve efeito da AC do dossel e IL nas demais estações ($P>0,05$) sobre a TAlF.

Tabela 8 Taxa de alongamento da folha, comprimento final do colmo e taxa de alongamento do colmo do capim-Massai nas estações do ano submetido a duas intensidades (95 e 100% IL) e duas alturas de corte (10 e 20 cm)

Taxa de alongamento da folha (cm.perf ¹ .dia ⁻¹)								
IL ²	Outono		Inverno		Primavera		Verão	
	Alturas (cm)							
	10	20	10	20	10	20	10	20
95%	0,73 Ab	1,49 Aa	0,28	0,26	0,87	0,53	1,29	1,74
100%	0,91 Ab	0,73 Bb	0,17	0,31	0,98	0,83	1,50	1,94
EPM ¹	0,208		0,111		0,251		0,386	
Valor P	0,04		0,87		0,61		0,7	
Comprimento final do colmo (cm)								
IL ²	Alturas, cm							
	10	20	10	20	10	20	10	20
95%	15,0 Ab	21,7 Ba	15,1 Ab	22,1 Aa	13,6	18,0	17,0 Ba	21,0 Ba
100%	18,3 Ab	34,8 Aa	18,3 Ab	28,1 Aa	17,9	17,2	24,9 Aa	29,7 Aa
EPM ¹	1,628		2,884		1,616		2,223	
Valor P	<0,0001		0,04		0,24		0,005	
Taxa de alongamento do colmo (cm.perf ¹ .dia ⁻¹)								
IL ²	Alturas, cm							
	10	20	10	20	10	20	10	20
95%	0,12 Aa	0,15 Ba	0,002	0,005	0,06	0,04	0,059 Ba	0,068 Ba
100%	0,15 Ab	0,40 Aa	0,001	0,014	0,08	0,03	0,184 Aa	0,177 Aa
EPM ¹	0,024		0,007		0,015		0,015	
Valor P	<0,0001		0,58		0,21		<0,0001	

¹ Erro padrão da média por estação do ano; ² Interceptação radiação solar incidente.

* Letras maiúsculas distintas na coluna dentro da estação diferem para efeito das interceptações da radiação solar incidente de 95 e 100%, pelo teste t com $P < 0,05$.

* Letras minúsculas distintas na linha dentro da estação diferem para efeito de alturas do resíduo de 10 e 20 cm, pelo teste t com $P < 0,05$.

Houve efeito significativo ($P<0,05$) da interação entre AC e IL no comprimento final do colmo (CFC) nas estações (Tabela 8). Os dosséis AC20 IL100 foram superiores aos dosséis AC20 IL95 nas estações de outono ($P<0,0001$) e verão ($P=0,005$). No inverno o efeito ocorreu entre as AC, quando os dosséis AC20 tiveram os CFC maiores ($P=0,04$) em relação aos dosséis AC10. Não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos na primavera. Para a taxa de alongamento de colmos (TAIC) do capim-Massai, houve efeito da interação ($P<0,0001$) entre AC e IL no outono e verão. Nos dosséis AC20 IL100 a TAIC foi maior ($P<0,05$) em relação aos dosséis AC20 IL95 no outono e no verão.

Houve efeito da TApF e NFE entre as estações ($P<0,05$) (Tabela 9), com valores menores no inverno perante as outras estações. O comprimento final da folha foi maior ($P<0,05$) no verão, seguido da primavera. Não havendo diferença ($P>0,05$) nas estações do outono e inverno.

Tabela 9 Características morfogênicas e estruturais do capim-Massai nas estações do ano

VARIÁVEIS	Valor P E ²	Outono	Inverno	Primavera	Verão	EPM ¹
TApF ³	<0,01	0,03 a	0,01 b	0,03 a	0,03 a	0,002
NFV ⁴ , n°	<0,01	3,63 a	2,87 b	2,56 b	3,05 b	0,18
NFE ⁵ , n°	0,01	1,05 a	0,75 b	0,99 a	1,02 a	0,065
FI ⁶ , cm	<0,01	11,9 b	16,1 b	16,4 b	28,8 a	2,053
Comp ⁷ , cm	<0,01	13,5 c	15,2 c	21,8 b	32,1 a	1,964

¹Erro padrão da média; ²Estação do ano; ³Taxa de aparecimento de folhas; ⁴Número de folhas vivas por perfilho; ⁵Número de folhas em expansão; ⁶Folhas intactas(folhas B); ⁷Comprimento médio (folhas B e D). $P<0,05$ para efeito de estação do ano.

*Letras minúsculas distintas, na mesma linha, diferem para efeito de estação do ano pelo teste t com $P<0,05$.

Houve efeito ($P < 0,05$) de interação das AC nas estações do ano sobre o número de folhas senescentes dos dosséis AC10 e AC20 (Tabela 10). Os dosséis AC10 tiveram maior número de folhas senescentes no inverno ($P = 0,011$), já na primavera, os dosséis AC20 tiveram menor ($P = 0,04$) número de folhas senescentes. Não havendo diferença ($P > 0,05$) entre as alturas de corte no outono e verão. Na TSF os dosséis com AC20 foram superiores ($P = 0,003$) no outono. Já quanto à longevidade, esta foi superior ($P = 0,003$) na mesma altura de corte no inverno (Tabela 10).

Tabela 10 Taxa de senescência da folha, longevidade e número de folhas senescentes do capim-Massai submetido a duas alturas de corte (10 e 20 cm) nas quatro estações do ano

Altura, cm	Taxa de senescência de folha (cm.perf ¹ .dia ⁻¹)			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
10	0,12	0,43	0,23	0,15
20	0,32	0,35	0,29	0,27
EPM ¹	0,044	0,113	0,068	0,077
Valor de P	0,003	0,615	0,502	0,301
	Longevidade (dias)			
10	125,4	239,8	99,0	125,9
20	142,1	402,5	109,2	91,8
EPM ¹	14,60	50,50	16,33	16,36
Valor de P	0,43	0,03	0,66	0,15
	Número de folhas senescentes			
10	0,04	0,16	0,04	0,08
20	0,06	0,07	0,14	0,14
EPM ¹	0,016	0,024	0,033	0,051
Valor de P	0,280	0,011	0,040	0,430

¹Erro padrão da média.

4.6 Características morfogênicas e estruturais do *Arachis pintoii* cv.

Belmonte

Houve efeito da interação entre as AC dos dosséis e IL na primavera ($P=0,023$) e verão ($P=0,0001$) para TAlF do *Arachis pintoii* cv. Belmonte (Tabela 11). Na primavera e verão, as TAlF dos dosséis AC10 IL100 foram mais baixas comparadas aos dosséis AC10 IL95. No verão os dosséis AC20 IL100 alongaram mais folhas perante os dosséis AC10 IL100. Não houve efeito ($P>0,05$) na TAlF do amendoim forrageiro nas estações do outono e inverno.

Tabela 11 Taxa de alongamento de folha ($\text{cm}^2.\text{dia}^{-1}$) do amendoim forrageiro nas estações do ano submetido a duas frequências (95 e 100% IL) e duas alturas de corte (10 e 20 cm)

IL	Taxa de alongamento da folha (cm^2/dia)							
	Outono		Inverno		Primavera		Verão	
	Alturas (cm)							
	10	20	10	20	10	20	10	20
95%	0,26	0,14	0,1	0,17	0,42 Aa	0,37 Aa	0,37 Aa	0,36 Aa
100%	0,26	0,11	0,11	0,1	0,23 Ba	0,30 Aa	0,26 Bb	0,30 Ba
EPM ¹	0,257	0,128	0,105	0,134	0,322	0,335	0,313	0,329
Valor P	0,13		0,08		0,023		0,0001	

¹ Erro padrão da média por estação do ano.

*Letras maiúsculas distintas na coluna dentro da estação diferem para efeito das intercepções da radiação solar incidente de 95 e 100%, pelo teste t com $P<0,05$.

*Letras minúsculas distintas na linha dentro da estação diferem para efeito de alturas do resíduo de 10 e 20 cm, pelo teste t com $P<0,05$.

Houve efeito da interação estação do ano (E) e IL ($P<0,05$) na taxa de alongamento do pecíolo (TAIP), taxa de alongamento do estolão (TAER), taxa de senescência da folha (TSF) e comprimento final do estolão (CFE). Para a TAIP, os dosséis com IL100 foram maiores perante os dosséis com IL95 nas estações, inverno ($P=0,001$), primavera ($P=0,04$) e verão ($P<0,0001$). Para a

TALE os dosséis IL100 foram maiores que os dosséis IL95 na primavera ($P=0,03$) e no verão ($P<0,0001$), não havendo diferença ($P>0,05$) nas estações de outono e inverno. A TSF foi maior ($P=0,02$) nos dosséis IL100 no verão, não havendo diferença ($P>0,05$) nas demais estações do ano. O CFE foi superior nos dosséis IL100 no inverno ($P=0,02$) e no verão ($P<0,0001$) (Tabela 12).

Tabela 12 Taxa de alongamento do pecíolo, taxa de alongamento do estolão, taxa de senescência da folha e comprimento final do estolão do amendoim forrageiro, submetido a duas frequências (95 e 100% IL) de corte nas quatro estações do ano

IL ²	Taxa de alongamento do pecíolo (cm.dia ⁻¹)			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
95%	0,06	0,01	0,07	0,06
100%	0,06	0,04	0,11	0,10
EPM ¹	0,008	0,005	0,012	0,003
Valor P	0,94	0,001	0,04	<0,0001
IL ²	Taxa de alongamento do estolão (cm.dia ⁻¹)			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
95%	0,005	0,007	0,015	0,026
100%	0,005	0,010	0,024	0,200
EPM ¹	0,004	0,002	0,003	0,024
Valor P	1,00	0,35	0,03	<0,0001
IL ²	Taxa de senescência da folha (cm ² .dia ⁻¹)			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
95%	-0,073	-0,025	-0,025	-0,029
100%	-0,105	-0,008	-0,027	-0,070
EPM ¹	0,034	0,008	0,010	0,012
Valor P	0,51	0,14	0,88	0,02
IL ²	Estolão (cm)			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
95%	13,26	10,84	14,53	14,35
100%	13,82	14,38	15,50	32,62
EPM ¹	1,076	1,035	1,331	1,985
Valor P	0,72	0,02	0,61	<0,0001

¹Erro padrão das médias; ²Interceptação da radiação solar incidente.

Houve efeito de IL ($P=0,021$) na taxa de aparecimento de folhas (TApF) do amendoim forrageiro. Os dosséis com IL95 tiveram maior TApF em relação aos dosséis IL100. Houve efeito de altura de corte no tamanho de pecíolo (PEC), quando os dosséis AC20 tiveram maior ($P=0,039$) PEC comparado com os dosséis de AC10 (Tabela 13).

Houve efeito de altura de cortes ($P=0,04$) para tamanho da folha (TF) ($P=0,04$) e de IL ($P=0,01$) para número de folhas em expansão (NFE). Os dosséis AC20 tiveram maior tamanho de folha, enquanto os dosséis IL95 tiveram maior NFE. Houve efeito da estação do ano ($P<0,05$) no número de folhas em expansão (NFE), total de folhas senescentes (TFS), tamanho do folíolo (TFol) e TF. O NFE foi superior ($P<0,05$) no verão, seguido da primavera, outono e inverno, respectivamente. Os NFS foram maiores no verão e inverno ($P<0,05$), seguido do inverno e do outono, respectivamente. No verão o TF foi maior ($P<0,05$) que no outono. Já para o TFol, as áreas dos folíolos foram maiores no verão e menores no outono e inverno (Tabela 14).

Tabela 13 Características morfogênicas e estruturais do amendoim forrageiro

Variáveis	Altura (cm)		Valor P	IL ²		Valor P	Valor P					
	10	20	ALT ³	95	100	IL ²	EPM ¹	IL X ALT ⁴	E ⁵	E X IL ⁶	E X ALT ⁷	E X IL X ALT ⁸
TApF ⁹ (folhas.dia ⁻¹)	0,03	0,03	0,942	0,04	0,02	0,02	0,006	0,353	0,053	0,852	0,985	0,424
NFV ¹⁰ (folhas)	5,58	4,87	0,117	5,38	5,07	0,48	0,414	0,116	0,284	0,147	0,886	0,910
PEC ¹¹ (cm)	4,08	4,73	0,039	4,47	4,34	0,63	0,269	0,400	0,881	0,095	0,565	0,709

¹Erro padrão da média; ²Interceptação da radiação solar incidente; ³Altura; ⁴Interação entre IL e ALT; ⁵Estação do ano; ⁶Interação entre E e IL; ⁷Interação entre E e ALT; ⁸Interação entre E, IL e ALT; ⁹Taxa de aparecimento de folhas; ¹⁰Número de folhas vivas; ¹¹Tamanho do pecíolo.

Tabela 14 Características estruturais do amendoim forrageiro nas estações do ano

Variáveis	Altura (cm)		Valor P	IL ²		Valor P	EPM ¹	Valor P	Outono	Inverno	Primavera	Verão	EPM ¹
	10	20	ALT ³	95	100	IL ²		E ⁴					
NFE ⁵ (folhas)	0,38	0,42	0,420	0,46	0,33	0,013	0,041	0,0001	0,34 c	0,23 d	0,44 b	0,57 a	0,035
TFS ⁶ (folhas)	0,27	0,19	0,381	0,18	0,28	0,285	0,085	0,0001	0,01 d	0,11 c	0,42 ab	0,37 a	0,055
TFol ⁷ (cm ²)	1,72	1,87	0,173	1,81	1,78	0,714	0,100	0,0019	1,62 c	1,69 bc	1,85 ab	2,00 a	0,283
TF ⁸ (cm ²)	7,53	8,45	0,035	7,94	8,04	0,797	0,371	0,0411	7,63 b	7,89 ab	7,99 ab	8,44 a	0,269

¹Erro padrão da média; ²Interceptação da radiação solar incidente; ³Altura; ⁴Estação do ano; ⁵Número de folhas em expansão; ⁶Total de folhas senescentes; ⁷Tamanho do folíolo; ⁸Tamanho da folha. $P < 0,05$ para efeito de estação do ano.

*Letras minúsculas distintas, na mesma linha, diferem para efeito de estação do ano pelo teste t com $P < 0,05$

4.7 Densidades populacionais de perfilhos (DPP) e de estolões (DPE)

Houve efeito de IL sobre as densidades populacionais de perfilhos e estolões entre os tratamentos ($P < 0,05$) (Tabela 15). Os dosséis IL95 nas duas AC apresentaram DPP superiores ($P < 0,05$) aos dosséis IL100 nas duas AC. Na densidade populacional de estolões primários (DPEP), os dosséis IL95 AC20 exibiram maior ($P < 0,05$) densidade em relação aos dosséis IL100 AC20 e os dosséis IL100 AC10 mostraram maior densidade perante os dosséis IL100 AC20, não havendo diferença entre as AC. Já na densidade populacional de estolões secundários (DPES), os dosséis IL95 AC10 apresentaram maior ($P < 0,05$) densidade em relação a IL95 AC20 e IL100 AC10, não havendo diferença ($P > 0,05$) entre as AC nos dosséis IL100 e entre IL na AC20. Quanto à densidade populacional de estolões totais (DPET), dosséis IL95 nas duas AC exibiram maior ($P < 0,05$) densidade em relação aos dosséis IL100 nas diferentes AC.

Tabela 15 Altura e interceptação da radiação solar incidente (IL) nos cortes, densidades populacionais de perfilhos (DPP) e de estolões primários (DPEP), secundários (DPES) e total de estolões (DPTE) ao longo de um ano

	DPP (n°.m ²)		DPEP (n°.m ²)		DPES (n°.m ²)		DPET (n°.m ²)	
	Alturas (cm)		Alturas (cm)		Alturas (cm)		Alturas (cm)	
IL	10	20	10	20	10	20	10	20
95	2420 Aa	2200 Aa	15,4 Aa	20,0 Aa	22,6 Aa	9,0 Ab	38,0 Aa	29,0 Aa
100	2020 Ba	1573 Bb	12,0 Aa	9,4 Ba	5,4 Ba	4,0 Aa	17,4 Ba	13,4 Ba
EPM ¹	893		3,3		4,5		7,6	

¹ Erro padrão da média.

*Letras maiúsculas distintas na coluna diferem para efeito das interceptações da radiação solar incidente de 95 e 100%, pelo teste t com $P < 0,05$.

*Letras minúsculas distintas na linha diferem para efeito de alturas do resíduo de 10 e 20 cm, pelo teste t com $P < 0,05$.

5 DISCUSSÃO

Houve aumento da massa de forragem e, conseqüentemente, aumentou a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pelos componentes morfológicos do dossel. Nos tratamentos que foram cortados quando atingiram 100% de IL há maior quantidade de massa de forragem, maior proporção de material morto e menor relação folha:colmo da gramínea, os quais podem ser explicados pelo fato de que após a desfolhação a planta inicia a rebrota que se caracteriza, inicialmente, por maior produção de folhas (aparato fotossintético), pois há menor competição por luz. Esse processo continua até que as folhas começam a se sobrepor e proporcionar sombreamento das folhas que estão nos estratos inferiores do dossel. Nessa fase ocorre a interceptação de 95% de toda a luz incidente. Após este momento, ocorre intenso alongamento de colmos por causa da maior competição por luz e inicia o processo de senescência das folhas basais. Nessa fase ocorre um maior acúmulo de massa de forragem, porém com elevadas proporções de colmo e material morto (SILVA, 2011).

Foi possível observar maior massa de colmos da gramínea na altura de corte do dossel de 20 cm, tendo em vista que o resíduo apresentou maior proporção de colmos frente aos outros componentes morfológicos nesta altura de resíduo.

A massa de folhas não sofreu alteração entre as intensidades e frequências de corte em razão do número de folhas vivas (NFV) por perfilho, que, de forma geral, é uma característica que varia pouco mesmo em diferentes manejos. O padrão estabelecido para essa variável sofre efeito predominante dos processos morfogenéticos. O NFV por perfilho assume uma constância razoável dentro de uma mesma espécie ou cultivar (GOMIDE; GOMIDE, 2000).

Dessa forma, os dosséis manejados com menores frequências de corte, ou seja, condição estrutural de um dossel mais alto teve maior alongamento de

colmos da gramínea, pois enquanto a massa de folhas não variou entre alturas, a massa de colmos aumentou com o incremento da altura. Isso pode ser percebido pela TAIC que se apresenta maior em dosséis com menores frequências de corte no verão.

Com isso, pastos manejados com maiores alturas e menores frequências de corte têm outras implicações. Conforme descrito por Da Silva e Corsi (2003), pastos manejados com maiores alturas, resulta na dificuldade de controle do mesmo e da utilização da forragem em avançado estágio de maturidade. Além do aumento na massa de colmos, há, também, um aumento na quantidade de material morto na massa de forragem (STOBBS, 1973a; STOBBS, 1973b; CHACON; STOBBS, 1976).

A massa total de leguminosa não apresentou efeito das diferentes alturas e frequências de corte em virtude da baixa proporção de leguminosa na composição botânica do dossel, ou seja, a estrutura do dossel e o efeito do sombreamento do mesmo interferiram na produtividade da leguminosa. Trabalhos realizados por Andrade et al. (2006a), Andrade et al. (2006b), Andrade et al. (2006c) registraram redução de aproximadamente 50% e 70%, respectivamente, na massa de forragem e na participação do cultivar Belmonte numa pastagem com o cultivar Massai quando elevaram a altura de entrada e saída dos animais em pouco mais de 20 cm. Entretanto, o acompanhamento do fluxo de tecidos da leguminosa ao longo do ano trouxe algumas inferências que pôde ser compreendidas.

Das características morfogênicas, o aparecimento, o alongamento e a longevidade das folhas são considerados as mais importantes. Fatores como disponibilidade de água no solo e temperatura têm grande influência na dinâmica dos processos fisiológicos, refletindo no balanço produtivo das pastagens.

Neste estudo, os fatores citados anteriormente foram marcantes entre as estações do ano em diferentes alturas e frequências de corte tanto para a gramínea quanto para a leguminosa. Para as variáveis TAlF e TApF do capim-Massai, os valores médios da estação de verão em relação ao inverno foram de sete e três vezes maiores, respectivamente. Para o amendoim forrageiro, a maior variação na TAlF foi encontrada no inverno frente as estações de primavera e verão. A amplitude dessa variação foi três vezes maior para as estações de primavera e verão, não havendo diferença entre as duas. A menor amplitude de variação na TAlF da leguminosa pode ser atribuída ao processo de fixação de carbono (C) entre gramíneas (C4) e leguminosas (C3), proporcionando, assim, um crescimento mais lento da leguminosa. Apesar de a temperatura ser um fator ambiental controlador da taxa de aparecimento de folhas em gramíneas (SUPLICK et al., 2002), esse fator foi observado na leguminosa somente nos tratamentos com menor frequência de corte. O alongamento foliar que é fortemente influenciado pelos suportes nutricional e hídrico (SUPLICK et al., 2002) pode ser observado tanto na gramínea quanto na leguminosa. Porém, as dinâmicas de aparecimento e de alongamento de folhas também foram influenciadas pelas alturas e frequências de corte.

Pastos colhidos mais rentes aos solos apresentam renovação maior de perfilhos (GIACOMINI, 2007). Além disso, existe a remoção da maior parte das folhas, aumentando a utilização da forragem produzida. Pastos com resíduos altos apresentam maiores taxas de senescência pela presença de folhas velhas na base desses dosséis que não foram colhidos pela máquina e que estavam presentes nas leituras do fluxo de tecidos. O NFS e TSF por perfilho da gramínea e por estolão da leguminosa foram influenciadas pela época do ano e pelo manejo de colheita. Dessa forma, o NFS por perfilho variou com a altura de corte e a estação do ano. Já a leguminosa, o NFS por estolão variou com a estação (Tabela 14) e a TSF variou com a estação e frequência de corte

(Tabela 12). As diferenças entre as taxas de senescência de folhas parecem estar ligadas mais à disponibilidade de luz e de temperatura que diretamente ao manejo. Principalmente se tratando da leguminosa.

A DPP e a DPET exibiram respostas semelhantes para diferentes frequências de corte. Tanto para a gramínea quanto para a leguminosa, a maior frequência de corte proporcionou maiores densidades de plantas. As maiores TApF da leguminosa foram registradas em pastos mantidos com maior frequência de corte (Tabela 13), resultado basicamente da maior incidência de luz na base do dossel. Porém, observou-se, de forma geral, que a leguminosa foi prejudicada no seu desenvolvimento em razão da elevada densidade populacional de perfilhos do capim-Massai nas diferentes alturas e frequências de corte, sendo a luz o principal fator limitante. Com isso, podem ser observadas alterações no seu crescimento de modo que nos dosséis com menor frequência de corte a leguminosa desenvolvia-se no sentido vertical e com maiores taxas de alongamento do estolão e pecíolo. Já nos dosséis com maior frequência de corte, o seu desenvolvimento era horizontal e com menores taxas de alongamento do estolão e pecíolo. Mesmo sendo uma planta com característica estolonífera, de crescimento prostrado, a plasticidade fenotípica da mesma fez com que fossem desenvolvidos meios adaptativos para sobrevivência. Comportamento semelhante foi observado por Sá (2013), avaliando o capim-Marandu em consórcio com o amendoim forrageiro em diferentes alturas.

Esse efeito traz, como consequência, um deslocamento das folhas da leguminosa, em grande parte, para os estratos mais superficiais do dossel, com um meristema apical mais exposto e propenso a ser desfolhado, reduzindo a possibilidade de rebrotação e persistência dessa planta em sistemas consorciados.

O manejo adotado para cortes dos dosséis quando atingissem 95% e 100% IL ao longo do ano acabou prejudicando as condições de rebrota no início

da primavera tanto para a gramínea quanto para a leguminosa. Com isso, outros trabalhos podem ser conduzidos, tomando-se como variáveis de estudo as que têm demonstrado vantagens em manter pastos mais baixos no inverno (ANDRADE, 2003; MOLAN, 2004; SBRISSIA, 2004) para melhorar as condições da rebrota na primavera seguinte.

6 CONCLUSÃO

A morfogênese do amendoim forrageiro sofre influência da intensidade e da frequência de cortes e, a metodologia de avaliação tomando-se por base um par de folíolos para morfogênese e, duas meias elipses para área foliar permitem tomadas de dados confiáveis.

A partir da avaliação da morfogênese e das respostas do capim-Massai consorciado com amendoim forrageiro sob cortes, pode concluir-se que o manejo da pastagem usando intensidade de 20 a 10 centímetros e frequência de 95% de interceptação da radiação solar incidente, pode condicionar melhor implantação da leguminosa.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. M. S. de et al. Grazing management strategies for massaigrass-forage peanut pastures. 3. Definition of sward targets and carrying capacity. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 352-357, 2006b.
- ANDRADE, C. M. S. de et al. Grazing management strategies for massaigrass-forage peanut pastures. 1. Dynamics of sward condition and botanical composition. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 334-342, 2006a.
- ANDRADE, C. M. S. de et al. Grazing management strategies for massaigrass-forage peanut pastures. 2. Productivity, utilization and sward structure. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 343-351, 2006c.
- ANDRADE, C. M. S. Importância das leguminosas forrageiras para a sustentabilidade dos sistemas de produção de ruminantes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES NO CERRADO, 1., 2012, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Editora da UFU, 2012. p. 47-94.
- ANDRADE, F. M. E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-Marandu submetido a regime de lotação contínua por bovinos de corte.** 2003. 125 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- BARCELLOS, A. O. et al. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, nesp., p. 51-67, 2008.
- BODDEY, R. M. et al. Nitrogen cycling in Brachiaria pastures: the key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 103, n. 2, p. 389-403, July 2004.
- BONO, J. A. M.; MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. B. P. Biomassa e área do sistema radicular e resistência do solo à penetração em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo rotacionado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2000. Viçosa. **Anais.** Viçosa: SBZ, 2000.

- BRISKE, D. D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p. 86-106.
- CARRÈRE, P.; LOUAULT, F.; SOUSSANA, J. F. Tissue turnover within grass-clover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating growth, senescence and intake fluxes. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 34, p. 333-348, 1997.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Leguminosas tropicais herbáceas em associação com pastagens. **Archivos de Zootecnia**, Viçosa, v. 57, p. 103-113, jul. 2008.
- CHACON, E.; STOBBS, T. H. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behavior of cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, Sydney, v. 27, n. 5, p. 709-727, 1976.
- CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.). **Grasslands for our world**. Wellington: SIR, 1993. Cap. 3, p. 55-64.
- CORSI, M. Adubação nitrogenada das pastagens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 121-153.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007.
- DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 4. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2011.
- DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves o 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. (Produção de Informação).
- EUCLIDES, V. P. B. et al. Cultivar Massai (*Panicum maximum*): uma nova opção forrageira: características de adaptação e produtividade. In: REUNIÃO

ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2000, Viçosa.
Anais... Viçosa: SBZ, 2000.

FAGUNDES, J. L. **Efeitos de intensidades de pastejo sobre o índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon spp.*** 1999. 69 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

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

GIACOMINI, A. A. **Demografia do perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de desfolhação intermitente por bovinos de corte.** 2007. 175 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 341-348, 2000.

GOMIDE, C. A. M.; 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.

GROFF, A. M. et al. Intervalo e intensidade de desfolhação nas taxas de crescimento, senescência e desfolhação e no equilíbrio de gramíneas em associação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1912-1923, 2002.

HARRIS, W. Defoliation as determinant of the growth, persistence and composition of pasture. In: WILSON, J. R. (Ed.). **Plant relations in Pasture.** Melbourne: CSIRO, 1978. p. 67-85.

HODGSON, J. et al. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: SIMPOSIUM ON PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, 1981, Nottingham. **Proceedings ...** Belfast: British Grassland Society, 1981. p. 51-62.

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

HU, Y. **A comparative study of defoliation in *holcus lanatus* and *Lolium perene* pastures grazed by sheep**. 1993. 85 p. Thesis (Master) – Massey University, Palmerston North, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário**. 2006. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

LEMAIRE, E.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, I.; ILLIUS, A. W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. New York: CAB International. 1996. p. 3-36.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND ECOLOGY, 1., 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Editora da UFPR, 1999. p. 165-183.

LI-COR. **LAI-2000 plant canopy analyzer: instruction manual**. Lincoln: IBM, 2009.

LITTELL, R. C.; MILLKEN, G. A.; STROUP, W. W. **SAS® system for mixed models**. Cary: SAS Institute Inc, 1996.

LOPES, A. S.; ABREU, C. A. Manejo da fertilidade do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 147, p. 3-21, 1987.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980.

MATTHEW, C. et al. Tiller dynamics of grazed swards. In: MORAES, A. de et al. (Ed.). **GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY**. **Anais...** Curitiba: CABI, 1999. p. 109-133.

MIRANDA, C. H. B.; VIEIRA, A.; CADISCH, G. Determinação da fixação biológica de nitrogênio no amendoim forrageiro (*Arachis* spp.) por intermédio da abundância natural de ¹⁵N. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1859-1865, 2003.

MIRANDA, E. M.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SILVA, E. M. R. **Amendoim forrageiro: importância, usos e manejo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. (Documentos 259).

MOLAN, L. K. **Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua.** 2004. 180 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MONTENEGRO, R.; PINZÓN, B. **Maní forrajero (*Arachis pintoi* Krapovickas y Gregory) una alternativa para el sostenimiento de La ganadería en Panamá.** Panamá: Instituto de investigación agropecuária de Panamá, 1997. Disponível em: <<http://bdigital.binal.ac.pa/bdp/idiap/ManiForrajero.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2013.

MORENO, L. S. B. **Produção de forragem de capins do gênero *Panicum* e modelagem de respostas produtivas e morfofisiológicas em função de variáveis climáticas.** 2004. 86 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

NASCIMENTO, I. S. O cultivo do amendoim forrageiro: revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 387-393, 2006.
PENNING, P. D. et al. Intake and behavior responses by sheep to changes in sward characteristics under continuous atoking. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 46, p. 15-28, 1991.

PEREZ, N. B.; PIZARRO, E. Producción animal en asociaciones gramíneas-maní forrajero. In: SEMINARIO DE PASTOS Y FORRAJES, 10., 2006, Maracaibo. **Anales...** Maracaibo: Universidad del Zulia, 2006. p. 109-119.

PERIN, R. **Características da pastagem e desempenho animal em uma consorciação de *Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia e *Arachis pintoi* submetida a diferentes alturas de manejo.** 2003. 114 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

RINCÓN C. A. Maní forrajero (*Arachis pintoi*), la leguminosa para sistemas sostenibles de producción agropecuária. **Información Técnica**, Colombia, v. 3, n. 24, p. 1-7, Feb./Abr. 1999.

RODRIGUES, L. R. de A.; MOTT, G. D.; VEIGA, J. B. da. Perfilamento e características morfológicas do capim elefante anão sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 11, p. 1209-1218, 1986.

SÁ, O. A. A. L. De. **Características morfológicas e estruturais de amendoim forrageiro e capim-marandu em consórcio**. 2013. 179 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system user's guide**: version 9.1. Cary: CABI International, 2004.

SAVIDAN, Y. H.; JANK, L.; COSTA, J. C. G. **Registro de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum***. Campo Grande: Embrapa, 1990. (EMBRAPA-CNPQC, Documentos, 44).

SBRISSIA, A. F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua**. 2004. 199 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C. da. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: MATTOS, W. R. S. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: SBZ, 2001. p. 731-753.

SCHNYDER, H. et al. An Integrated view of C and N uses in leaf growth zones of defoliated grasses. In: LEMAIRE, G. et al. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p. 41-60.

SILVA, J. F. C. Mecanismos reguladores de consumo. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p. 4-32.

SILVA, S. C. da; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 155-186.

STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures: variation in the bite size of grazing cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, Sydney, v. 24, n. 1, p. 809-819, 1973a.

STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures: differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Choris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, Sydney, v. 24, n. 2, p. 821-829, 1973b.

SUPLICK, M. R. et al. Switchgrass leaf appearance and lamina extension rates in response to fertilizer. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 25, n. 10, p. 2115-2127, 2002.

THOMAS, R. J. et al. Nitrogen fixation by three tropical forage legumes in an acid-soil savanna of Colombia. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 29, n. 5-6, p. 801-808, May/June 1997.

VALENTIM, J. F. et al. **Capim Massai (*Panicum maximum* Jacq.):** nova forrageira para diversificação das pastagens no Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. (EMBRAPA Acre, Circular Técnica 41).

VALENTIM, J. F. et al. **Produção de mudas de *Arachis pinto* cv. Belmonte no Acre.** Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. (Instruções Técnicas, 33).

VALENTIM, J. F.; MOREIRA, P. **Vantagens e limitações dos capins Tanzânia-1 e Mombaça para a formação de pastagens no Acre.** Rio Branco: EMBRAPA Acre, 1994. (EMBRAPA Acre, Comunicado Técnico 60).

VENDRAMINI, J. M. B. et al. O papel da leguminosa na ciclagem de nitrogênio em pastos consorciados. In: AS FORRAGENS E AS SUAS RELAÇÕES COM O SOLO, O AMBIENTE E O ANIMAL, 2013, Lavras. **Anais...** Lavras: Editora da UFLA, 2013. p. 51-62.

VOLPE, E. et al. Acúmulo de forragem e características do solo e da planta no estabelecimento de capim-massai com diferentes níveis de saturação por bases, fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 228-237, fev. 2008.

ZOTARELLI, L. **Balanço de nitrogênio na rotação de culturas em sistemas de plantio direto e convencional na região de Londrina/PR.** 2000. 134 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2000.